МИНИСТЕРСТВО ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
государственный проектно-изыскательский
и научно-исследовательский институт
Аэропроект

ПОСОБИЕ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГРАЖДАНСКИХ АЭРОДРОМОВ
(к СНИП 2.05.08-85)

Часть IУ. Аэродромные одежды

Москва 1988

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Государственный проектно-изыскательский и
научно-исследовательский институт
А э р о п р о е к т

П О С О Б И Е
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГРАЖДАНСКИХ АЭРОДРОМОВ
(к СНиП 2.05.08-85)

Часть IУ. Аэродромные одежды

Москва 1988

УДК 625.712.65.001.2:625.8

Настоящее Пособие разработано ГПИ и НИИ ГА Аэропроект при участии сотрудников кафедры "Аэропорты" МАДИ и Союздорнии.

Пособие содержит вспомогательные данные для проектирования аэродромных одежд в соответствии с главой СНиП 2.05.08-85 "Аэродромы". Особое внимание уделено расчету и конструированию многослойных аэродромных одежд с различным сочетанием конструктивных слоев. Приведены подробные методики расчета и примеры, а также вспомогательные таблицы и графики. Впервые включены разделы, касающиеся оценки жесткостных характеристик действующих аэродромных покрытий по данным испытаний, и методики расчета покрытий на скальных грунтах.

Пособие предназначено для специалистов по проектированию аэродромов, работников аэродромных служб на предприятиях гражданской авиации, а также студентов, обучающихся в вузах по специальности "Строительство и эксплуатация аэродромов".

С введением в действие настоящего Пособия утрачивает силу Руководство по проектированию аэродромных покрытий. ГПИ и НИИ ГА Аэропроект, 1983 г.

Пособие составили: доктор техн. наук О.Н. Тоцкий, кандидаты техн. наук В.П. Апестина, В.Б. Безелянский, Б.А. Хотин, А.В. Локшин, инженеры Ю.С. Барит, Ю.Н. Волков, Е.А. Новичкова, И.И. Порываева, А.П. Скобелев, О.Г. Тарунтаева (ГПИ и НИИ ГА Аэропроект); канд.техн.наук Л.М. Гохман (Союздорнии).

Пособие утверждено начальником ГПИ и НИИ ГА Аэропроект В.Н. Ивановым со сроком введения в действие 01.01.87.

ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Характеристики нагрузок и усилия от их воздействия в расчетных сечениях покрытий

F – максимальный взлетный вес воздушного судна;

K_g – доля взлетного веса, приходящаяся на главные опоры;

F_n – нормативная нагрузка или нагрузка на опору расчетного воздушного судна;

n_k – число колес на главной опоре;

F_d – расчетная нагрузка на колесо;

F_e – условная одноколесная нагрузка, эквивалентная воздействию опоры воздушного судна;

p_a – давление в пневматиках;

n_a – число осей на опоре воздушного судна;

a – минимальное расстояние между ближайшими колесами главной опоры в свету;

$a_т, a_д$ – соответственно расстояние между осями ближайших и максимально удаленных колес главной опоры;

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;

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

$U_ж$ – расчетное (суммарное) число приложений расчетной нагрузки за весь срок службы для жестких покрытий;

$N_г$ – максимальная суточная приведенная повторяемость расчетной нагрузки в последний год срока службы нежестких покрытий;

m_i – изгибающий момент от действия колеса, центр отпечатка которого совпадает с расчетным сечением;

$\bar{m}_{xi}, \bar{m}_{yi}$ – единичные изгибающие моменты в расчетном сечении плиты от воздействия i-го колеса опоры воздушного судна;

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

m_i, m_{id} – центральные моменты соответственно от нагрузок i-го и расчетного воздушных судов;

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_e – прогиб в центре плиты;

λ_d – расчетный относительный прогиб нежесткой аэродромной конструкции от нагрузки;

λ_u – предельный относительный прогиб нежесткой конструкции;

σ_t – наибольшее растягивающее напряжение при изгибе в слое нежесткого покрытия;

D_i – условный диаметр круга передачи нагрузки от покрытия на основание.

Расчетные коэффициенты

γ_f – коэффициент разгрузки;

K_d – коэффициент динамичности;

K_N – коэффициент, учитывающий увеличение изгибающего момента в плите вследствие неравномерного накопления остаточных деформаций в грунтовом и искусственном неупрочненном основаниях;

K_u – коэффициент, учитывающий число приложений колесных нагрузок воздушных судов на жесткие покрытия;

K – коэффициент, учитывающий увеличение изгибающих моментов в краевых зонах плит;

K' – то же, для двухслойных покрытий с совмещенными швами;

K_1 – коэффициент, учитывающий концентрацию изгибающих моментов в верхнем слое двухслойного покрытия над краями и углами плит нижнего слоя, для покрытий с несовмещенными швами и конструкций усиления;

$K_{x(y)}$ – коэффициент, учитывающий перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах в зависимости от

соотношения жесткостей в продольном и поперечном сечениях;

K_m – поправочный множитель к коэффициенту условий работы, определяемый в зависимости от толщины верхнего слоя;

γ_c – коэффициент условий работы;

ψ_s – коэффициент, учитывающий работу бетона между трещинами в растянутой зоне;

ψ_c – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения деформаций крайнего волокна сжатой зоны сечения на участке между трещинами;

K_n – коэффициент приведения нагрузок i-х воздушных судов к нагрузке расчетного воздушного судна;

K_p – коэффициент, учитывающий количество колес в опоре самолета при определении контактного давления на грунтовое основание;

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

Характеристики материалов, конструкций покрытий и оснований

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

R_s – расчетное сопротивление арматуры растяжению;

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_z – момент равнодействующей усилий в нижней и верхней напрягаемой арматуре на единицу ширины сечения относительно оси, проходящей через ядровую точку, наиболее удаленную от зоны сечения, трещинообразование которой проверяют;

K_s – расчетный коэффициент постели грунтового основания;

K_{se} – эквивалентный коэффициент постели многослойного основания;

$E_б$ – 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_{ed} – эквивалентный модуль упругости нежесткой конструкции, включая грунтовое основание;

μ – коэффициент Пуассона;

B – жесткость сечения плиты покрытия;

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

B_f – жесткость слоя основания, обработанного вяжущими;

Геометрические характеристики конструкции

t – толщина плиты;

t_i – толщина i-го слоя;

h_o – рабочая высота сечения;

A_s – площадь сечения растянутой арматуры;

x – высота сжатой зоны бетонного сечения;

d – диаметр арматурных стержней;

t_{pr} – толщина защитного слоя бетона;

$t_{аб}$ – 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, обработанного вяжущим;

t_{tot} – общая толщина конструкции;

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

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Пособие разработано в развитие и дополнение СНиП 2.05.08-85 "Аэродромы" и содержит указания по проектированию одежд аэродромов (вертодромов) гражданской авиации. Пособием следует пользоваться при проектировании одежд на вновь строящихся и реконструируемых аэродромах, при разработке альбомов типовых решений конструкций аэродромных одежд, а также при составлении программ и алгоритмов расчета одежд на ЭВМ.

I.2. Проектирование аэродромных одежд должно выполняться, как правило, исходя из условия воздействия нормативных нагрузок, которые являются статистически обобщенными показателями для аэродромов различных классов с учетом 20-летней перспективы развития самолетов гражданской авиации. Проектирование аэродромных одежд для конкретного воздушного судна допускается как исключение, при условии соответствующего технико-экономического обоснования, при этом необходимо учитывать модификацию расчетного воздушного судна на перспективу не менее I0 лет.

При проектировании международных аэропортов прочность аэродромных одежд следует проверять на воздействие зарубежного типа воздушного судна, являющегося аналогом расчетному типу.

Аналоги отечественных и зарубежных типов воздушных судов, а также характеристики некоторых типов отечественных и зарубежных воздушных судов приведены в табл. I, 2 приложения 4 настоящего Пособия.

I.3. Все расчеты должны выполняться в единой международной системе единиц, согласно СН 528-80 "Перечень единиц физических величин, подлежащих применению в строительстве" и стандарту СЭВ I052-78 "Метрология. Единицы физических величин".

Во избежание ошибок в расчетах в процессе вычислений рекомендуется все величины выражать в единицах СИ без приставок, заменяя их степенями числа I0, (например, Мега-$I0^6$; кило-$I0^3$ и т.д.), а кратные и дольные единицы измерения подставлять только в конечный результат.

Соотношения между некоторыми единицами физических величин и единицами СИ, применяемыми в расчетах строительных конструкций, приведены в приложении 8.

При расчетах аэродромных одежд для конкретного воздушного судна максимальный взлетный вес определяется путем умножения максимальной массы воздушного судна, в тоннах, на точное значение коэффициента 9,80665 (I тс = 9,80665 · $I0^3$Н) и округлением полученного результата до количества значащих цифр в исходном числе. Например, взлетная масса I65 т, давление в пневматиках 8,5 кгс/см^2. Взлетный вес равен: I65 х х 9,80665 = I6I8,097 = I620 · $I0^3$Н = I620 кН; давление в пневматиках: 8,5 · 9,80665 · $I0^4$ = 83,356 · $I0^4$Па = 0,83 х х $I0^6$Па = 0,83 МПа. (I кгс/см^2 = 9,80665 · $I0^4$Па).

I.4. По характеру сопротивления действию нагрузок от воздушных судов аэродромные одежды разделены 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 конструкций представлена моделью слоистого упругого полупространства. Несущая способность грунтового основания выражается модулем упругости Е.

Расчет жестких и нежестких одежд на скальном (практически несжимаемом) основании выполняется по схеме слоя конечной мощности. Несущая способность скального основания и грунтовой прослойки характеризуется эквивалентным коэффициен-

том постели K_{se} или модулем упругости E_e'. Деформативные свойства грунтовой прослойки характеризуются модулем упругости E_o, а для нежестких одежд – дополнительно углом внутреннего трения φ_o и удельным сцеплением C_o.

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

Нагрузка на опору, действующая на покрытие, распределяется на одно или несколько колес. Нагрузка на опору при расчете нежестких покрытий заменяется эквивалентной одноколесной нагрузкой F_e.

I.5. Проектирование аэродромной одежды 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 одежду воспринимают давление от самолетных нагрузок и собственного веса одежды и подвергаются воздействию природных факторов, поэтому являются ответственным элементом конструкции.

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

В настоящем Пособии изложены вопросы, касающиеся проектирования аэродромных одежд капитального типа. Вопросы проектирования грунтовых и искусственных оснований, находящихся в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях, изложены в Пособии по проектированию гражданских аэродромов. Часть УI. "Основания аэродромных одежд в особых инженерно-геологических условиях".

Процесс конструирования включает: а) назначение типа покрытия; б) выбор материалов для устройства слоев одежды

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 одежды 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.

В экономических расчетах следует принимать: проектный срок службы жестких покрытий 20 лет, нежестких – 10 лет, нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений $E_н = 0,12$.

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

Допускается расширять номенклатуру материалов, особенно местных, приведенных в настоящем Пособии, 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.).

При разработке конструктивных решений необходимо добиваться максимальной механизации и индустриализации строительных процессов, устранять многократность проходов укла-

дочных машин и механизмов, стремиться к снижению трудоемкости и затрат ручного труда.

I.6. По степени воздействия нагрузок покрытия аэродромов подразделяют на группы участков в зависимости от применяемых планировочных решений в соответствии с черт. I (схемы I и 2) СНиП 2.05.08-85.

При использовании схемы 2, когда отсутствует магистральная РД, покрытия аэродрома подвергаются воздействию расчетной нагрузки в 2 раза больше, чем по схеме I, поэтому расчетное количество приложений нагрузки в этом случае должно быть увеличено вдвое по сравнению со схемой I.

При использовании схемы, занимающей промежуточное положение между схемами I и 2, например, когда ВПП имеет две соединительные РД, часть участков покрытий используется для руления самолетов и подвергается двукратному приложению расчетной нагрузки, остальная часть эксплуатируется по аналогии со схемой I. В этом случае следует применять дифференцированный подход при учете повторности приложения нагрузки на различных участках аэродрома.

В тех случаях, когда на аэродромах класса А ширина ИВПП принята равной 45 м, ширину средних участков группы В на схеме I черт. I СНиП 2.05.08-85 и участков группы А на схеме 2, за исключением концевых участков и участка, примыкающего к РД, следует принимать равной 30 м.

При расчете прочности аэродромных покрытий ВПП с неравномерной ветровой загрузкой направлений взлетов и посадок самолетов коэффициенты условий работы, приведенные в табл. 3I СНиП 2.05.08-85 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% (для схемы 2); I,I - для участков, расположенных на противоположном конце ВПП (для схем I и 2).

Ветровая загрузка направлений взлета и посадки ВПП определяется по методике расчета ветровой загрузки аэродромов, изложенной в Пособии по проектированию гражданских аэродромов. Часть I. "Планировка аэродромов".

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

2.I. Проектирование аэродромных одежд осуществляется на основе исходных данных, приведенных в табл. I.

Таблица I

Жесткие покрытия и комбинированные	Нежесткие покрытия	Источники получения данных
I	2	3
НАГРУЗКА		
Категория нормативной нагрузки Величина нормативной нагрузки на условную опору P_0, Н Внутреннее давление воздуха в пневматиках колес $p_д$, Па Количество колес на опоре $n_к$ Расстояния между осями колес в главной опоре x, y, м		Табл. 28 СНиП 2.05.08-85 "Аэродромы"
Суммарная приведенная повторность приложения расчетной нагрузки за 20 лет и соответствующий коэффициент $K_и$	Приведенная среднесуточная повторность приложения расчетной нагрузки на I0-й год эксплуатации: для расчета по прогибу $N_т$ для расчета прочности асфальтобетона на растяжение при изгибе $N_{т1}$	Табл. 3 приложения 4 Пособия
Расчетный тип воздушного судна Максимальный взлетный вес F, Н Коэффициент, учитывающий долю веса, приходящегося на главные опоры K_g Количество опор $n_п$; $n_к$, $p_д$, x, y		Табл. I приложения 4 Пособия
Состав движения (количество типов воздушных судов и интенсивность движения по типам: среднегодовая или максимальная суточная интенсивность, принимаемая по данным ТЭО на расчетный год)		По данным ТЭО

I	2	3
УСЛОВИЯ РАБОТЫ		
Дорожно-климатическая зона Тип гидрогеологических условий Географическая широта расположения аэропорта, ^{o} северной широты Глубина горизонта подземных вод		Приложение I и 2 СНиП 2.05.08-85 Данные изысканий
Годовая амплитуда среднемесячных температур воздуха, ^{o}C Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца, ^{o}C	Максимальная температура асфальтобетонного покрытия в период наименьшей несущей способности грунтов, ^{o}C	СНиП 2.01.01-82 "Строительная климатология и геофизика" и справочники по климатологии, СНиП 2.05-08-85
Расчетная группа участков аэродрома		Черт. I. СНиП 2.05.08-85
Расчетные коэффициенты: разгрузки γ_f динамичности K_ϕ условий работы γ_c (в нежестких покрытиях отдельно для расчета по прогибу и для расчета асфальтобетона на растяжение при изгибе)		Табл. 30, 31; СНиП 2.05.08-85 п.5.60 и 5.63 СНиП 2.05.08-85
	Комплексный коэффициент K_0 для расчета нежестких покрытий на скальном основании	п. 8.4 Пособия
Ветровая загрузка стартов ВПП, в %		Рассчитывается по методике Пособия по проектированию гражданских аэродромов. Часть I "Планировка аэродромов"
ДАННЫЕ ПО КОНСТРУКЦИИ		
Толщины слоев t_i, м	Толщины слоев t_i, м	
Класс прочности бетона на растяжение при изгибе	Модули упругости материалов E_i, Па	Табл. I-6 приложения 9 СНиП 2.05.08-85

I	2	3
Диаметр стержней d, м, и вид (класс) арматурной стали		Табл. 2, 3, 4 приложения 3 настоящего Пособия
Модули упругости бетона E_b, стали E_s, Па		ГОСТ 25100-82 и приложение 3 СНиП 2.05.08-85
Вид грунта естественного основания с указанием гранулометрического состава, коэффициента пористости при естественном залегании		Приложение 4 СНиП 2.05.08-85 или данные испытаний штампом
Расчетный коэффициент постели K_1, $\frac{Н}{м^3}$	Модуль упругости грунтового основания E, Па	То же
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ НА СКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ		
Толщина грунтовой прослойки t_0, м		Данные изысканий
Модуль упругости грунтовой прослойки E_0, Па		То же
	Расчетное удельное сцепление грунта C_0, Па	Табл. I5 Пособия
	Угол внутреннего трения φ_0,	То же
	Плотность материалов конструктивных слоев ρ_i, кг/м^3	Табл. I приложения 6 СНиП 2.05.08-85
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ		
Характеристики деформативности существующей конструкции по данным испытаний:	Модули упругости существующих асфальтобетонных слоев покрытий, оснований, предпочтительно по данным испытаний	Раздел I0 настоящего Пособия
коэффициент отпора C, МН/м^3;		
суммарная жесткость B_{tot}, Па·м^4		

I	2	3
категория разрушения существующих покрытий в соответствии с данными табл. 25 СНиП 2.05.08-85	Вид и объем разрушений в зоне колеи основных опор расчетного воздушного судна	Раздел I0 настоящего Пособия
толщина и тип существующего покрытия, его характеристики	Значения понижающих коэффициентов к модулям упругости материалов конструктивных слоев δ_i	Табл. 6 приложения 3 Пособия
тип основания, его толщина и характеристики материалов		То же

Примечание. Все типы воздушных судов, эксплуатирующихся в аэропорту, по воздействию на покрытие должны быть приведены к повторности нормативной нагрузки или расчетного типа воздушного судна по методике, изложенной в п. II.I.

3. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, КОНСТРУИРОВАНИЕ АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД

3.I. При конструировании аэродромных одежд 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 одежд жесткого и нежесткого типа приведены в таблицах 2 и 3. Выбор марки битума для асфальтобетонных смесей в зависимости от климатических условий, величины нагрузки и участка покрытия рекомендуется производить в соответствии с табл. 4.

Материалы, применяемые для устройства покрытий и оснований аэродромных одежд, должны удовлетворять требованиям ГОСТ, приведенным в табл. I приложения 3 настоящего Пособия.

Таблица 2

Параметры	Требования к жестким покрытиям				
	Однослойные и верхний слой двухслойных покрытий				Нижний слой двухслойных покрытий
	Бетонные	Армобетонные	Железобетонные		
			Монолитные	Сборные из типовых плит	
I	2	3	4	5	6
Для нормативных нагрузок I–IУ категорий и внеклассных минимальный проектный класс бетона по прочности:					
на растяжение при изгибе	B_{tb} 4,0	B_{tb} 4,0	B_{tb} 4,0	B_{tb} 3,6	B_{tb} 2,8
на сжатие	B30	B30	B30	B25	B20
Для нормативных нагрузок У и УI категорий минимальный проектный класс бетона по прочности:					
на растяжение при изгибе	B_{tb} 3,2	–	–	–	–
на сжатие	B25	–	–	–	–
Морозостойкость бетона в климатических условиях:					
мягких	F I00	F I00	F I00	F I00	F 50
умеренных	F I50	F I50	F I50	F I50	F 75
суровых	F 200	F 200	F 200	F 200	F I00

I	2	3	4	5	6
Минимальная толщина плит покрытий, см:					
однослойных	I6	I6	I6	I4	-
двухслойных	20	20	20	I4	I6
Расстояние между деформационными швами, м, в обычных гидрогеологических условиях при толщине плит:					
менее 30 см	5	-	20	-	I0
30 см и более	7,5	-	-	-	I0
Расстояние между деформационными швами, м, при годовой амплитуде среднемесячных температур, °С					
45 и выше	-	I0	-	I2	-
от 30 до 45	-	I5	-	I8	-
менее 30	-	I5	-	24	-
Расстояние между деформационными швами, м, в районах со сложными инженерно-геологическими условиями	5	I0	I0	I2	I0

I	2	3	4	5	6
Класс и марка рабочей арматуры при расчетной температуре воздуха до минус 40°С включительно (в том числе для краевого армирования)		А-II ВСт5сп2; ВСт5пс2 А-III 35 ГС, 25Г2С, 32Г2Р пс		А-IУ 20ХГ2Ц А-У 23Х2Г2Т Ат-IУ 25Г2С 10ГС2 20ХГС2 08Г2С Ат-У 20ГС 20ГС2 10ГС2 08Г2С В-I	-
Класс и марка стали для стыковых соединений:		А-I			
при расчетной температуре воздуха до минус 30°С	Ст3сп3, Ст3пс3, Ст3кп3, ВСт3сп2, ВСт3пс2, ВСт3кп2				
ниже минус 30°С до минус 40°С		ВСт3сп2, ВСт3пс2			
Процент армирования плиты	-	0,10-0,15	0,25-0,40	Не нормируется	-
Шаг стержней, см, в сечении:					
продольном	-	40	10-30	-	-
поперечном	-	15-40	10-30	-	-

I	2	3	4	5	6
Диаметр стержней рабочей арматуры, мм, при толщине плиты:					
30 см и менее	-	I0-I4	I2-I8	-	-
более 30 см	-	I4-I8	-	-	-

Примечания: I. Мягкие климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наружного воздуха наиболее холодного месяца от 0 до минус 5°С; умеренные - ниже минус 5 до минус I5°С, суровые - ниже минус I5°С.

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

3. В сборных покрытиях из предварительно-напряженных плит со стыковыми соединениями, не препятствующими горизонтальной передвижке плит (плиты типа IIAГ-I4, IIAГ-I8), деформационные швы не устраивают, т.е. выполняется сварка стыковых соединений во всех швах.

Таблица 3

Типы и марки асфальтобетонных смесей, марки каменных материалов и конструктивные требования к асфальтобетону	Плотные смеси для верхнего слоя		Плотные крупнозернистые смеси, пористые и высокопористые смеси для нижнего слоя	
	ВШ и магистральные РД	Остальные участки	ВШ и магистральные РД	Остальные участки
I	2	3	4	5
Марки и типы смесей по ГОСТ 9128-84 для I–II категорий нормативной нагрузки в дорожно-климатических зонах (ДКЗ):				
I, II, III	Горячие I А, Б, Г	Горячие и теплые I А, Б, Г	Плотные крупно-зернистые типов А, Б марки I	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки II
IУ, У	То же	Горячие I А, Б, Г	Пористые марки I	Пористые марки I
То же для III категории нормативной нагрузки в ДКЗ:				
I, II, III	Горячие I А, Б, Г	Горячие и теплые I А,Б,В,Г	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки I	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки II
IУ, У	То же	Горячие I А, Б, Г	Пористые марки I	Пористые марки I, II

I	2	3	4	5
То же для IУ категории нормативной нагрузки в ДКЗ:				
I	Горячие, II А, Б, Г	Горячие и теплые II А,Б,В,Г	Плотные крупнозернистые типов А, Б марки I,II	Пористые марки I, II
II, III	То же	То же	Пористые марки I	Пористые марки I, II
IУ, У	-"-	Горячие II А, Б, Г холодные I Бх, Гх	То же	То же
То же для У, УI категорий нормативных нагрузок в ДКЗ:				
I	Горячие III Б, В, Г	Горячие и теплые III Б, В, Г	Пористые марки II	Пористые марки II
II, III	То же	То же	Пористые и высокопористые марки II	Пористые и высокопористые марки II
IУ, У	III Б, Г	Горячие III Б, Г холодные II Бх, Гх	То же	То же

I	2	3	4	5
Минимальная марка щебня из изверженных и метаморфических пород по прочности на раздавливание в цилиндре для смесей:				
марки I типа А, Б		I200		800
В		I000		800
-"- II -"- А, Б		I000		600
В		800		600
-"- III -"- Б		800		-
В		600		-
То же для щебня из осадочных пород:				
марки I типа А		I200		600
Б		I000		600
В		800		600
-"- II -"- А		I000		400
Б		800		400
В		600		400
-"- III -"- Б		600		-
В		400		-
Предел прочности исходной породы для дробленого песка в смеси типа Г, кгс/см^2:				
марки I		I000	изверженные	-
-"- II		800	изверженные	-
-"- III		600		-

I	2	3	4	5
Марка щебня из гравия по дробимости для смесей:				
марки I типа Б		Др 8		Др I6
-"- В		Др I2		Др I6
-"- II -"- А		Др 8		Др 24
-"- Б		Др I2		Др 24
-"- В		Др I6		Др 24
-"- III -"- Б		Др I6		-
В		Др 24		-
Марка исходного гравия по дробимости для смеси типа Г (не ниже):				
марки I, II		Др I2		-
-"- III		Др I6		-
Марка по износу, не ниже:				
а) щебня из изверженных и метаморфических горных пород для смесей				
марки I типа А, Б		И-I		Не нормируют
-"- В		И-II		-"-
-"- II -"- А, Б		И-II		-"-
-"- В		И-III		-"-
-"- III -"- Б		И-III		-
-"- В		И-IУ		-

I	2	3	4	5
б) щебня из осадочных карбонатных и некарбонатных пород для смесей:				
марки I типа А		И-I	Не нормируют	
-"- Б, В		И-II	-"-	
-"- II -"- А		И-I	-"-	
-"- Б		И-II	-"-	
-"- В		И-III	-"-	
-"- III -"- Б		И-III	-	
-"- В		И-VI	-	
в) щебня из гравия для смесей				
марки I типа Б		И-I	Не нормируют	
-"- В		И-II		
-"- II -"- А		И-I	-"-	
-"- Б		И-II		
-"- В		И-III		
-"- III -"- Б		И-III	-	
-"- В		И-VI	-	
Марка по морозостойкости для всех видов щебня, не ниже:				
а) в суровых и умеренных климатических условиях для смесей				
марки I типа А, Б, I		Мрз 50	Мрз 25	

I	2	3	4	5
марки II типа А, Б		Мрз 50		Мрз I5
-"- В		Мрз 25		-
-"- III -"- Б, В		Мрз 25		-
б) в мягких климатических условиях для смесей				
марки I типа А, Б, В		Мрз 25		Мрз 25
-"- II -"- А		Мрз 25		Мрз I5
-"- Б, В		Мрз I5		
Минимальная толщина асфальтобетонного слоя усиления жестких покрытий, см, в условиях для категорий нагрузок:				
а) суровых для				
В/к, I, II	I6	I2	-	-
III, IУ	I3	9	-	-
У, УI	7	7	-	-
в) умеренных для				
В/к, I, II	I2	9	-	-
III, IУ	9	7	-	-
У, УI	7	6	-	-
с) мягких для				
В/к, I, II	9	9	-	-
III, IУ	7	7	-	-
У, УI	7	6	-	-

I	2	3	4	5
Минимальная толщина асфальтобетонного слоя нежестких покрытий, укладываемого за I проход асфальтоукладчика, см, при давлении в пневматиках, МПа;				
менее 0,6		5		-
от 0,6 до 0,7		7		-
свыше 0,7 до I,0		9		6
свыше I,0 до I,25		I2		6
свыше I,25		I5		6
Максимальная допустимая температура поверхности покрытия при воздействии газовой струи (при длительности не более 3-4 мин)		I00°C		-
Максимальная скорость потока газовой струи, допустимая на поверхности покрытия в течение не более 3-4 мин., м/с		50		-

Примечания: I. См. примечание I к табл. 2.

2. При реконструкции покрытий без прекращения полетов, а также при усилении действующих покрытий в нижнем слое применяются только плотные, предпочтительно крупнозернистые асфальтобетонные смеси.

3. При устройстве асфальтобетона предпочтение следует отдавать однослойным конструкциям, сохраняя расчетную толщину.

4. Минимальную толщину асфальтобетонного слоя при эксплуатации воздушных судов типа Ил-86 следует принимать равной I0 см.

5. При применении асфальтобетона типа А в I-П ДКЗ следует ориентироваться на верхний предел содержания минерального порошка и нижний предел величины остаточной пористости и водонасыщения.

6. Выбор типа смеси определяется технико-экономическим сравнением, при этом необходимо учитывать, что для I и П ДКЗ предпочтение отдается наиболее плотным составам с минимальной пористостью для данного типа, а для IУ-У ДКЗ - каркасным с максимальным для данного типа асфальтобетона содержанием дробленых зерен.

7. При применении высокопористого асфальтобетона в нижнем слое расчетные значения модуля упругости и сопротивления растяжению при изгибе следует принимать как для пористого асфальтобетона (см. табл. 2 приложения 9 СНиП 2.05.08-85) с поправочными коэффициентами 0,8 и 0,6 соответственно.

Область применения битумов различных марок при строительстве и реконструкции покрытий аэродромов (в соответствии с ГОСТ 9128-84) приведена в табл. 4.

Таблица 4

Категория нормативной нагрузки	Дорожно-климатическая зона	Марка смеси (плотные, горячие и теплые смеси)	Марка битума	
			ВНИ и магистральные РД	Остальные участки
I	2	3	4	5
I, II, III	I	I	БНД 90/130	БНД 90/130
	II–III	I	БНД 60/90 БНД 90/130	БНД 60/90 БНД 90/130
I, II, III	IV–V	I	БНД 40/60 БНД 60/90 БН 40/60 БН 60/90	БНД 40/60 БНД 60/90 БН 40/60 БН 60/90
IV	I	II	БНД 90/130	БНД 90/130
	II–III	II	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130	БН 60/90 БН 90/130 БН 130/200 БНД 130/200 БНД 60/90 БНД 90/130
	IV–V	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БНД 40/60 БН 60/90	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/130 СГ 70/130

I	2	3	4	5
У-УI	I	II	БНД 90/I30	БНД 90/I30 БНД I30/200 БНД 200/300 СТ I30/200
	II-III	II	БНД 60/90 БНД 90/I30 БН 60/90 БН 90/I30	БН 60/90 БНД 90/I30 БНД I30/200 БНД 200/300 БН 60/90, БН I30/200 БН 90/I30 БН 200/300 СТ I30/200
	IУ-У	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/I30 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/I30	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/I30 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/I30 СГ 70/I30 МГ 70/I30 МГО 70/I30

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 IУ категории и выше в несущих слоях оснований рекомендуется применять мелкозернистый (песчаный) бетон, низкомарочный "тощий" бетон, керамзитобетон, шлакобетон, щебеночные и гравийные материалы, крупно-

обломочные 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 I $м^3$ песка при оптимальной влажности смеси.

Для нормативных нагрузок У и УI 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 табл. 3-6 приложения 9 СНиП 2.05.08-85, для искусственных оснований могут применяться материалы, приведенные в табл. 4 приложения 3 настоящего Пособия, а также побочные продукты местной промышленности (шлаки, зола уноса, дресва и т.д.).

В таблице 5 приложения 3 настоящего Пособия приведены некоторые составы смесей для устройства верхних и нижних слоев оснований под асфальтобетонные покрытия, а также облегченных нежестких покрытий.

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 I0 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 табл. 23 СНиП 2.05.08-85, 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, а проектная толщина слоя должна определяться расчетом прочности аэродромной одежды.

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 Пособии по проектированию гражданских аэродромов. Часть УI. "Основания аэродромных одежд в особых инженерно-геологических условиях". 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, пенопласты, легкие бетоны (керамзитобетон, шлакобетон, пенобетон) и составы смесей из укрепленных вяжущими местных материалов (грунтов) или отходов промышленности и пористых заполните-

лей (керамзит, перлит, аглопорит, гранулы полистирола, измельченные отходы пенопласта), золошлаковые смеси и др.

3.7. Гидроизолирующие прослойки устраиваются в IУ и У 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 аэродромной одежды от грунтовой воды, поднимающейся по капиллярам, и при этом не могут быть обеспечены требования минимального возвышения поверхности аэродромного покрытия над уровнем подземных вод согласно табл. I7 СНиП 2.05.08-85.

Капилляропрерывающие прослойки устраиваются из крупного песка или гравия, толщиной I0-I5 см. Для предотвращения перемешивания прослойки с грунтом над ней и под ней необходимо предусматривать слои мелкого гравия толщиной 3-5 см.

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 IУ-У. 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.I0. 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 золо-

плаки, 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 23558-79.

Если свойства не отвечают этим требованиям, материалы необходимо обрабатывать вяжущими, резко улучшающими их структурно-механические свойства. Наиболее целесообразно применять местные малопрочные материалы в аэродромных одеждах капитального типа под У–УI категории нормативных нагрузок, а также в одеждах 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 Ш–У дорожно-климатических зонах с I типом гидрогеологических условий рекомендуется применять повышенное уплотнение связных грунтов верхней части грунтового основания на глубину 30–50 см до $K_{упл.}$ = 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 4 СНиП 2.05.08–85.

4. ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ И СТЫКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

4.I. Разновидности деформационных швов, устраиваемых в однослойных покрытиях, представлены на рис. I. Область применения указанных типов швов дана в в табл. 5.

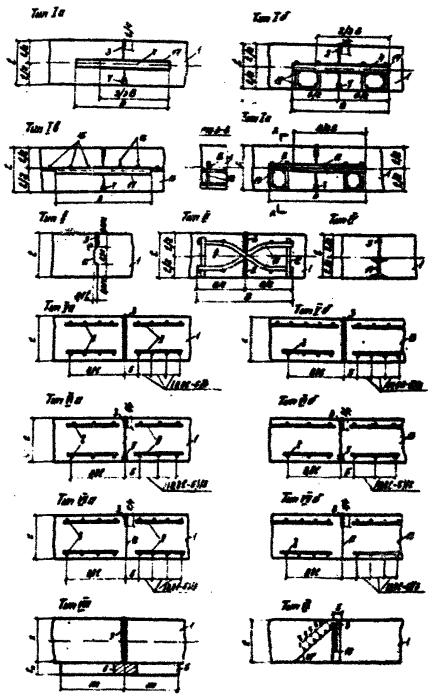


Рис. I. Схемы конструкций деформационных швов: I – плита бетонного покрытия; 2 – деревянная прокладка; 3 – герметизирующий материал; 4 – штырь; 5 – подшовная плита толщиной 20 см; 6 – деревянная пробка диаметром I0–I5 см; 7 – деревянная прокладка, устанавливаемая при невозможности нарезки паза до проектной глубины ($t/4$) при толщине плиты более 30 см; 8 – рабочая арматура; 9 – распределительная арматура; I0 – обмазка грани плиты битумной мастикой; II – изогнутые штыри; I2 – стойка; I3 – армобетонная плита; I4 – балочный стыковой элемент; I5 – приварка штырей к арматурным стержням; I6 – скрутки, соединяющие штыри с арматурными стержнями; I7 – обмазка штыря битумом; I8 – спаренные штыри малого диаметра; I9 – установочные каркасы

Таблица 5

Конструкция деформационного шва	Тип шва*)	Условия применения деформационных швов	
		продольных	поперечных
I	2	3	4
СО СТЫКОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ			
Ложный со штыревым соединением	Iа, Iб, Iг	Для бетонных покрытий	Для всех жестких покрытий
	Iв	-	Для армобетонных покрытий взамен типов Iб и Iг
Шпунтовый	II	Для всех покрытий при толщине плиты более 24 см	-
С изогнутыми штырями по авторскому свидетельству № 450865	III	-	Для жестких покрытий при строительстве небольших участков средствами малой механизации
С балочными стыковыми элементами по авторским свидетельствам № 973684 и № I087601	IУ	Для бетонных покрытий толщиной 30 см и выше при технологии строительства в скользящих формах	Для бетонных покрытий толщиной 30 см и выше

I	2	3	4
С КРАЕВЫМ АРМИРОВАНИЕМ			
Сквозной с прокладкой и армированием краев плиты (по типу шва расширения)	Уа	Для бетонных покрытий в местах примыкания к различным сооружениям или другим покрытиям	Для всех жестких покрытий в местах пересечений и примыканий к различным сооружениям
То же	Уб	Для армобетонных покрытий	То же
Ложный с армированием краев плит	УIа	Для бетонных покрытий	Для бетонных покрытий
	УIб	-	Для армобетонных покрытий
Сквозной (технологический) с армированием краев плит	УIIа УIIб	Для бетонных покрытий Для армобетонных покрытий	Для бетонных покрытий Для армобетонных покрытий
С УСИЛЕНИЕМ КРАЕВ БЕТОНОМ			
Сквозной с подливной плитой	УIII	-	Для всех жестких покрытий
С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ АРМИРОВАНИЕМ			
Сквозной с технологическим армированием кромки плиты, подверженной оплыванию, по авторскому свидетельству № 1023022	IX	Для бетонных покрытий толщиной 30 см и выше при строительстве в скользящих формах	-

x) Ширину нарезки шва следует принимать равной для плит длиной от 5 до 7,4 м - 0,6-0,8 см, от 7,5 до 10 см - 0,9-1,5 см, от 11 до 20 см - 1,6-2 см. Мастику для заливки швов следует принимать в соответствии с ТУ-21-27-41-75, ТУ-21-27-40-83.

4.2. Параметры штыревых соединений приведены в табл.6.

Таблица 6

Толщина плит жесткого покрытия, см	Диаметр штырей, мм		Длина штырей, см		Расстояние между штырями, см			
	прямых	изогнутых	прямых	изогнутых	в сквозных швах		в ложных швах	
					прямыми	изогнутыми	прямыми	изогнутыми
20 и менее	22	I2	40	42	30	50	45	50
2I–30	22	I4	50	46	25	50	35	50
3I–40	22	I6	60	50	20	50	30	50

Допускается выполнять штыревые соединения из двух сваренных между собой и располагаемых один над другим стержней диаметром не менее I6 мм, суммарной площадью сечения на единицу ширины плиты не менее установленной для одиночных штырей диаметром 22 мм.

4.3. Балочные стыковые элементы выполняют из стальных двутавровых балок по ГОСТ 8239-72. Для закрепления балочных стыковых элементов в проектном положении рекомендуется соединять их между собой тяжами из арматурных стержней диаметром I0–I2 мм, пристреливать к основанию, предусматривать временные соединения с рельс-формами.

В случае, когда балочные стыковые элементы устраивают и в продольных, и в поперечных швах, размеры балок для поперечных швов рекомендуется назначать в соответствии с указаниями таблицы 7.

В местах примыкания к обочинам балочные стыковые элементы не устраивают; края плит, примыкающие к покрытию другого типа, армируют каркасами из стержневой арматуры (табл. 8).

Таблица 7

Толщина плит, мм	Размеры стальных двутавровых балок по ГОСТ 8239-72 в мм	
	Высота	Длина при ширине плиты "в"
300	I40	в-80
320	I40	в-80
340	I60	в-90
360	I60	в-90
380	I80	в-I00
400	I80	в-I00
420	200	в-II0
440	200	в-II0

4.4. Армирование краевых участков бетонных и армобетонных плит покрытий следует производить согласно табл. 8.

Таблица 8

Толщина плит жесткого покрытия, см	Количество стержней арматуры класса А-II в верхней и нижней зонах сечения плиты	
	в сквозных швах	в ложных швах
I6-22	4 Ø I2	3 Ø I2
23-26	5 Ø I2	4 Ø I2
27-30	5 Ø I4	4 Ø I4
3I-40	5 Ø I6	4 Ø I6
4I-50	6 Ø I8	5 Ø I8

Ширину зоны усиления краевых участков плит следует принимать равной $0{,}8\ell$, где ℓ - упругая характеристика плиты, определяемая согласно п. 5.52 СНиП. Допускается уменьшать диаметр арматурных стержней при одновременном увеличении их количества, сохраняя общую площадь сечения арматуры и минимальное расстояние между стержнями I0 см.

4.5. Для предотвращения оплывания кромок бетонных плит толщиной более 30 см при строительстве в скользящих формах допускается устройство технологического армирования краев плит (рис.I, тип IX).

4.6. 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, определяемых по п.5.53 СНиП 2.05.08-85.

4.7. В нижней зоне плит верхнего слоя покрытий с несовмещенными швами с целью снижения концентрации напряжений в местах пересечения швов нижнего и верхнего слоя, следует предусматривать устройство краевых арматурных сеток шириной $0,6\ell - 0,8\ell$ (ℓ – упругая характеристика верхнего слоя). Диаметр и количество стержней в зависимости от толщины плит верхнего слоя принимают следующими:

Толщина плит верхнего слоя, см	Количество и диаметр стержней
20–24	3 ⌀ I2
25–28	3 ⌀ I4
29–34	4 ⌀ I4

Краевые арматурные сетки следует, как правило, предусматривать по периметру плит верхнего слоя.

Особенности расчета жестких покрытий с применением новых типов стыковых соединений

4.8. Расчет жестких покрытий с применением балочных стыковых элементов по авторскому свидетельству № 973684 и № I087601 (тип IУ), выполняется в соответствии с п.п. 5.51-5.55, принимая в формуле (II) расчетного изгибающего момента m_d переходный коэффициент К = I,I5.

При применении стыковых соединений с изогнутыми штырями (тип Ш) по авторскому свидетельству № 450865 переходный коэффициент К от изгибающего момента при центральном загружении к моменту при краевом загружении принимают равным I.

4.9. Швы между плитами в сборных покрытиях заполняются мастиками стандартного состава. В целях экономии мастик допускается нижнюю часть всех швов, кроме деформационных, на высоту около 2/3 толщины плиты заполнять пескоцементной смесью, а верхнюю – мастикой. В сборных покрытиях из плит типа I ПАГ-I4, I8 поперечные деформационные швы не устанавливают.

Нижняя часть окон в местах расположения совмещенных (стыковых и монтажных) скоб на половину толщины плиты заполняется мелким щебнем с пропиткой его битумом или мелкозернистым асфальтобетоном, а верхняя – битумной мастикой.

5. ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО СЛОЯ УСИЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

Усиление жестких покрытий

5.I. При проектировании усиления существующих жестких аэродромных покрытий асфальтобетоном для снижения вероятности образования отраженных трещин над деформационными швами необходимо предусматривать армирование асфальтобетона полимерными сетками (типа СПАП – КАМА или НПС – КАМА) и нарезку в нем деформационных швов.

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 I,2 – I,8 м для продольных и I,5–2,5 м для поперечных швов. Большие размеры принимаются для I–Ш, меньшие для IУ–У дорожно-климатических зон. Конструкция покрытия в зависимости от количества слоев асфальтобетона показана на рис. 2 и 3.

Сочетание нарезки деформационных швов с армированием должно осуществляться в соответствии с п. 5.45, а расстояния между швами по табл. 27 СНиП 2.05–08–85.

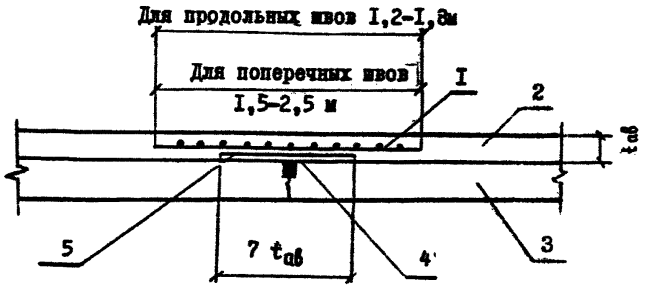


Рис. 2. Конструкция армирования однослойного асфальтобетона: I – стеклопластиковая сетка; 2 – слой усиления из асфальтобетона; 3 – существующее жесткое покрытие; 4 – побелка известковым молоком; 5 – пергамин

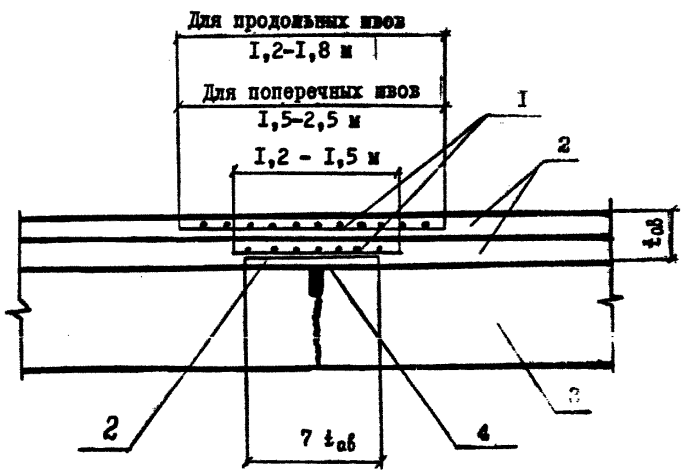


Рис. 3. Конструкция армирования двухслойного асфальтобетона: I – стеклопластиковые сетки; 2 – верхний и нижний слой асфальтобетона; 3 – существующее жесткое покрытие: 4 – побелка известковым молоком; 5 – пергамин

Конструкции покрытий в зоне нарезки деформационных швов приведены на рис. 4, 5.

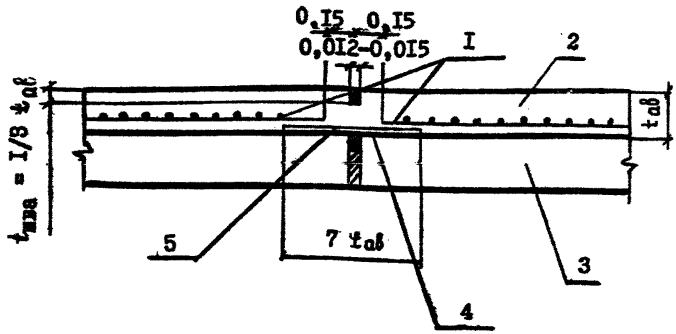


Рис. 4. Однослойное асфальтобетонное покрытие: I – стеклопластиковые сетки; 2 – слой усиления из асфальтобетона; 3 – существующее жесткое покрытие; 4 – побелка известковым молоком; 5 – пергамин

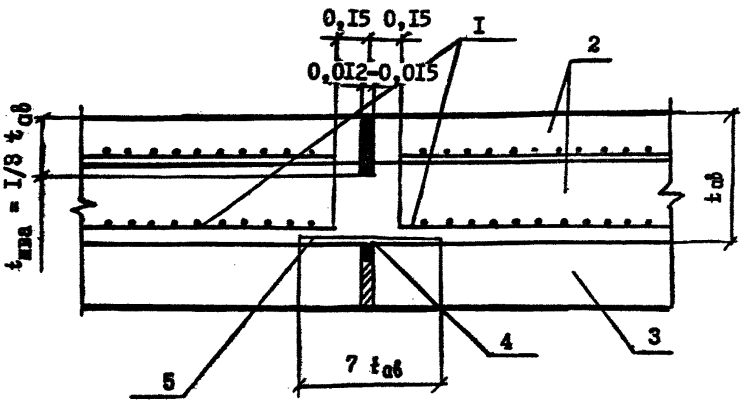


Рис. 5. Двухслойное асфальтобетонное покрытие: I – стеклопластиковые сетки; 2 – слой усиления из асфальтобетона; 3 – существующее жесткое покрытие; 4 – побелка известковым молоком; 5 – пергамин

5.2. Армирование асфальтобетонных покрытий сетками из полимерных материалов с целью повышения сдвигоустойчивости необходимо предусматривать под верхним слоем асфальтобетона для аэродромов классов А, Б и В.

Сплошное армирование предусматривается:

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 покрытие ВПП армируется по длине, равной ширине примыкающей РД и двум радиусам закругления, соединительная РД армируется также на длину радиуса закругления;

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 вперед и назад от линии остановки основных опор расчетного типа самолета;

на МС вдоль линии основных опор расчетного типа самолета в соответствии с рис. 6.

5.3. 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. ДСТ рекомендуется вводить в битум для получения полимерного битумного вяжущего (ПБВ). ПБВ должно отвечать требованиям ТУ 1669-84 Минтрансстроя СССР "Вяжущие полимерно-битумные на основе ДСТ и полимерасфальтобетон".

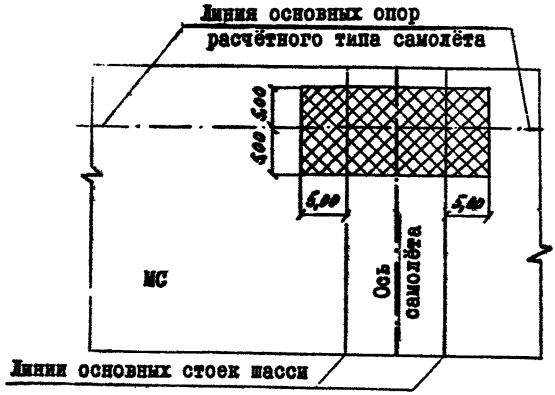


Рис. 6. Площадь армирования асфальтобетона на МС

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 9.

Таблица 9

Дорожно-климатическая зона	I	II–III	IУ–У
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 (на

основе ДСТ) при строительстве дорожных, мостовых и аэродромных асфальтобетонных покрытий". М., Союздорнии, 1979 г.

6. ЗАЩИТА ГРУНТОВЫХ ОБОЧИН ОТ ГАЗОВЫХ СТРУЙ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ

Грунтовые участки, примыкающие к укрепленным отмостям (сопряжениям) вдоль ИВПП и укрепленным обочинам магистральных, соединительных и вспомогательных РД (см. п.п.2.8 и 2.14 СНиП 2.05.08-85), подверженные воздействию газоструйных нагрузок, создаваемых двигателями воздушных судов, должны быть обработаны с целью обеспыливания и устранения эрозии грунтов способами, приведенными в "Инструкции по обеспыливанию грунтовых аэродромов и вертолетных площадок" (ВСН 38-76/МГА).

Рекомендуются следующие способы обеспыливания: биофизикохимический, маслобитумным вяжущим, битумными эмульсиями на твердых эмульгаторах. Защите от эрозии подлежат участки грунтовых обочин, подвергающиеся воздействию газовоздушных потоков со скоростями свыше 15 м/с (см. Пособие по проектированию гражданских аэродромов. Ч.I. Планировка аэродромов). Рекомендации по применению различных способов обеспыливания приведены в табл. 10.

Таблица 10

Способ обеспыливания	Условия применения		Периодичность повторной обработки
	Дорожно-климатические зоны	Типы грунтов летного поля	
Биофизикохимический	II-У	От супесчаных до глинистых грунтов	Раз в год
Маслобитумным вяжущим	I-III зоны тундры, лесотундры, степные	Супесчаные, легкие суглинки	Раз в 2 года
Битумными эмульсиями на твердых эмульгаторах	IУ-У степные, пустынные и пустынно-степные зоны	Песчаные, суглинистые, грунто-гравийные и грунтощебеночные смеси	Раз в 1-2 года

Примечание. При наличии глинистых грунтов необходимо в них добавлять песчаные или супесчаные грунты до приведения их гранулометрического состава к суглинистому грунту, а затем проводить мероприятия по обеспыливанию маслобитумными вяжущими или битумными эмульсиями на твердых эмульгаторах.

7. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

7.1. Выбор типа аэродромных покрытий для нового строительства в зависимости от категории нормативной нагрузки (для аэродромов) или весовой категории вертолетов (для вертодромов) следует производить в соответствии с табл.11. При усилении существующих покрытий следует пользоваться данными табл. 12.

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 аэродромной одежды осуществляется на основе технико-экономического сравнения вариантов. При разработке вариантов покрытий рекомендуется пользоваться таблицами типовых решений конструкций, приведенными в приложении 6 Пособия.

7.2. Участки, примыкающие к торцам ИВПП для аэродромов классов А-Г, и укрепляемые обочины шириной по 7,5 м, примыкающие к ВПП шириной 45 м на аэродромах класса А, следует проектировать из цементобетона толщиной 16 см того же класса прочности, что и покрытие ИВПП, или из асфальтобетона толщиной 8 см на искусственном основании из грунто- и пескоцемента или щебня толщиной 15 см. Марка и тип асфальтобетона принимаются по табл. 3 Пособия как для верхнего слоя покрытия ВПП и МРД. Для аэродромов класса Д на участках, примыкающих к торцам ИВПП, рекомендуется выполнять покрытия нежесткого типа с толщиной асфальтобетонного слоя 6 см на щебеночном основании толщиной 15 см.

На укрепляемых обочинах и отмостках ИВПП аэродромов других классов, а также укрепляемых обочинах и отмостках

Таблица II

Конструкция покрытия	Рекомендуемые конструкции при новом строительстве										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	IУ	У	УI	Тяжелые	Средние	Легкие	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Монолитные однослойные бетонные и армобетонные покрытия с применением высокопрочного бетона ($B_{изг}$ 4,4 и более) толщиной 35–40 см	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	Взамен двухслойных покрытий из бетона обычных марок
То же, с применением балочных стыковых элементов	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	То же
Монолитное однослойное:											
а) из бетона класса прочности не ниже $B_{изг}$ 4,0:											
железобетонное	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	Взамен двухслойных жестких покрытий

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
армобетонное	–	+	+	+	–	–	–	+	–	–	
цементобетонное	–	+	+	+	+	+	–	+	+	–	
пескобетонное (из мелкозернистого бетона)	–	–	+	+	+	+	–	+	+	–	В I–II дорожно-климатических зонах, преимущественно в районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и других, где отсутствуют или труднодоступны каменные материалы
б) из бетона класса прочности В 3,2:											
цементобетонное	–	–	–	–	–	+	–	–	+	–	
пескобетонное	–	–	–	–	–	+	+	–	+	+	В I–II ДКЗ в районах, где отсутствуют каменные материалы

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Сборное из типовых преднапряженных аэродромных плит на искусственных основаниях:											
из материалов, обработанных вяжущими:											
ПАГ-I4	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	В районах с коротким строительным сезоном и дефицитом местных строительных материалов Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока. Применение плит ПАГ-I4, I8 для конкретных типов воздушных судов приведено в табл. 3 приложения 6 Пособия
ПАГ-I8	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
на песчаном, песчаногравийном, щебеночном основании:											
ПАГ-I4	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	То же, на грунтах с коэффициентом постели 80 МН/м^3 и более

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Сборное из типовых предварительно напряженных дорожных плит на искусственных основаниях ЦДН (ТПР 503-0-42)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	То же, с применением плит только высшей категории качества
Двухслойные:											
верхний слой:											
из бетона, пескобетона, или армобетона класса прочности B_{sts} 4,0	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Когда технические возможности бетоноукладочных комплектов не позволяют устраивать однослойные покрытия требуемой толщины или отсутствует высокопрочный бетон
нижний слой:											
из бетона класса прочности B_{sts} 2,8-3,6	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	При наличии местных малопрочных материалов и побочных продуктов промышленности
из керамзитобетона, мелкозернистого (песчаного) бетона, шлакобетона, тощего бетона	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-"-

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Асфальтобетонные на основаниях:											
из песчаного бетона, керамзитобетона, шлакобетона, тощего бетона, щебня, обработанного битумом, пескоцемента	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	Не рекомендуется применять для самолетов Ил-86
из местных грунтов, обработанных органическими и неорганическими вяжущими	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	
щебеночных, гравийных, песчано-гравийных, грунтощебеночных	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	Как, правило, на аэродромах местных воздушных линий при первом типе гидрогеологических условий
Облегченные из каменных материалов и грунтов, обработанных вяжущими	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	

Примечание. Знак "+" означает целесообразность, а знак "-" нецелесообразность применения конструкций покрытия данного типа.

Таблица I2

Существующее покрытие	Слой усиления	Рекомендуемые конструкции усиления для аэродромов в зависимости от категории нормативных нагрузок							для вертодромов в зависимости от весовой категории вертолетов			Условия применения конструкции усиления при технико-экономическом обосновании
		В/к	I	II	III	IУ	У	УI	Тяжелые	Средние	Легкие	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Монолитное железобетонное	Монолитный железобетон	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	Как правило
Монолитное железобетонное	Асфальтобетон	–	+	+	+	–	–	–	+	–	–	Не рекомендуется применять для самолета Ил-86
Монолитное бетонное, армобетонное	Монолитный бетон, армобетон, железобетон	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	С несовмещенными продольными и поперечными швами
	сборные предварительно напряженные железобетонные плиты:											В районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и других, где отсутствуют или

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
	ПАГ-I4	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	труднодоступны каменные материалы
	ПАГ-I8	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
	мелкозернистый (песчаный) бетон;	–	+	+	+	–	–	–	+	–	–	
	асфальтобетон	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Не рекомендуется применять для самолета Ил-86
Сборное из типовых предварительно-напряженных железобетонных плит	Сборные предварительно-напряженные плиты типа;											Допускается замена дефектных плит при соответствующем технико-экономическом обосновании
	ПАГ-I4	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	
	ПАГ-I8	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
	Асфальтобетон	–	–	–	+	+	–	–	+	–	–	Не рекомендуется применять для самолета Ил-86
Нежесткое покрытие с асфальтобетонным верхним слоем	Монолитный бетон, армобетон, железобетон	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	При отсутствии асфальтобетона и повышении капитальности покрытия

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
	Сборные железобетонные предварительно-напряженные плиты:											В районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и других, где отсутствуют каменные материалы
	ПАГ-I4	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	
	ПАГ-I8	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
Нежесткое покрытие	Асфальтобетон	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Рекомендуется применять как правило
Облегченные покрытия из каменных материалов и местных грунтов, обработанных вяжущими	Асфальтобетон	–	–	–	+	+	+	–	+	+	–	При повышении капитальности покрытия
	Защитный слой из щебня, обработанного вязким битумом способом пропитки или полупропитки	–	–	–	–	–	+	+	–	+	+	Рекомендуется применять на аэродромах местных воздушных линий при первом типе гидрогеологических условий

Примечание. Знак "+" означает целесообразность, а знак "–" нецелесообразность применения конструкций покрытия данного типа.

РД, МС и перронов рекомендуется устраивать покрытия, приведенные в табл. I3, при этом толщины слоев должны приниматься равными минимально допустимым для материала конструктивного слоя. Дренирующие слои принимают для всех классов по СНиП 2.05.08-85.

7.3. Если на аэродроме предусматривается эксплуатация воздушных судов типа Ил-86, толщину верхнего асфальтобетонного слоя покрытия на всех участках, включая обочины, следует принимать не менее I0 см, предварительно обработав поверхность основания разжиженным или жидким битумом марок СГ I30/200, МГ 70/I30, битумной эмульсией или дегтем.

8. РАСЧЕТ АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД НА СКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ

8.I. 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 одежд.

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

Таблица I3

Покрытие	Область применения покрытий											
	для участков, примыкающих к торцам ИВПП						для укрепляемых обочин РД, МС и перронов, а также отмосток ИВПП					
	Категории нормативной нагрузки											
	В/к	I	II	III	IУ	У	В/к	I	II	III	IУ	У
КАПИТАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ												
Монолитное цементобетонное	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–
Асфальтобетонное из мелкозернистой смеси на основании, обработанном вяжущим	+	+	+	+	+	–	+	+	+	–	–	–
Асфальтобетонное из мелкозернистых смесей на щебеночном основании	–	–	–	+	+	+	–	–	–	+	+	+
ОБЛЕГЧЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ												
Из каменных материалов или местных грунтов, обработанных вяжущими	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+	+

Примечания: I. Знак "+" означает целесообразность, а знак "–" нецелесообразность применения конструкции покрытия данного типа.

2. На укрепляемых обочинах, примыкающих к ИВПП шириной 45 м на аэродромах класса А, следует применять конструкции в соответствии с п. 7.2.

грунтовом слое как по его толщине, так и на контакте с искусственным основанием аэродромной одежды. 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_0, влияние скального основания незначительно и его не учитывают.

8.2. Особенности расчета аэродромных одежд на скальных основаниях заключаются в определении эквивалентного коэффициента постели или модуля упругости системы "прослойка грунта на скальном основании".

8.3. Для жестких покрытий эквивалентный коэффициент постели основания определяется по формуле

$$K_{se} = \frac{E}{t_0}\left(1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu^2}\right)^{-1}, \qquad (1$$

где E и ν – модуль упругости и коэффициент Пуассона грунта прослойки;

t_0 – толщина грунтовой прослойки.

В расчетах учитывается значение коэффициента постели K_s по приложению 4 СНиП 2.05.08-85 для грунта прослойки, если $K_s > K_{se}$, где K_{se} вычислено по формуле (I). Далее расчет жестких аэродромных покрытий выполняется аналогично расчету этих покрытий на обычных основаниях.

8.4. Нежесткие аэродромные одежды 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).

По первому предельному состоянию расчет выполняется только в тех случаях, когда грунтовая прослойка состоит из естественных грунтов: глины, суглинка, супеси, песка, раку-

шечника, песчаногравийной и грунто-гравийной смеси. В остальных случаях расчет прочности нежестких одежд на скальном основании выполняется только по второму предельному состоянию.

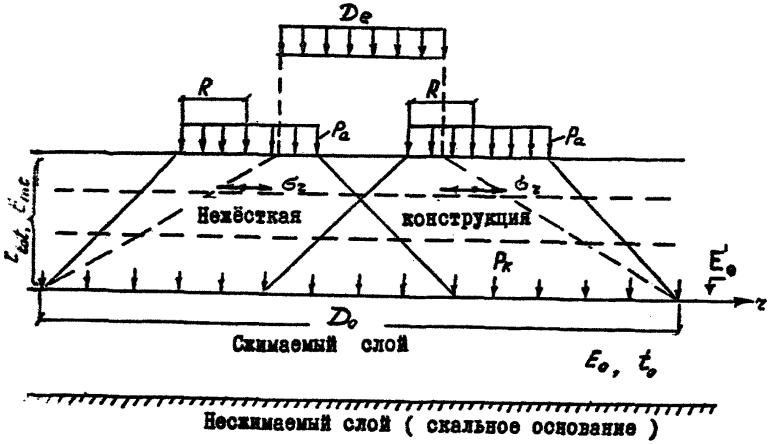


Рис. 7. Расчетная схема для оценки прочности грунтовой прослойки по сдвигу

Условие прочности по предельному давлению на грунт выражается неравенством

$$P_к \leq P_u , \qquad (2)$$

где $P_к$ – наибольшее контактное давление на грунт от нагрузки,

$$P_к = P_a \cdot \bar{P}_к \cdot K\rho' ,$$

P_a – внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, Па;

$\bar{P}_к$ – удельное контактное давление на поверхности грунтовой прослойки, определяемое в зависимости от отношений $\frac{E_{mt}}{E_o'}$; $\frac{t_{tot}}{D_e}$;

$\frac{t_{tot}}{D_e}$	Удельные контактные давления на поверхность грунта $\bar{p}_к$ при отношениях E_{mt}/E'_e, равных					
	I	3	5	I0	I5	20
0,4	0,76	0,63	0,54	0,42	0,35	0,30
0,6	0,55	0,4I	0,34	0,24	0,20	0,I8
0,8	0,39	0,28	0,23	0,I6	0,I3	0,II
I,0	0,29	0,20	0,I6	0,II	0,09	0,08
I,2	0,2I	0,I5	0,I2	0,08	0,06	0,05
I,4	0,I7	0,I2	0,09	0,06	0,05	0,04
I,6	0,I3	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03
I,8	0,II	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	0,0I
2,8	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,0I
3,0	0,04	0,03	0,02	0,02	0,0I	0,0I

Промежуточные значения $\bar{p}_к$ принимаются по линейной интерполяции.

E'_e – эквивалентный модуль упругости системы "слой грунта на нескимаемом основании";

$$E'_e = \Psi_{ke} \cdot E_{mt} \quad ;$$

E_{mt} – средний модуль упругости нежесткой одежды, определяемый в соответствии с п.5.6I СНиП 2.05.08-85

Ψ_{ke} – определяется по таблице I4 Пособия в зависимости от отношений:

$$\frac{E_o}{E_{mt}} \quad ; \quad \frac{t_o}{t_{tot}} \quad ; \quad \frac{D_e}{2t_{tot}} \quad ;$$

E_o – модуль упругости грунта, лежащего между скальным основанием и нежесткой одеждой, принимается по таблице приложения 4 или таблице 6 приложения 9 СНиП 2.05.08-85, а также таблице 4 приложения 3 настоящего Пособия;

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

$t_o/\frac{D_o}{2}$	0,25	0,50	I,00	2,00	3,00	5,00	I0,00 и более
K'_p	I,093	I,252	I,446	I,565	I,589	I,600	I,599

t_o – толщина грунтовой прослойки, м;

D_o – условный диаметр круга передачи нагрузки от покрытия к грунту, м;

$$D_o = \frac{D_e}{\sqrt{p_к}} \quad ;$$

D_e – условный диаметр отпечатка колеса эквивалентной одноколесной нагрузки, определяемый в соответствии с . 5.64 СНиП 2.05.08-85.

Таблица I4

$\frac{E_o}{E_{mt}}$	$\frac{D_e}{2t_{tot}}$	Коэффициент ψ_{ke} при относительной толщине грунтовой прослойки t_o/t_{tot}				
		I0	5	I,0	0,5	0,I
I	2	3	4	5	6	7
0,0I	0,2	0,02	0,02	0,08	0,I3	0,50
	0,3	0,02	0,02	0,08	0,I3	0,49
	0,5	0,02	0,02	0,07	0,I2	0,45
	I,0	0,02	0,02	0,07	0,II	0,38
	I,5	0,0I	0,02	0,06	0,I0	0,35
	2,0	0,0I	0,02	0,06	0,I0	0,36

I	2	3	4	5	6	7
0,06	0,2	0,08	0,I0	0,28	0,46	I,00
	0,3	0,08	0,I0	0,27	0,45	I,00
	0,5	0,08	0,I0	0,26	0,43	I,00
	I,0	0,07	0,09	0,24	0,40	I,00
	I,5	0,07	0,09	0,24	0,4I	I,00
	2,0	0,07	0,08	0,25	0,43	I,00
0,I0	0,2	0,I3	0,I6	0,40	0,67	I,00
	0,3	0,I3	0,I6	0,40	0,66	I,00
	0,5	0,I3	0,I5	0,38	0,62	I,00
	I,0	0,I2	0,I4	0,35	0,58	I,00
	I,5	0,II	0,I3	0,35	0,6I	I,00
	2.0	0,II	0,I3	0,37	0,67	I,00
0,I4	0,2	0,I8	0,2I	0,52	0,86	I,00
	0,3	0,I8	0,2I	0,5I	0,84	I,00
	0,5	0,I7	0,20	0,49	0,80	I,00
	I,0	0,I6	0,I9	0,46	0,76	I,00
	I,5	0,I5	0,I8	0,46	0,80	I,00
	2,0	0,I4	0,I8	0,50	0,92	I,00
0,20	0,2	0,25	0,29	0,69	I,00	I,00
	0,3	0,25	0,29	0,67	I,00	I,00
	0,5	0,24	0,28	0,64	I,00	I,00
	I,0	0,22	0,25	0,59	0,99	I,00
	I,5	0,2I	0,24	0,6I	I,00	I,00
	2,0	0,20	0,24	0,68	I,00	I,00
0,30	0,2	0,37	0,42	0,94	I,00	I,00
	0,3	0,36	0,4I	0,9I	I,00	I,00
	0,5	0,35	0,39	0,86	I,00	I,00
	I,0	0,3I	0,36	0,8I	I,00	I,00
	I,5	0,30	0,35	0,86	I,00	I,00
	2,0	0,30	0,35	0,98	I,00	I,00

I	22	3	4	5	6	7
0,40	0,2	0,48	0,55	I,00	I,00	I,00
	0,3	0,47	0,53	I,00	I,00	I,00
	0,5	0,45	0,5I	I,00	I,00	I,00
	I,0	0,4I	0,46	I,00	I,00	I,00
	I,5	0,39	0,45	I,00	I,00	I,00
	2,0	0,39	0,46	I,00	I,00	I,00
0,50	0,2	0,60	0,67	I,00	I,00	I,00
	0,3	0,59	0,65	I,00	I,00	I,00
	0,5	0,55	0,62	I,00	I,00	I,00
	I,0	0,50	0,56	I,00	I,00	I,00
	I,5	0,48	0,55	I,00	I,00	I,00
	2,0	0,48	0,57	I,00	I,00	I,00

Примечание. Значения коэффициентов $\Psi_{ис}$ для промежуточных величин E_o/E_{mt}, $D_e/\Sigma t_{iot}$, t_o/t_{iot} получают линейной интерполяцией табличных значений.

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

$$p_u = M_t \cdot g \sum_1^n \rho_i t_i + K_o \cdot c_o \cdot M_c \quad , \qquad (3)$$

где ρ_i – плотность материала конструктивного слоя, кг/м^3, принимается по табл. I приложения 6 СНиП 2.05.08–85 или по другим нормативным документам и справочным данным;

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 равным:

Группы участков покрытий аэродрома	Комплексный коэффициент K_o при расчете критического давления на грунт, для грунтов	
	глины, суглинки, супеси, пылеватые, непылеватые, с включением гравия, пылеватые пески	пески мелкие, средней крупности, крупные, гравелистые, ракушечник, галечниковые грунты, песчано-гравийные смеси
А	0,92	0,52
Б, В	I,I5	0,65
Г	I,33	0,76

где n – количество слоев в конструкции выше сжимаемого слоя;

M_t, M_c – коэффициенты, представляющие собой функции угла внутреннего трения, равные:

φ_o, °	0	I0	20	30	35	40	45
M_t	I,00	I,75	3,00	5,50	8,00	II,00	I5,60
M_c	3,I0	4,I5	5,80	8,00	I0,00	I2,00	I4,60

C_o, φ_o – параметры длительного сопротивления грунта прослойки сдвигу: расчетный коэффициент сцепления и угол внутреннего трения.

Значения C_o, φ_o принимаются по табл. I5.

Таблица I5

Грунты	Расчетные значения характеристик при влажности грунта, доли от $W_т$ (границы текучести)								
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Песок, φ_o, градус:									
крупный гравелистый	42	42	42	42	42	42	42	42	42
средней крупности	40	40	40	40	40	40	40	40	40
мелкий	38	38	38	38	38	38	38	38	38
одноразмерный (барханный, дюнный или подобный им)	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Супесь:									
легкая крупная, φ_o, градус	40	40	40	40	40	40	40	40	40
легкая, φ_o, градус	36	36	36	35	35	34	34	33	33
C_o, МПа	0,0I4	0,0I4	0,0I3	0,0I2	0,0II	0,0I0	0,009	0,008	0,007
Песок пылеватый:									
φ_o, градус	38	37	37	36	35	34	33	32	3I
C_o, МПа	0,024	0,022	0,0I8	0,0I4	0,0I2	0,0II	0,0I0	0,009	0,008

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Суглинок легкий и тяжелый, глины:									
φ_e, градус	27	24	2I	I8	I5	I3	II	I0	9
C_e, МПа	0,036	0,030	0,024	0,0I9	0,0I5	0,0II	0,009	0,006	0,004
Супесь пылеватая, тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый:									
φ_e, градус	27	24	2I	I8	I5	I3	II	I0	9
C_e, МПа	0,036	0,030	0,024	0,0I6	0,0I3	0,0I0	0,008	0,005	0,004

Примечания: I. Приведенные характеристики грунтов, определяющие сопротивление грунта сдвигу φ_e и C_e, представляют собой часто встречающиеся минимальные значения этих показателей в соответствующих дорожно-климатических зонах.

2. Величина сцепления в песчаном грунте и супеси легкой крупной принимается равной 0,005 МПа.

3. Расчетные модули упругости грунтов следует принимать по приложению 4 СНиП 2.05.08-85. Для одноразмерных (барханных, дюнных и подобных им) песков модуль упругости следует принимать равным 75 МПа независимо от влажности.

Значения расчетных влажностей грунта в различных дорожно-климатических зонах и типах местности по условиям увлажнения приведены в табл. I6.

Таблица I6

Дорожно-климатические зоны	Тип местности по условиям увлажнения	Расчетные влажности (W_T) при толщине конструкции 50 см для		
		супесей	суглинков непылеватых, глин	супесей пылеватых, суглинков пылеватых
II	I	0,70	0,75	0,80[x]
	2	0,75[x]	0,80[x]	0,85[x]
	3	0,80[x]	0,85[x]	0,90[x]
III	I	0,65	0,70	0,75
	2	0,70	0,75	0,80[x]
	3	0,70	0,75	0,80[x]
IУ	I	0,60	0,65	0,70
	2	0,65	0,70	0,75
	3	0,65	0,70	0,75
У	I	0,60	0,60	0,65
	2	0,60	0,65	0,70
	3	0,65	0,70	0,70

[x] Условия, при которых обычно имеет место избыточное увлажнение, связанное с разуплотнением грунта при промерзании.

Расчетные влажности при толщине конструкции более 50 см корректируют в соответствии с табл. I7.

Таблица I7

Толщина конструкции, см	Относительная влажность (в долях границы текучести W_T)		
50	0,80	0,85	0,90
I00	0,78	0,80	0,84
I50	0,76	0,78	0,80
200	0,755	0,765	0,775
250	0,75	0,755	0,76

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

2. Если грунтовая прослойка состоит из грунтов различных видов, условие прочности (2) должно быть обеспечено для каждого вида грунта.

3. Если прослойка грунта имеет переменную толщину, условие прочности (2) проверяется для минимальной и максимальной (но не более $2D_o$) толщин и за окончательное решение принимается наибольшая толщина нежесткой конструкции, удовлетворяющая условиям прочности (2) и (7).

Прочность асфальтобетонных слоев нежесткой конструкции должна удовлетворять условию

$$\sigma_z \leq \gamma_c R_a. \qquad (4$$

Величины наибольших растягивающих напряжений при изгибе от нагрузки σ_z, расчетного сопротивления растяжению при изгибе асфальтобетона R_a и коэффициента условий работы γ_c определяется в соответствии с п.5.63 СНиП 2.05.08-85. При этом величина эквивалентного модуля упругости основания под асфальтобетоном определяется с учетом влияния скального неснимаемого основания. Последовательность и пример расчета нежестких аэродромных покрытий приведены в п. II.I2 и приложении 7 настоящего Пособия.

9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ

9.I. Двухслойные жесткие покрытия при новом строительстве применяются как исключение при невозможности строительства однослойного покрытия по технологическим соображениям.

9.2. Требования к нижнему и верхнему слоям двухслойных покрытий приведены в табл. 2 настоящего Пособия. При назначении толщин верхнего и нижнего слоев под категории нормативных нагрузок рекомендуется пользоваться табл. 4, 5 приложения 6.

9.3. При применении в обоих слоях двухслойного покрытия бетона одного и того же класса прочности толщину нижнего слоя бетона следует принимать минимальной.

Если слои покрытия проектируются из бетонов различных марок, рациональное соотношение толщин слоев следует определять из условия минимальной общей стоимости $\bar{C}$ аэродромной одежды, вычисленной по формуле

$$\bar{C} = \bar{C}_{sup} \cdot t_{sup} + \bar{C}_{inf} \cdot t_{inf} + \bar{C}_{f} \cdot t_{f} \quad , \qquad (5)$$

где $\bar{C}_{sup}$, $\bar{C}_{inf}$, $\bar{C}_{f}$ – соответственно стоимости одного квадратного метра верхнего, нижнего слоев покрытий и слоя искусственного основания толщиной I см;

t_{sup}, t_{inf}, t_{f} – соответственно толщины верхнего, нижнего слоев покрытий и искусственного основания.

IO. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ АЭРОДРОМОВ

IO.I. 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 от-

дельных плит или участков и ремонт оставшихся экономически менее выгодны, чем укладка нового слоя.

10.2. Необходимо иметь в виду, что в силу повышения прочности цементобетона и увеличения модуля упругости асфальтобетона во времени, наклепа арматуры при циклической нагрузке, изменения гидрологического режима в грунте под аэродромной одеждой, 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, механические свойства находившегося в эксплуатации аэродромного покрытия существенно отличаются от данных проекта его строительства. Проектирование усиления покрытий рекомендуется поэтому, как правило, основывать на данных испытаний, выполняемых с целью определения жесткостных параметров (модуля упругости и др.) 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 по использовавшему проектные данные расчету толщина слоя усиления не превышает минимальную конструктивную толщину, установленную в п. 5.15, 5.42 СНиП 2.05.08-85.

10.3. Параметры, характеризующие деформативность существующей конструкции, следует определять по данным испытаний в отдельных точках как средние величины, умноженные на коэффициенты T_1 и T_2.

Коэффициент T_1 определяют по данным о сезонных изменениях свойств, слагающих основание грунтов в данной местности. При отсутствии прямых экспериментальных данных допускается принимать значение этого коэффициента для второго типа местности во второй и третьей дорожно-климатических зонах в зависимости от времени проведения испытаний равным: в весенний период наибольшего увлажнения грунта - 1,00, летом - 0,68, осенью - 0,85.

Коэффициент T_2, учитывающий разброс экспериментально найденных значений величин, вычисляют по формуле

$$T_2 = I - 0{,}675\ \bar{\delta}\ , \qquad (6)$$

где $\bar{\delta}$ – коэффициент вариации, равный отношению среднеквадратичного отклонения к среднему значению искомой величины.

10.4. Если проектируется жесткий слой усиления в качестве математической модели существующей конструкции рекомендуется принимать бесконечную в плане плиту суммарной жесткостью B_{tot} по основанию, податливость которого характеризуется коэффициентом отпора C.

Значение коэффициента отпора определяют по формуле

$$C = \frac{P}{V} \ , \qquad (7)$$

где P – суммарная нагрузка на штамп при испытании покрытия;

V – полный объем чаши прогибов, измеренный по поверхности покрытия.

Для определения величины суммарной жесткости B_{tot} находят значение функции

$$g(\alpha) = \frac{\pi R^3 W_s C}{P} \ , \qquad (8)$$

где W_s – перемещение штампа (среднее значение);

C – коэффициент отпора, значение которого определено по формуле (7);

R – радиус штампа.

По рис. 2 приложения 4 находят значение α при известной величине $g(\alpha)$. Суммарная жесткость равна

$$B_{tot} = \frac{R^4}{\alpha^3} C \, . \qquad (9)$$

Величины B_{tot}, C определяют по данным измерений прогибов при нагружении наиболее деформативных участков покрытия

Примечание. Коэффициент отпора, значение которого находят по объему чаши прогибов, при прочих равных условиях меньше коэффициента постели, величина которого вычисляется по осадке штампа. 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.

10.5. Местные слои усиления следует, как правило, проектировать, исходя из предпосылки о несовмещении швов, при этом швы слоя усиления толщиной t_N должны быть смещены относительно сквозных швов нижележащего слоя (технологических продольных швов расширения) не менее, чем на $2t_N$. Отдельные швы слоя усиления могут располагаться на расстоянии менее, чем $2t_N$ от ложных (несквозных) швов и трещин существующего покрытия.

10.6. Расчетный изгибающий момент в жестких слоях усиления, устраиваемых по существующему жесткому покрытию, вычисляют в зависимости от конструкции по формулам (23), (31), или (32) СНиП 2.05.08-85, полагая, что коэффициент постели $K_s = C$, а жесткость нижнего слоя $B_{inf} = B_{tot}$.

Если жесткий слой усиления устраивают по нежесткому покрытию, расчетный изгибающий момент вычисляют как для однослойного покрытия по искусственному основанию, укрепленному вяжущим, по формуле (I) приложения II к СНиП 2.05.08-85, принимая, что коэффициент постели $K_s = C$, жесткость основания $B_f = B_{tot}$. C, B_{tot} – жесткостные параметры существующей конструкции по данным испытаний.

Если между существующей конструкцией и жестким слоем усиления предусматривается устройство выравнивающей или разделительной прослойки из асфальтобетона, пескобитума или других подобных материалов, правые части формул СНиП 2.05.08-85 (23), (31), (32) и (I) приложения II следует умножать на коэффициент K_2:

$$K_2 = 1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}(1+\Omega)} \sqrt[4]{\frac{0{,}95 K_i B_{sup} B_{inf} t_p}{E_p (B_{sup} + B_{inf})^2}}, \quad (10)$$

где $\Omega = \frac{\sum_{i=1}^{n_x} \bar{m}_{x(y)i}}{f(\alpha)}$ – принимается по табл. 18.

$\bar{m}_{x(y)i}$; $f(\alpha)$ – определены в соответствии с п. 5.52 СНиП;

t_p – толщина материала прослойки;

E_p – модуль упругости материала прослойки.

При выполнении прослойки из асфальтобетона значения модуля упругости материала принимают по табл. 5 приложения 9 СНиП 2.05.08-85.

Формулу (10) рекомендуется использовать для учета деформативности материала только новых прослоек, исходя из того, что деформативность существующих асфальтобетонных слоев учтена значениями B_{tot} и C при определении этих величин по данным испытаний. Если эти величины определены по проектным данным, приведенную формулу рекомендуется использовать и для учета сжимаемости ранее уложенных асфальтобетонных слоев, непосредственно подстилающих проектируемый жесткий слой усиления.

Усиление нежестких покрытий

10.7. Расчет усиления нежестких покрытий следует производить как для вновь проектируемых покрытий, учитывая конструктивные слои существующих покрытий и оснований и их состояние.

Средний модуль упругости существующего нежесткого покрытия без учета грунтового основания определяют по формуле

$$E_{mt} = \frac{\sum \beta_i E_i t_i}{\sum t_i} \quad (11)$$

где t_i – толщины конструктивных слоев нежесткого покрытия;

E_i – модули упругости конструктивных слоев;

β_i – понижающие коэффициенты к модулям упругости, принимаемые по табл. 6 приложения 3 настоящего Пособия.

Таблица 18

Нагрузка	Значения коэффициента $\bar{\alpha}$ при упругой характеристике плиты ℓ, равной, см					
	50	70	90	110	130	150
Категории нормативных нагрузок:						
в/к	–	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
IУ	–	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	0,455	0,515	0,545	–	–

При усилении существующих нежестких покрытий жестким слоем существующее покрытие следует рассматривать как искусственное основание с эквивалентным коэффициентом постели K_{ze}, который определяется в соответствии с п. 10.4 настоящего Пособия, либо с рекомендуемым приложением 5 СНиП 2.05.08-85. Асфальтобетонные слои нежестких покрытий, если сплошность их не нарушена, учитываются в расчете по аналогии с искусственными основаниями, для которых нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе, в соответствии с приложением 11 СНиП 2.05.08-85.

10.8. Перед проектированием слоев усиления рекомендуется выполнять измерения сезонных колебаний вертикальных отметок поверхности существующего покрытия, обусловленных пучением грунтов. Если местные сезонные деформации приводят к превышению допустимых уклонов, установленных в п. 3.1 СНиП 2.05.08-85, в проекте следует предусматривать мероприятия по их уменьшению (например, осушение оснований и пр.). Если нормы для уклонов соблюдаются, то расчет вертикальных деформаций по п. 4.33 СНиП 2.05.08-85 не производится.

11. ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД

Методика расчета приведенной повторности приложения нагрузки

Жесткие покрытия

11.1. Предварительно назначают толщину аэродромной одежды для нормативной нагрузки, пользуясь табл. 1 приложения 6 настоящего Пособия и определяют упругую характеристику плиты ℓ в соответствии с п. 5.52 СНиП 2.05.08-85.

Для каждого типа воздушного судна, включая нормативную нагрузку, определяют величину максимального изгибающего момента в центре плиты m_{ci} с упругой характеристикой ℓ (по табл. 8-10 приложения 4 настоящего Пособия) и расчетное число загружений этим воздушным судном U_i по формуле

$$U_i = N_i \, T \cdot n_a \qquad (12)$$

где N_i – годовое число взлетов каждого типа воздушного судна (для самолетов типа Ту-154 и других с большей величиной взлетной массы) или суммарное число взлетов и посадок (для самолетов Ту-134, Як-42 и других, с меньшей величиной по взлетной массе);

T – проектный срок службы покрытия, принимается 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}, по формуле (13) или номограмме черт. 4 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 определяют эквивалентное число приложений расчетного воздушного судна U_{ei}:

$$U_{ei} = anti\,lg\left\{\frac{m_{cd}}{m_{ci}}\left[lg\,U_i + 12\left(\frac{m_{ci}}{m_{cd}} - 1\right)\right]\right\} \qquad (13)$$

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

$$U_d = \sum_{1}^{n_i} U_{ei} \,, \qquad (14)$$

где n_i – число учитываемых воздушных судов.

Примечания: 1. При $\frac{m_{ci}}{m_{cd}} \leq 0{,}7$ 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.

3. При определении U_d суммировать эквивалентное число приложений следует только для самолетов, колеи шасси которых отличаются от колеи шасси расчетного воздушного судна не более, чем на 3 ℓ.

Если данные по составу движения на перспективу 20 лет отсутствуют, рекомендуется пользоваться данными табл. 3 приложения 4.

Значение расчетного коэффициента $K_и$ определяется по черт. 3 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 или по формуле

$$K_u = 2 - 0,167 \lg U_d \cdot \qquad (15)$$

Нежесткие покрытия

Расчет по предельному относительному упругому прогибу

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

А	120
Б	100
В	90
Г	70
Д	50

Для каждого типа воздушного судна, включая нормативную нагрузку, определяется условный диаметр круга D_{ei}, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки на нежесткой конструкции заданной толщины. Для этих целей рекомендуется пользоваться таблицей 4 и 5 приложения 4 настоящего Пособия.

По техническому заданию назначается максимальное суточное число нагружений для каждого типа воздушного судна N_i (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} - диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки для расчетного типа воздуш-

ного судна или для нормативной нагрузки; P_{ai} и P_a – удельные давления воздуха в пневматиках i-го и расчетного воздушного судна).

По номограмме черт. II приложения I0 СНиП 2.05.08-85 определяются коэффициенты приведения i-ой нагрузки к расчетной K_n. Величину K_n можно также определять по формуле

$$K_n = \left(\frac{P_{ai}}{P_a}\right)^{5,5} \cdot \left(\frac{D_{ei}}{D_{ed}}\right)^{7,66} . \qquad (I6)$$

Расчетное число приложений нагрузки определяется по формуле

$$N_e = \sum_{1}^{n_i} K_n N_i n_a \quad . \qquad (I7)$$

где K_n – коэффициент приведения i-ой нагрузки к расчетной;

N_i – максимальное суточное число взлетов каждого типа воздушного судна (для самолетов типа Ту-I54 и выше по величине взлетной массы) или суммарное суточное число взлетов и посадок (для самолетов Ту-I34, Як-42 и ниже по величине взлетной массы) на I0-й год эксплуатации;

n_a – принимается равным I, 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.

Примечания: I. При определении расчетного числа приложений нагрузки не включаются воздушные суда, у которых величина колесной нагрузки в 2 раза меньше колесной нагрузки расчетного воздушного судна, или колея шасси отличается от колеи шасси расчетного судна более, чем на 5 м.

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

II.3. Предварительно назначается суммарная толщина асфальтобетонных слоев $t_{об}$, которая принимается равной, см для:

аэродромов класса	А	30
-"-	Б	25
-"-	В	I5
-"-	Г	9
-"-	Д	7

Для каждого типа воздушного судна по табл. 4 и 5 приложения 4 настоящего Пособия определяются величины $D_{e_{об}}$ для заданной толщины асфальтобетона. Если толщина асфальтобетона $t_{об}$ меньше половины минимального расстояния между ближайшими колесами в главной опоре a (см п. 5.64 СНиП 2.05.08-85), то $D_{e_{об}} = D_к$ ($D_к$ - диаметр круга, равновеликого площади отпечатка одного колеса).

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

При расчете нежесткой конструкции на нормативную нагрузку приведенное число приложений расчетной нагрузки рекомендуется принимать по табл. 3 приложения 4 Пособия.

Методика расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий на искусственных основаниях

На основаниях, не обработанных вяжущими, а также для которых не нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе

II.4. Расчет производится в соответствии с п.п. 5.5I - 5.55 СНиП 2.05-08-85 в следующем порядке:

I. Предварительно назначают класс бетона по прочности $B_{бт}$ и толщину t покрытия, толщины и прочностные характеристики слоев основания.

2. Определяют:

коэффициент постели грунтового основания K_{ζ} по таблице обязательного приложения 4 СНиП 2.05.08-85;

эквивалентный коэффициент постели искусственного основания K_{se} в соответствии с рекомендуемым приложением 5 СНиП 2.05.08-85 или по табл. I-6 приложения 2 настоящего Пособия;

жесткость покрытия B по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия или по формуле (I2) п.5.53 СНиП 2.05-08-85;

упругую характеристику ℓ плиты по формуле $\ell = \sqrt[4]{\frac{B}{K_{se}}}$;

изгибающий момент от нагрузки $m_{e,max}$ при центральном загружении по табл. 8-I0 приложения 4 настоящего Пособия или в соответствии с п. 5.52 СНиП 2.05.08-85 с использованием графиков рис. 3-6 приложения 4 настоящего Пособия;

расчетный изгибающий момент m_d по формуле (II) п. 5.52 СНиП 2.05.08-85;

расчетное число приложений нагрузки U_d в соответствии с п. 5.55 СНиП 2.05.08-85 или с п.II.I настоящего Пособия;

коэффициент K_n по графику черт. 3 обязательного приложения I0 СНиП 2.05.08-85. Если интенсивность движения самолетов неизвестна, расчет выполняется для категории нормативной нагрузки, а коэффициент K_n принимается по табл. 3 приложения 4 настоящего Пособия;

предельный изгибающий момент по формуле (I4) СНиП 2.05.08-85 или по табл. II и I2 приложения 4 настоящего Пособия.

3. Проверяют условие прочности по формуле (I0) п. 5.5I СНиП 2.05.08-85. В случае невыполнения условия (I0) расчет повторяют до тех пор, пока это условие не будет выполнено.

На основаниях, обработанных вяжущими материалами, для которых нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе

II.5. Расчет покрытий выполняется в соответствии с п.I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 в следующем порядке:

I. Предварительно назначают класс бетона по прочности и толщину покрытия, марку на сжатие и толщину песко- или грунтоцементного основания.

2. Коэффициент постели грунтового основания K_s определяется по табл. обязательного приложения 4 СНиП 2.05.08-85.

Эквивалентный коэффициент постели K_{se} неукрепленных слоев основания определяют в соответствии с рекомендуемым приложением 5 СНиП 2.05.08-85 или по табл. I-6 приложения 2 настоящего Пособия.

3. Определяют:

жесткости покрытия B и искусственного основания B_f по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия или по формуле (I2) п. 5.53 СНиП 2.05.08-85;

упругую характеристику ℓ плиты с жесткостью, равной сумме жесткостей покрытия и основания по формуле

$$\ell = \sqrt[4]{\frac{B + B_f}{K_{se}}}; \qquad (I8)$$

изгибающий момент $m_{c,max}$ при центральном загружении для найденного значения ℓ по табл. 8-I0 приложения 4 настоящего Пособия или по формулам п.5.52 СНиП 2.05.08-85;

отношение $\gamma_B = \frac{B}{B_f}$;

величину θ_o по графику черт. I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 в зависимости от значения γ_B;

коэффициент $\varphi = I - 0,I67\,\theta_o$;

расчетный изгибающий момент m_u по формуле (I) п. I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 (K_u принимается равным I в соответствии с п.5.52 СНиП 2.05.08-85);

расчетное число приложений нагрузки U_d в соответствии с п. 5.55 СНиП 2.05.08-85 и п. II.I настоящего Пособия.

коэффициент K_u по графику черт. 3 обязательного приложения I0 СНиП 2.05.08-85. Если интенсивность движения самолетов на перспективу не известна, то коэффициент K_u принимается по табл. 3 приложения 4 настоящего Пособия;

предельный изгибающий момент m_u по формуле (I4) п. 5.54 СНиП 2.05.08-85 или по табл. II прил. 4 настоящего Пособия.

4. Проверяют условие прочности по формуле (10) п. 5.51 СНиП 2.05.08-85. В случае невыполнения условия (10) СНиП 2.05.08-85 расчет повторяют до тех пор, пока это условие не будет выполнено.

Методика расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий по номограммам

11.6. Расчет однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий под категории нормативных нагрузок рекомендуется выполнять по номограммам рис. 7-12 приложения 4 настоящего Пособия.

Номограммы состоят из четырех квадрантов: в I квадранте по заданным значениям толщины плиты t и класса бетона по прочности B_{btb} определяется жесткость сечения плиты B; во II квадранте определяется упругая характеристика плиты l в зависимости от жесткости сечения плиты B и коэффициента постели основания K_z ; в III квадранте определяется расчетный изгибающий момент m_d для заданной категории нормативной нагрузки в зависимости от упругой характеристики плиты; в IУ квадранте определяется предельный изгибающий момент m_u в зависимости от заданных значений толщины плиты t, коэффициента условий работы γ_c , поправочного множителя K_u.

Процесс расчета заключается в подборе толщины плиты t (для заданного класса прочности), при которой соблюдается условие $m_d \leq m_u$.

Методика расчета двухслойных жестких покрытий на искусственных основаниях

На основаниях, не обработанных вяжущими материалами

11.7. Расчет производится в соответствии с п. 5.58 СНиП 2.05.08-85 в следующем порядке:

I. Предварительно назначают класс бетона по прочности B_{sup}, толщины t_{sup} и t_{inf} соответственно верхнего и нижнего слоев, толщины и прочностные характеристики слоев основания, руководствуясь указаниями п. 3 и 9 настоящего Пособия.

2. Определяют:

коэффициент постели грунтового основания K_s по таблице обязательного приложения 4 СНиП 2.05.08-85;

эквивалентный коэффициент постели искусственного основания K_{se} в соответствии с рекомендуемым приложением 5 СНиП 2.05.08-85 или по табл. I-6 приложения 2 Пособия;

жесткости верхнего B_{sup} и нижнего B_{inf} слоев по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия или по формуле (I2) п. 5.53 СНиП 2.05.08-85;

упругую характеристику плиты, имеющей жесткость, равную сумме жесткостей верхнего B_{sup} и нижнего B_{inf} слоев, по формуле $\ell = \sqrt[4]{\frac{B_{sup}+B_{inf}}{K_{se}}}$;

изгибающий момент $m_{c,max}$ при центральном загружении для найденного значения ℓ по табл. 8-I0 приложения 4 настоящего Пособия или в соответствии с п. 5.52 СНиП 2.05.08-85 с использованием графиков рис. 3-6 приложения 4 настоящего Пособия;

расчетные изгибающие моменты в плитах верхнего $m_{d,sup}$ и нижнего $m_{d,inf}$ слоев в соответствии с п. 5.58 СНиП 2.05.08-85;

расчетное число приложений нагрузки U_d в соответствии с п. 5.55 СНиП 2.05.08-85, см. п.II.I настоящего Пособия;

коэффициент $K_и$ по графику черт. 3 обязательного приложения I0 СНиП 2.05.08-85. Если интенсивность движения самолетов на перспективу не известна, то коэффициент $K_и$ принимают по табл. 3 приложения 4 настоящего Пособия.

Определяют предельный изгибающий момент в верхнем слое $m_{u,sup}$ по формуле (I4) СНиП 2.05.08-85, а также предельный изгибающий момент в нижнем слое $m_{u,inf}$ по п. 5.58 СНиП 2.05.08-85 с учетом коэффициента K_m, определяемого по графику черт. 6 обязательного приложения I0 СНиП 2.05.08-85 или по табл. II приложения 4 настоящего Пособия.

3. Проверяют условие прочности по формуле (I0) п.п.5.5[и 5.58 СНиП 2.05.08-85. В случае невыполнения условия прочности расчет повторяют до тех пор, пока это условие не будет выполнено.

Оптимальный вариант двухслойного покрытия определяют в результате экономического сравнения.

На основаниях, обработанных вяжущими, для которых нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе

II.8. Расчет выполняют в соответствии с п. I приложения II СНиП 2.05.08-85 в следующем порядке:

I. Предварительно назначают класс бетона по прочности, толщины верхнего t_{sup} и нижнего t_{inf} слоев, руководствуясь указаниями п.п. 3 и 9 настоящего Пособия и толщиной укрепленного основания.

2. Определяют:

жесткости всех конструктивных слоев B_{sup}, B_{inf}, B_f по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия или по формуле (I2) СНиП 2.05.08-85;

суммарную жесткость конструкции

$$B_{tot} = B_{sup} + B_{inf} + B_f ; \qquad (I9)$$

упругую характеристику ℓ плиты с жесткостью B_{tot} по формуле $\ell = \sqrt[3]{\frac{B_{tot}}{k_{se}}}$;

максимальный изгибающий момент от нагрузки в центре плиты $m_{\ell,max}$ для найденного значения упругой характеристики плиты ℓ по табл. 8-I0 приложения 4 Пособия или по п. 5.52 СНиП 2.05.08-85;

отношения $\frac{B_{sup}}{B_{tot}}$; $\frac{B_{inf}}{B_{tot}}$; $\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$;

показатель γ_ℓ в соответствии с указаниями п. I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85;

величину θ_0 по графику черт. I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 в зависимости от значения γ_f ;

коэффициент $\rho = I - 0,I67\,\theta_0$;

определяют коэффициент K' для покрытий с совмещенными швами в соответствии с п. 5.58 СНиП 2.05.08-85;

для покрытий с несовмещенными швами определяют коэффициент K_I в соответствии с п. 5.58 СНиП 2.05.08-85 и проверяют условие $\rho K_1 \geqslant 1$;

расчетные изгибающие моменты в верхнем ($m_{d,sup}$) и нижнем ($m_{d,inf}$) слоях в соответствии с п. I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85;

расчетное число приложений нагрузки U_d в соответствии с п.5.55 СНиП 2.05.08-85, см. п.II.I настоящего Пособия;

коэффициент $K_и$ по графику черт. 3 обязательного приложения IO СНиП 2.05.08-85. Если интенсивность движения самолетов на перспективу неизвестна, то коэффициент $K_и$ принимается по табл. 3 приложения 4 настоящего Пособия;

предельный изгибающий момент в верхнем слое $m_{u,sup}$ по формуле (I4) СНиП 2.05.08-85 или по табл. II, I2 приложения 4 Пособия;

предельный изгибающий момент в нижнем слое $m_{u,inf}$ по п. 5.58 СНиП 2.05.08-85 с учетом коэффициента K_m , определяемого по графику черт. 6 обязательного приложения IO СНиП 2.05.08-85 или по табл. II, I2 приложения 4 настоящего Пособия.

Проверяют условие прочности по формуле (IO) СНиП 2.05.08-85. В случае невыполнения условия (IO) расчет повторяется до тех пор, пока оно не будет выполнено. При вариантном проектировании двухслойных покрытий следует добиваться минимальной суммарной толщины слоев и минимальной стоимости конструкции.

Методика расчета железобетонных покрытий на искусственном основании из материалов, обработанных вяжущими

II.9. Расчет производится в следующем порядке:

I. В соответствии с указаниями п.п. 5.66, 5.77, 5.19 СНиП 2.05.08-85, табл. 3.I приложения 3 настоящего Пособия назначают класс бетона по прочности B_{btb}, вид и класс арматуры, предварительные значения толщины плиты покрытия t, процент армирования μ_a, материал искусственного основания и его модуль упругости E_c.

2. Определяют расчетный коэффициент постели грунтового основания K_s по таблице обязательного приложения 4 СНиП 2.05.08-85 или K_{se} по табл. I-6 приложения 2 настоящего Пособия.

3. Определяют жесткость сечения плиты B по формуле (I3) СНиП 2.05.08-85 или по номограммам рис. I3-I5 приложения 4 настоящего Пособия n = 0,2. Модуль упругости арматуры E принимают по табл. 2 приложения 3 настоящего Пособия.

Площадь сечения растянутой арматуры на единицу ширины сечения плиты A_s определяют по формуле

$$A_s = \mu_a h_o \quad . \qquad (20)$$

где h_o – рабочая высота сечения (см. п. 5.53 СНиП 2.05.08-85).

4. Определяют упругую характеристику плиты ℓ по формуле

$$\ell = \sqrt[4]{\frac{B}{K_{se}}}$$

5. Определяют изгибающий момент при центральном загружении $M_{c,max}$ по табл. 8-I0 приложения 4 настоящего Пособия или в соответствии с п. 5.52 СНиП 2.05.08-85.

6. Определяют расчетный изгибающий момент по формуле (II) СНиП 2.05.08-85, при этом K_N принимается равным I.

Переходный коэффициент K определяют по черт. I обязательного приложения I0 СНиП 2.05.08-85.

$K_{x(y)} = I$ в соответствии с п. 5.52 СНиП 2.05.08-85.

7. Определяют предельный изгибающий момент m_u по формуле (I5) СНиП 2.05.08-85, при этом расчетное сопротивление арматуры растяжению R_s определяют по табл. 2 приложения 3 настоящего Пособия.

Проверяют условие прочности (10) п.5.51 СНиП 2.05.08-85. Если $m_d < m_u$, расчет повторяют заново, уменьшив толщину плиты t или процент армирования μ_a, соблюдая требования табл. 2 настоящего Пособия (для центра плиты К = 1,15).

8. Если $m_d > m_u$, производят расчет требуемой толщины искусственного основания t_f в следующем порядке:

методом подбора или по номограммам рис. 13-15 приложения 4 настоящего Пособия определяют требуемую упругую характеристику плиты ℓ, при которой соблюдается условие прочности ;

определяют требуемый коэффициент постели K_{sd} по формуле:

$$K_{sd} = \frac{3}{\ell_d^4}; \qquad (21)$$

вычисляют отношения

$$\frac{E_c}{1,8\,\ell_d\,K_{sd}} \quad ; \quad \frac{E_c}{1,8\,\ell\,K_s};$$

определяют условный диаметр круга передачи нагрузки от плиты к искусственному основанию D_z по формуле

$$D_z = 2,5\,\ell_d\,K_\lambda \quad , \qquad (22)$$

где K_λ - коэффициент, принимаемый по таблице п. 2 рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85.

По номограмме черт. 2 рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 определяют отношение D_z/t_f и толщину основания t_f по формуле

$$t_f = \frac{D_z}{(D_z/t_f)} \quad . \qquad (23)$$

Проверяют ширину раскрытия трещин по формуле (20) СНиП 2.05.08-85, при этом заново выполняют расчет жесткости сечения плиты B, (Ψ_s= 1) и упругой характеристики плиты ℓ, принимая коэффициент постели основания равным требуемому коэффициенту постели K_{sd}, полученному в расчете на прочность. Далее определяют расчетный изгибающий момент m_d по формуле (11) СНиП 2.05.08-85 с использованием табл. 8-10 приложения 4 настоящего Пособия.

Расчетную величину ширины раскрытия трещины a_{crc} сравнивают с предельно допустимым значением 0,3 мм. Если $a_{crc} > 0,3$ мм, увеличивают процент армирования сечения плиты и повторяют расчет; если $a_{crc} \leq 0,3$ мм, – прочность покрытия считается обеспеченной.

10. Конструирование железобетонной плиты выполняется в соответствии с указаниями приложения 5 настоящего Пособия.

Методика расчета железобетонных покрытий по номограммам

11.10. Расчет требуемой толщины железобетонного покрытия из бетона класса прочности $B_{bt\,b}$ 4,0 с применением арматуры класса А-II для внеклассной и I-III нормативных категорий нагрузок на участках групп А, Б и В рекомендуется выполнять по номограммам рис. 13-15 приложения 4 настоящего Пособия.

Номограммы состоят из четырех квадрантов: в I квадранте по заданным значениям толщины плиты t и процента армирования μ_a определяют жесткости сечения плиты В при расчете на прочность ($\psi_b = 0,2$) и при расчете ширины раскрытия трещин ($\psi_b = 1$); во II квадранте определяют расчетное значение упругой характеристики плиты ℓ в зависимости от жесткости сечения плиты В и расчетного коэффициента постели основания K_s; в III квадранте определяют расчетный изгибающий момент от нагрузки в центре плиты m_d в зависимости от упругой характеристики плиты ℓ; в IV квадранте определяют предельный изгибающий момент m_u в зависимости от заданных значений толщины плиты и процента армирования.

Процесс расчета по прочности заключается в подборе t и μ_a, при которых соблюдается условие $m_d \leq m_u$.

Для определения ширины раскрытия трещин a_{crc} используют графики рис. 16 приложения 4, по которым определяют параметр Т при расчетных значениях толщины плиты t и процента армирования μ_a.

Ширину раскрытия трещины определяют по формуле

$$a_{crc} = \frac{m_d \cdot d}{I} \cdot 10^{-6} \quad , \qquad (24)$$

где m_d – расчетный изгибающий момент при $\psi_s = 1$;
d – диаметр арматурных стержней, см.

При расчете железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой по раскрытию трещин должно выполняться условие

$$a_{crc} \leq 0{,}3 мм . \qquad (25)$$

Методика расчета нежестких покрытий

II.II. Расчет нежестких покрытий производится в следующем порядке:

I. Руководствуясь указаниями п. 5.35 СНиП 2.05.08-85 и п. 3 настоящего Пособия, а также учитывая наличие местных материалов в районе строительства, назначают толщины нежесткой одежды, вычисляют средний модуль упругости E_{mt} и общая толщина t_{tot} (п. 5.61 СНиП 2.05.08-85).

При устройстве асфальтобетона на основаниях из "тощего бетона", грунто- или пескоцемента минимальную толщину асфальтобетонного слоя следует назначать, руководствуясь данными табл. 26 СНиП 2.05.08-85.

В число конструктивных слоев нежесткой одежды включают слои покрытия искусственного основания и насыпи из каменных материалов и грунтогравийных смесей. Слои насыпи из местных грунтов в одежду не включают.

Если суммарная толщина аэродромной одежды и грунтовой насыпи равна или превышает $3D_{ed}$, грунт насыпи рассматривают как грунт естественного основания и в расчете используют его деформативные характеристики с учетом степени уплотнения насыпи (см. примечание 3 к таблице приложения 4 СНиП 2.05.08-85).

Если суммарная толщина аэродромной одежды и грунтовой насыпи меньше $3D_{ed}$, то в качестве подстилающего грунтово-

го основания следует рассматривать слоистое полупространство со средним модулем упругости, равным

$$E = \frac{E_o t_o + E_s (3D_{ed} - t_o - t_{tot})}{3D_{ed} - t_{tot}}, \qquad (26)$$

где E_o, t_o – модуль упругости и толщина грунтовой насыпи;
E_s – модуль упругости грунта естественного основания.

Если общая толщина нежесткой конструкции, устраиваемой на естественном грунтовом основании с модулем упругости, равным или менее 24 МПа (240 кгс/см^2), превышает 0,5 м, табличные значения величин E увеличивают на 5 – 20% в зависимости от толщины конструкции:

t_{tot}, м	0,5I–0,75	0,76–I,0	I,0I–I,25	I,26 и более
Процент увеличения табличного модуля упругости грунта	5	I0	I5	20

2. Определяют расчетную нагрузку на главную опору F_{nd} и на колесо F_d расчетного типа воздушного судна (по формулам п. 5.52 СНиП 2.05.08–85).

3. Вычисляют наименьшее расстояние между расчетным колесом главной опоры и ближайшим к нему колесом "a", а также наибольшее расстояние между расчетным колесом и наиболее удаленным от него a_d в соответствии со схемами главных опор, приведенными на черт. I0 приложения I0 СНиП 2.05.08–85.

4. Выполняют проверку условия $\frac{a}{2} \le t_{tot} \le 2a_d$. Если $t_{tot} \le \frac{a}{2}$, одноколесная эквивалентная нагрузка принимается равной расчетной колесной нагрузке $F_e = F_d$. Если $t_{tot} \ge 2a_d$, то выполняется условие $F_e = F_{nd}$. Если $\frac{a}{2} < t_{tot} < 2a_d$, эквивалентную одноколесную нагрузку вычисляют по формуле п. 5.64 СНиП 2.05.08–85.

5. Вычисляют диаметр круга, равновеликого площади отпечатка одноколесной эквивалентной нагрузки $\mathcal{D}_{ed}$ (см п.5.64 СНиП 2.05.08-85); $\mathcal{D}_{ed}$ для некоторых типов воздушных судов можно принимать по табл. 5 и 6 приложения 4 настоящего Пособия в зависимости от общей толщины одежды t_{tot}. В этом случае отпадает необходимость выполнять расчеты по п.п.2-4.

6. Если задан состав движения воздушных судов, определяют приведенную повторность приложения расчетной нагрузки N_z. Для этого предварительно вычисляют отношения $\frac{\mathcal{D}_{ei}}{\mathcal{D}_{ed}}$ и $\frac{p_{ai}}{p_a}$, по номограмме черт. II приложения IO СНиП 2.05.08-85 устанавливают коэффициенты приведения i-ых нагрузок к расчетной K_{ni}. Далее по формуле (29) СНиП 2.05.08-85 вычисляют N_z.

В тех случаях, когда задан класс аэродрома, а расчет ведется на категорию нормативной нагрузки, значение N_z рекомендуется принимать по табл. 3 приложения 4 настоящего Пособия.

7. Вычисляют отношения $\frac{E}{E_{mt}}$ и $\frac{t_{tot}}{\mathcal{D}_{ed}}$ и по номограмме черт. 7 приложения IO СНиП 2.05.08-85 определяют коэффициент ψ_k.

Если $\frac{t_{tot}}{\mathcal{D}_{ed}} > 2$, рекомендуется пользоваться следующей формулой:

$$\psi_k = \frac{1{,}05\, E/E_{mt}}{1 - E/E_{mt} + \sqrt[3]{1 + 4\left(\frac{t_{tot}}{\mathcal{D}_{ed}}\right)^2 \left(\frac{E}{E_{mt}}\right)^{-\frac{2}{3}}} \cdot \frac{E}{E_{mt}}} \qquad (27)$$

8. Определяют эквивалентный модуль упругости нежесткой конструкции, включая грунтовое основание $E_{ed} = \psi_k E_{mt}$.

9. В соответствии с п.5.6I СНиП 2.05.08-85 вычисляют расчетный относительный прогиб нежесткой конструкции λ_d, который сравнивают с предельным относительным упругим прогибом $\gamma_c \lambda_u$.

Значение λ_u определяют по графикам черт. 8 приложения IO СНиП 2.05.08-85 в зависимости от значений N_z, p_a и вида грунта естественного основания или насыпи, если на

естественном грунтовом основании в пределах сжимаемой толщи устраивается насыпь из местного грунта.

Если условие прочности по упругому прогибу $\lambda_d \leq \gamma_c \lambda_u$ не выполняется, следует увеличить толщину слоя из наименее дорогого материала, как правило, нижнего слоя основания.

10. Вычисляют средний модуль упругости E_{ab} и суммарную толщину асфальтобетонных слоев t_{ab} (аналогично E_{mt} и t_{tot}).

11. Проверяют условие $2a_d < t_{ab} < \frac{a}{k}$ и по формулам п. 5.64 СНиП 2.05.08-85 или по табл. 4-6 приложения 4 настоящего Пособия определяют эквивалентную одноколесную нагрузку F_{e1} и диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки $\mathcal{D}_{e1}$ для асфальтобетона с общей толщиной t_{ab} .

12. Вычисляют средний модуль упругости слоев искусственного основания под асфальтобетоном E_m .

13. Предварительно вычисляют отношения E/E_m и $t_{tot}/\mathcal{D}_e$ по номограмме черт. 7 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 определяют сначала Ψ_k , а затем эквивалентный модуль упругости основания под асфальтобетоном, включая подстилающий грунт, $E_{ed1} = \Psi_k E_m$.

14. Вычисляют отношения $\frac{t_{ab}}{\mathcal{D}_{e1}}$ и $\frac{E_{ab}}{E_{ed1}}$ и по номограмме черт. 9 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 определяют удельные растягивающие напряжения при изгибе в нижнем асфальтобетонном слое $\bar{\sigma}_z$.

15. Определяют максимальные растягивающие напряжения в асфальтобетоне при изгибе $\sigma_z = p_d \bar{\sigma}_z$ и проверяют условие прочности по формуле (27) СНиП 2.05.08-85.

Если условие прочности не обеспечивается, то следует повысить прочность основания или увеличить толщину асфальтобетона.

Методика расчета нежестких аэродромных покрытий на скальном основании

11.12. Расчет нежестких аэродромных покрытий на скальном основании выполняется в следующем порядке:

I. Определяют общую толщину t_{tot} и средний модуль упругости заданной нежесткой конструкции E_{mt}, не включая грунтовую прослойку (п. 5.6I СНиП 2.05.08-85).

2. В соответствии с п. 5.64 СНиП 2.05.08-85 определяют одноколесную нагрузку F_e, эквивалентную по воздействию опоре расчетного воздушного судна для заданной нежесткой конструкции.

3. Вычисляют диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки D_e по формуле (28) СНиП 2.05.08-85 или по табл. 4-6 приложения 4 настоящего Пособия.

4. Вычисляют отношения: $\frac{E_o}{E_{mt}}$; $\frac{D_e}{2t_{tot}}$; $\frac{t_o}{t_{tot}}$ и по табл. I5 настоящего Пособия определяют коэффициент ψ_{ke}.

5. Вычисляют эквивалентный модуль упругости системы "грунт на нескимаемом основании" E'_e по формуле $E'_e = \psi_{ke} \cdot E_{mt}$.

6. Вычисляют отношения $\frac{E_{mt}}{E'_e}$ и $\frac{t_{tot}}{D_e}$ и по таблице на стр.59 определяют удельное контактное давление на грунт $\bar{P}_k$.

7. Вычисляют по формуле $D_o = \frac{D_e}{\sqrt{\bar{p}_k}}$ условный диаметр круга передачи давления от нагрузки через покрытие на грунт D_o.

8. Вычисляют отношение $\frac{t_o/D_e}{2}$ и в соответствии с п.8.4 настоящего Пособия определяют коэффициент K'_p.

9. По формуле (3) рассчитывается наибольшее контактное давление на грунт P_K.

I0. По формуле (3) вычисляют величину безопасного давления на грунт P_u, исходя из условия, что сдвиги в грунте не допускаются.

II. Проверяют условие прочности (2) и, если оно не выполняется, увеличивают толщину самого дешевого слоя конструкции, как правило, нижнего слоя основания, и повторяют расчет. Условие прочности по сдвигу может быть достигнуто также путем замены прослойки из слабого грунта более сдвигоустойчивым, например, щебнем из продуктов дробления скального грунта.

I2. При числе слоев асфальтобетона 2 и более вычисляют их суммарную толщину t_{ob} и средний модуль упругости E_{ob}.

I3. Вычисляют одноколесную эквивалентную нагрузку $P_{e,об}$ и диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки $D_{e,об}$ для асфальтобетона толщиной (в соответствии с п.5.64 СНиП 2.05.08–85 или по табл. 5 и 6 приложения 4 настоящего Пособия).

I4. Вычисляют средний модуль упругости искусственного основания под асфальтобетоном E_{sm} (аналогично вычислению E_{mt}).

I5. Вычисляют отношения $\frac{E'_e}{E_{sm}}$ и $\frac{t_{tot}}{D_e}$ и по номограмме черт. 7 обязательного приложения I0 СНиП 2.05.08–85 определяют коэффициент Ψ_k .

I6. Определяют эквивалентный модуль упругости основания под асфальтобетоном, лежащего на скальном несжимаемом грунте, $E_{es} = E_{sm}\Psi_k$.

I7. Вычисляют отношения $\frac{E_{об}}{E_{es}}$ и $\frac{t_{об}}{D_{e,об}}$ и по номограмме черт. 9 приложения I0 СНиП 2.05.08–85 определяют удельное растягивающее напряжение при изгибе на подошве нижнего асфальтобетонного слоя $\bar{\sigma}_z$.

I8. Определяют наибольшее растягивающее напряжение в нижнем слое асфальтобетона $\sigma_z = \bar{\sigma}_z p_a$ и проверяют условие прочности (4) для нижнего слоя асфальтобетона.

Если условие прочности не выполняется, необходимо увеличить толщину асфальтобетонного слоя $t_{об}$ или повысить модуль упругости искусственного основания и повторить расчет.

Методика расчета усиления асфальтобетоном цементобетонных или армобетонных однослойных покрытий на основаниях из материалов, укрепленных вяжущими

II.I3. Расчет усиления осуществляется в следующем порядке:

I. Определяют расчетную толщину существующего покрытия t_{pd} в зависимости от категории разрушения в соответствии с п. 5.68 СНиП 2.05.08–85.

2. Определяют толщину бетонного покрытия t_{ed}, эквивалентного по несущей способности существующему покрытию в соответствии с п. 5.69 СНиП 2.05.08–85.

3. Предварительно назначают толщину слоя усиления $t_{ус}$, которая должна удовлетворять условию:

$$t_{ус} \geq t_{ус,\,min} \quad , \qquad (28)$$

где $t_{ус,min}$ – минимальная толщина слоя усиления, принимается в зависимости от нагрузки и среднемесячной температуры воздуха наиболее холодного месяца.

Минимально допустимую толщину слоя усиления $t_{ус}$ определяют в соответствии с табл. 26 СНиП 2.05.08–85 или по табл. 3 настоящего Пособия.

4. Вычисляют приведенную толщину монолитного цементобетонного слоя t_{en} по формуле

$$t_{en} = t_{ос} + \frac{t_{ус}}{\sqrt[3]{\frac{E_ус}{t_{ос}}}} \cdot \qquad (29)$$

Прочностные, деформативные характеристики бетона и типы стыковых соединений (а, следовательно, переходные коэффициенты) принимаются такими же, как и для существующих покрытий (К = I,2 при наличии стыковых соединений, К = I,5 при отсутствии стыковых соединений).

5. Определяют жесткость бетонного слоя В толщиной t_{en} и жесткость искусственного основания, укрепленного вяжущим $B_ф$, по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия или по формуле (I2) п. 5.53 СНиП 2.05.08–85.

6. Вычисляют упругую характеристику ℓ плиты с жесткостью, равной сумме жесткостей бетонного слоя и основания. $B_{ист}$.

7. Определяют изгибающий момент от нагрузки при центральном загружении $M_{c,max}$ по табл. 8–I0 приложения 4 Пособия или по формулам СНиП 2.05.08–85 (п. 5.52) с использованием графиков рис. 3–6 приложения 4 настоящего Пособия с учетом уменьшения коэффициента динамичности $K_д$ на I5% (см. п.5.70 СНиП 2.05.08–85).

8. Определяют расчетный изгибающий момент $M_р$ в соответствии с п.I рекомендуемого приложения II СНиП.

9. Вычисляют предельный изгибающий момент m_u с учетом поправочного коэффициента K_m, определяемого по графику черт. 6 обязательного приложения 10 СНиП 2.05.08-85, или по табл. 11 приложения 4 настоящего Пособия.

10. Проверяют условие прочности $m_d \leq m_u$.

Если условие не выполняется, то увеличивают толщину асфальтобетона $t_{a\delta}$ и заново определяют приведенную толщину монолитного цементобетонного слоя t_{en} и повторяют расчеты до тех пор, пока условие прочности не будет выполнено.

Методика расчета усиления асфальтобетоном существующих железобетонных (или сборных из типовых плит) покрытий на пескоцементном основании

11.14. Определение толщины слоя асфальтобетона $t_{a\delta}$, необходимого для усиления существующего железобетонного или преднапряженного сборного покрытия, производится по формуле (33) СНиП 2.05.08-85.

Расчет производится в следующем порядке:

1. Предварительно существующее железобетонное покрытие заменяют эквивалентной по несущей способности толщиной монолитного цементобетонного покрытия по формуле

$$t_{ed} = t_{ex} K_e K_\ell^p \quad , \qquad (30)$$

где t_{ex} – толщина существующего жесткого покрытия;

K_e – коэффициент эквивалентности, принимаемый для покрытий:

Армобетонных	Железобетонных с процентом армирования μ_a, равным				Преднапряженных сборных из типовых плит ПАГ-14 и ПАГ-18
	0,25	0,30	0,35	0,40	
1,1	1,10	1,21	1,32	1,41	1,6

K_ℓ^p – коэффициент, учитывающий степень разрушения существующего покрытия, равный 1,0; 0,9; 0,8 соответственно при I, II, III категориях разрушения.

Характеристики материалов (расчетное сопротивление при изгибе, начальный модуль упругости бетона) принимаются как для существующих покрытий.

2. Предварительно назначают толщину слоя усиления из асфальтобетона t_{ab}, которая должна удовлетворять условию (28).

Вычисляют приведенную толщину монолитного цементобетонного слоя t_{en}, прочность которого должна удовлетворять требованию п. 5.51 СНиП 2.05.08-85.

3. По формуле (12) СНиП 2.05.08-85 или по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия определяют жесткость сечения приведенного монолитного бетонного слоя B и жесткость пескоцементного основания B_f.

4. Определяют центральный изгибающий момент $m_{c,mex}$ в соответствии с п.5.52 СНиП 2.05.08-85, как для однослойной плиты с жесткостью , или по табл. 8-10 приложения 4 настоящего Пособия.

5. Вычисляют расчетный изгибающий момент m_d в соответствии с п. 1 приложения 11 СНиП 2.05.08-85. Переходные коэффициенты K принимаются как для бетона (K = 1,2).

6. Вычисляют предельный изгибающий момент m_u с учетом поправочного множителя K_m в соответствии с п. 5.70 СНиП 2.05.08-85 и проверяют условие прочности по формуле (10) СНиП 2.05.08-85.

Если прочность не обеспечена, расчеты повторяют до тех пор, пока не будет выполнено условие $m_d \le m_u$.

Методика расчета усиления сборными типовыми плитами существующих сборных покрытий из типовых аэродромных плит на основаниях из материалов, укрепленных вяжущими (швы не совмещены)

II.15. Расчет производится в следующем порядке:

1. Предварительно назначают упругую характеристику усиленного покрытия l_d и определяют центральный изгибающий момент $m_{c,mex}$ по табл. 8-10 приложения 4 настоящего Пособия.

2. Определяют расчетный изгибающий момент $M_{d,sup}$ по формуле (3I) СНиП 2.05.08-85, при этом жесткости B_{inf}, B_{sup} определяют по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия; коэффициент K_I – по табл. п.5.58 СНиП 2.05.08-85.

3. Определяют предельный изгибающий момент M_u для плит верхнего слоя по табл. I3 приложения 4 настоящего Пособия.

4. Повторяют расчеты с изменением упругой характеристики плиты ℓ_d до тех пор, пока не будет обеспечено условие $M_{d,sup} \leq M_{u,sup}$

5. Определяют требуемый эквивалентный коэффициент постели K_{sd} для упругой характеристики ℓ_d по формуле:

$$K_{sd} = \frac{B_{inf} + B_{sup}}{\ell_d^4}. \qquad (3I)$$

Величину K_{sd} сравнивают с расчетным коэффициентом постели грунтового основания K_s.

Если $K_{sd} \leq K_s$, прочность усиленной конструкции считается достаточной и расчет заканчивают. Если $K_{sd} > K_s$, проверяют соответствие требуемой толщины искусственного основания фактической. Для этого вычисляют отношения

$$\frac{E_c}{1{,}8\,\ell_d\,K_{sd}}; \quad \frac{E_c}{1{,}8\,\ell K_s},$$

где K_s, ℓ – значения коэффициента постели грунта и упругой характеристики плиты, лежащей на грунте;

E_c – модуль упругости искусственного основания.

6. Вычисляют условный диаметр круга передачи нагрузки от плиты покрытия к искусственному основанию D_u по формуле

$$D_u = \frac{2{,}5\,\ell_d\,K_d}{\sqrt{K_w}}, \qquad (32)$$

где K_d – коэффициент, принимаемый по таблице рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 в зависимости от отношения радиуса круга, равновеликого площади отпечатка колеса опоры воздушного судна к упругой характеристике плиты R_0/ℓ_d;

K_w – коэффициент, принимаемый равным I,42 для плит ПАГ-I4 и ПАГ-I8, I,68 – для ЦДН; для остальных случаев величина K_w принимается по таблице рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85.

7. По номограмме черт. 2 рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 определяют отношение $\mathcal{D}_x/t_f$.

Определяют необходимую толщину искусственного основания t_f по формуле (6) рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85.

8. Полученную расчетом толщину искусственного основания t_f сравнивают с фактической толщиной t_{fa}.

Если при усилении сборных плит плитами ПАГ-I4 $t_{fa} < t_f$ то расчеты повторяют для плит ПАГ-I8. При невыполнении условия прочности для плит ПАГ-I8 следует предусматривать вариант усиления из асфальтобетона.

Методика расчета толщины жесткого слоя усиления существующего жесткого покрытия с учетом результатов испытаний покрытия

II.I6. Расчет производится в следующем порядке:

I. Для каждой точки, в которой проводились испытания, по формуле (7) настоящего Пособия вычисляют коэффициент отпора C_i;

2. Вычисляют расчетное значение коэффициента отпора по формуле

$$C = \frac{T_1 \cdot T_2}{n} \sum_{i=1}^{n} C_i \quad . \qquad (33)$$

где T_1, T_2 – коэффициенты, значения которых определяют в соответствии с п.I0.3;

n – число точек, в которых проводились испытания;

3. По формуле (8) настоящего Пособия находят значение функции $g(\lambda)$;

4. Вычисляют величину λ по формуле

$$\alpha = 1{,}63\sqrt{g(\alpha)}\,. \qquad (34)$$

5. По п. I0.4 настоящего Пособия – определяют значение B_{tot};

6. Принимают $K_s = C$; $B_f = B_{tot}$;

7. Назначают толщину слоя усиления и вычисляют его жесткость согласно указаниям п. 5.53 СНиП 2.05.08–85 или по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия.

8. По формуле (II) настоящего Пособия вычисляют значение коэффициента K_2;

9. Определяют расчетный изгибающий момент в слое усиления в зависимости от его конструкции по формулам (23), (3I) или (32) СНиП 2.05.08–85, введя в правую часть этих формул дополнительный множитель K_2.

I0. По формулам (I4), (I5) или (I6) СНиП 2.05.08–85 вычисляют предельный изгибающий момент в верхнем слое и проверяют удовлетворение условия (30) СНиП 2.05.08–85.

Методика расчета толщины жесткого слоя усиления существующего нежесткого покрытия с учетом результатов испытаний покрытий

I4.I7. При расчете жесткого слоя усиления нежесткого покрытия по данным его испытаний средние значения K , B находят, как в пункте II.I6.

Далее расчет осуществляют в следующем порядке:

I. Принимают $B_f = B_{tot}$;

2. Вычисляют $\gamma_B = B_{sup}/B_f$, находят значение θ_0 и определяют величину β согласно указаниям п. I приложения II СНиП 2.05.08–85.

3. Определяют величину $m_{c,max}$ как для однослойной плиты жесткостью $B_{sup} + B_f$, согласно указаниям п. 5.52 СНиП 2.05.08–85;

4. Вычисляют расчетный изгибающий момент в слое усиления:

$$m_d = \frac{B_{sup}}{B_{sup}+B_f} K_\beta K_{x(y)} m_{c,max} \qquad (35)$$

5. Вычисляют предельный изгибающий момент и проверяют условие прочности так же, как в пункте II.I6.

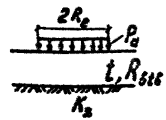
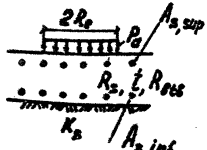
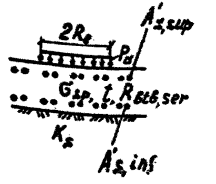
Приложение I

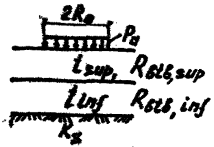
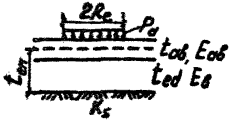
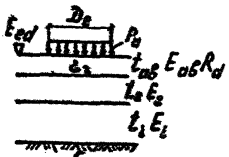
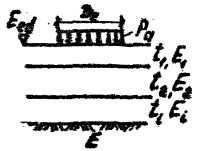
РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

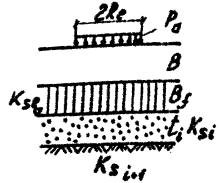
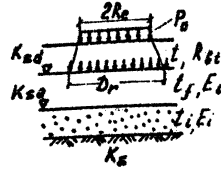
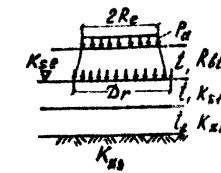
Расчет и конструирование жестких покрытий состоит в назначении геометрических параметров сечений плит, удовлетворяющих условиям прочности, указанным в табл. I.

Расчет и конструирование нежестких покрытий заключается в назначении толщин слоев конструкции, при которых обеспечиваются трещиностойкость слоев из асфальтобетона и других связных материалов, а также сопротивление грунтового основания и оснований из несвязных материалов колееобразованию под действием повторных нагрузок (табл. I).

Таблица I

Расчетная схема	Конструкция покрытия	Предельное состояние
I	2	3
	Однослойные цементобетонные и армобетонные покрытия	По прочности $m_d \le m_u$
	Железобетонные покрытия	По прочности $m_d \le m_u$ По ширине раскрытия трещин $a_{crc} \le 0,3$ мм
	Предварительно-напряженные железобетонные монолитные и сборные покрытия: для сечений, армированных напрягаемой арматурой	По образованию трещин $m_d \le m_u$

I	2	3
Как для железобетонных покрытий	для сечений, армированных ненапрягаемой арматурой	Как для железобетонных покрытий
	Двухслойные жесткие покрытия	По прочности $m_{d,sup} \le m_{u,sup}$ $m_{d,inf} \le m_{u,inf}$
Как для двухслойных жестких покрытий 	Конструкции усиления жестких покрытий: жестким слоем	По прочности $m_{d,sup} \le m_{u,sup}$ $m_{d,inf} \le m_{u,inf}$
	асфальтобетонным слоем	По прочности $m_d \le m_u$ при $t_{ab} \ge t_{ab,min}$
	Нежесткие покрытия капитального типа и конструкции усиления асфальтобетоном	По деформации (относительному прогибу конструкции) $\lambda_d \le \gamma_c \lambda_u$ По прочности $\sigma_z \le \gamma_c R_d$
	Нежесткие покрытия облегченного типа	По деформации (относительному прогибу конструкции) $\lambda_d \le \gamma_c \lambda_u$

I	2	3
	Бетонные и армобетонные покрытия на основаниях из материалов, обработанных цементом	По прочности покрытия $m_d \leq m_u$
	Железобетонные, предварительно напряженные и сборные покрытия на основаниях из материалов, обработанных вяжущим	По прочности покрытия $m_d \leq m_u$
	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} $m_d \leq m_u$

Приложение 2

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОСТЕЛИ ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ

Таблица I

Толщина дренирующего слоя, см, с модулем упругости $E = 150$ МПа (1500 кгс/см^2)	Эквивалентные коэффициенты постели искусственного основания K_{ii}, МН/м^3, (кгс/см^3) из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания, МН/м^3 (кгс/см^3)[1]				
	29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
I5	35,5 (3,6)	44,8 (4,6)	54,I (5,5)	63,4 (6,5)	82,0 (8,4)
20	37,5 (3,8)	46,6 (4,8)	55,7 (5,7)	64,9 (6,6)	83,I (8,5)
30	4I,4 (4,2)	50,2 (5,I)	59,0 (6,0)	67,8 (6,9)	85,4 (8,7)
40	45,2 (4,6)	53,7 (5,5)	62,2 (6,3)	70,7 (7,2)	87,7 (8,9)
50	49,0 (5,0)	57,I (5,8)	65,3 (6,7)	73,5 (7,5)	89,9 (9,2)
60	52,7 (5,4)	60,5 (6,2)	68,4 (7,0)	76,3 (7,8)	92,0 (9,4)
70	56,3 (5,7)	63,9 (6,5)	7I,4 (7,3)	79,0 (8,I)	94,I (9,6)
80	59,8 (6,I)	67,I (6,8)	74,4 (7,6)	8I,7 (8,3)	96,2 (9,8)
90	63,3 (6,5)	70,3 (7,2)	77,3 (7,9)	84,3 (8,6)	98,2 (I0,0)
I00	66,7 (6,8)	73,4 (7,5)	80,I (8,2)	86,8 (8,9)	I00,2 (I0,2)
II0	70.I (7,I)	76,5 (7,8)	82,9 (8,5)	89,3 (9,I)	I02,2 (I0,4)
I20	73,3 (7,5)	79,5 (8,I)	85,6 (8,7)	9I,8 (9,4)	I04,I (I0,6)
I30	76,5 (7,8)	82,4 (8,4)	88,3 (9,0)	94,2 (9,6)	I05,9 (I0,8)
I40	79,7 (8,I)	85,3 (8,7)	90,9 (9,3)	96,5 (9,8)	I07,8 (II,0)
I50	82,7 (8,4)	88,I (9,0)	93,5 (9,5)	98,8 (I0,I)	I09,6 (II,2)
I60	85,7 (8,7)	90,8 (9,3)	95,9 (9,8)	I0I,I (I0,3)	III,3 (II,3)
I70	88,6 (9,0)	93,5 (9,5)	98,4 (I0,0)	I03,2 (I0,5)	II2,9 (II,5)

[1] $\mathcal{D}_t$ = 360 см.

Таблица 2

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости E_0=200 МПа (2000 кгс/см^2)	Толщина дренирующего слоя, см, с модулем упругости E_0=120 МПа (1200 кгс/см^2)	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований K_{eq}, МН/м^3 (кгс/см^2) из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания, МН/м^3 (кгс/см^2) x)				
		29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
0	I5	34 (3,5)	43 (4,4)	53 (5,4)	62 (6,3)	80 (8,2)
	20	35 (3,6)	44 (4,5)	54 (5,5)	63 (6,4)	8I (8,3)
	30	38 (3,9)	47 (4,8)	56 (5,7)	65 (6,6)	82 (8,4)
	40	4I (4,2)	50 (5,I)	58 (5,9)	67 (6,8)	83 (8,5)
	50	44 (4,5)	52 (5,3)	6I (6,2)	69 (7,0)	85 (8,7)
I5	0	38 (3,9)	47 (4,8)	57 (5,8)	65 (6,7)	84 (8,6)
	I5	42 (4,3)	5I (5,2)	60 (6,I)	69 (7,0)	86 (8,8)
	20	44 (4,5)	53 (5,4)	6I (6,2)	70 (7,I)	87 (8,9)
	30	46 (4,7)	55 (5,6)	64 (6,5)	72 (7,3)	88 (9,0)
	40	49 (5,0)	58 (5,9)	66 (6,7)	74 (7,5)	89 (9,I)
	50	52 (5,3)	60 (6,I)	68 (6,9)	76 (7,7)	9I (9,3)
20	0	4I (4,2)	50 (5,I)	59 (6,0)	69 (7,0)	86 (8,8)
	I5	45 (4,6)	54 (5,5)	63 (6,4)	72 (7,3)	88 (9,0)
	20	47 (4,8)	55 (5,6)	64 (6,5)	73 (7,4)	89 (9,I)
	30	49 (5,0)	58 (5,9)	66 (6,7)	74 (7,5)	90 (9,2)
	40	52 (5,3)	60 (6,I)	68 (6,9)	76 (7,7)	9I (9,3)
	50	55 (5,6)	63 (6,4)	70 (7,I)	77 (7,9)	93 (9,5)
30	0	46 (4,7)	55 (5,6)	64 (6,5)	73 (7,4)	90 (9,2)
	I5	5I (5,2)	59 (6,0)	68 (6,9)	76 (7,7)	92 (9,4)
	20	52 (5,3)	60 (6,I)	69 (7,0)	76 (7,8)	93 (9,5)
	30	55 (5,6)	63 (6,4)	7I (7,2)	78 (8,0)	94 (9,6)
	40	58 (5,9)	65 (6,6)	73 (7,4)	80 (8,2)	95 (9,7)
	50	60 (6,I)	68 (6,9)	74 (7,6)	82 (8,4)	96 (9,8)
40	0	52 (5,3)	60 (6,I)	69 (7,0)	77 (7,9)	94 (9,6)
	I5	56 (5,7)	64 (6,5)	72 (7,3)	80 (8,2)	96 (9,8)
	20	57 (5,8)	66 (6,7)	74 (7,5)	8I (8,3)	97 (9,9)
	30	60 (6,I)	68 (6,9)	76 (7,7)	82 (8,4)	98 (I0,0)
	40	63 (6,4)	70 (7,I)	78 (7,9)	84 (8,6)	99 (I0,I)
	50	66 (6,7)	73 (7,4)	79 (8,I)	86 (8,8)	I00 (I0,2)
50	0	57 (5,8)	66 (6,7)	74 (7,5)	8I (8,3)	98 (I0,0)
	I5	6I (6,2)	69 (7,0)	77 (7,8)	84 (8,6)	I00 (I0,2)
	20	63 (6,4)	7I (7,2)	78 (7,9)	85 (8,7)	I00 (I0,2)
	30	66 (6,7)	73 (7,4)	79 (8,I)	87 (8,9)	I02 (I0,4)
	40	68 (6,9)	74 (7,6)	8I (8,3)	89 (9,I)	I03 (I0,5)
	50	7I (7,2)	78 (7,9)	83 (8,5)	90 (9,2)	I04 (I0,6)

x) D_t = 360 см.

Таблица 3

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости E = 250 МПа, (2500 кгс/см²)	Толщина дренирующего слоя, см, с модулем упругости E = 120 МПа (1200 кгс/см²)	Эквивалентные коэффициенты постели искусственного основания $K_{экв}$, МН/м³ (кгс/см³) из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания, МН/м³ (кгс/см³)x)				
		29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
0	I5	34 (3,5)	43 (4,4)	53 (5,4)	62 (6,3)	80 (8,2)
	20	35 (3,6)	44 (4,5)	54 (5,5)	63 (6,4)	8I (8,3)
	30	38 (3,9)	47 (4,8)	56 (5,7)	65 (6,6)	82 (8,4)
	40	4I (4,2)	50 (5,I)	58 (5,9)	67 (6,8)	83 (8,5)
	50	44 (4,5)	52 (5,3)	6I (6,2)	69 (7,0)	85 (8,7)
I5	0	40 (4,I)	50 (5,I)	59 (6,0)	68 (7,0)	87 (8,9)
	I5	45 (4,6)	54 (5,5)	63 (6,4)	7I (7,3)	88 (9,I)
	20	46 (4,7)	55 (5,6)	64 (6,5)	72 (7,4)	90 (9,I)
	30	49 (5,0)	57 (5,9)	66 (6,7)	74 (7,6)	9I (9,3)
	40	52 (5,3)	60 (6,I)	68 (6,9)	76 (7,8)	92 (9,4)
	50	55 (5,6)	63 (6,4)	70 (7,2)	78 (7,9)	93 (9,5)
20	0	44 (4,5)	53 (5,4)	62 (6,4)	72 (7,3)	90 (9,2)
	I5	49 (4,9)	57 (5,8)	66 (6,7)	74 (7,6)	92 (9,3)
	20	50 (5,I)	58 (6,0)	67 (6,8)	75 (7,7)	92 (9,4)
	30	53 (5,4)	6I (6,2)	69 (7,2)	77 (7,9)	94 (9,6)
	40	56 (5,7)	63 (6,5)	7I (7,3)	79 (8,I)	95 (9,7)
	50	58 (5,9)	66 (6,7)	73 (7,5)	8I (8,3)	96 (9,8)
30	0	5I (5,2)	60 (6,I)	69 (7,0)	78 (7,9)	95 (9,7)
	I5	56 (5,7)	64 (6,5)	72 (7,4)	8I (8,2)	97 (9,9)
	20	57 (5,8)	65 (6,6)	73 (7,4)	82 (8,3)	98 (I0,0)
	30	60 (6,I)	68 (6,9)	75 (7,7)	83 (8,5)	99 (I0,I)
	40	62 (6,4)	70 (7,I)	78 (7,9)	85 (8,7)	I00 (I0,2)
	50	65 (6,6)	72 (7,4)	80 (8,I)	87 (8,9)	I02 (I0,4)
40	0	58 (5,9)	67 (6,8)	75 (7,7)	84 (8,5)	I0I (I0,3)
	I5	63 (6,4)	7I (7,2)	79 (8,0)	87 (8,8)	I03 (I0,5)
	20	64 (6,5)	72 (7,3)	80 (8,I)	87 (8,9)	I03 (I0,5)
	30	67 (6,8)	74 (7,6)	82 (8,3)	89 (9,I)	I04 (I0,7)
	40	69 (7,I)	77 (7,8)	84 (8,6)	9I (9,3)	I06 (I0,8)
	50	72 (7,3)	79 (8,0)	86 (8,8)	93 (9,4)	I07 (I0,9)
50	0	65 (6,7)	73 (7,5)	82 (8,3)	90 (9,2)	I06 (I0,8)
	I5	69 (7,I)	77 (7,9)	85 (8,6)	92 (9,4)	I08 (II,0)
	20	7I (7,2)	78 (8,0)	86 (8,8)	93 (9,5)	I09 (II,I)
	30	73 (7,5)	8I (8,2)	88 (9,0)	95 (9,7)	II0 (II,2)
	40	76 (7,8)	83 (8,5)	90 (9,2)	97 (9,9)	III (II,3)
	50	79 (8,0)	85 (8,7)	92 (9,4)	99 (I0,I)	II2 (II,4)

x) $D_т$ = 360 см

Таблица 4

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости E = 300 МПа (3000 кгс/см^2)	Толщина дренирующего слоя, см, с модулем упругости E = 120 МПа (1200 кгс/см^2)	Эквивалентные коэффициенты постели искусственного основания $K_{экв}$, МН/м^3 (кгс/см^3) из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м^3, (кгс/см^3)x)				
		29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
0	15	34 (3,5)	43 (4,4)	53 (5,4)	62 (6,3)	80 (8,2)
	20	35 (3,6)	44 (4,5)	54 (5,5)	64 (6,5)	81 (8,3)
	30	38 (3,9)	47 (4,8)	56 (5,7)	65 (6,6)	82 (8,4)
	40	41 (4,2)	50 (5,1)	58 (5,9)	67 (6,8)	83 (8,5)
	50	44 (4,5)	52 (5,3)	61 (6,2)	69 (7,0)	85 (8,7)
15	0	43 (4,4)	52 (5,3)	62 (6,3)	71 (7,2)	89 (9,1)
	15	44 (4,5)	56 (5,7)	65 (6,6)	74 (7,6)	91 (9,3)
	20	49 (5,0)	58 (5,9)	67 (6,8)	75 (7,7)	92 (9,4)
	30	49 (5,0)	60 (6,1)	69 (7,0)	76 (7,8)	93 (9,5)
	40	54 (5,5)	63 (6,4)	71 (7,2)	78 (8,0)	94 (9,6)
	50	54 (5,5)	65 (6,6)	73 (7,4)	80 (8,2)	96 (9,8)
20	0	47 (4,8)	56 (5,7)	66 (6,7)	75 (7,7)	93 (9,5)
	15	49 (5,0)	61 (6,2)	69 (7,0)	77 (7,9)	95 (9,7)
	20	49 (5,0)	62 (6,3)	71 (7,2)	78 (8,0)	96 (9,8)
	30	54 (5,5)	65 (6,6)	73 (7,4)	80 (8,2)	97 (9,9)
	40	54 (5,5)	67 (6,8)	74 (7,6)	82 (8,4)	98 (10,0)
	50	59 (6,0)	69 (7,0)	76 (7,8)	84 (8,6)	99 (10,1)
30	0	56 (5,7)	65 (6,6)	74 (7,5)	82 (8,4)	99 (10,1)
	15	59 (6,0)	69 (7,0)	77 (7,9)	85 (8,7)	102 (10,4)
	20	59 (6,0)	71 (7,2)	78 (8,0)	86 (8,8)	103 (10,5)
	30	64 (6,5)	73 (7,4)	80 (8,2)	88 (9,0)	104 (10,6)
	40	64 (6,5)	74 (7,6)	82 (8,4)	90 (9,2)	105 (10,7)
	50	69 (7,0)	77 (7,9)	84 (8,6)	92 (9,4)	107 (10,9)
40	0	64 (6,5)	74 (7,5)	82 (8,4)	90 (9,2)	107 (10,9)
	15	67 (6,8)	77 (7,9)	85 (8,7)	93 (9,5)	105 (11,1)
	20	69 (7,0)	78 (8,0)	86 (8,8)	94 (9,6)	110 (11,2)
	30	69 (7,0)	80 (8,2)	88 (9,0)	96 (9,8)	111 (11,3)
	40	74 (7,5)	83 (8,5)	90 (9,2)	97 (9,9)	112 (11,4)
	50	74 (7,5)	85 (8,7)	92 (9,4)	98 (10,1)	114 (11,6)
50	0	71 (7,2)	81 (8,3)	90 (9,2)	98 (10,0)	115 (11,7)
	15	74 (7,5)	84 (8,6)	94 (9,6)	102 (10,4)	118 (12,0)
	20	74 (7,5)	86 (8,8)	95 (9,7)	103 (10,5)	118 (12,0)
	30	78 (8,0)	88 (9,0)	96 (9,8)	104 (10,6)	118 (12,0)
	40	80 (8,2)	91 (9,3)	98 (10,0)	105 (10,7)	119 (12,1)
	50	83 (8,5)	93 (9,5)	100 (10,2)	107 (10,9)	120 (12,2)

x) D_t = 360 см.

Таблица 5

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости E = 350 МПа (3500 кгс/см²)	Толщина дренирующего слоя, см, с модулем упругости E = 120 МПа (1200 кгс/см²)	Эквивалентные коэффициенты постели искусственного основания $K_{экв}$, МН/м³ (кгс/см³) из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания, МН/м³ (кгс/см³)[1]				
		29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
0	15	34 (3,5)	43 (4,4)	53 (5,4)	62 (6,3)	80 (8,2)
	20	35 (3,6)	44 (4,5)	54 (5,5)	64 (6,5)	81 (8,3)
	30	38 (3,9)	47 (4,8)	56 (5,7)	65 (6,6)	82 (8,4)
	40	41 (4,2)	50 (5,1)	58 (5,9)	67 (6,8)	83 (8,5)
	50	44 (4,5)	52 (5,3)	61 (6,2)	69 (7,0)	85 (8,7)
15	0	46 (4,7)	55 (5,6)	64 (6,5)	74 (7,5)	92 (9,4)
	15	49 (5,0)	59 (6,0)	68 (6,9)	76 (7,8)	94 (9,6)
	20	49 (5,0)	61 (6,2)	69 (7,0)	77 (7,9)	95 (9,7)
	30	54 (5,5)	63 (6,4)	71 (7,2)	79 (8,1)	96 (9,8)
	40	54 (5,5)	65 (6,6)	73 (7,4)	81 (8,3)	97 (9,9)
	50	59 (6,0)	68 (6,9)	75 (7,7)	83 (8,5)	98 (10,0)
30	0	50 (5,1)	60 (6,1)	69 (7,0)	78 (8,0)	96 (9,8)
	15	54 (5,5)	64 (6,5)	73 (7,4)	81 (8,3)	98 (10,0)
	20	54 (5,5)	65 (6,6)	74 (7,5)	82 (8,4)	99 (10,1)
	30	57 (5,8)	68 (6,9)	75 (7,7)	84 (8,6)	100 (10,2)
	40	59 (6,0)	70 (7,1)	77 (7,9)	85 (8,7)	101 (10,3)
	50	61 (6,2)	73 (7,4)	80 (8,2)	87 (8,9)	103 (10,5)
30	0	61 (6,2)	70 (7,1)	78 (8,0)	87 (8,9)	105 (10,7)
	15	64 (6,5)	74 (7,5)	82 (8,4)	90 (9,2)	107 (10,9)
	20	64 (6,5)	75 (7,7)	83 (8,5)	91 (9,3)	108 (11,0)
	30	69 (7,0)	77 (7,9)	85 (8,7)	93 (9,5)	109 (11,1)
	40	71 (7,2)	79 (8,1)	87 (8,9)	95 (9,7)	110 (11,2)
	50	74 (7,5)	82 (8,4)	89 (9,1)	97 (9,9)	112 (11,4)
40	0	70 (7,1)	79 (8,1)	88 (9,0)	97 (9,9)	114 (11,6)
	15	74 (7,5)	83 (8,5)	92 (9,4)	100 (10,2)	116 (11,8)
	20	74 (7,5)	85 (8,7)	93 (9,5)	101 (10,3)	117 (11,9)
	30	78 (8,0)	87 (8,9)	95 (9,7)	102 (10,4)	118 (12,0)
	40	78 (8,0)	90 (9,2)	97 (9,9)	104 (10,6)	119 (12,1)
	50	83 (8,5)	92 (9,4)	99 (10,1)	106 (10,8)	120 (12,2)
50	0	78 (8,0)	89 (9,1)	98 (10,0)	106 (10,8)	122 (12,5)
	15	83 (8,5)	93 (9,5)	102 (10,4)	110 (11,2)	126 (12,8)
	20	83 (8,5)	95 (9,7)	103 (10,5)	111 (11,3)	126 (12,8)
	30	88 (9,0)	97 (9,9)	104 (10,6)	112 (11,4)	126 (12,9)
	40	88 (9,0)	99 (10,1)	106 (10,8)	113 (11,5)	127 (13,0)
	50	93 (9,5)	102 (10,4)	108 (11,0)	115 (11,7)	128 (13,1)

[1] D_t = 360 см.

Таблица 6

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости E = 450 МПа (4500 кгс/см²)	Толщина дренирующего слоя, см, с модулем упругости E = 120 МПа (1200 кгс/см²)	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований $K_{экв}$, МН/м³ (кгс/см³), из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания, МН/м³ (кгс/см³)x)				
		29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
0	I5	34 (3,5)	42 (4,4)	53 (5,4)	62 (6,3)	80 (8,2)
	20	35 (3,6)	44 (4,5)	54 (5,5)	64 (6,5)	8I (8,3)
	30	38 (3,9)	47 (4,8)	56 (5,7)	65 (6,6)	82 (8,4)
	40	4I (4,2)	50 (5,I)	58 (5,9)	67 (6,8)	83 (8,5)
	50	44 (4,5)	52 (5,3)	6I (6,2)	69 (7,0)	85 (8,7)
I5	0	49 (5,0)	59 (6,0)	69 (7,0)	83 (8,5)	98 (I0,0)
	I5	54 (5,5)	6I (6,2)	69 (7,0)	83 (8,5)	98 (I0,0)
	20	54 (5,5)	64 (6,5)	74 (7,5)	86 (8,8)	98 (I0,0)
	30	59 (6,0)	67 (6,8)	74 (7,5)	88 (9,0)	I03 (I0,5)
	40	59 (6,0)	69 (7,0)	78 (8,0)	90 (9,2)	I03 (I0,5)
	50	64 (6,5)	7I (7,2)	78 (8,0)	90 (9,2)	I03 (I0,5)
30	0	54 (5,5)	65 (6,6)	78 (7,8)	89 (9,I)	I03 (I0,5)
	I5	59 (6,0)	68 (6,9)	78 (7,8)	90 (9,2)	I06 (I0,7)
	20	6I (6,2)	7I (7,2)	80 (8,2)	93 (9,5)	I06 (I0,7)
	30	64 (6,5)	74 (7,5)	83 (8,5)	96 (9,8)	I06 (II,0)
	40	67 (6,8)	74 (7,6)	83 (8,5)	96 (9,8)	II0 (II,2)
	50	69 (7,0)	78 (8,0)	88 (9,0)	99 (I0,I)	II0 (II,2)

30	0	69 (7,0)	79 (8,I)	90 (9,2)	I04 (I0,6)	II8 (I2,0)
	I5	7I (7,2)	83 (8,5)	96 (9,8)	I06 (II,0)	I20 (I2,2)
	20	74 (7,5)	84 (8,6)	96 (8)	I08 (II,0)	I20 (I2,2)
	30	78 (8,0)	89 (9,I)	I00 (2)	III (II,3)	I22 (I2,4)
	40	80 (8,2)	90 (9,2)	I00 (I0,2)	II2 (II,4)	I23 (I2,5)
	50	83 (8,5)	93 (9,5)	I03 (I0,5)	II4 (II,6)	I25 (I2,7)
40	0	83 (8,5)	94 (9,6)	I06 (I0,8)	II8 (I2,0)	I30 (I3,2)
	I5	86 (8,8)	98 (I0,0)	II0 (II,2)	I22 (I2,4)	I32 (I3,5)
	20	88 (9,0)	I00 (I0,2)	II3 (II,5)	I23 (I2,5)	I32 (I3,5)
	30	90 (9,2)	I03 (I0,5)	II6 (II,8)	I24 (I2,6)	I32 (I3,5)
	40	93 (9,5)	I04 (I0,6)	II6 (II,8)	I26 (I2,9)	I37 (I4,0)
	50	96 (9,8)	I08 (II,0)	I20 (I2,2)	I28 (I3,I)	I37 (I4,0)
50	0	93 (9,5)	I08 (II,0)	I22 (I2,5)	I32 (I3,5)	I42 (I4,5)
	I5	98 (I0,0)	II0 (II,2)	I22 (I2,5)	I35 (I3,8)	I47 (I5,0)
	20	98 (I0,0)	II3 (II,5)	I27 (I3,0)	I37 (I4,0)	I47 (I5,0)
	30	I03 (I0,5)	II6 (II,8)	I27 (I3,0)	I37 (I4,0)	I47 (I5,0)
	40	I03 (I0,5)	II8 (I2,0)	I32 (I3,5)	I4I (I4,4)	I49 (I5,2)
	50	I08 (II,0)	I20 (I2,2)	I32 (I3,5)	I42 (I4,5)	I52 (I5,5)

x) Ω_0 = 360 см.

Разновидности крупнообломочных и песчаных грунтов

Таблица 7

Вид грунта	Содержание частиц в % от общего веса воздушно-сухого грунта
КРУПНООБЛОМОЧНЫЙ	
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%
ПЕСЧАНЫЙ	
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 наименование грунта по первой сумме, удовлетворяющей показатель в порядке расположения наименований в настоящей таблице.

РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Перечень стандартов ГОСТ и нормативных документов, подлежащих учету при проектировании аэродромных покрытий

Таблица I

Индекс ГОСТ и стандартов	Наименование
I	2
СТ.СЭВ I565-79	Нормативно-техническая документация в строительстве. Буквенные обозначения
СТ.СЭВ I052-78	Метрология. Единицы физических величин
СН-528-80	Перечень единиц физических величин, подлежащих применению в строительстве
ГОСТ 5781-82	Сталь горячекатанная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия
ГОСТ I0884-8I	Сталь стержневая арматурная термомеханически и термически упрочненная периодического профиля. Технические условия

I	2
ГОСТ 6727-80	Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия
ГОСТ 28239-72 (СТ.СЭВ 2209-80)	Сталь горячекатанная. Балки двутавровые. Сортамент
ГОСТ 2590-71 (СТ. СЭВ 3898-82)	Сталь горячекатанная круглая. Сортамент
ГОСТ 25912.0-83- ГОСТ 25912.3-83	Плиты железобетонные предварительно-напряженные для аэродромных покрытий
ГОСТ 26633-85	Бетон тяжелый. Технические условия
ГОСТ 25192-82	Бетоны. Классификация и общие технические требования
ГОСТ 18105-86 (СТ.СЭВ 2046-79)	Бетоны. Правила контроля прочности
ГОСТ 9128-84	Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия
ГОСТ 25100-82	Грунты. Классификация
ГОСТ 25607-83	Материалы нерудные для щебеночных и гравийных оснований и покрытий автомобильных дорог. Технические условия
ГОСТ 25877-83	Смеси дегтебетонные дорожные и дегтебетон. Технические условия
ГОСТ 4641-80	Дегти каменноугольные для дорожного строительства. Технические условия
ГОСТ 23558-79	Материалы щебеночные, гравийные и песчаные, обработанные неорганическими вяжущими. Технические условия
ГОСТ 3344-83	Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия
ГОСТ 18659-81	Эмульсии битумные дорожные. Технические условия

Таблица 2

Вид и класс арматуры	Нормативные R_{sn} и расчетные $R_{s,ser}$ сопротивления растяжению для предельных состояний второй группы, МПа (кгс/см^2)	Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы R_s, МПа (кгс/см^2)	Модуль упругости арматуры E_a, МПа (кгс/см^2)
I	2	3	4
СТЕРЖНЕВАЯ			
А-I	235 ($2{,}4\cdot10^3$)	225 ($2{,}3\cdot10^3$)	$2{,}1\cdot10^5$ ($2{,}1\cdot10^6$)
А-II	295 ($3{,}0\cdot10^3$)	280 ($2{,}8\cdot10^3$)	$2{,}1\cdot10^5$ ($2{,}1\cdot10^6$)
А-III диаметром, мм:			
6-8	390 ($4{,}0\cdot10^3$)	355 ($3{,}6\cdot10^3$)	$2\cdot10^5$ ($2\cdot10^6$)
10-40	390 ($4{,}0\cdot10^3$)	365 ($3{,}7\cdot10^3$)	$2\cdot10^5$ ($2\cdot10^6$)
А-IУ	590 ($6{,}0\cdot10^3$)	510 ($5{,}2\cdot10^3$)	$2\cdot10^5$ ($2\cdot10^6$)
А-У	785 ($8{,}0\cdot10^3$)	680 ($6{,}9\cdot10^3$)	$1{,}9\cdot10^5$ ($1{,}9\cdot10^6$)
ПРОВОЛОЧНАЯ			
В-II диаметром, мм:			
3	1490 ($15{,}2\cdot10^3$)	1240 ($12{,}6\cdot10^3$)	$2\cdot10^5$ ($2\cdot10^6$)
4	1410 ($14{,}4\cdot10^3$)	1180 ($12{,}0\cdot10^3$)	$2\cdot10^5$ ($2\cdot10^6$)
5	1335 ($13{,}6\cdot10^3$)	1110 ($11{,}3\cdot10^3$)	$2\cdot10^5$ ($2\cdot10^6$)
6	1255 ($12{,}8\cdot10^3$)	1050 ($10{,}6\cdot10^3$)	$2\cdot10^5$ ($2\cdot10^6$)

I	2	3	4
7	II75 (I2,0·I0^3)	980 (I0,0·I0^3)	2·I0^5 (2·I0^6)
8	II00 (II,2·I0^3)	9I5 (9,3·I0^3)	2·I0^5 (2·I0^6)
Вр-II диаметром, мм:			
3	I460 (I4,9·I0^3)	I2I5 (I2,4·I0^3)	2·I0^5 (2·I0^6)
4	I370 (I4,0·I0^3)	II45 (II,7·I0^3)	2·I0^5 (2·I0^6)
5	I255 (I2,8·I0^3)	I045 (I0,7·I0^3)	2·I0^5 (2·I0^6)
6	II75 (I2,0·I0^3)	980 (I0,0·I0^3)	2·I0^5 (2·I0^6)
7	II00 (II,2·I0^3)	9I5 (9,3·I0^3)	2·I0^5 (2·I0^6)
8	I020 (I0,4·I0^3)	850 (8,7·I0^3)	2·I0^5(2·I0^6)

Примечания: I. Предельные состояния второй группы учитываются в расчетах армированных сечений по образованию трещин (преднапряженные железобетонные покрытия).
2. Предельные состояния первой группы учитываются в расчетах армированных сечений на прочность (обычные железобетонные покрытия).

Материалы для искусственных оснований жестких и нежестких покрытий

Таблица 3

Вид материала	Класс прочности и марка по сжатию[x]	Предельное сопротивление растяжению при изгибе, $R_{изг}$ МПа[xx]	Модуль упругости Е, МПа, при расчете покрытий	
			жестких	нежестких
Тощий бетон:				
из пластичной смеси с осадкой конуса 1–4 см	В 5/75	–/0,9	$13 \cdot 10^3$	
	В 7,5/100	–/1,2	$17 \cdot 10^3$	
	В 10/150	–/1,5	$27 \cdot 10^3$	
из жесткой смеси (жесткость 60–80 с по вискозиметру)	В 5/75	1,2/0,9	$10 \cdot 10^3$	
	В 7,5/100	1,5/1,2	$13 \cdot 10^3$	
	В 10/150	1,8/1,5	$15,5 \cdot 10^3$	
Черный щебень с расходом битума 1,5–3,0%, пропитанный цементным раствором состава 1:1–1:4 вязкостью 12,5–25 с с органическими добавками:				
мелкозернистый (10–20 мм)	В 3,5/50	1,1	–	$1,5 \cdot 10^3$
	В 5/75	1,6	–	$1,75 \cdot 10^3$
	В 7,5/100	2,2	–	$2,0 \cdot 10^3$
крупнозернистый (20–40 мм)	В 3,5/50	0,9	–	$1,5 \cdot 10^3$
	В 5/75	1,3	–	$1,75 \cdot 10^3$
	В 7,5/100	1,8	–	$2,0 \cdot 10^3$

x) Перед чертой указан класс прочности, за чертой – марка по сжатию.

xx) Перед чертой указаны значения $R_{изг}$ для бетонов на высокопрочном заполнителе, после черты – на гравии и местных каменных материалах.

Примечания: I. Показатели физико-механических свойств черного щебня, пропитанного цементным раствором, даны для образцов в возрасте 28 суток.

2. При пропитке черного щебня цементным раствором рекомендуются следующие добавки в процентах по массе цемента: битум – 2–4; деготь – 2; гудрон – 3; каменноугольная смола – 4,5–5; сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ), смола нейтрализованная воздухововлекающая (СНВ), мылонафт – 0,I и др. Составы на композиции для пропитки приведены в авторских свидетельствах № 924211 и № 953060.

3. Пористость черного щебня должна быть не менее 20%.

4. Расчет асфальтобетонных покрытий на основаниях из тощего бетона рекомендуется производить аналогично расчету усиления цементобетонных покрытий асфальтобетоном (п.п. 5.69–5.70 СНиП 2.05.08–85).

Таблица 4

Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях нежестких покрытий	Модуль упругости E, МПа
I	2
Щебень и гравий, обработанные цементом, марок:	
75	I000
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 – " –	650–500
III – " –	450–300
Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси неоптимального состава, пески (кроме мелких, пылеватых и однородных), 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 – " –	600–450
III – " –	420–280

I	2
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 -"-	530-350
III -"-	320-200
То же, укрепленные цементом:	
I класс прочности	600-420
II -"-	400-250
III -"-	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 -"-	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 -"-	550-400
III -"-	380-250
Супеси тяжелые и пылеватые, суглинки легкие, укрепленные комплексными вяжущими:	
I класс прочности	600-500
II -"-	450-300
III -"-	280-150
То же, укрепленные эмульсиями на вязких битумах	250-180
Суглинки тяжелые, пылеватые, глины песчанистые и пылеватые, укрепленные минеральными и комплексными вяжущими:	
II класс прочности	330-200
III -"-	180-80

I	2
Грунт, укрепленный жидким битумом:	
супесь непылеватая	I50-200
суглинок, супесь пылеватая	80-I50
Песчано-гравийные смеси № I, 2, 4 по ГОСТ 25607-83	I80
Песок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ:	
крупный и гравелистый	I30
средней крупности	I20
мелкий	I00

Примечания: I. 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 Ш-У дорожно-климатических зонах; в) укреплении вязким битумом и битумной эмульсией на вязком битуме в I-П 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 23558-79 и по "Инструкции по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований покрытий автомобильных дорог и аэродромов" СН 25-74.

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

5. Укрепленные грунты, физико-механические свойства которых удовлетворяют требованиям Ш 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.

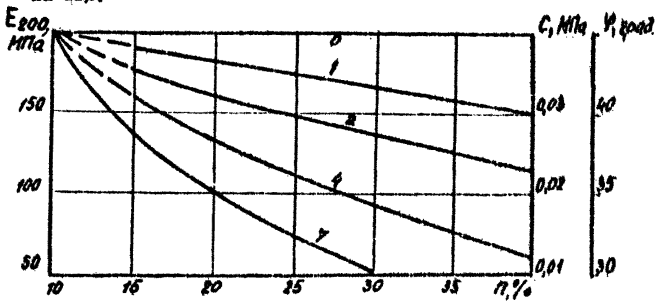
Расчетные характеристики неукрепленных малопрочных каменных материалов принимаются по рисунку. Малопрочные каменные материалы: гравий, щебень, гравийные, щебеночные и

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 пластичности до 7 (природные или искусственно составленные смеси с содержанием зерен гравия или 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 IУ-У дорожно-климатических зон значения расчетных характеристик щебеночных смесей и щебня, определенных по графикам рисунка, следует увеличивать на 25%.

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



Зависимость модуля упругости E от содержания частиц размером менее 0,63 мм (или показателя дробимости малопрочного щебня) для щебеночных материалов (смесей) для II и III ДКЗ и гравийных и песчано-гравийных материалов для IУ-У ДКЗ (цифры на кривых означают число пластичности частиц в смеси мельче 0,63 мм)

Таблица 5

Составы смесей для устройства оснований	Назначение слоев оснований	Дорожно-климатические зоны
I	2	3
Крупнообломочные грунты, малопрочные каменные материалы, пески средней крупности, близкие к оптимальному составу, укрепленные:	Верхний слой основания под асфальтобетонные и облегченные покрытия	II – У
портландцементом (4–7%) в сочетании с эмульгированным вязким битумом или нефтяным гудроном (3–5%)		
гранулированным доменным шлаком (5–I5%) в сочетании с добавкой портландцемента (2–4%) и эмульгированных битума или гудрона (3–5%)		
золой уноса (I0–I5%) в сочетании с эмульгированным битумом или гудроном (3–5%)		
Пески разной крупности, супеси, укрепленные:		
портландцементом (7–I0%) в сочетании с эмульгированным вязким битумом или нефтяным гудроном (4–5%)	То же	– " –
гранулированным шлаком (5–I5%) в сочетании с портландцементом (2–4%) и эмульгированным вязким битумом или гудроном (4–5%)		
Пески или супеси, укрепленные портландцементом (8–I2%) с добавкой СДБ (0,5%) в сочетании с $CaCl_2$ (0,5%), либо только с добавкой $CaCl_2$ (0,5%)	Облегченные покрытия, верхний слой основания под асфальтобетонные покрытия	– " –

I	2	3
Щебенистые и дресвяные грунты, укрепленные одним портландцементом (8–10%) или с добавкой СДБ (0,5%), либо $CaCl_2$ (0,5%)	Облегченные покрытия, верхний слой основания под асфальтобетонные покрытия	II – У
Крупнообломочные грунты, малопрочные каменные материалы, пески, укрепленные молотыми нефелиновыми шламами (15–20%) в сочетании с портландцементом (4–6%) и добавками $CaCl_2$ или $NaOH$ (1–3%)	То же	– " –
Крупнообломочные грунты, укрепленные портландцементом (8–12%) в сочетании с пиритными огарками (1,5%)	– " –	– " –
Крупнообломочные грунты, укрепленные фенольной смолой (3–10%) в сочетании с известью (2–6%)	– " –	– " –
Гравийно-песчаные смеси, укрепленные госсиполовой смолой (3–4%) в сочетании с портландцементом или цементной пылью (3–4%)	– " –	IУ–У
Пески средней крупности, укрепленные портландцементом (6–8%) совместно с госсиполовой смолой (2–2,5%)	– " –	– " –
Пески или супеси, укрепленные портландцементом (7–10%) в сочетании с жидким битумом или гудроном, либо сырой нефтью (1–3%)	Облегченные покрытия, нижний слой основания под асфальтобетонные покрытия	II – У
Золошлаковые смеси (от сжигания) бурого и каменного углей или торфа, укрепленные только портландцементом (4–8%) или известью (6–8%), или с добавкой СДБ (0,5%), либо $CaCl_2$ (0,5%)	То же	– " –

I	2	3
Пески крупные и средней крупности, гравийно-песчаные смеси, укрепленные нефелиновыми шламами (I5–20%) в сочетании с портландцементом (4–6%)	Облегченные покрытия, нижний слой основания под асфальтобетонные покрытия	II – У
Различные крупнообломочные грунты, укрепленные портландцементом (6–8%) в сочетании с пиритными огарками (I,5%)	То же	– " –
Фосфоритные "хвосты", укрепленные портландцементом (6–I0%)	– " –	– " –
Отходы угольной промышленности, укрепленные портландцементом (8–I0%) с добавкой извести (2–3%) или $CaCl_2$ (I–I,5%)	– " –	– " –
Супеси и суглинки, укрепленные фенольной смолой (8–I0%) в сочетании с известью (4–6%)	– " –	– " –
Пески, супеси, укрепленные:		
эмульгированным вязким битумом или нефтяным гудроном (3–4%) совместно с портландцементом (6–8%)	– " –	– " –
эмульгированным вязким битумом или нефтяным гудроном (3–4%) совместно с гранулированным доменным шлаком (5–I0%) и добавкой портландцемента (2%)	– " –	– " –
Супеси или суглинки, укрепленные портландцементом (8–I2%) в сочетании с добавкой ПАВ типа промышленного гудрона (0,05–0,2%)	– " –	– " –

I	2	3
Супеси или суглинки сульфатно- или хлоридносасоленные с содержанием солей не более 5%, укрепленные только жидким битумом (4-8%) совместно с портландцементом или известью (3%), либо с добавкой ПАВ в виде госсиполовой смолы (5-15%)	Облегченные покрытия, нижний слой основания под асфальтобетонные покрытия	IУ - У
Пески мелкие, укрепленные портландцементом (8-10%) в сочетании с добавкой госсиполовой смолы (2-2,5%)	То же	- " -

Примечания: I. Указанные в таблицах количественные значения вяжущих материалов и добавок должны уточняться при проектировании составов смесей.

2. Количество цемента, извести, гранулированных доменных шлаков, зол уноса, нефелиновых шламов принимается по массе смеси; добавок ПАВ (типа СДБ и др.) - по массе цемента или битума; добавок солей, щелочей, жидкого или вязкого битумов, гудрона, фенольных и госсиполовых смол - по массе сухого грунта.

3. Минимальная толщина указанных в таблице слоев оснований составляет I5 см, максимальная - ограничивается техническими возможностями используемых механизмов, окончательная толщина устанавливается расчетом прочности.

Таблица 6

Вид материала слоя	Вид и объем разрушений в зоне колеи главных опор расчетного воздушного судна	Значения понижающих коэффициентов k_i
I	2	3
Материалы, обработанные вяжущими	Материал слоя однородный, прочный, разрушений и износа не имеется	I,00
	На покрытии редкие трещины (поперечные, продольные, косые), в том числе температурные, отраженные со средним расстоянием между соседними трещинами 4–I0 м	0,90
	На покрытии деформации в виде частых трещин, иногда связанных между собой (продольных, поперечных, косых) со средним расстоянием между соседними трещинами I–4 м	0,80
	На покрытии значительные деформации в виде сетки трещин со средним расстоянием между ними 0,4–I.0 м	0,60
	То же, в виде густой сетки трещин со сторонами менее 0,I5–0,20 м и просадками в месте трещин	0,50
Каменные материалы, не обработанные вяжущими	Качество щебеночного (гравийного) материала не отличается от требуемого нормами для нового строительства, или срок службы менее 2 лет	I,00

I	2	3
Каменные материалы, не обработанные вяжущими	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
	Содержание раздавленных щебенок в слое 11–20%, либо наличие в слое мелочи менее 2 мм в количестве 11–20%	0,70
	Содержание раздавленных щебенок в слое 21–30%, либо наличие в слое мелочи менее 2 мм в количестве 21–30%	0,50
Песчаные слои	Песок чистый, коэффициент фильтрации соответствует первоначальному	1,00
	Песок слегка загрязнен, коэффициент фильтрации ниже первоначального не более, чем на 25%	0,80
	Песок сильно заилен, частично перемешан с грунтом	0,50

Примечание. Для нежестких покрытий в зону колеи входят участки шириной до 2,5 м в стороны от оси движения главной опоры расчетного воздушного судна.

Расчетные характеристики типовых плит аэродромных покрытий и дорожных плит ПДН

Таблица 7

Расчетные характеристики плит	Типы плит		
	ПАГ-I4AIУ; ПАГ-I4AтIУ ПАГ-I4AУ; ПАГ-I4AтУ (ГОСТ 259I2. I-83)	ПАГ-I8AIУ; ПАГ-I8AтIУ; ПАГ-I8AУ; ПАГ-I8AтУ (ГОСТ 259I2. 2-83)	ПДН (типовой проект ТРП 503-0-42, лист I0, основной вариант)
I	2	3	4
Размеры в плане, м	2x6	2x6	2x6
Толщина, см	I4	I8	I4
Марка по прочности на растяжение при изгибе	$P_и$ 45	$P_и$ 45	$P_и$ 45
Класс прочности на сжатие	B25	B25	B25
Объем бетона на плиту, $м^3$	I,68	2,I6	I,68
Расход арматуры на плиту, кг:			
напрягаемая	72,6	87,I	53,2
ненапрягаемая	68,I	I0I,7	68,4
Всего, кг	I40,7	I88,8	I2I,6

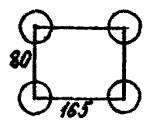
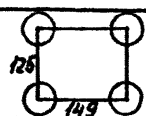
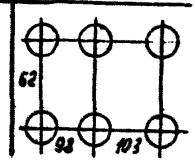
I	2	3	4
Жесткость плиты, $\frac{кНам^4}{м}$ ($тс.м^2/м$):			
в поперечном направлении	7090(723)	I4073(I537)	7090(723)
в продольном направлении	I667(I70)	3295(336)	872(88,9)
K_x	I,38	I,38	I,50
K_w	I,42	I,42	I,68
Предельный момент по трещинообразованию для поперечного сечения (в средней части) без учета коэффициента условий работы $m_т$, кНм/м (тсм/м)	I7,2 (I,75)	28,8 (2,94)	I7,5 (I,79)

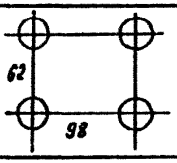
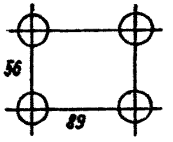
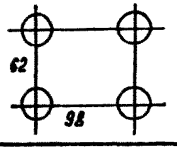
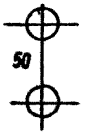
Приложение 4

РАСЧЕТНЫЕ ТАБЛИЦЫ И НОМОГРАММЫ

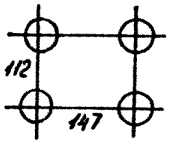
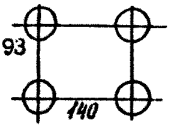
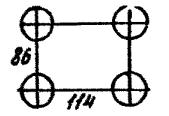
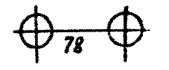
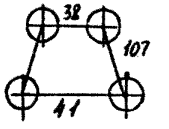
Расчетные характеристики самолетов и вертолетов гражданской авиации

Таблица I

Типы самолетов и вертолетов	Максимальный взлетный вес, кН	Давление в пневматиках, МПа	Вес, приходящийся на основную опору и колесо, кН	Колея основных опор, м	Схема основной опоры (размеры даны по осям колес), см
I	2	3	4	5	6
Самолеты	ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ				
Ил-62М	I650	I,I0	775,5 / I93,9	6,80	
Ил-86	2054	0,90	640,8 / I60,2	II,I5	
Ил-76	I680	0,60	394,8 / 98,70	8,I6	
Ту-I54Б	960	0,9	433,0 / 72,20	II,50	

I	2	3	4	5	6
Ил-18Д	633	0,90	297,5 74,40	9,0	
Ту-134А	467	0,82	212,9 53,2	9,50	
Як-42	525	0,93	236,0 59,0	5,63	
Ан-24	210	0,44	94,5 47,2	7,90	
Як-40	158	0,50	71,0	4,52	
Ан-2	54	0,30	27,0	3,36	

I	2	3	4	5	6
Вертолеты					
Ми-26	549	0,64	220 / 110	5,0	
Ми-6	417	0,70	160	7,5	
Ми-10К	373	0,60	151 / 76	6,0	
Ми-8	118	0,54	42,9	4,5	
Ми-4	74	0,40	30,6	3,82	
Ми-2	34,8	0,40	12,9	3,05	
Ми-1	25	0,40	10,4	3,32	
Ка-26	31,9	0,25	13	2,42	

I	2	3	4	5	6
Самолеты	ЗАРУБЕЖНЫЕ				
B-747-200F	3719	I,39	3377/844	3,8I / II,02	
A-300-B/4	I540	I,4I	I432/358	9,60	
B-757-I00	I028	I,I6	94I.6/235,4	8,70	
B-737-200	5I6	I,I0	470/235	5,23	
"Каравелла-I2"	550	I,08	506/I26	5,2I	

x) В числителе - вес, приходящийся на основную опору воздушного судна, в знаменателе - на колесо.

Аналоги отечественных и зарубежных типов воздушных судов по силовому воздействию

Таблица 2

Категория нормативной нагрузки	Тип воздушного судна и его взлетная масса	Зарубежный тип воздушного судна – аналог отечественному по силовому воздействию на данном классе аэродрома
Внеклассная	Ил-62М (168 т)	"Конкорд" (180 т), ДС-8-63 (161 т), ДС-10-10 (200 т), Боинг-747-200 (373 т), L – 1011-500 (226 т)
I	Ил-62 (150 т)X)	Боинг 707-320 ВС (152 т) А 300 В4 (157 т), Боинг 707-200 (80 т)
II	Ил-86 (209 т), Ил-76 (170 т–210 т), Ту-154 (100 т)	ДС-9-41 (52 т), Боинг 737-200 (56 т)
III	Ту-154 (90 т)X) Ил-18 (64 т)	ДС-9-32 (49 т), "Каравелла-12" (56 т)

X) Указана ограниченная масса самолета.

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

Таблица 3

Классы аэродромов	Категории нормативной нагрузки	Жесткие покрытия		Нежесткие покрытия	
		Расчетное число приложений нормативной нагрузки на перспективу 20 лет, U_d	Расчетный коэффициент $K_и$	Расчетное число приложений нормативной нагрузки на 10-й год эксплуатации, $N_т$, проходы/сутки, для расчета	
				по упругому прогибу	асфальтобетона на растяжение при изгибе
А	Внеклассная	200000	I,I2	-	-
А	I	840000	I,00	25	95
Б	II	52000	I,20	I6	60
В	III	I000000	I,00	30	50
Г	IУ	40000	I,20	20	25
Д	У	I00000	I,I7	I5	I5

Примечание. Использование табличных значений коэффициентов $K_и$ и $N_т$ в расчетах прочности покрытий на конкретное воздушное судно не допускается.

Значения $\mathcal{D}$ и $\mathcal{D}_e$ [x], см, для категорий нормативной нагрузки

Таблица 4

Группы участков покрытий и толщина конструкции	Категория нормативной нагрузки			
	I	II	III	IУ
		$\mathcal{D}$		
Участки А и Б	49,52	43,89	37,43	32,42
При толщине конструкции, см:		$\mathcal{D}_e$		
I0	49,5I	43,88	37,42	32,4I
20	53,62	45,98	37,82	32,4I
30	58,8I	50,69	4I,9I	35,47
40	62,80	54,3I	45,08	38,26
50	66,07	57,30	47,7I	40,58
60	68,87	59,86	49,97	42,58
70	7I,33	62,I2	5I,96	44,35
80	73,54	64,I4	53,75	45,94
90	75,54	65,98	55,38	47,39
I00	77,37	67,67	56,88	48,72
II0	79,07	69,24	58,27	49,96
I20	80,65	70,70	59,57	5I,I2
I30	82,I3	72,07	60,79	52,2I
I40	83,53	73,37	6I,94	53,24
I50	84,85	74,59	63,03	54,22
		$\mathcal{D}$		
Участки В и Г	45,66	40,47	34,5I	29,89
При толщине конструкции, см:		$\mathcal{D}_e$		
I0	45,64	40,46	34,50	29,88
20	48,32	4I,58	34,50	29,88
30	53,I8	45,97	38,I2	32,33
40	56,92	49,35	4I,08	34,93
50	60,0	52,I5	43,53	37,08
60	62,64	54,56	45,63	38,95
70	64,96	56,68	47,50	40,59
80	67,05	58,58	49,I7	42,08
90	68,94	60,3I	50,70	43,43
I00	70,68	6I,9I	52,I0	44,68
II0	72,29	63,38	53,4I	45,83
I20	73,79	64,76	54,63	46,92
I30	75,20	66,06	55,77	47,94
I40	76,52	67,28	56,86	48,90
I50	77,78	68,43	57,88	49,8I

x) Расчетная формула $\mathcal{D}_e = 2\sqrt{\frac{F_c}{\pi p_a}}$

Значения $\mathcal{D}$ и $\mathcal{D}_e$ [x)] для типов воздушных судов, см

Таблица 5

Группы участков покрытий и толщина конструкции	Ил-62	Ил-86	Ил-76	Ту-154	Ту-134	Як-42	Ил-18	Ан-24	Ми-10К	Ми-26
	Максимальный взлетный вес, кН									
	1650	2054	1680	960	467	525	633	210	373	549
	Давление в пневматиках, МПа									
	1,10	0,90	0,60	0,91	0,82	0,93	0,90	0,44	0,60	0,64
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	$\mathcal{D}$									
Участки группы А и Б	49,7	49,98	48,0	33,24	30,16	29,80	33,98	38,8	42,38	49,14
	$\mathcal{D}_e$									
При толщине конструкции, см:										
10	49,78	49,98	48,00	33,24	30,16	29,70	33,98	38,8	42,38	49,12
20	50,28	49,98	53,76	35,16	32,39	30,47	35,65	43,11	46,50	51,72
30	55,29	49,98	58,55	40,36	36,05	34,04	39,66	45,68	49,33	55,00
40	59,14	49,98	62,20	44,51	38,90	36,83	42,78	47,59	51,44	57,45
50	62,31	52,99	65,19	48,03	41,26	39,15	45,36	49,13	53,15	59,43
60	65,03	56,07	67,74	51,11	43,30	41,15	47,59	50,42	54,58	61,09
70	67,42	58,81	69,98	53,86	45,10	42,92	49,56	51,54	55,82	62,54
80	69,56	61,29	71,97	56,37	46,71	44,52	51,34	52,53	56,92	63,82

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
90	7I,5I	63,56	73,78	58,68	48,I9	45,98	52,95	53,42	57,90	64,97
I00	73,29	65,67	75,43	60,82	49,55	47,32	54,44	54,23	58,80	66,0I
II0	74,95	67,63	76,96	62,08	50,82	48,58	55,82	–	59,62	66,98
I20	76,49	69,48	78,38	64,00	52,00	49,74	57,I2	–	–	67,86
I30	77,94	7I,22	79,72	66,5I	53,II	50,85	58,33	–	–	68,69
I40	79,3	72,87	8I,04	68,2I	54,I6	5I,89	59,48	–	–	69,47
I50	80,59	74,44	82,I5	69,83	55,I3	52,88	60,57	–	–	–
Участки группы В, Г	45,82	46,09	44,29	30,65	$\mathcal{D}$ 27,8I	27,47	3I,32	35,36		
При толщине конструкции, см:					$\mathcal{D}_e$					
I0	45,82	46,09	44,29	30,65	27,8I	27,47	3I,32	35,36		
20	45,8I	46,09	48,42	35,I6	29,4I	27,70	32,33	39,22		
30	50,I2	46,09	52,92	36,58	32,82	3I,02	36,07	4I,69		
40	53,72	46,09	56,36	40,44	35,48	33,62	38,98	43,54		
50	56,68	48,3I	59,I8	43,72	37,68	35,78	4I,40	45,03		
60	59,23	5I,I6	6I,59	46,59	39,59	37,65	43,49	46,29		
70	6I,47	53,7I	63,7	49,I6	4I,28	39,30	45,33	47,38		
80	63,48	56,02	65,59	5I,5I	42,80	40,00	47,00	48,34		
90	65,3I	58,I3	67,30	53,67	44,I8	42,I6	48,5I	49,2I		
I00	66,98	60,09	68,88	55,68	45,46	43,42	49,9I	50,0		
II0	68,54	6I,92	70,33	57,56	46,65	44,59	5I,2I	–		
I20	69,99	63,64	7I,68	59,33	47,76	45,69	52,43	–		

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
I30	7I,35	65,27	72,95	6I,0I	48,8I	46,72	53,57	-		
I40	72,64	66,8I	74,I4	62,6I	49,80	47,70	54,65	-		
I50	73,86	68,27	75,27	64,I4	50,74	48,63	55,68	-		

x) Расчетная формула $\mathcal{D}_e = 2\sqrt{\frac{F_e}{\pi p_e}}$.

Значения $\mathcal{D}$ и $\mathcal{D}_e$ x) для зарубежных типов воздушных судов, см

Таблица 6

Группы участков покрытий и толщина конструкции	B-747-200	B-707-320 C	B-727-200	B-737-200	ДС-8-63	ДС-I0-I0	A-300 B/4	ДС-4	B-767-200	ДС-9-82	L-I0II-500
	Максимальный взлетный вес, кН										
	37I9	I495	770	5I6	I592	I926	I540	325	I388	658	22I5
	Давление в пневматиках, МПа										
	I,39	I,24	I,I5	I,I0	I,30	I,28	I,4I	0,53	I,26	I,24	I,27
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
Участки группы А и Б	$\mathcal{D}$										
	46,29	44,2I	46,49	38,70	44,4I	9,87	42,I3	44,70	4I,59	4I,94	53,I2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
При толщине конструкции, см:	$\mathcal{D}_e$										
I0	46,28	44,20	46,48	38,69	44,40	49,86	42,I2	44,68	4I,58	4I,93	53,II
20	46,28	44,20	46,48	38,69	44,40	49,86	42,I2	45,42	4I,58	42,76	53,II
30	46,28	46,26	48,54	40,69	48,22	49,86	42,64	48,56	4I,58	45,75	53,II
40	47,59	49,98	5I,03	42,85	5I,92	49,86	46,24	50,92	4I,76	48,00	53,II
50	50,88	53,07	53,04	44,60	54,98	50,70	49,24	52,83	44,77	49,82	55,34
60	53,73	55,73	54,75	46,08	57,62	53,70	5I,84	54,44	47,39	5I,36	58,44
70	56,26	58,09	56,23	47,38	59,94	56,38	54,I4	55,85	49,72	52,7	6I,I9
80	58,56	60,2I	57,55	48,53	62,03	58,8I	56,2I	57,09	5I,83	53,89	63,68
90	60,66	62,I4	58,74	49,56	63,94	6I,04	58,II	58,2I	53,77	54,95	65,96
I00	62,60	63,93	59,82	50,5I	65,69	63,I0	59,86	59,23	55,57	55,93	68,07
II0	64,4I	65,59	60,82	5I,38	67,32	65,03	6I,49	60,27	57,24	56,82	70,07
I20	66,II	67,I4	6I,75	52,I9	68,84	66,84	63,II	6I,04	58,82	57,68	7I,88
I30	67,7I	68,60	62,6I	52,95	70,27	68,56	64,45	6I,85	60,30	58,43	73,62
I40	69,23	69,98	63,42	53,66	7I,62	70,I8	65,8I	62,6I	6I,72	59,I6	75,27
I50	70,67	7I,29	64,I9	54,33	72,90	7I,72	67,I0	–	63,05	0	76,84
Участки группы В, I	$\mathcal{D}$										
	42,68	40,76	42,86	35,68	40,94	45,97	38,84	4I,2I	38,34	38,67	48,97

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
При толщине конструкции, см	$\mathcal{D}_e$										
I0	42,67	40,75	42,85	35,67	40,93	45,97	38,83	4I,20	38,33	38,66	48,96
20	42,67	40,75	42,85	35,67	40,93	45,97	38,83	4I,34	38,33	38,94	48,96
30	42,67	42,04	44,3I	37,I9	43,80	45,97	38,83	44,32	38,33	4I,78	48,96
40	43,35	45,50	46,66	39,22	47,24	45,97	42,I4	46,56	38,33	43,9I	48,96
50	46,40	48,37	48,56	40,87	50,09	46,24	44,93	48,37	40,88	45,64	50,45
60	49,05	50,86	50,I7	42,28	52,56	49,03	47,34	49,9I	43,3I	47,I0	53,32
70	5I,4I	53,06	5I,58	43,50	54,73	5I,52	49,48	5I,24	45,47	48,37	55,88
80	53,54	55,04	52,83	44,58	56,69	53,77	5I,42	52,43	47,44	49,5	58,I9
90	55,50	56,85	53,96	45,56	58,47	55,84	53,I9	53,50	49,24	50,52	60,32
I00	57,3I	58,52	54,99	46,46	60,II	57,76	54,82	54,47	50,9I	5I,45	62,28
II0	59,00	60,07	55,93	47,29	6I,64	59,55	56,34	55,37	52,47	52,3I	64,II
I20	60,58	6I,52	56,8I	48,05	63,07	6I,24	57,77	56,20	53,94	53,I0	65,83
I30	62,08	62,89	57,63	48,77	64,47	62,83	59,II	56,98	55,32	53,84	67,45
I40	63,49	64,I8	58,40	49,44	65,68	64,34	60,38	57,7I	56,63	54,54	68,98
I50	64,84	65,4I	59,I3	50,08	66,88	65,78	6I,59	–	57,88	–	70,45

x) Расчетная формула $\mathcal{D}_e = 2\sqrt{\frac{F_s}{\pi \rho_a}}$.

Жесткость сечения B, МПа·м^4 (расчетная формула $B = 0{,}085\, E_б \cdot t^3$)

Таблица 7

Толщина плиты t, см	Покрытия						Основания					
	Цементобетон, армобетон						Мелкозернистый (песчаный) бетон, шлакобетон, тощий бетон			Пескопемент, грунтоцемент из оптимальной грунтовой смеси		
	Класс прочности B_{ttb} и марка на растяжение при изгибе x)											
	2,8 35	3,2 40	3,6 45	4,0 50	4,4–4,8 55–60	5,2 65	I,6 20	2,0 25	2,4 30	Не нормируется		
	Модуль упругости бетона $E_б \cdot 10^{-3}$, МПа											
	2,60	2,84	3,04	3,24	3,54	3,74	I,40	I,70	2,00	2,90	4,00	6,00
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
I4	6,08	6,67	7,05	7,55	8,24	8,73	3,24	3,92	4,6I	0,67	0,9I	I,37
I6	9,02	9,90	I0,6	II,3	I2,3	I2,9	4,80	5,78	6,86	0,98	I,37	2,06
I8	I2,9	I4,I	I5,0	I6,I	I7,6	I8,4	8,04	9,7I	II,5	I,67	2,26	3,43
20	I7,6	I9,3	20,6	22,0	24,0	25,3	9,32	II,4	I3,4	I,96	2,65	4,02
22	23,4	25,7	27,5	28,9	32,0	33,7	I2,4	I5,I	I7,8	2,55	3,53	5,30
24	30,6	33,4	35,6	38,0	4I,6	43,7	I6,I	I9,6	I3,0	3,33	4,6I	6,9I
26	38,9	42,5	45,3	48,4	52,8	55,6	20,5	24,9	2,93	4,22	5,88	8,82
28	48,4	53,0	56,6	60,4	66,0	69,6	25,6	3I,I	36,5	5,30	7,35	II,0

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
30	59,8	65,3	69,6	74,I	80,9	85,5	3I,5	38,2	45,0	6,57	9,02	I3,5
32	72,6	79,2	84,8	90,2	99,0	I04	38,2	46,5	54,6	7,94	I0,9	I6,4
36	I03	II3	I2I	I28	I40	I49	54,4	66,I	77,8	II,3	I5,6	23,3
40	I4I	I55	I66	I76	I92	204	74,7	90,7	I07	I5,5	2I,4	32,0
44	I88	206	22I	234	256	27I	99,4	I2I	I42	20,6	28,4	42,6
48	245	267	287	306	333	353	I29	I57	I84	26,8	36,9	55,3
50	276	302	324	343	376	397	I46	I77	208	30,2	4I,7	62,6

x) В числителе указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{bt}, в знаменателе – соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,I35 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе P_u.

Примечания: I. Начальный модуль упругости и жесткости сечений плит покрытий из мелкозернистого бетона естественного твердения, приготовленного из песков с модулем крупности свыше 2, определяются путем умножения табличных значений на коэффициент 0,8; а из песков с модулем крупности менее 2,0 – на коэффициент 0,72.

2. Промежуточные значения B принимаются по интерполяции.

Максимальные центральные изгибающие моменты в жестком покрытии $m_{c,max}$ от нормативных нагрузок $m_{c,max} = m_1 + \sum_{i=2}^{n_к} m_{к(y)i}$, кНм/м

Таблица 8

Категория нормативной нагрузки	Группы участков	Упругая характеристика плиты, см						
		30	50	70	90	II0	I30	I50
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Монолитные цементобетонные и армобетонные покрытия								
В/к	А	I9,5	36,0	49,2	59,7	69,6	82,4	93,5
	Б	I8,6	33,8	46,0	55,7	64,7	76,5	86,6
	В, Г	I7,I	30,2	40,5	48,8	56,5	66,5	75,I
I	А	I7,6	3I,4	42,3	5I,0	59,2	69,7	78,8
	Б	I6,8	29,5	39,5	47,5	55,0	64,7	73,0
	В, Г	I5,4	26,2	34,8	4I,6	48,0	56,2	63,3
II	А	I5,4	26,4	35,0	4I,9	48,3	56,6	63,7
	Б	I4,4	24,8	32,7	39,0	44,9	52,5	59,0
	В, Г	I3,4	22,0	28,7	34,I	39,I	45,5	5I,2
III	А	I2,8	20,9	27,2	32,2	36,8	43,0	48,I
	Б	I2,I	I9,6	25,3	29,9	34,2	39,7	44,5
	В, Г	I0,9	I7,3	22,2	26,I	29,8	34,5	38,5

I	2	3	4	5	6	7	8	9
IУ	А	I0,7	I6,8	2I,5	25,3	28,8	33,4	37,3
	Б	I0,2	I5,7	20,I	23,5	26,8	30,9	34,5
	В, Г	9,08	I3,9	I7,6	20,5	23,2	26,8	29,8
У	А	8,34	I2,5	I5,4	I7,5	I9,3	20,7	22,0
	Б	7,96	II,8	I4,5	I8,4	I8,0	I9,4	20,5
	В, Г	7,28	I0,6	I2,8	I4,5	I5,9	I7,0	I8,0
УI	А	5,36	8,0I	9,6I	II,2	I2,2	I3,2	I4,0
	Б	5,I0	7,55	9,20	I0,4	II,4	I2,3	I3,0
	В, Г	4,67	6,75	8,I5	9,2I	I0,I	I0,8	II,4
	Монолитные цементобетонные и армобетонные, усиленные асфальтобетоном							
В/ж	А, Б	I7,8	32,0	43,2	52,2	60,6	7I,5	80,8
	В, Г	I6,3	28,3	37,7	45,3	52,3	6I,4	69,2
I	А, Б	I6,I	27,9	37,I	44,6	5I,5	60,4	68,I
	В, Г	I4,7	24,5	32,4	38,6	44,4	5I,9	58,3
II	А, Б	I3,9	23,4	30,7	36,5	42,0	49,0	55,I
	В, Г	I2,6	20,6	26,7	3I,6	36,2	42,0	47,2
III	А, Б	II,5	I8,4	23,8	28,0	32,0	37,I	4I,5
	В, Г	I0,3	I6,I	20,6	24,I	27,6	3I,8	35,4

I	2	3	4	5	6	7	8	9
IУ	А, Б	9,64	I4,8	I8,8	22,0	25,0	28,8	32,2
	В, Г	8,56	I3,0	I6,4	I9,0	2I,4	24,7	27,4
У	А, Б	7,62	II,2	I3,6	I5,5	I7,0	I8,2	I9,3
	В, Г	6,94	9,99	I2,0	I3,5	I4,8	I5,8	I6,7
УI	А, Б	4,88	7,I5	8,68	9,83	I0,8	II,5	I2,2
	В, Г	4,45	6,35	7,62	8,57	9,43	I0,0	I0,6

Максимальные изгибающие моменты в жестком покрытии $M_{z\,max}$ от некоторых типов отечественных воздушных судов, кНм/м

Таблица 9

Тип воздушного судна и его взлетный вес	Группа участков	Упругие характеристики плит, см						
		30	50	70	90	II0	I30	I50
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Монолитные цементобетонные и армобетонные покрытия								
Ил-62М	А	—	34,5	46,9	56,8	65,2	72,3	82,5
G = I650 кН	Б	—	32,7	43,9	53,2	60,9	67,3	76,8
	В, Г	—	28,I	37,5	44,9	5I,2	56,5	64,I

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Ил-86	А	-	24,4	32,6	39,6	45,7	51,0	58,2
G = 2054 кН	Б	-	23,0	30,5	37,0	42,7	47,5	54,0
	В, Г	-	20,7	27,1	32,6	37,4	41,5	47,1
Ил-76	А	-	22,2	32,2	40,8	48,2	54,7	60,5
G = 1680 кН	Б	-	20,8	29,9	37,8	44,6	50,6	55,9
	В, Г	-	18,3	26,1	32,8	38,6	43,7	48,2
Ту-154Б	А	10,7	17,0	23,7	32,2	39,7	46,6	52,7
G = 960 кН	Б	10,1	15,9	22,1	29,8	36,8	43,0	48,6
	В, Г	9,02	13,9	19,2	25,8	31,7	37,1	41,8
Ил-18Д	А	10,8	17,3	22,2	27,0	32,5	37,4	41,6
G = 633 кН	Б	10,2	16,2	20,7	25,1	30,1	34,5	38,4
	В, Г	9,22	14,2	18,0	21,9	26,1	29,9	33,2
Ту-134А	А	8,62	13,5	17,1	21,3	25,4	28,9	31,9
G = 467 кН	Б	8,14	12,6	15,9	19,8	23,4	26,8	29,4
	В, Г	7,26	11,1	13,8	17,2	20,3	23,1	25,4
Як-42	А	9,41	14,6	18,0	22,0	26,2	30,3	33,7
G = 525 кН	Б	8,86	13,6	17,2	20,5	24,1	28,0	31,1
	В, Г	7,94	11,9	15,0	17,8	21,2	24,2	26,8

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Як-40	А	7,26	II,0	I3,6	I5,6	I7,2	I8,4	I9,6
G = I58 кН	Б	6,96	I0,4	I2,7	I4,6	I6,0	I7,3	I8,2
	В, Г	6,37	9,32	II,4	I2,8	I4,I	I5,I	I6,0
Ан-24	А	6,67	II,0	I4,2	I6,7	I8,6	20,4	2I,9
G = 2I0 кН	Б	6,37	I0,3	I3,2	I5,5	I7,4	I8,8	20,2
	В, Г	5,69	9,02	II,6	I3,4	I5,0	I6,4	I7,6
Ил-6	А	I2,6	20,8	26,5	3I,I	34,5	37,4	39,9
G = 4I7 кН								
Ми-26	А	II,65	20,69	27,65	33,34	37,62	4I,38	44,82
G = 560 кН								
Ми-I0К	А	8,39	I2,7	I5,7	I7,9	I9,8	2I,4	22,7
G = 373 кН								
Ми-8	А	I9,0	26,7	32,0	35,9	39,2	4I,8	44,0
G = II8 кН								
	Цементобетонные и армобетонные покрытия, усиленные асфальтобетоном							
Ил-62М	А	–	30,8	4I,3	49,7	56,9	62,9	7I,5
G = I650 кН	Б	–	29,5	39,4	47,5	54,I	59,8	68,0
	В, Г	–	26,3	34,8	4I,6	47,3	52,I	59,0

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Ил-86	А, Б	–	2I,6	28,4	34,3	39,4	43,8	49,8
G = 2054 кН	В, Г	–	I9,3	25,2	30,2	34,5	38,3	43,3
Ил-76Т	А, Б	–	I9,3	27,6	34,8	4I,0	46,5	5I,3
G = I680 кН	В, Г	–	I7,0	24,I	30,2	35,5	40,I	44,2
Ту-I54Б	А, Б	9,4I	I4,7	20,3	27,4	33,7	39,4	44,5
G = 960 кН	В, Г	8,53	I2,9	I8,8	23,7	29,I	34,0	38,2
Ил-I8Д	А, Б	9,6I	I5,00	I9,I	23,I	27,6	3I,8	35,3
G = 633 кН	В, Г	8,63	I3,2	I6,8	20,I	24,0	27,5	30,4
Ту-I34А	А, Б	7,65	II,7	I4,7	I8,2	2I,6	24,5	27,I
G = 467 кН	В, Г	6,86	I0,3	I2,8	I5,8	I8,6	2I,2	23,3
Як-42	А, Б	6,57	9,8I	I2,0	I3,5	I4,9	I6,0	I7,0
G = 525 кН	В, Г	5,98	8,73	I0,6	I2,0	I3,I	I4,0	I4,8
Як-40	А, Б	6,93	I0,I	I2,4	I4,0	I5,4	I6,5	I7,5
G = I58 кН	В, Г	6,3I	8,96	I0,8	I2,3	I3,4	I4,3	I5,I
Ан-24	А, Б	5,98	9,5I	I2,3	I4,2	I6,0	I7,4	I8,5
G = 2I0 кН	В, Г	5,30	8,43	I0,7	I2,4	I3,8	I5,I	I6,I

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Ми-6 G= 417 кН	А	II,8	I8,8	23,6	27,4	30,4	33,0	35,I
Ми-IOК G= 373 кН	А	7,60	II,4	I3,9	I5,9	I7,5	I8,9	20,I
Ми-8 G= II8 кН	А	I8,6	25,8	30,6	34,3	37,2	39,7	4I,8
Ми-26 G= 560 кН	А	I0,69	I8,37	24,3I	28,90	32,87	36,07	38,8I

Максимальные центральные изгибающие моменты в жестком покрытии от некоторых типов зарубежных воздушных судов, кНм/м

Таблица I0

Тип воздушного судна и его взлетный вес	Группа участков	Упругая характеристика плиты, см						
		30	50	70	90	II0	I30	I50
I	2	3	4	5	6	7	8	9
		Монолитные цементобетонные и армобетонные покрытия						
B-747-200	А	-	36,I	48,3	58,4	67,2	75,2	86,0
G= 3719 кН	Б	-	34,I	45,3	54,7	62,8	70,I	80,I
	В,Г	-	29,6	38,8	46,4	53,0	59,0	67,I

I	2	3	4	5	6	7	8	9
A-300B/4	А		34,2	45,3	54,5	62,2	7I,2	8I,0
G= I540 кН	Б		32,3	42,5	50,9	58,0	66,3	75,3
	В,Г		27,8	36,2	43,I	48,8	55,5	62,9
B-757-I00	А	I4,3	22,8	29,6	35,2	4I,3	48,I	54,3
G= I028 кН	Б	I3,6	2I,5	27,7	32,9	38,5	44,7	50,4
	В,Г	I2,0	I8,4	23,5	27,7	32,3	37,4	42,0
B-737-200	А	I4,8	24,4	32,I	38,I	43,2	47,5	5I,3
G = 5I6 кН	Б	I4,I	22,9	30,0	35,6	40,3	44,2	47,8
	В,Г	I2,4	I9,7	25,4	30,0	33,8	37,0	39,8
"Каравелла-I2"	А	I2,4	I9,0	23,7	28,I	33,2	37,6	4I,4
G = 549 кН	Б	II,8	I7,8	22,I	26,2	30,9	34,8	38,3
	В,Г	I0,I	I5,0	I8,5	2I,9	25,7	28,9	3I,8

I	2	3	4	5	6	7	8	9
		Цементобетонные и армобетонные покрытия, усиленные асфальтобетоном						
В-747-200 G = 3719 кН	А	–	32,3	42,7	51,3	58,8	65,5	74,7
	Б	–	30,6	40,4	48,6	55,7	62,1	70,8
	В, Г	–	27,8	36,2	43,2	49,2	54,6	62,0
А-300В/4 G = 1540 кН	А	–	30,5	40,3	47,7	54,2	61,8	70,2
	Б	–	28,9	38,2	45,2	51,3	58,5	66,4
	В, Г	–	26,1	33,7	40,0	45,2	51,3	58,0
В-757-100 G = 1028 кН	А	13,0	20,2	26,0	30,8	35,9	41,7	46,9
	Б	12,3	19,2	24,6	29,1	34,0	39,5	44,4
	В, Г	11,4	17,2	21,8	25,7	29,9	34,5	38,7
В-737-200 G = 516 кН	А	13,4	21,7	28,1	33,2	37,6	41,2	44,4
	Б	13,0	20,7	26,9	31,7	35,8	39,2	42,3
	В, Г	11,8	18,3	23,5	27,6	31,2	34,1	36,7
"Каравелла-12" G = 549 кН	А	11,1	16,7	20,6	24,4	28,7	32,4	35,7
	Б	10,6	15,9	19,6	23,1	27,3	30,7	33,8
	В, Г	9,41	13,9	17,1	20,1	23,5	26,5	29,1

Предельные изгибающие моменты m_u для однослойных цементобетонных, армобетонных покрытий, верхнего и нижнего слоя двухслойных жестких покрытий, а также цементобетонных и армобетонных, усиленных асфальтобетоном

$$\left(m_u = K_m \cdot \gamma_c \cdot K_u \cdot R_{б\,t\,б} \cdot \frac{t^2}{6} \right), \text{ кНм/м}$$

Таблица II

$\frac{B_{б\,t\,б}}{P_u}$ *)	$K_m \cdot \gamma_c \cdot K_u$	Толщина плиты t, см											
		I4	I6	I8	20	22	24	26	28	30	3I	32	33
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
	0,8	5,88	7,70	9,75	I2,03	I4,55	I7,32	20,33	23,58	27,07	28,90	30,79	32,75
	0,9	6,64	8,66	I0,96	I3,53	I6,37	I9,49	22,87	26,53	30,45	32,5I	34,65	36,84
	I,0	7,36	9,62	I2,I8	I5,03	I8,I9	2I,65	25,4I	29,47	33,83	36,I3	38,49	40,93
2,8	I,I	8,I0	I0,59	I3,40	I6,53	20,02	23,82	27,95	32,42	37,22	39,74	42,34	45,03
35	I,2	8,85	II,55	I4,6I	I8,04	2I,83	25,98	30,49	35,36	40,60	43,36	46,I9	49,I2
	I,3	9,57	I2,5I	I5,83	I9,54	22,65	28,I4	33,03	38,3I	43,98	46,97	50,04	53,2I
	I,4	I0,30	I3,47	I7,05	2I,04	25,47	30,3I	35,57	4I,26	47,36	50,58	53,89	57,30
	I,5	II,40	I4,43	I8,27	22,54	27,28	32,48	38,I2	44,20	50,74	54,20	57,77	6I,40

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
	0,8	7,I8	9,38	II,86	I4,64	I7,72	2I,08	24,75	28,70	32,95	35,I9	37,49	39,87
	0,9	8,07	I0,54	I3,35	I6,48	I9,94	23,72	27,84	32,29	37,07	39,58	42,I8	44,86
	I,0	8,97	II,72	I4,83	I8,3I	22,I5	26,36	30,94	35,88	4I,I9	43,58	46,87	49,84
3,2	I,I	9,86	I2,89	I6,3I	20,I3	24,36	28,99	34,03	39,46	45,3I	48,38	5I,54	54,82
40	I,2	I0,77	I4,06	I7,79	2I,97	26,58	3I,64	37,I3	43,05	49,43	52,78	56,23	59,80
	I,3	II,66	I5,24	I9,28	23,80	28,80	34,27	40,22	46,64	53,55	57,I7	60,93	64,79
	I,4	I2,56	I6,4I	20,76	25,63	3I,0I	36,90	43,32	50,23	57,67	6I,57	65,62	69,78
	I,5	I3,46	I7,58	22,24	27,46	33,22	39,54	46,4I	53,82	6I,79	65,97	70,30	74,76
	0,8	7,94	I0,38	I3,I3	I6,2I	I9,6I	23,34	27,40	3I,77	36,48	38,95	4I,50	44,I4
	0,9	8,93	II,67	I4,78	I8,24	22,06	26,26	30,82	35,76	4I,04	43,83	46,70	49,66
	I,0	9,93	I2,97	I6,42	20,27	24,52	29,I8	34,26	39,73	45,60	48,69	5I,89	55,I7
3,6	I,I	I0,92	I4,27	I8,05	22,29	26,98	32,II	37,68	43,70	50,I6	53,56	57,08	60,69
45	I,2	II,87	I5,56	I9,70	24,32	29,42	35,02	4I,I0	47,67	54,72	58,43	62,26	66,2I
	I,3	I2,9I	I6,86	2I,35	26,35	3I,88	37,93	44,54	5I,65	59,28	63,30	67,46	7I,72
	I,4	I3,90	I8,I6	22,99	28,38	34,33	40,85	47,96	55,62	63,84	68,I7	72,65	77,24
	I,5	I4,90	I9,46	24,63	30,40	36,78	43,77	5I,39	59,60	68,40	73,04	77,84	82,76

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
	0,8	8,97	II,72	I4,83	I8,3I	22,I5	26,36	30,94	35,88	4I,I9	43,96	46,87	49,84
	0,9	I0,09	I3,I6	I6,68	20,59	24,92	29,66	34,50	40,36	46,34	49,47	52,72	56,06
	I,0	II,2I	I4,64	I8,53	22,88	27,68	32,95	38,[illegible]	44,85	5I,48	54,98	58,58	62,29
4,0	I,I	I2,34	I6,II	20,39	25,I7	30,46	33,27	42,[illegible]	49,34	56,53	60,47	64,44	68,53
50	I,2	I3,46	I7,57	22,24	27,46	33,22	39,54	46,[illegible]	53,82	6I,78	66,0	70,29	74,76
	I,3	I4,57	I9,03	24,09	29,74	35,96	42,84	50,[illegible]	58,30	66,92	7I,47	76,I5	80,98
	I,4	I5,69	20,50	25,94	32,03	38,75	46,I3	54,I4	62,79	72,07	76,97	82,0I	87,2I
	I,5	I6,82	2I,96	27,80	34,32	4I,52	49,42	56,00	67,28	77,22	82,47	87,87	93,44
	0,8	9,74	I2,72	I5,I0	I9,88	24,05	28,62	33,59	38,95	44,72	47,75	50,88	54,II
	0,9	I0,95	I4,3I	I8,II	22,36	27,06	32,20	37,78	43,83	45,28	53,72	57,24	60,87
	I,0	I2,I7	I5,90	20,I2	24,84	30,06	35,78	4I,98	48,69	55,90	59,68	63,60	67,64
4,4	I,I	I3,39	I7,50	22,I3	27,33	33,07	39,35	46,I9	53,56	6I,49	65,56	69,96	74,40
55	I,2	I4,6I	I9,08	24,I4	29,8I	36,07	42,93	50,39	58,43	67,08	7I,63	76,32	8I,I6
	I,3	I5,82	20,67	26,I5	32,29	39,08	46,5I	54,57	63,30	72,57	77,58	82,68	87,93
	I,4	I7,04	22,26	28,I7	34,78	42,08	50,09	58,77	68,I7	78,26	83,55	89,04	94,70
	I,5	I8,26	23,85	30,I6	37,26	45,09	53,67	63,97	73,04	83,85	89,52	95,4	I0I,46

*) В числителе указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}, в знаменателе – соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,I35 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе $\tilde{e}_{tb}$.

Предельные изгибающие моменты m_u для однослойных цементобетонных, армобетонных покрытий, верхнего и нижнего слоя двухслойных жестких покрытий, а также цементобетонных и армобетонных, усиленных асфальтобетоном

$$\left(m_u = K_m \cdot \gamma_c \cdot K_u \cdot R_{bt} \cdot \frac{t^2}{6}\right),\ кНм/м$$

Таблица I2

$\frac{B_{bt}}{P_u=1}$	$K_m \cdot \gamma_c \cdot K_u$	Толщина плиты t, см											
		34	35	36	37	38	39	40	4I	42	43	44	45
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
	0,8	34,77	36,84	38,97	4I,I7	43,42	45,74	48,I2	50,55	53,05	55,60	58,22	60,90
	0,9	39,II	4I,47	43,85	46,32	48,86	5I,46	54,I3	56,88	59,68	62,56	65,50	68,5I
	I,0	43,45	46,05	48,72	5I,46	54,28	57,I7	60,I4	63,I9	66,3I	69,5I	72,78	76,I2
2,8	I,I	47,80	50,65	53,59	56,60	59,70	62,90	66,I6	69,5I	72,94	76,46	80,05	83,74
35	I,2	52,I5	55,26	58,47	6I,75	65,I4	68,62	72,I8	75,84	79,57	83,42	87,33	9I,35
	I,3	56,49	59,86	63,34	66,90	70,56	74,32	78,I8	82,I5	86,20	90,36	94,6I	98,96
	I,4	60,83	64,47	68,2I	72,04	75,99	80,04	84,20	88,47	92,83	97,3I	I0I,89	I06,57
	I,5	65,I8	69,08	73,08	77,I9	8I,42	85,76	90,2I	94,79	99,46	I04,26	I09,I7	II4,I8

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
	0,8	42,33	44,85	47,44	50,I2	52,87	55,58	58,58	6I,55	64,59	67,70	70,88	74,I4
	0,9	47,6I	50,46	53,38	56,39	59,48	62,64	65,90	69,24	72,66	76,I6	79,75	83,4I
	I,0	52,9I	56,06	59,3I	62,66	66,09	69,6I	73,23	76,93	80,73	84,62	88,60	92,67
	I,I	58,I9	6I,66	65,24	68,92	72,70	76,57	80,55	84,63	88,80	93,09	97,46	I0I,94
3,2	I,2	63,49	67,27	7I,I8	75,I8	79,30	83,53	87,87	92,32	96,87	I0I,55	I06,32	III,20
40	I,3	68,78	72,88	77,I0	8I,46	85,92	90,49	95,20	I00,0I	I04,95	I00,0I	II5,I8	I20,47
	I,4	74,07	78,48	83,02	87,72	92,53	97,45	I02,52	I07,70	II3,02	II8,47	I24,04	I29,74
	I,5	79,36	84,05	88,96	93,99	99,I4	I04,42	I09,85	II5,40	I2I,I0	I26,93	I32,90	I39,00
	0,8	46,63	49,65	52,53	55,49	58,53	6I,65	64,85	68,I4	7I,50	74,94	78,48	82,08
	0,9	52,7I	55,86	59,I0	62,43	65,85	69,35	72,96	76,65	80,40	84,32	88,29	92,34
	I,0	58,58	62,07	65,67	69,36	73,I7	77,05	8I,07	85,I7	89,38	93,68	98,I0	I02,60
3,6	I,I	64,43	68,27	72,24	76,30	80,48	84,77	89,I8	93,69	98,3I	I03,05	I07,90	II2,86
45	I,2	70,28	74,48	78,80	83,24	87,80	92,48	97,28	I02,20	I07,26	II2,42	II7,72	I23,I2
	I,3	76,I5	80,69	85,37	90,I7	95,I2	I00,I8	I05,39	II0,72	II5,I9	I2I,78	I27,53	I33,38
	I,4	82,0I	86,90	9I,94	97,I0	I02,44	I07,88	II3,50	II9,24	I25,I3	I3I,I5	I37,34	I43,64
	I,5	87,87	93,I0	98,50	I04,04	I09,76	II5,59	I2I,60	I27,76	I34,07	I40,52	I47,I5	I53,9

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
	0,8	52,9I	56,07	59,3I	62,66	66,09	69,6I	73,23	76,93	80,73	84,62	88,60	I04,25
	0,9	59,52	63,07	66,72	70,48	74,34	78,3I	82,38	86,54	90,82	95,I9	99,68	I04,25
	I,0	66,I7	70,08	74,I4	78,32	82,60	87,00	9I,52	96,I6	I00,9I	I05,77	II0,75	II5,84
4,0	I,I	72,75	77,08	8I,55	86,I5	90,87	95,7I	I00,65	I05,78	III,00	II6,36	I2I,82	I27,43
50	I,2	79,36	84,09	88,97	93,98	99,I3	I04,40	I09,83	II5,40	I2I,09	I26,93	I32,90	I39,0I
	I,3	86,02	9I,I0	96,38	I0I,82	I07,38	II3,I0	II8,98	I25,0I	I3I,I8	I37,50	I43,98	I50,59
	I,4	92,64	98,II	I03,80	I09,65	II5,64	I2I,80	I28,I3	I34,62	I4I,27	I48,08	I55,05	I62,I8
	I,5	99,26	I05,I2	III,2I	II7,48	I23,90	I30,50	I37,28	I44,24	I5I,36	I58,66	I66,I2	I73,76
	0,8	57,44	60,87	64,39	68,02	7I,74	75,57	79,50	83,52	87,65	9I,87	96,I9	I00,62
	0,9	64,62	68,47	72,44	76,52	80,72	85,02	89,44	93,97	98,6I	I03,35	I08,22	II3,I9
	I,0	7I,79	76,08	80,49	85,02	89,68	94,47	99,37	I04,40	I09,56	II4,84	I20,24	I25,77
4,4	I,I	78,98	83,69	88,54	93,53	98,66	I03,9I	I09,32	II4,85	I20,5I	I26,32	I32,27	I38,35
55	I,2	86,I6	9I,30	96,60	I02,03	I07,62	II9,25	II9,25	I25,29	I3I,I5	I37,80	I44,30	I50,92
	I,3	93,33	98,90	I04,64	II0,53	II6,58	I22,8I	I29,I8	I35,72	I42,43	I49,29	I56,3I	I63,50
	I,4	I00,5I	I06,5I	II2,69	II9,03	I25,55	I32,26	I39,I2	I46,I6	I53,38	I60,78	I68,34	I76,08
	I,5	I07,68	II4,I2	I20,74	I27,53	I34,52	I4I,70	I49,06	I56,60	I64,34	I72,26	I80,36	I88,66

x) В числителе указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{btb}, в знаменателе – соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,I35 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе R_b.

Предельные изгибающие моменты аэродромных типовых плит ПАГ-I4, I8 и дорожных плит ПДН m_u [x], кНм/м (с учетом коэффициентов условий работы)

Таблица I3

Повторность приложения расчетной нагрузки за срок службы покрытия	$K_н$	Группы участков покрытий								
		А	Б и В	Г	А	Б и В	Г	А	Б и В	Г
		ПАГ-I4			ПАГ-I8			ПДН		
$I0^4$	I,33	25,7	28,0	30,4	42,9	46,9	50,8	26,I	28,4	30,8
$I0^5$	I,I7	23,3	25,5	27,6	39,2	42,9	46,5	23,7	25,9	28,0
$I0^6$	I,00	20,8	22,8	24,7	34,9	38,4	4I,6	2I,3	23,I	25,I

x) $m_u = \gamma_c \left(R_{bt,ser} \cdot \frac{t^2}{6} \cdot K_u + m_z\right)$.

Примечания: I. При расчете m_u приняты следующие значения m_z (якорный момент) для ПАГ-I4 – 5,I0 кНм/м; ПАГ-I8 – 8,97 кНм/м; ПДН – 5,39 кНм/м. Коэффициенты условий работы γ_c для участков группы А – I,20; Б и В – I,30; Г – I,40.

2. Область применения дорожных плит ПДН см. в табл. I раздела 7.

Максимальное значение контактного давления на грунт от эксплуатационной нагрузки $P_к$ [x], МПа, для жестких покрытий на участках группы А в зависимости от упругой характеристики плиты

Таблица I4

Тип воздушного судна	Упругая характеристика плиты, см					
	50	70	90	II0	I30	I50
Ил-62М	0,29	0,23	0,I7	0,I3	0,II	0,09
Ил-86	0,2I	0,I7	0,I3	0,I0	0,08	0,06
Ил-76	0,2I	0,I4	0,I0	0,07	0,05	0,04
Ту-I54Б	0,2I	0,I4	0,I0	0,07	0,06	0,04
Ил-I8Д	0,I9	0,I2	0,08	0,06	0,04	0,03
Ту-I34А	0,I4	0,09	0,06	0,02	0,02	0,0I
Як-42	0,I5	0,I0	0,06	0,04	0,03	0,03
Ми-6	0,46	0,23	0,I4	0,09	0,07	0,05
Ми-I0к	0,24	0,I4	0,09	0,06	0,04	0,03
Ми-8	0,I2	0,06	0,04	0,03	0,02	0,0I
В-747-200Р	I,28	I,0I	0,75	0,56	0,44	0,40
А-300В/4	0,62	0,46	0,34	0,25	0,I9	0,I5
В-757-I00	0,5I	0,35	0,24	0,I8	0,I3	0,II
В-737-200	0,69	0,40	0,26	0,I8	0,I3	0,I0
"Каравелла-I2"	0,33	0,2I	0,I4	0,I0	0,08	0,06

x) $P_к = 0{,}0081 \frac{F_д}{l^2} \sum_{1}^{n_к} \left(4 - \frac{a_i}{l}\right)^2 K_р$ для многоколесной опоры

Примечания: I. Для определения величин максимальных контактных давлений на участках группы Б табличные значения $P_к$ следует умножать на коэффициент 0,9; а на участках групп В и Г – на коэффициент 0,8.

2. Значения $P_к$ в ортотропных плитах определяются умножением табличных значений $P_к$ на коэффициент $K_ш$.

3. Максимальные контактные давления определены по формулам (3) и (4) приложения 8 СНиП 2.05.08-85.

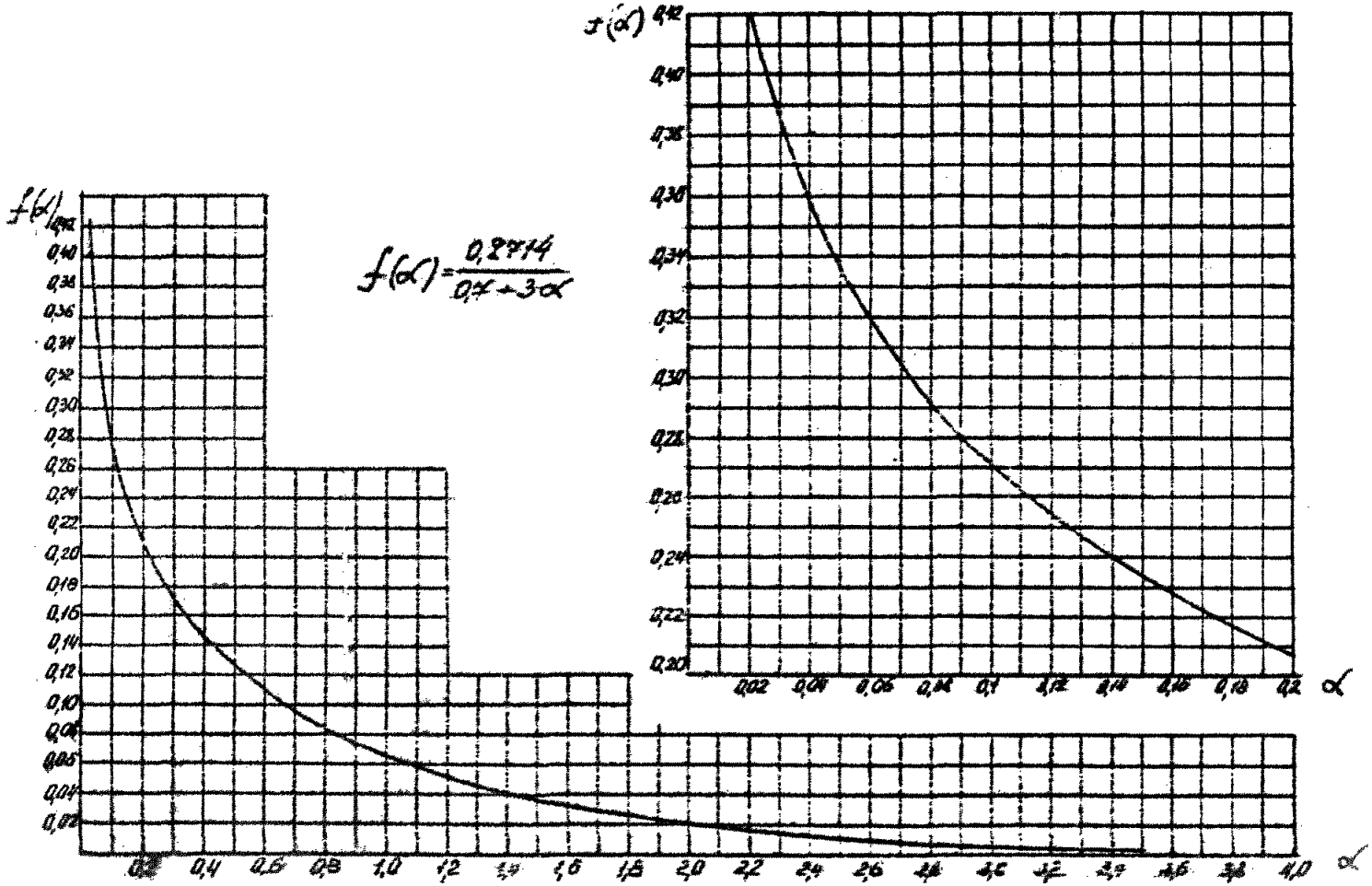


Рис. I. График для определения значений функции $f(\alpha)$

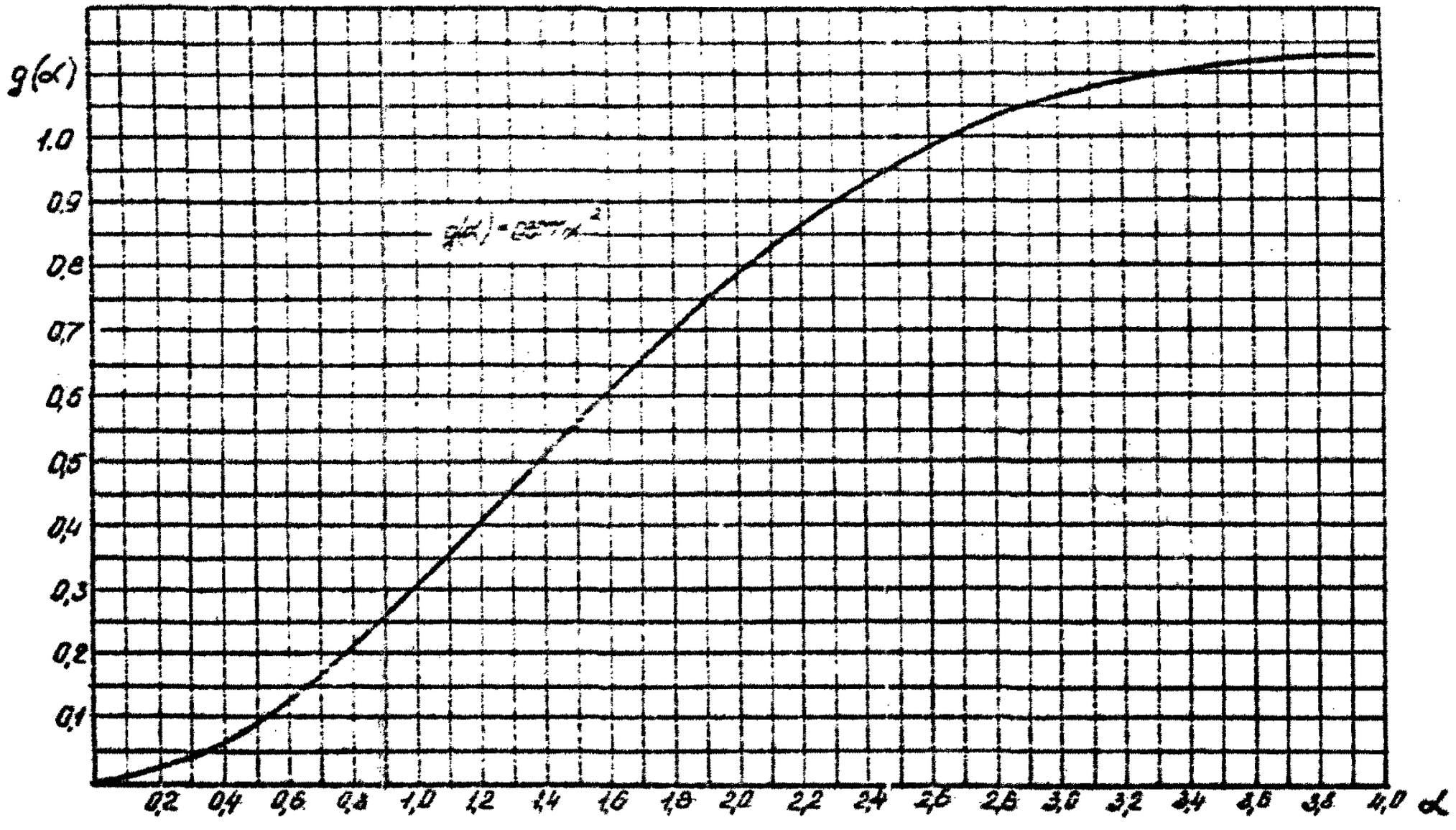


Рис. 2. График для определения значений функции $g(\alpha)$

Схема опоры



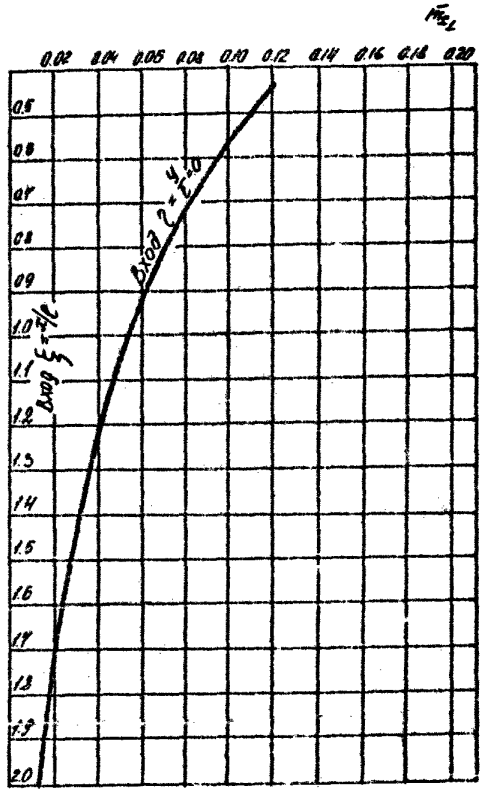


Рис. 3. Номограмма для определения единичного момента в расчетном сечении плиты жесткого покрытия от воздействия -го колеса опоры воздушного судна (двухколесная опора)

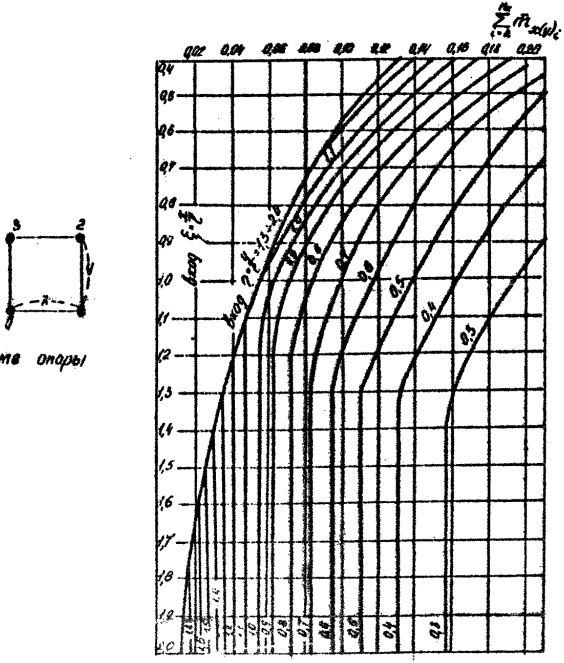


Рис. 4. Номограмма для определения суммы единичных моментов в расчетном сечении плиты жесткого покрытия от воздействия i-х колес опоры воздушного судна (четырехколесная опора "двойной тандем")

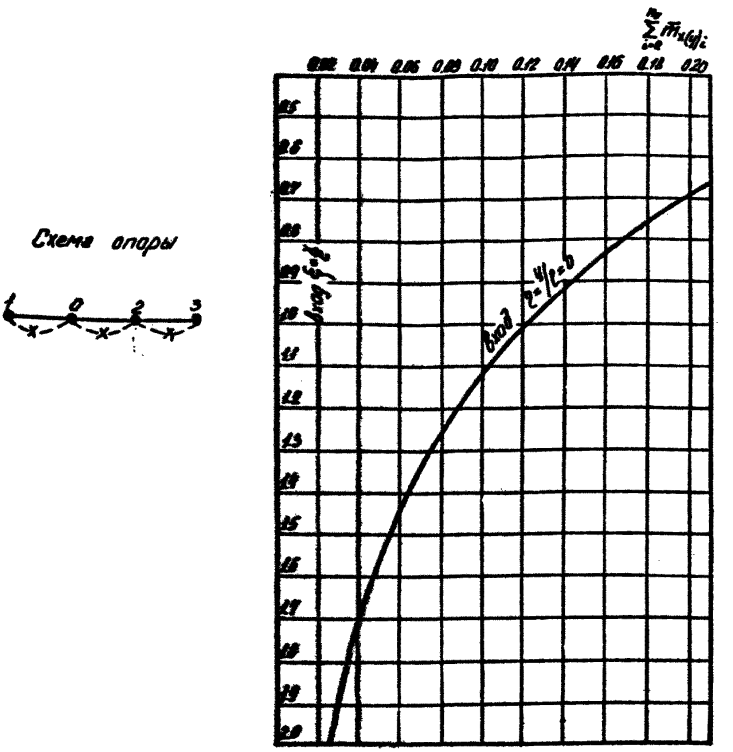


Рис. 5. Номограмма для определения суммы единичных моментов в расчетном сечении плиты жесткого покрытия от воздействия i-х колес опоры воздушного судна (четырехколесная опора)

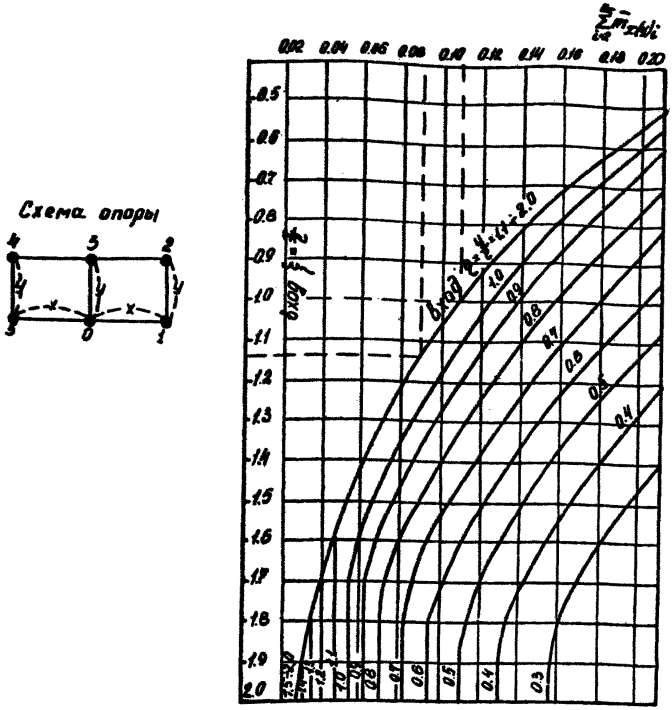


Рис. 6. Номограмма для определения суммы единичных моментов в расчетном сечении плиты жесткого покрытия от воздействия i-х колес опоры воздушного судна (шестиколесная опора)

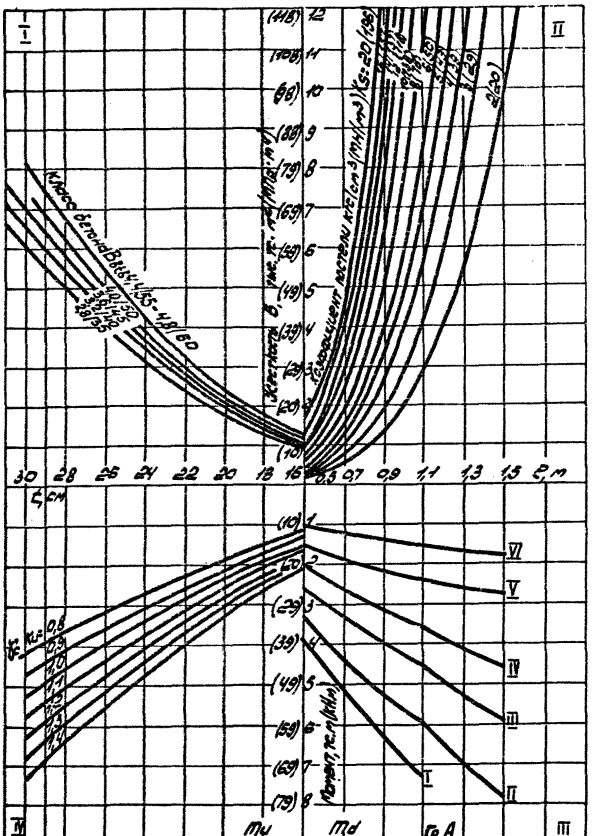


Рис. 7. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий участков группы А

Примечания: I. Значения моментов m_u даны для бетона класса B_{tbt} 4,0/50. При применении бетонов других классов величину m_u, полученную по графику, следует умножать на коэффициент $\frac{R_{tbt}}{34,3}$.

2. Значения момента m_d даны для К = I,2; K_N = I.

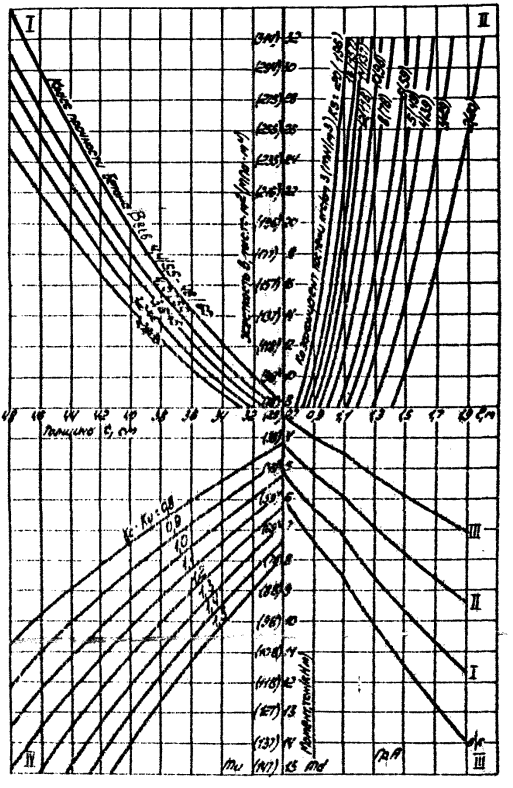


Рис. 8. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий участков группы А (см. примечания к рис. 7)

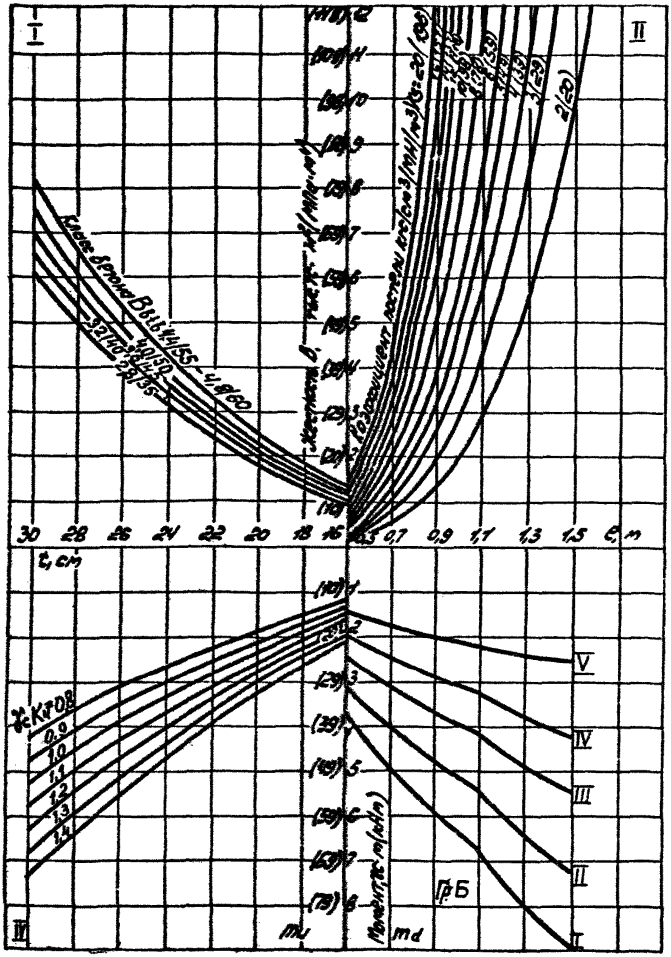


Рис. 9. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий участков группы Б (см. примечания к рис. 7)

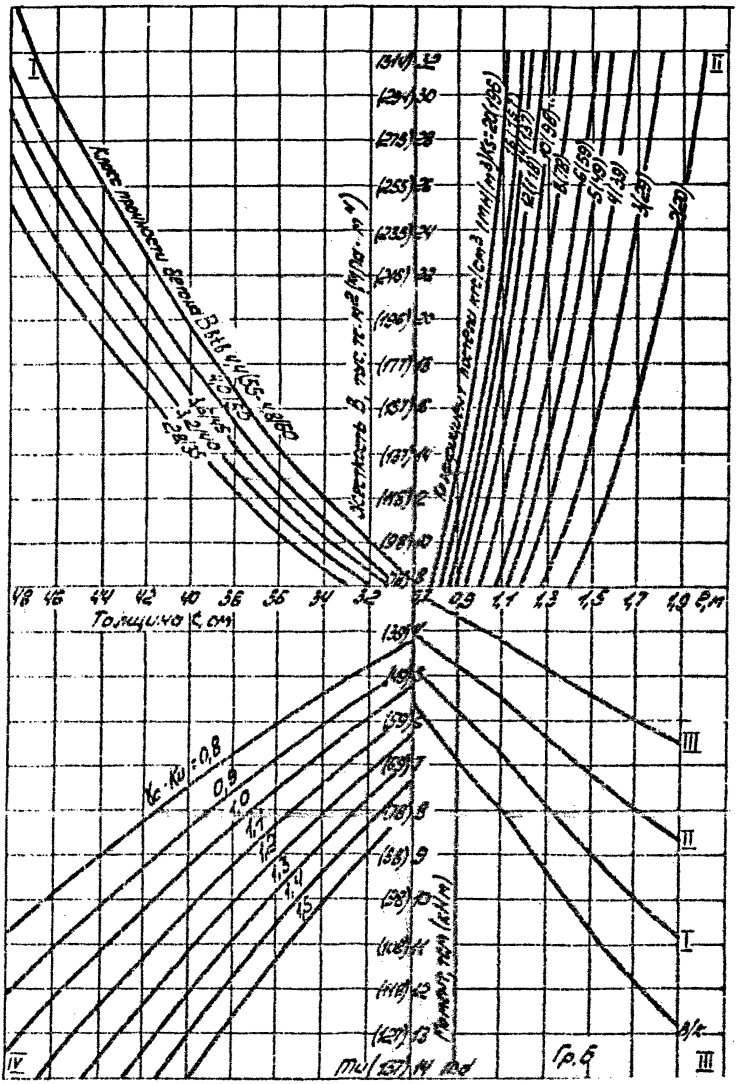


Рис. 10. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий участков группы Б (см. примечания к рис. 7)

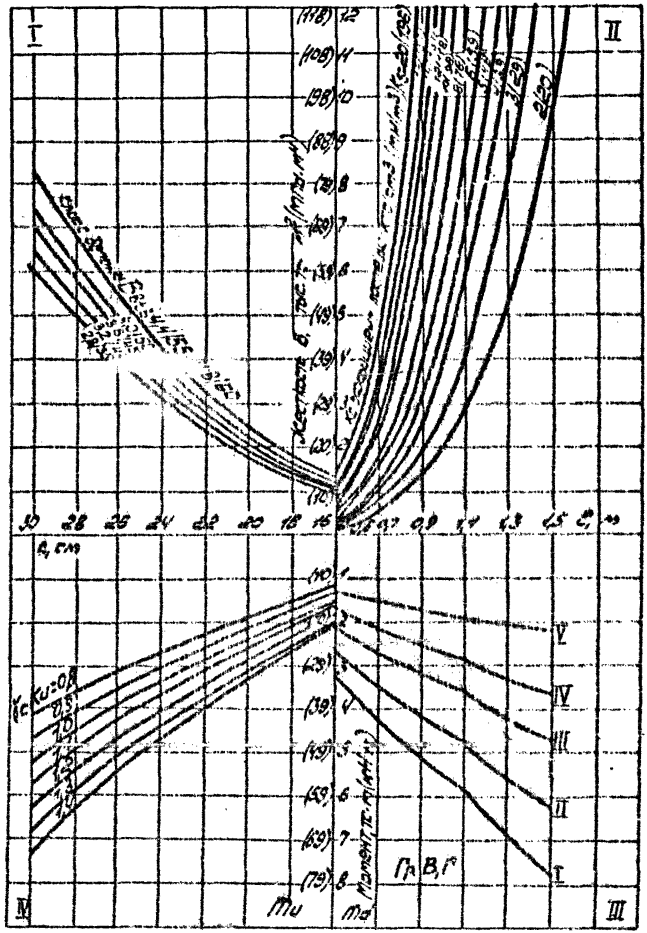


Рис. II. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий участков групп В, Г (см. примечания к рис. 7)

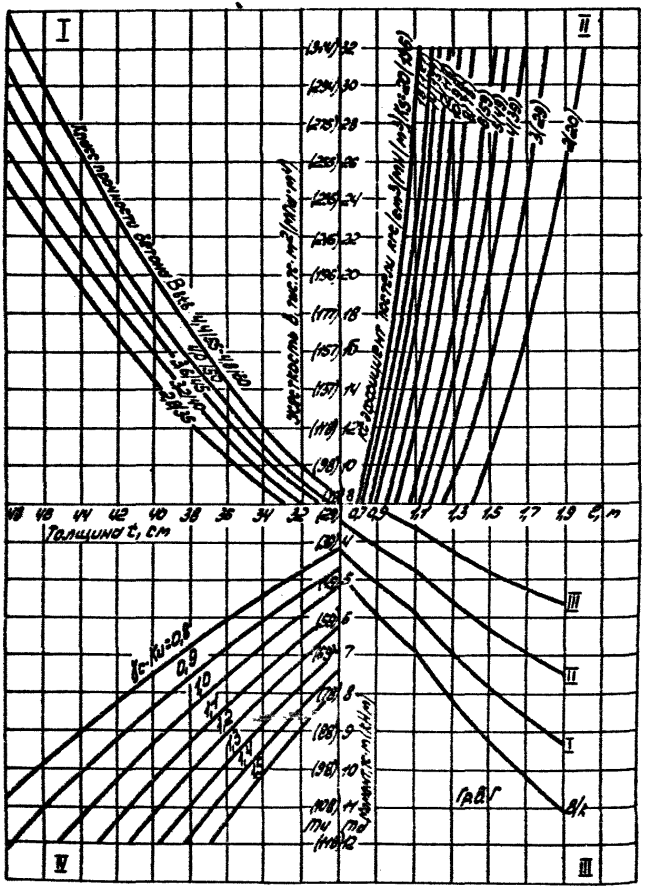


Рис. I2. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий участков группы В (см. примечания к рис. 7)

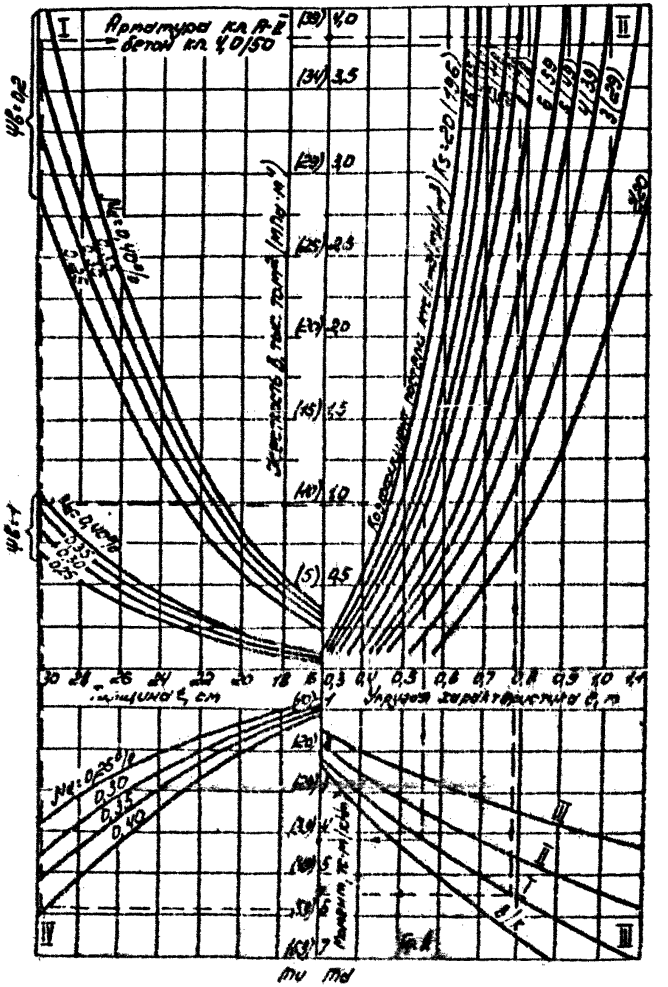


Рис. 13. Номограмма для расчета железобетонного покрытия группы участков А (для центральной части плиты)

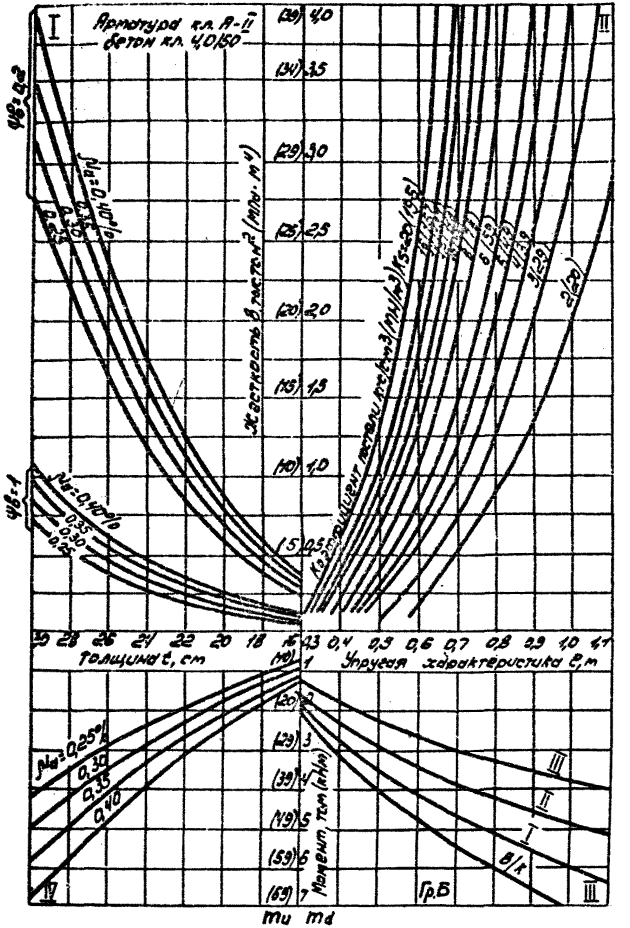


Рис. I4. Номограмма для расчета железобетонного покрытия группы участков Б (для центральной части плиты)

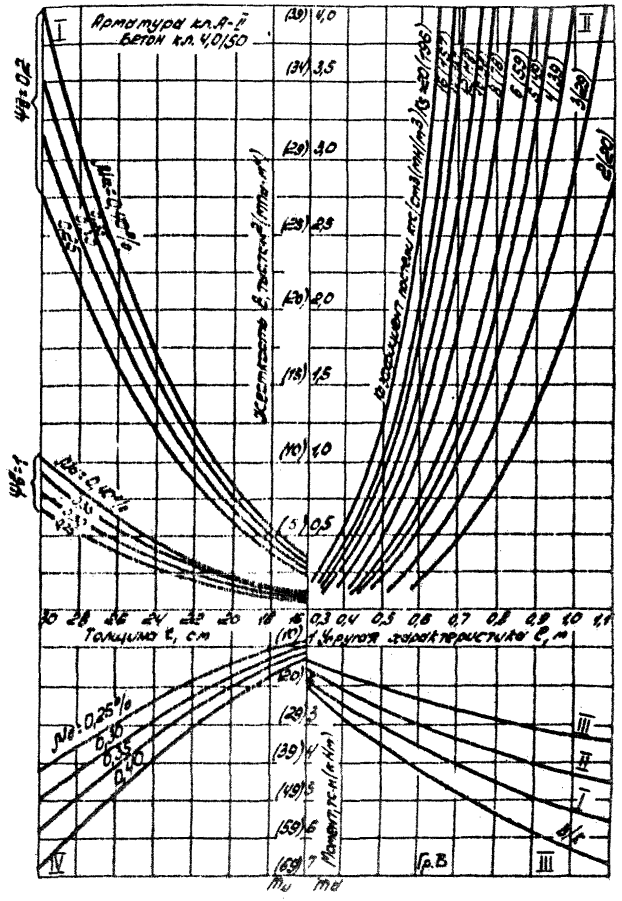


Рис. 15. Номограмма для расчета железобетонного покрытия группы участков В (для центральной части плиты)

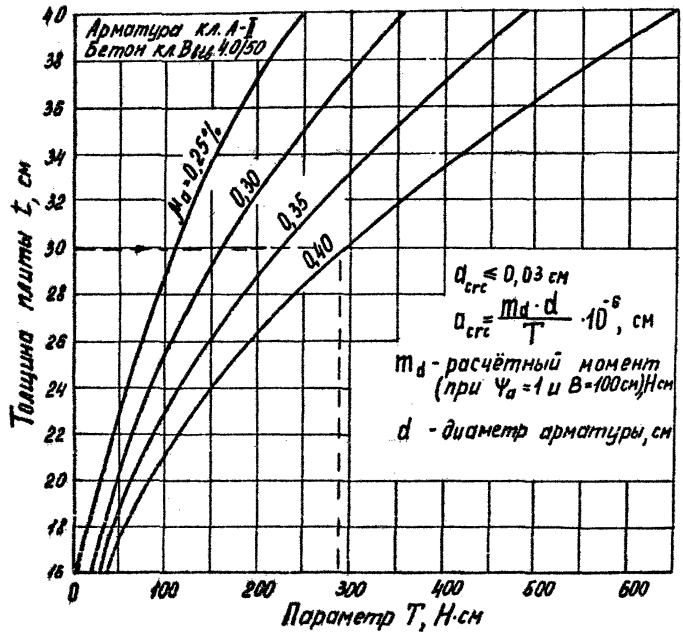


Рис. 16. Графики для определения ширины раскрытия трещин в сечениях, армированных ненапрягаемой арматурой из стали класса А-II

Приложение 5

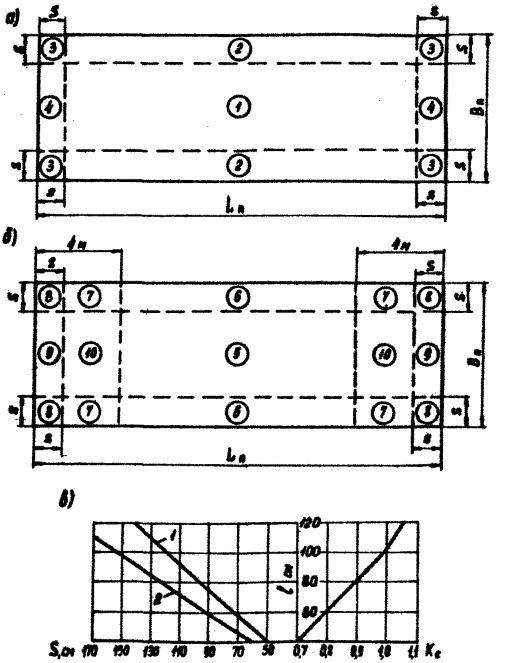
АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

Таблица I

Процент армирования монолитных железобетонных плит

№ участков (см. рисунок	Участки армирования плит	Рекомендуемое армирование участков плит	
		при наличии отыков в плитах	при отсутствии отыков в плитах
I	2	3	4
	НИЖНЯЯ ЗОНА ПЛИТЫ		
I	В продольном и поперечном направлениях	μ_0	μ_0
2	В продольном направлении	$1{,}65\mu_0 K_\ell$	$2{,}35\mu_0 K_\ell$
	В поперечном направлении	μ_0	μ_0
3	В продольном направлении	$1{,}65\mu_0 K_\ell$	$2{,}35\mu_0 K_\ell$
	В поперечном направлении	$1{,}65\mu_0 K_\ell$	$2{,}35\mu_0 K_\ell$
4	В продольном направлении	μ_0	μ_0
	В поперечном направлении	$1{,}65\mu_0 K_\ell$	$2{,}36\mu_0 K_\ell$
	ВЕРХНЯЯ ЗОНА ПЛИТЫ		
5	В продольном направлении	$0{,}39\mu_0$	$0{,}39\mu_0$
	В поперечном направлении	$0{,}78\mu_0$	$1{,}13\mu_0$
6	В продольном направлении	$0{,}65\mu_0$	$0{,}825\mu_0$
	В поперечном направлении	$0{,}78\mu_0$	$1{,}13\mu_0$
7	В продольном направлении	$1{,}17\mu_0$	$2{,}35\mu_0$
	В поперечном направлении	$0{,}78\mu_0$	$1{,}13\mu_0$
8	В продольном направлении	$1{,}17\mu_0$	$2{,}35\mu_0$
	В поперечном направлении	$1{,}17\mu_0$	$2{,}35\mu_0$

I	2	3	4
9	В продольном направлении	$0,78 f_a$	$1,13 f_a$
	В поперечном направлении	$1,17 f_a$	$2,35 f_a$
I0	В продольном и поперечном направлениях	$0,78 f_a$	$1,13 f_a$



Схемы армирования железобетонной плиты: а) – нижняя зона плиты, б) – верхняя зона плиты; в) – график для определения значений ξ и K_t. I – при наличии стыковых соединений, 2 – при отсутствии стыковых соединений

Шаг армирования сечений плит при различных диаметрах арматуры, см

Таблица 2

Процент армирования μ	Толщина плиты, см												
	I6	I8	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
	d = I0 мм												
0,I5	-	-	26	3I	27,5	25	23	2I	-	-	-	-	-
0,20	-	30	26	23	2I	I9	I7	I5,5	-	-	-	-	-
0,25	29	24	2I	I3,5	I6,5	I5	I3,5	I2,5	-	-	-	-	-
	d = I2 мм												
0,I5	-	-	-	-	-	-	-	30	27	26	24,4	23	2I,5
0,20	-	-	-	-	30	27	25	23	2I	I9,5	I8,2	I7	I6,2
0,25	-	-	30	27	24	2I,5	I9,5	I8	I7	I5,6	I4,6	I3,7	I2,9
0,30	-	29	25	22	20	I8	I6,5	I5	I4	I3	I2,2	II,5	I0,8
0,35	29	25	2I,5	I9	I7	I5,5	I4	I3	II	II,I	I0,4	I0	9,3
0,40	26	2I,5	I9	I6,5	I5	I3,5	I2,5	II,5	I0,5	9,7	-	-	-
0,45	23	I9	I7	I5	I3	I2	II	I0	-	-	-	-	-
0,50	20,5	I7,5	I5	I3	I2	II,5	I0	-	-	-	-	-	-
0,55	I8,5	I6	I3,5	I2	II	I0	-	-	-	-	-	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
0,60	I7	I4,5	I2,5	II	I0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,65	I6	I3,5	II,5	I0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70	I5	I2,5	II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75	I3,5	II,5	I0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,80	I3	I0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,85	I2	I0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,90	II,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						d = I4 мм							
0,25	-	-	-	-	-	29,5	27	24,5	22,8	2I,3	20	I8,7	I7,6
0,30	-	-	-	30	27	24,5	22,5	20,5	I9,0	I7,7	I6,6	I5,5	I4,7
0,35	-	-	29,5	26	23	2I	I9	I7,5	I5,3	I5,2	I4,2	I3,3	I2,6
0,40	-	29,5	25,5	23	20	I8,5	I6,5	I5,5	I4,3	I3,3	I2,4	II,7	II,0
0,45	-	26	23	20	I8	I6	I5	I3,5	I2,3	II,8	II,0	I0,4	9,7
0,50	28	24	20,5	I8	I6	I4,5	I3,5	I2,5	II,4	I0,6	9,9	9,4	-
0,55	25,5	2I,5	I8,5	I6,5	I4,5	I3,5	I2	II	I0,4	-	-	-	-
0,60	23,5	20	I7	I5	I3,5	I2	II	I0	9,5	-	-	-	-
0,65	2I,5	I8	I6	I4	I2,5	I0	I0	-	-	-	-	-	-
0,70	20	I7	I4,5	I3	II,5	I0	-	-	-	-	-	-	-
0,75	I8,5	I6	I3,5	I2	II	I0	-	-	-	-	-	-	-
0,80	I7,5	I5	I3	II,5	I0	-	-	-	-	-	-	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
0,85	I6,5	I4	I2	I0,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,90	I5,5	I3	II,5	I0	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,95	I4,5	I2,5	II	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
I,00	I4	I2	I0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	d = I6 мм												
0,30	–	–	–	–	–	–	29	27	25	23	2I,7	20,4	I9,2
0,35	–	–	–	–	30	27,5	25	23	2I,3	I9,8	I8,5	I7,4	I6,4
0,40	–	–	–	30	26,5	24	22	20	I8,6	I7,4	I6,2	I5,3	I4,4
0,45	–	–	30	26	23,5	2I	I9,5	I8	I6,5	I5,4	I4,4	I3,5	I2,8
0,50	–	–	27	24	2I	I9	I7,5	I6	I4,9	I3,9	I3,0	I2,2	II,5
0,55	–	28	24,5	2I,5	I9	I7,5	I6	I4,5	I3,5	I2,6	II,8	II,I	I0,4
0,60	30	26	22,5	I9,5	I7,5	I6	I4,5	I3,5	I2,4	II,6	I0,8	I0,2	9,6
0,65	28	24	20,5	I8	I6,5	I4,5	I3,5	I2,5	II,4	I0,7	9,9	–	–
0,70	26	22	I9	I7	I5	I3,5	I2,5	II,5	I0,6	9,9	–	–	–
0,75	24,5	20,5	I8	I6	I4	I2,5	II,5	I0,5	I0	–	–	–	–
0,80	23	I9	I7	I5	I3	I2	II	I0	–	–	–	–	–
0,85	2I,5	I8	I6	I4	I2,5	II	I0,5	–	–	–	–	–	–
0,90	20	I7	I5	I3	I2	I0,5	I0	–	–	–	–	–	–
0,95	I9	I6	I4	I2,5	II	I0	–	–	–	–	–	–	–
I,00	I8,5	I5,5	I3,5	I2	I0,5	–	–	–	–	–	–	–	–

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД

Требуемая толщина цементобетонного покрытия класса 4,0/50 на песокцементном основании толщиной 20 см (E=4000 МПа) для нормативных нагрузок, в зависимости от коэффициента постели основания, см

Таблица I

Группа участков	$\frac{K_и}{U_d}$	Категория нормативной нагрузки	Коэффициент постели основания K_2, МН/м³			
			30	50	80	120
I	2	3	4	5	6	7
А	$\frac{I}{I0^6}$	I-В/к	–	–	–	–
		II	–	–	34	32
		III	32	30	28	26
		IУ	27	25	23	22
		У	20	I8	I7	I6
	$\frac{I,2}{6 \cdot I0^4}$	I	–	–	–	–
		II	35	33	30	28
		III	28	26	24	23
		IУ	23	2I	20	I9
		У	I6	I6	I6	I6
Б	$\frac{I}{I0^6}$	I	–	–	35	33
		II	35	32	30	28
		III	28	25	23	22
		IУ	22	2I	20	I9
		У	I6	I6	I6	I6
	$\frac{I,2}{6 \cdot I0^4}$	I	36	33	30	29
		II	30	28	26	24
		III	24	23	2I	20
		IУ	I9	I8	I7	I6
		У	I6	I6	I6	I6

I	2	3	4	5	6	7
В	$\frac{I}{I0^6}$	I	-	34	3I	29
		II	3I	29	27	25
		III	24	23	2I	20
		IV	20	I8	I7	I6
	$\frac{I,2}{6 \cdot I0^4}$	I	32	29	27	25
		II	27	25	24	22
		III	2I	20	I8	I7
		IV	I7	I6	I6	I6
Г	$\frac{I}{I0^6}$	В/к	36	33	30	28
		I	3I	29	27	25
		II	26	25	23	2I
		III	2I	20	I8	I7
		IV	I7	I6	I6	I6
	$\frac{I,2}{6 \cdot I0^4}$	В/к	3I	28	26	24
		I	27	25	23	22
		II	23	22	20	I8
		III	I8	I7	I6	I6
		IV	I6	I6	I6	I6

Примечания: I. Для нормативных нагрузок УI категории на участках групп А, Б, В, Г и У категории на участках групп В и Г рекомендуется применять нежесткие капитальные или облегченные покрытия.

2. Требуемая толщина армобетонного покрытия определяется умножением табличных значений толщин бетонных покрытий на коэффициент 0,93.

Требуемая толщина пескоцементного основания, см, с модулем E = 4000 МПа под плиты ПАГ-I8 и ПАГ-I4 в зависимости от коэффициента постели грунтового основания

Таблица 2

Категория нормативной нагрузки	$K_н$	Группа участков покрытия	Коэффициент постели грунтового основания, МН/м³					
			30	40	60	80	I20	200
			ДЛЯ ПЛИТ ПАГ-I8					
II	I	А	29	27	22	I9	I5	I5
		Б	20	I8	I5	I5	I5	–
		В	I5	I5	I5	–	–	–
	I,2	А	23	2I	I5	I5	I5	–
		Б	I5	I5	I5	–	–	–
		В	I5	I5	–	–	–	–
			ДЛЯ ПЛИТ ПАГ-I4					
III	I	А	26	24	2I	I8	I5	I5
		Б	2I	I9	I6	I5	I5	I5
		В	I7	I5	I5	I5	I5	–
IУ	I,2	А	I5	I5	I5	I5	–	–
		Б	I5	I5	–	–	–	–
		В	–	–	–	–	–	–

Примечания: I. Для оснований с модулем упругости, отличным от 4000 МПа, требуемые толщины оснований получают умножением табличных значений на коэффициент $K = \sqrt[3]{\frac{4000}{E_i}}$, где E_i – модуль упругости материала основания, обработанного вяжущим, МПа.

2. Для промежуточных значений коэффициентов постели грунта и $K_н$ толщину слоя основания следует принимать по интерполяции.

Требуемая толщина пескоцементного основания (E = 5000 МПа) под плиты ПАГ-I8 и ПАГ-I4 (ГОСТ 259I2.0-83 - 259I2.3-83) для различных типов воздушных судов на участках группы А ($K_н$ = I)

Таблица 3

Тип воздушного судна	Взлетная масса, т	Типы плит					
		ПАГ-I8			ПАГ-I4		
		Коэффициент постели грунтового основания, МН/м³					
		40	60	80	40	60	80
Ил-76	I90	2I	I7	I5	25	22	I9
Ил-76	I70	I6	I5	I5	23	I9	I7
Ил-86	206	I6	I5	I5	33	28	25
Ту-I54Б	I00	I5	I5	I5	I8	I6	I5
Ил-I8Д	64	Упрочненное основание не требуется			I5	I5	I5
Як-42	53,5				I5	I5	I5
Ту-I34	47		-"-		I5	I5	I5
Ми-6	42,5		-"-		27	24	2I
Ми-I0к	38,0		-"-		I5	I5	I5
Ан-24	22	Упрочненное основание не требуется					
Як-40	I6,I	-"-					
Ми-8	I2	-"-					
Ми-4	7,5	-"-					
Ми-2	3,55	-"-					

Примечания: I. Минимальная толщина слоя пескоцементного основания принята I5 см.
2. Применение плит ПАГ-I4 под самолеты Ил-76 и Ил-86 допускается только как исключение.

Конструкции двухслойных покрытий для различных нормативных нагрузок[x] ($K_н$ = I)

Таблица 4

Коэффициент постели грунта $\frac{МН}{м^3}$ ($\frac{кгс}{см^3}$)	Категория нормативной нагрузки								
	В/к			I			II		
	Группы участков аэродрома								
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
	30	30	29	30	29	25	28	23	20
29,42(3)	30	30	23	30	22	20	22	20	20
	42	23	20	25	20	20	20	20	20
	30	30	28	30	27	23	26	2I	
39,23(4)	30	27	2I	28	2I	20	2I	2I	-
	36	20	20	20	20	20	20	20	
	30	30	26	30	26	22	25	20	
49,03(5)	30	23	2I	24	20	20	20	2I	-
	3I	20	20	20	20	20	20	20	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
	30	29	25	29	25	2I	24	20	
58,84(6)	30	22	2I	23	20	20	20	20	-
	26	20	20	20	20	20	20	20	
	30	27	24	28	23	20	23		
78,45(8)	28	22	20	2I	2I	20	20	-	-
	20	20	20	20	20	20	20		
	29	25	22	26	2I		2I		
II7.68(I2)	24	2I	20	2I	2I	-	20	-	-
	20	20	20	20	20		20		
	28	24	20	24	20		20		
I56.9I(I6)	22	20	2I	2I	20	-	20	-	-
	20	20	20	20	20				

x) В первом, втором и третьем рядах цифр во 2-I0-й графах таблицы указаны соответственно: толщина верхнего армобетонного слоя из бетона класса прочности B_{bt6} 4,0, см; толщина нижнего цементобетонного слоя из бетона класса прочности B_{bt6} 2,8, см; толщина пескоцементного слоя основания с модулем упругости E = 4000 МПа.

Примечание: 2-слойные конструкции, находящиеся ниже границы, выделенной жирной чертой, экономически целесообразно заменить однослойной конструкцией, или применять только при усилении существующих аэродромных покрытий.

Конструкции двухслойных покрытий для различных нормативных нагрузок[x)] ($K_н$ = I)

Таблица 5

Коэффициент постели грунта $\frac{МН}{м^3}$ ($\frac{кгс}{см^3}$)	Категория нормативной нагрузки								
	В/к			I			II		
	Группы участков аэродрома								
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В
1	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
29,42(3)	30	30	30	30	30	25	28	23	20
	30	29	2I	30	20	20	20	20	20
	40	20	20	20	20	20	20	20	20
39,23(4)	30	30	28	30	27	23	26	2I	
	30	25	20	26	20	20	20	20	-
	34	20	20	20	20	20	20	20	
49,03(5)	30	30	26	30	25	22	25	20	
	30	2I	20	22	20	20	20	20	-
	28	20	20	20	20	20	20	20	
58,84(6)	30	30	25	30	24	2I	24		
	30	20	20	20	20	20	20	-	-
	22	20	20	20	20	20	20		

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
	30	27	24	28	23	20	22		
78,45(8)	26	20	20	20	20	20	20	-	-
	20	20	20	20	20	20	20		
	30	25	22	26	2I		20		
II7,68(I2)	2I	20	20	20	20	-	20	-	-
	20	20	20	20	20		20		
	29	24	20	24	20	-	-	-	-
I56,9I(I6)	20	20	20	20	20	-	-	-	-
	20	20	20	20	20				

I6I

x) В первом, втором и третьем рядах цифр во 2–I0-й графах таблицы указаны соответственно: толщина верхнего армобетонного слоя из армобетона, см; толщина нижнего цементобетонного слоя из бетона класса прочности B_{tb} 4,0, см; толщина пескоцементного слоя основания с модулем упругости E = 4000 МПа, см.

Примечание. I. 2-слойные конструкции, находящиеся ниже границы, выделенной жирной чертой, экономически целесообразно заменить однослойной конструкцией, или применять только при усилении существующих аэродромных покрытий.

Толщины слоев нежесткой конструкции t_i, в зависимости от их расположения в конструкции и модулей упругости E_i в условиях второй ДКЗ, см

Таблица 6

Группа участков покрытия	Категория нормативной нагрузки	Суточная повторяемость приложения нагрузки N_2 при расчете на прогиб и на изгиб *)	Модуль упругости грунтового основания E, МПа	Асфальтобетонное покрытие			Основание					Общая толщина $t_{об}$
				Верхний слой		Нижний слой	Верхний слой	Нижний слой		Дренирующий слой		
				Модуль упругости E_i								
				I500	I200	900	600	350	300	250	I30	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
А	I	25/95	24	I0	-	I5	I5	40	-	50	-	I30
			40	I0	-	I5	II	36	-	I5	-	87
			I00	9	-	9	I5	40	-	-	-	73
	II	I6/60	24	I0	-	I3	8	42	-	-	50	I23
			40	I0	-	I3	8	20	-	-	I5	66
			I00	9	-	9	9	20	-	-	-	47

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
А	III	30/50	24	I0	–	7	8	30	–	–	50	I05
			40	9	–	–	8	20	–	–	30	67
			I00	9	–	5	8	24	–	–	–	46
	IУ	20/25	24	9	–	7	8	20	–	–	50	94
			40	9	–	–	8	30	–	–	–	47
			I00	9	–	–	8	23	–	–	–	40
	У	I5/I5	24	–	7	–	6	–	I8	–	20	5I
			40	–	7	–	6	–	2I	–	–	34
			I00	–	7	–	6	–	–	22	–	35
Б	I	25/95	24	I0	–	I0	I5	40	–	50	–	I25
			40	I0	–	I4	8	28	–	20	–	80
			I00	9	–	6	I2	40	–	–	–	67
	II	I6/60	24	I0	–	I2	8	40	–	–	50	I20
			40	I0	–	I0	8	I6	–	–	28	72
			I00	9	–	7	8	23	–	–	–	47
	III	30/50	24	I0	–	5	8	22	–	–	40	85
			40	9	–	–	8	I5	–	–	20	52
			I00	9	–	5	8	22	–	–	–	44

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Б	IУ	20/25	24	9	-	5	8	20	-	-	30	72
			40	9	-	-	8	20	-	-	-	37
			I00	9	-	-	8	-	-	24	-	39
	У	I5/I5	24	-	7	-	6	-	30	-	-	43
			40	-	7	-	6	-	-	20	-	33
			I00	-	7	-	6	-	-	I5	-	28
В	I	25/95	24	I0	-	I0	I0	40	-	50	-	I20
			40	I0	-	I0	I0	20	-	20	-	70
			I00	9	-	6	8	39	-	-	-	62
	II	I6/60	24	I0	-	8	8	42	-	-	50	II8
			40	9	-	6	8	I5	-	-	I5	53
			I00	9	-	6	8	23	-	-	-	46
	III	30/50	24	9	-	5	8	I8	-	-	40	80
			40	9	-	-	8	I5	-	-	20	50
			I00	9	-	5	8	20	-	-	-	40
	IУ	20/25	24	9	-	5	8	I8	-	-	27	67
			40	9	-	-	8	20	-	-	-	37
			I00	9	-	-	8	-	-	20	-	35

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
В	У	I5 / I5	24	-	7	-	6	-	27	-	-	40
			40	-	7	-	6	-	-	I9	-	32
			I00	-	7	-	6	-	-	I5	-	28

x) В числителе N_z при расчете на прогиб; в знаменателе - на изгиб.

Примечание. В таблице приведены варианты нежестких одежд. Выбор толщин конструктивных слоев при конкретном проектировании следует производить на основе технико-экономического сравнения вариантов.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Пример I. Расчет приведенной повторности приложения нормативной нагрузки

Жесткое покрытие

Исходные данные:

Нормативная нагрузка для аэродрома класса Б-II.

P_n = 550 кН (55 тс)
p_a = I МПа (IO кгс/см^2).

Состав движения (тип воздушного судна и среднегодовая интенсивность):

Ил-86	N = 5000 операций	}	Учитываются только взлеты
Ту-I54	N = 7665 -"-	}	
Ту-I34	N = I050 -"-	}	Учитываются взлеты и посадки (см. п.II.2.
Як-42	N = 7035 -"-	}	
Як-40	N = 3675 -"-	}	
Ан-24	N = 2450 -"-	}	

Упругая характеристика жесткого покрытия ℓ = 90 см
Расчетная группа участков покрытия - А.

Расчет приведен на стр. I97.

Расчет

Тип воздушного судна или категория нормативной нагрузки	Количество осей на основной опоре n_a	Среднегодовая интенсивность N_i	Центральный изгибающий момент $m_{c,max\,i}$ (по табл.9 прил.4 Пособия)	$\frac{m_{c,max\,i}}{m_{c,max\,d}}$	Интенсивность за 20-летний срок службы $U_i = 20 N_i \cdot n_a$	Приведенная повторность нормативной нагрузки U_{di} (по формуле (13) Пособия)	Расчетный коэффициент K_u (по формуле (15) Пособия)
Ил-76	2	-	41,88	I	-	-	I,24
Ил-86	2	5000	37,12	0,89	200000	29700	
Ту-154	3	4462	34,09	0,81	267720	7692	
Ту-134	2	1050 × 2	21,97	0,52	84000		
Як-42	2	7035 × 2	22,04	0,53	562800	Не учитываются	
Як-40	I	3675 × 2	15,94	0,38	147000		
Ан-24	I	2450 × 2	17,29	0,41	98000		

U_d = 37392 прохода

Нежесткое покрытие

Исходные данные: нормативная нагрузка и состав движения те же, что для расчета жесткого покрытия. Толщина нежесткой конструкции t_{tot} = I,0 м, в том числе асфальтобетонных слоев t_{ab} = 0,23 м.

Расчет

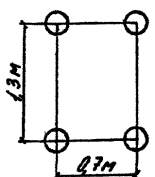
Тип воздушного судна и кни x)	Годовая интенсивность движения на IO-й год эксплуатации $N_{i\,10}$	Среднесуточная интенсивность движения на IO-й год эксплуатации $\frac{N_{i\,10}}{365}$	Давление в пневматиках p_i, МПа	$\frac{p_i}{p_0}$	R_{ei}, см (по табл. 4 и 5 прилож. 4 Пособия) для грунта при t_{tot} = I,0 м	R_{ei}, см (по табл. 4 и 5 прилож. 4 Пособия) для асфальтобетона при t_{ab} = 0,23 м	$\frac{R_{ei}}{R_{ed}}$ для грунта	$\frac{R_{ei}}{R_{ed}}$ для асфальтобетона	Коэффициент приведения K_n (по формуле (I6) Пособия) для грунта	Коэффициент приведения K_n (по формуле (I6) Пособия) для асфальтобетона	Приведенная повторность приложения нормативной нагрузки N_t для грунта	Приведенная повторность приложения нормативной нагрузки N_t для асфальтобетона
П кин	-	-	I	I	33,80	23,70	I,0	I,0	I	I	-	-
Ил-86	5000	I4	0,90	0,90	3I,78	24,99	0,94	I,05	0,35	0,84	5	24
Ту-I54	4462	I2	0,90	0,90	30,4I	I8,36	0,90	0,77	0,25	0,79	3	28
Ту-I34 Як-42 Як-40 Ан-24	Не учитываются, т.к. нагрузка на основную опору воздушного судна не превышает 0,5 нормативной опорной нагрузки для П категории нагрузки											
Итого											8	52

x) Категория нормативной нагрузки.

Пример 2. Расчет однослойного армобетонного покрытия на пескоцементном основании

Исходные данные

Нагрузка:
III кнн
F_n =400 кН
P_a =I МПа



Аэродром класса В
ДКЗ-IУ, 42°с.ш.
ГТУ - 2 тип

Группа участков покрытий - А
K_d = I,2
γ_f = I,0
γ_c = 0,8
K = I,2

$D_т$ = 2,9 м
K_u = I,0

Конструкция:

армобетон B_{btb} 4,0/50 R_{btb} = 3,43 МПа E_b = 3,24·I0⁴МПа	t=0,3м
пескоцемент R_{btb} = 0,8 МПа E_f = 40·I0²МПа	t_1=0,2м
песок K_{s1} = I40 МН/м³	t_2=0,2м
грунт - пылеватый суглинок K_{s3} = 50 МН/м³	

Расчет

$F_d = \frac{F_n \cdot K_d \cdot \gamma_f}{n_к} = \frac{400 \cdot I,2 \cdot I,0}{4} = I20$ кН	П.5.52 СНиП
$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot P_a}} = \sqrt{\frac{I20 \cdot I0^3}{3,14 \cdot I0^6}} = 0,I96$ м	П.5.52 СНиП

$t_2 = 0$; $\alpha_2 = 0$ $\alpha_3 = \frac{0,5[1,6D_2 - (t_1 + t_2)]^2}{t_1(1,6D_1 - 0,5t_1)} = \frac{0,5(1,6 \cdot 2,9 - 0,2)^2}{0,2(1,6 \cdot 2,9 - 0,5 \cdot 0,2)} =$ $= 10,86$; $K_{se} = \frac{K_{s1} + K_{s2}\alpha_2 + K_{s3}\alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3} = \frac{140 + 50 \cdot 10,86}{1 + 10,86} = 57,6$ МН/м^3	Приложение 5 СНиП
$B = 0,085 E_b \cdot i^3 = 0,085 \cdot 3,24 \cdot 10^4 0,3^3 = 74,36$ МПам^4/м	П.5.53 СНиП
$B_f = 0,085 E_b t_f^3 = 0,085 \cdot 40 \cdot 10^2 0,2^3 = 2,72$ МПам^4/м	П.5.53 СНиП
$B + B_f = 74,36 + 2,72 = 77,08$ МПам^4/м	
$l = \sqrt[4]{\frac{B + B_f}{K_{se}}} = \sqrt[4]{\frac{77,08}{57,6}} = 1,08$ м	П.5.52 СНиП
$m_{c,max} = 37,0$ кНм/м	Приложение 4 Пособия, таблица 8
$m_d = \frac{B}{B + B_f} m_{c,max} \cdot K \cdot \rho = \frac{74,36}{77,08} \cdot 37,0 \cdot 1,2 \cdot 0,95 =$ $= 40,69$ кНм/м $\gamma_f = \frac{B}{B_f} = \frac{74,36}{2,72} = 27,34$ $\theta_e = 0,32$ $\rho = 1 - 0,167\theta = 1 - 0,167 \cdot 0,32 = 0,95$	Приложение II СНиП
$m_u = \frac{\gamma_c \cdot R_{btf} \cdot t^2 \cdot K_u}{6} = \frac{0,8 \cdot 3,43 \cdot 0,3^2 1,0}{6} = 41,14$ кНм/м	П.5.54 СНиП
$\Delta = \frac{m_u - m_d}{m_d} 100\% = \frac{41,14 - 40,69}{40,69} 100\% = 1,1\%$	
Вывод: прочность конструкции обеспечена	

Пример 3. Расчет двухслойного покрытия

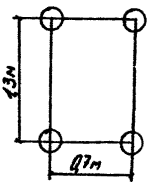
Исходные данные

Нагрузка:

F_n = 700 кН

P_a = I МПа

I кнн



Аэродром класса Б

ДКЗ – Ш, 52°с.ш.

ГГУ – 2 тип

Группа участков покрытий – А

γ_f = I,0

K_d = I,2

γ_c = 0,8

D_2 = 3,6 м

K_u = I,I

Швы совмещены

Конструкция:

бетон B_{btb} 4,0/50 R_{btb} = 3,43 МПа E_b = 3,24·I0⁴МПа	t_{sup}=0,3м
бетон B_{btb} 3,2/40 R_{btb} = 2,75 МПа E_b = 2,84·I0⁴МПа	t_{inf}=0,3м
щебень K_{s1}=3,0·I0²МН /м³	t_1=0,3м
песок крупный K_{s2}=I,2·I0²МН/м³	t_2=0,3м
грунт – супесь K_{s3}=60 МН/м³	

Расчет

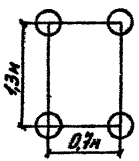
$F_d = \frac{F_n \cdot K_d \cdot \gamma_f}{n_k} = \frac{700 \cdot I,2 \cdot I,0}{4} = 2I0$ кН	П.5.52 СНиП
$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot P_a}} = \sqrt{\frac{2I0 \cdot I0^3}{\pi \cdot I0^6}} = 0,259$ м	П.5.52 СНиП
$\alpha_2 = \frac{t_2[1,6D_2 - (t_1 + 0,5t_2)]}{t_1(1,6D_2 - 0,5t_1)} = \frac{0,3 \cdot [I,6 \cdot 3,6 - (0,3 + 0,5 \cdot 0,3)]}{0,3 \cdot (I,6 \cdot 3,6 - 0,5 \cdot 0,3)} = 0,946$	Приложение 5 СНиП
$\alpha_3 = \frac{0,5[1,6D_2 - (t_1 + t_2)]^2}{t_1(1,6D_2 - 0,5t_1)} = \frac{0,5 \cdot [I,6 \cdot 3,6 - (0,3 + 0,3)]^2}{0,3 \cdot (I,6 \cdot 3,6 - 0,5 \cdot 0,3)} = 7,9I0$	— " —

$K_{sp} = \frac{K_{s1} + K_{s2}\alpha_2 + K_{s3}\alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3} =$ $= \frac{300 + 120 \cdot 0,946 + 60 \cdot 7,91}{1 + 0,946 + 7,91} = 90,11$ МН/м^3	
$B_{sup} = 0,085 E_{b\,sup} \cdot \ell_{sup}^3 = 0,085 \cdot 3,24 \cdot 10^4 \cdot 0,3^3 =$ $= 74,36$ МПам^4/м	П.5.53 СНиП
$B_{inf} = 0,085 E_{b\,inf} \cdot \ell_{inf}^3 = 0,085 \cdot 2,84 \cdot 10^4 \cdot 0,3^3 =$ $= 65,18$ МПам^4/м	П.5.53 СНиП
$B_{tot} = B_{inf} + B_{sup} = 74,36 + 65,18 = 139,54$ МПам^4/м	
$\ell = \sqrt[4]{\frac{B_{tot}}{K_{sp}}} = \sqrt[4]{\frac{139,54}{90,11}} = 1,12$ м	П.5.52 СНиП
$m_{c\,max} = 61,5$ кНм/м	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_{d\,sup} = \frac{K' \cdot m_{c\,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}} = \frac{1,2 \cdot 61,5}{1 + \frac{65,18}{74,36}} = 39,26$ кНм/м	П.5.58 СНиП
$K' = 1,2$	П.5.58 СНиП
$m_{d\,inf} = K' m_{c\,max} - m_{d\,sup} = 1,2 \cdot 61,5 - 39,26 =$ $= 34,54$ кНм/м	П.5.58 СНиП
$m_{y\,sup} = \frac{\gamma_c R_{eltk\,sup} \cdot \ell_{sup}^2 \cdot K_y}{6} = \frac{0,8 \cdot 3,43 \cdot 0,3^2 \cdot 1,1}{6} =$ $= 40,74$ кНм/м	П.5.54 СНиП
$m_{y\,inf} = \frac{\gamma_c R_{eltk\,inf} \cdot \ell_{inf}^2 \cdot K_y \cdot K_m}{6} = \frac{0,8 \cdot 2,75 \cdot 0,3^2 \cdot 1,1 \cdot 1,28}{6} =$ $= 46,46$ кНм/м	П.5.58 СНиП
$m_{y\,sup} > m_{d\,sup}$; $40,74 > 39,26$	
$m_{y\,inf} > m_{d\,inf}$; $46,46 > 34,54$	
Вывод: прочность конструкции обеспечена	

Пример 4. Расчет двухслойного покрытия с выбором оптимального варианта

Исходные данные

Нагрузка:
I кин
F_n =700 кН
P_d =I МПа



Группа участков покрытий - А
K_d =I,2
γ_f =I,0
γ_c =0,8 - для цементобетона
γ_c =0,9 - для армобетона
K_u =I,0
Швы не совмещены

Конструкция:

армобетон B_{btk} 4,0/50 R_{btk} =3,43 МПа E_{sup} =3,24 10^4МПа	t_{sup}
цементобетон B_{btk} 2,8/35 R_{btk} =2,26 МПа E_{inf} =2,6·10^4МПа	t_{inf}
пескоцемент E_c =4·10^3 МПа	t_f=0,2м
Эквивалентный коэффициент постели основания K_{se}=60 МН/м^3	

Стоимость Iм^3 бетона B_{btk} 4,0/50 C_1= 24,2 руб
Стоимость Iм^3 бетона B_{btk} 2,8/35 C_2= I8,4 руб

Расчет

	вариант I	вариант 2	вариант 3	Ссылки на источники информации
Принимаем толщину верхнего слоя t_{sup}	0,30м	0,29 м	0,28 м	
Принимаем толщину нижнего слоя t_{inf}	0,22 м	0,23 м	0,25 м	
$B_{sup}=0,085E_{btksup}t^3_{sup}$	74,36 МПам^4/м	67,I7МПам^4/м	60,45МПам^4/м	П.5.53СНиП
$B_{inf}=0,085E_{btkinf}t^3_{inf}$	23,53МПам^4/м	26,89МПам^4/м	34,53МПам^4/м	- " -
$B_f=0,085E_c t^3_f$ =0,085·4·$10^3$0,2^3=2,72 МПам^4/м				- " -
$B_{tot}=B_{sup}+B_{inf}+B_f$	I00,6IМПам^4/м	96,78Мпам^4/м	97,7Мпам^4/м	Приложение II СНиП

$\ell = \left\lvert \frac{B_{tot}}{K_{sp}} \right\rvert$	I,I43 м	I,I32 м	I,I35 м	II.5.52 СНиП
$m_{c,max}$	6I,4 кНм/м	60,9 кНм/м	6I,0 кНм/м	Таблица 8 приложения 4 Пособия
B_{inf}/B_{sup} K_1	0,3I6 I,08I	0,40 I,I02	0,57I I,I44	II.5.58СНиП
$\gamma_B = B_{inf}/B_3$	8,65	9,9	I2,7	Приложение II СНиП
β	0,5I	0,5	0,45	Черт.I Приложения II СНиП
$\rho = 1 - 0,167\beta$	0,9I5	0,9I6	0,925	Приложение II СНиП
$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} \cdot m_{c,max} \cdot K_1 \cdot \rho$	45,37кНм/м	42,65кНм/м	39,93кНм/м	Приложение II СНиП
$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} \cdot m_{c,max}$	I4,36кНм/м	I6,92кНм/м	2I,56кНм/м	— " —
$m_{u\,sup} = \gamma_b R_{tt,sup} \cdot \frac{t^2_{sup}}{6} \cdot K_u$	46,3IкНм/м	43,27кНм/м	40,34кНм/м	II.п.5.54, 5.58 СНиП
$m_{u\,inf} = \gamma_b R_{tt,inf} \cdot \frac{t^2_{inf}}{6} \cdot K_u$	I8,66кНм/м	20,40кНм/м	23,92кНм/м	II.п.5.54, 5.58 СНиП
K_m	I,28	I,28	I,28	черт.6 Приложения I0 СНиП
$m_{u\,sup} > m_{d\,sup}$	46,3I>45,37	43,27>42,65	40,34>39,93	
	Прочность верхнего слоя обеспечена			
$m_{u\,inf} > m_{d\,inf}$	I8,66>I4,36	20,4>I6,92	23,92>2I,56	
	Прочность нижнего слоя обеспечена			
Стоимость I м^2 покрытия $C = C_1 t_{sup} + C_2 t_{inf}$	II,3Iруб	II,25 руб	II,38 руб	
Вывод: Окончательно принимаем вариант 2 по наименьшей стоимости конструкции				

Пример 5. Расчет железобетонного покрытия на искусственном основании

Исходные данные:

Нагрузка:

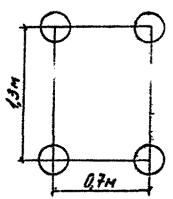
$F_n = 700$ кН

$P_a = 1$ МПа

ДКЗ – II

ГГУ – 2 тип

Группа участков покрытий – Б



$K_d = 1,1$

$\gamma_f = 1,0$

$\gamma_c = 1,1$

$K = 1,15$

$K_н = 1,0$

$K_{x(y)} = 1,0$

Конструкция:

железобетон $\mu_a = 0,3\%$ B_{bt8} 4,0/50 $R_{btb} = 3,43$ МПа $E_b = 3,24 \cdot 10^4$ МПа	$t = 0,28$ м
грунтоцемент $R_{btb} = 0,8$ МПа $E_f = 28,6 \cdot 10^2$ МПа	t_f
эквивалентный коэффициент постели основания $K_{se} = 40$ МН/м^3	

Арматура – А-II

$E_s = 2,06 \cdot 10^5$ МПа

$R_s = 2,8 \cdot 10^2$ МПа

$d_{арм} = 12$ мм; $\ell_s = 0,28$ м

Расчет

$F_d = \dfrac{F_n \cdot K_d \cdot \gamma_f}{n_к} = \dfrac{700 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{4} = 192,5$ кН	П.5.52 СНиП
$R_e = \sqrt{\dfrac{F_d}{\pi \cdot P_a}} = \sqrt{\dfrac{192500}{3,14 \cdot 10^6}} = 0,25$ м	П.5.52 СНиП
$h_0 = t - t_{pr} - d = 0,28 - 0,03 - 0,012 = 0,24$ м	П.5.53 СНиП
$A_s = \mu_a \cdot h_0 = 0,003 \cdot 0,24 = 0,00072$ м^2	П.5.53 СНиП
$\dfrac{\ell_s}{t} = \dfrac{0,28}{0,28} = 1,0$; $\psi_c = 0,59$; $\psi_в = 0,2$	П.5.53 СНиП

$\theta = \frac{E_s}{E_b}\frac{\psi_c}{\psi_\theta}\cdot N_a =$ $= \frac{2{,}06\cdot 10^5}{3{,}24\cdot 10^4}\cdot\frac{0{,}59}{0{,}2}\cdot 0{,}003 = 0{,}056$	П.5.53 СНиП
$x = (-\theta_0 + \sqrt{\theta_0^2 + 2\theta})h_0 =$ $= (-0{,}056 + \sqrt{0{,}056^2 + 2\cdot 0{,}056})0{,}24 =$ $= 0{,}067$ м	П.5.53 СНиП
$B = \frac{E_s A_s}{\psi_\theta}\left(h_0 - \frac{x}{3}\right)(h_0 - x) =$ $= \frac{2{,}06\cdot 10^5 \cdot 0{,}00072}{0{,}2}(0{,}24 - \frac{0{,}067}{3})(0{,}24 - 0{,}067) =$ $= 27{,}7$ МПам^4/м	П.5.53 СНиП
$l = \sqrt[4]{\frac{B}{K_{s0}}} = \sqrt[4]{\frac{27{,}7}{40}} = 0{,}91$ м	П.5.52 СНиП
$m_{c,max} = 47{,}5$ кНм/м	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_d = m_{c,max}\cdot K\cdot K_N\cdot K_{x(y)} =$ $= 47{,}5\cdot 1{,}15\cdot 1{,}0\cdot 1{,}0 = 54{,}6$ кНм/м	П.5.52 СНиП
$m_u = \gamma_c A_s R_s\left(h_0 - \frac{x}{3}\right) =$ $= 1{,}1\cdot 0{,}00072\cdot 2{,}8\cdot 10^2(0{,}24 - \frac{0{,}067}{3}) =$ $= 48{,}2$ кНм/м	П.5.54 СНиП
$m_d = 54{,}6 > m_u = 48{,}2$ **Вывод:** прочность не обеспечена, требуется устройство искусственного основания	
$m_{c,max} = \frac{m_u}{K\cdot K_{x(y)}\cdot K_N} = 41{,}9$ кНм/м	
при $m_{c,max} = 41{,}9$ кНм/м $l_d = 0{,}76$ м	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_d = m_u$	
$K_{sd} = \frac{B}{l_d^4} = \frac{27{,}7}{0{,}76^4} = 83{,}0$ МН/м^3	Формула (26) Пособия

$\frac{E_o}{1{,}8 \cdot l_d \cdot K_{sd}} = \frac{28{,}6 \cdot 10^2}{1{,}8 \cdot 0{,}76 \cdot 83} = 25{,}2$	Приложение II СНиП
$\frac{E_c}{1{,}8 \cdot l \cdot K_s} = \frac{28{,}6 \cdot 10^2}{1{,}8 \cdot 0{,}91 \cdot 40} = 43{,}6$	Приложение II СНиП
$\frac{D_s}{t_f} = 11{,}8$	—"—
при $\frac{K_e}{l_d} = \frac{0{,}25}{0{,}76} = 0{,}329$ $\quad K_\alpha = 1{,}154$	—"—
$D_s = \frac{2{,}5 \cdot l_d \cdot K_\alpha}{\sqrt{K_w}} = \frac{2{,}5 \cdot 0{,}76 \cdot 1{,}154}{1} = 2{,}19$ м	—"—
$t_f = \frac{D_s}{\left(\frac{D_s}{t_f}\right)} = \frac{2{,}19}{11{,}8} = 0{,}19$ м	—"—
Вывод. Грунтоцемент устраивается толщиной $t_f = 19$ см	
Расчет по раскрытию трещин $\Psi_s = 1{,}0$	П.5.53 СНиП
$\theta = \frac{E_s}{E_s} \frac{\Psi_s}{\Psi_s} \mu_a = \frac{2{,}06 \cdot 10^5}{3{,}24 \cdot 10^4} \cdot \frac{0{,}59}{1} \cdot 0{,}003 = 0{,}0113$	П.5.53 СНиП
$x = \left(-\theta + \sqrt{\theta^2 + 2\theta}\right) h_o = (-0{,}0113 + \sqrt{0{,}0113^2 + 2 \cdot 0{,}0113}) \cdot 0{,}24 = 0{,}0335$	П.5.53 СНиП
$B = \frac{E_s \cdot A_s}{\psi_s} \left(h_o - \frac{x}{3}\right)\left(h_o - x\right) =$ $= \frac{2{,}06 \cdot 10^5 \cdot 0{,}00072}{1} \cdot (0{,}24 - \frac{0{,}0335}{3}) \cdot (0{,}24 - 0{,}0335) =$ $= 7{,}01$ МПам^4/м	П.5.53 СНиП
$\ell = \sqrt[4]{\frac{B}{K_{sd}}} = \sqrt[4]{\frac{7{,}01}{83}} = 0{,}539$ м	П.5.52 СНиП

$m_{c,max}$=31,5 кН/м	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_d = m_{c,max} \cdot K_н \cdot K$ =31,5·1,0·1,15=36,22 кНм/м	П.5.52 СНиП
$K_c = \frac{t^2 \cdot E_к}{3{,}5 \cdot A_s (h_0 - \frac{x}{3}) E_s} - 2 =$ $= \frac{0{,}28^2 \cdot 3{,}24 \cdot 10^4}{0{,}00072 \cdot (0{,}24 - \frac{0{,}0335}{3}) \cdot 2{,}06 \cdot 10^5} - 2 = 19{,}4$	П.5.57 СНиП
$\sigma_s = \frac{m_d}{A_s (h_0 - \frac{x}{3})} =$ $= \frac{36{,}22}{0{,}00072 \cdot (0{,}24 - \frac{0{,}0335}{3})} = 220$ МПа	- " -
$a_c = K_c \frac{A_s \cdot E_s}{U_s \cdot E_в} \cdot \eta =$ $= \frac{19{,}4 \cdot 0{,}000113 \cdot 2{,}06 \cdot 10^5}{0{,}0377 \cdot 3{,}24 \cdot 10^4} \cdot 0{,}7 = 0{,}26$ м	- " -
$a_{crc} = 1000 \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot a_c = 1000 \frac{220}{2{,}06 \cdot 10^5} \cdot 0{,}26 =$ $= 0{,}277$ мм $< 0{,}3$ мм	- " -
Вывод: ширина раскрытия трещин не превышает предельно допустимой величины	
Окончательно принимаем: толщина железобетона - 28 см, толщина грунтоцемента - 19 см	

Величина процента армирования и шаг армирования на различных участках плиты, имеющей стыковые соединения по контуру, приведены в следующей таблице

Номер участка в соответствии с рис. I приложения 5	Направление армирования	μ_σ, %	Шаг армирования арматуры диаметром I2 мм, см
	Нижняя зона плиты		
I	продольное	0,30	I6,5
	поперечное	0,30	I6,5
2	продольное	0,46	II,0
	поперечное	0,30	I6,5
3	продольное	0,46	II,0
	поперечное	0,46	II,0
4	продольное	0,30	I6,5
	поперечное	0,46	II,0
	Верхняя зона плиты		
5	продольное	0,I2	30
	поперечное	0,23	22
6	продольное	0,20	25
	поперечное	0,23	22
7	продольное	0,35	14
	поперечное	0,23	22
8	продольное	0,35	I4
	поперечное	0,35	I4
9	продольное	0,23	22
	поперечное	0,35	I4
I0	продольное	0,23	22
	поперечное	0,23	22

Размеры зоны S = I00 см

Пример 6. Расчет искусственного основания под сборное покрытие из преднапряженных плит

Исходные данные

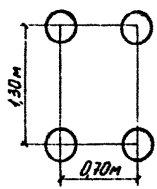
Нагрузка:

III кнн

F_n =400 кН

n_k =4

P_d =I МПа



Аэродром класса В

ДКЗ - IУ

Группа участков А

K_d =I,2

γ_f =I,0

γ_c =I,2

$K_н$ =I,0

$K_н$ =I,0

K_x =I,38

$K_{ш}$ =I,42

K =I,0

Конструкция:

ПАГ - I4 $m_н$=20,8 кНм/м	t=0,14м
грунтоцемент E_c=22·I0^{2}МПа	t_c
эквивалентный коэффициент постели основания K_{se}=60 МН/м^3	

Характеристики ПАГ-I4 (табл.7 приложения 3 и табл.I2 приложения 4 Пособия)

B_x =7090 кПам^4/м

Расчет

$F_d = \frac{F_n}{n_k} \cdot \gamma_f \cdot K_d = \frac{400}{4} I,0 \cdot I,2 = I20$ кН	П.5.52 СНиП
$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot P_d}} = \sqrt{\frac{I20 \cdot I0^3}{3,14 \cdot I0^6}} = 0,I96$ м	- " -
$l = \sqrt[4]{\frac{B_x}{K_{se}}} = \sqrt[4]{\frac{7090 \cdot I0^3}{60 \cdot I0^6}} = 0,59$ м	- " -
$m_{c,max}$=23,74 кНм/м	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_d = m_{c,max} \cdot K_x \cdot K_н \cdot K$ =32,76 кНм	П.5.52 СНиП

m_r =I7,2 кНм/м	Таблица 7 приложения 3 Пособия
m_u=20,80 кНм/м	Таблица I2 приложения 4 Пособия
$m_d > m_u$, следовательно, требуется искусственное основание	
Находят l_d , при котором выполняется условие $m_u = m_d$ =20,8 кНм/м; l_d =0,35 м	
$K_{sd} = \frac{B}{l_d^4} = \frac{7090 \cdot I0^8}{0,35^4}$ =472 МН/м^3	
$\frac{E_c}{1,8 \cdot l_d \cdot K_{sd}} = \frac{22 \cdot I0^2 \cdot I0^6}{1,8 \cdot 0,35 \cdot 472 \cdot 10^6}$ =7,40	П.2 приложения II СНиП
$\frac{E_c}{1,8 \cdot l \cdot K_{se}} = \frac{22 \cdot I0^2 \cdot I0^6}{1,8 \cdot 0,59 \cdot 60 \cdot 10^6}$ =34,53	- " -
$\frac{D_z}{t_f}$ =3,7	Черт.2 приложения II СНиП
$D_z = \frac{2,5 \cdot l_d \cdot K_\alpha}{\sqrt{K_w}} = \frac{2,5 \cdot 0,35 \cdot I,276}{\sqrt{I,42}}$=0,94 м	П.2 приложения II СНиП
$\frac{R_e}{l_d} = \frac{0,I96}{0,35}$ =0,56	- " -
K_α =I,276	- " -
$t_f = \frac{0,94}{3,7}$=0,254 м=25,4 см	
Вывод: прочность обеспечивается при толщине грунтоцементного основания t_f =25 см	

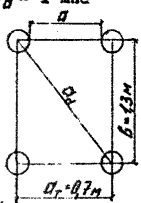
Пример 7. Расчет нежесткого покрытия

Исходные данные

Нагрузка:

$F_n = 550$ кН

$P_a = 1$ МПа



$N_2 = 70$ – для грунта;

$N_2 = 80$ – для асфальтобетона

ДКЗ – П, 58° с.ш.

ГГУ – 2 тип

Группа участков покрытий – А

$K_d = 1,1$

$\gamma_f = 1,0$

$\gamma_c = 1,0$ – для расчета по прогибу

$\gamma_c = 1,0$ – для расчета прочности асфальтобетона

Конструкция:

мелкозернистый асфальтобетон $E_1 = 15 \cdot 10^2$ МПа	0,09м	t_1
крупнозернистый асфальтобетон $E_2 = 9 \cdot 10^2$ МПа; $R_d = 1,4$ МПа	0,15м	t_2
щебень, обработанный битумом $E_3 = 6 \cdot 10^2$ МПа	0,15м	t_3
щебень с пределом прочности на сжатие 80 МПа $E_4 = 3,5 \cdot 10^2$ МПа	0,4м	t_4
ПГС $E_5 = 2,5 \cdot 10^2$ МПа	0,5м	t_5
грунт $E = 21 \cdot 10^6$ Па		

Расчет

$F_d = \dfrac{F_n \cdot K_d \cdot \gamma_f}{n_к} = \dfrac{550 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{4} = 151,25$ кН	П.5.52 СНиП
$E_{mt} = \dfrac{E_1 t_1 + E_2 t_2 + E_3 t_3 + E_4 t_4 + E_5 t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5} = \dfrac{(15 \cdot 0,09 + 9 \cdot 0,15 + 6 \cdot 0,15 + 3,5 \cdot 0,4 + 2,5 \cdot 0,5) \cdot 10^8}{0,09 + 0,15 + 0,15 + 0,4 + 0,5} = 4,845 \cdot 10^8$ Па	П.5.61 СНиП
$a_d = \sqrt{a_т^2 + b^2} = 1,48$ м; $a = a_т - 2\sqrt{\dfrac{F_d}{1,4\pi \cdot P_a}} = 0,7 - 2\sqrt{\dfrac{151,25 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 3,14 \cdot 10^6}} = 0,33$ м	П.5.64 СНиП
$\dfrac{a}{2} = \dfrac{0,33}{2} = 0,165$ м; $2a_d = 2 \cdot 1,48 = 2,96$ м	П.5.64 СНиП

$t_{tot} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 1{,}29$ м $2a_d > t_{tot} = 1{,}29$ м $> \frac{a}{2}$ $F_e = antilg\left(\frac{lg\, n_к}{lg\frac{4a_d}{a}} lg\frac{2t_{tot}}{a} + lg F_d\right) =$ $= antilg\left(\frac{lg 4}{lg\frac{4\cdot 1{,}48}{0{,}55}} lg\frac{2\cdot 1{,}29}{0{,}55} + lg\, 151{,}25\cdot 10^3\right) =$ $= 406\cdot 10^3$ Н	П.5.64 СНиП
$D_e = 2\sqrt{\frac{F_e}{\pi\cdot P_d}} = 2\cdot\sqrt{\frac{406\cdot 10^3}{3{,}14\cdot 10^6}} = 0{,}72$ м	П.5.64 СНиП
$E = 21\cdot 10^6\cdot 1{,}2 = 25{,}2\cdot 10^6$ Па	П.5.60 СНиП
$\frac{E}{E_{mt}} = \frac{25{,}2\cdot 10^6}{484{,}5\cdot 10^6} = 0{,}052$; $\frac{t_{tot}}{D_e} = \frac{1{,}29}{0{,}72} = 1{,}79$	П.5.63 СНиП
$E_{ed} = \psi_к E_{mt} = 0{,}38\cdot 4{,}845\cdot 10^8 = 1{,}841\cdot 10^8$ Па $\psi_к = 0{,}38$	П.5.63 черт.7 приложения 10 СНиП
$\lambda_d = 0{,}9\frac{P_d}{E_{ed}} = \frac{1\cdot 10^6 0{,}9}{184{,}1\cdot 10^6} = 0{,}0049$	П.5.61 СНиП
$\lambda_u\cdot\gamma_c = 0{,}005\cdot 1{,}0 = 0{,}005$ $\lambda_u = 0{,}005$	П.5.60 черт.8а приложения 10 СНиП
$\lambda_u\cdot\gamma_c > \lambda_d$; $0{,}005 > 0{,}0049$	
Вывод: прочность по прогибу обеспечена	
$E_{об} = \frac{E_1 t_1 + E_2 t_2}{t_1 + t_2} = \frac{15\cdot 10^8\cdot 0{,}09 + 9\cdot 10^8\cdot 0{,}15}{0{,}09+0{,}15} =$ $= 11{,}25\cdot 10^8$ Па	П.5.63 СНиП
$t_{об} = t_1 + t_2 = 0{,}09+0{,}15 = 0{,}24$ м; $2a_d > t_{об} = 0{,}24 > \frac{a}{2}$	П.5.64 СНиП

$E_{e_1} = antilg\left(\frac{lg\, n_к}{lg\frac{4\sigma_d}{a}}\, lg\frac{2\,t_{ab}}{a} + lg\, r_d\right) =$	П.5.64 СНиП
$= antilg\left(\frac{lg\,4}{lg\frac{4\cdot1,48}{0,33}}\, lg\frac{2\cdot0,24}{0,33} + lg\,151,25\cdot10^3\right) =$	
$= 181,28\cdot10^3$ Н	
$D_{e_1} = 2\sqrt{\frac{F_{e_1}}{\pi\cdot P_0}} = 2\sqrt{\frac{181,28\cdot10^3}{3,14\cdot10^6}} = 0,48$ м	П.5.64 СНиП
$E_m = \frac{E_3 t_3 + E_4 t_4 + E_5 t_5}{t_3 + t_4 + t_5} =$ $\frac{(600\cdot0,15+350\cdot0,4+250\cdot0,5)\,10^6}{0,15+0,4+0,50} = 338\cdot10^6$ Па;	П.5.63 СНиП
$\frac{E}{E_m} = \frac{25,2\cdot10^6}{338\cdot10^6} = 0,0745$; $\frac{t_{tot}}{D_e} = 1,79$;	П.5.63 СНиП
$E_{ed_1} = \psi_к \cdot E_m = 0,44\cdot3,38\cdot10^8 = 1,488\ 10^8$ Па $\psi_к = 0,44$	П.5.63 СНиП, черт.7 прило-жения10
$\frac{E_{ab}}{E_{ed_1}} = \frac{11,25\cdot10^8}{1,488\cdot10^8} = 7,56$; $\frac{t_{ab}}{D_{e_1}} = \frac{0,24}{0,48} = 0,5$;	П.5.63 СНиП
$\bar{\sigma}_z = 1,25$	Черт.9 прило-жения10 СНиП
$\sigma_z = \bar{\sigma}_z \cdot P_0 = 1,25\cdot10^6$ Па	П.5.63 СНиП
$R_d \cdot \gamma_c = 1,4\cdot10^6\cdot1 = 1,4\cdot10^6$ Па ;	П.5.63 СНиП, табл.2 прило-жения9
$\sigma_z < R_d\,\gamma_c$; $1,25\cdot10^6 < 1,4\cdot10^6$ Вывод: прочность асфальтобетонных слоев обеспечена	

Пример 8. Расчет нежесткого покрытия на скальном основании

Исходные данные:

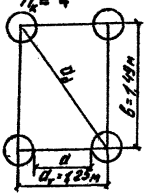
Нагрузка:

F_n = 1877 кН

p_d = 0,83 МПа

n_m = 3

n_t = 4



N_t = 32 операции/сутки –для грунта

N_t = 23 операции/сутки – для асфальтобетона

ДКЗ – IУ;

ГТУ – I тип;

Группа участков покрытий–Б;

K_d = I,I

γ_f = I,0

γ_c = I,I –для асфальтобетона;

Комплексный коэффициент K_y = = 0,65 –для грунта (табл.I6 Пособия)

Конструкция:

Мелкозернистый асфальтобетон (многощебенистый) $E_1 = 7,0 \cdot 10^2$ МПа	0,07м h_1
Мелкозернистый асфальтобетон (многощебенистый) $E_2 = 7,0 \cdot 10^2$ МПа $R_w = 2,1$ МПа	0,08м h_2
Щебень, обработанный битумом в установке $E_3 = 6,0 \cdot 10^2$ МПа	0,10м h_3
Щебень марки 800 $E_4 = 3,5 \cdot 10^2$ МПа	0,15м h_4
Выравнивающий слой из ПГС по ГОСТ 25607-83 $E_5 = 1,8 \cdot 10^2$ МПа $\varphi = 45^0$ $c = 0,04$ МПа	1,0м h_5
Скала	

Расчет

$$F = \frac{F_n \cdot K_d \cdot \gamma_f}{n_m \cdot n_t} = \frac{1877 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{3 \cdot 4} =$$

$= 172 \cdot 10^3$ Н — II. 5.52 СНиП

$$t_{ad} = \Sigma t_i = 0,07+0,08+0,10+0,15 = 0,40 \text{ м}$$

$$E_{ms} = \frac{E_1 t_1 + E_2 t_2 + E_3 t_3 + E_4 t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} =$$

$$= \frac{[700 \cdot (0,07+0,08) + 600 \cdot 0,1 + 350 \cdot 0,15] \cdot 10^6}{0,07+0,08+0,10+0,15} =$$

$= 543,75 \cdot 10^6$ Па — II.5.6I СНиП

$$a_d = \sqrt{a_r^2 + \ell^2} = \sqrt{1,25^2 + 1,49^2} = 1,94 \text{ м}$$

$$a = a_r - 2\sqrt{\frac{F_d}{1,4 \pi p_d}} = 1,25 - 2\sqrt{\frac{172 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 3,14 \cdot 0,85 \cdot 10^6}} =$$

$= 0,816$ м — II.5.64 СНиП

$\frac{a}{2} = \frac{0,8I6}{2} = 0,408$ м ; $t_{tot} = 0,4$ м $< \frac{a}{2} = 0,408$ м	П.5.64 СНиП
$F_e = F_d = I72 \cdot I0^3$ Н	
$\mathcal{D}_e = 2\sqrt{\frac{F_e}{\pi P_a}} = 2\sqrt{\frac{I72 \cdot I0^3}{3,I4 \cdot 0,83 \cdot I0^6}} = 0,5I$ м	П.5.64 СНиП
$\frac{E_a}{E_{mt}} = \frac{I80 \cdot I0^6}{545,75 \cdot I0^6} = 0,33$; $\frac{t_a}{t_{tot}} = \frac{I,00}{0,40} = 2,5$; $\frac{R_e}{t_{tot}} = \frac{\mathcal{D}_e}{2t_{tot}} = \frac{0,5I}{2 \cdot 0,40} = 0,638$	П.II.6 Пособия
$\psi_{ke} = \frac{E_e'}{E_{mt}} = 0,7I$	Табл.I5 Пособия
$E_e' = \psi_{ke} \cdot E_{mt} = 0,7I \cdot 543,75 \cdot I0^6 = 386,06\ I0^6$	П.II.6 Пособия
$\frac{E_{mt}}{E_e'} = \frac{543,75 \cdot I0^6}{386,06 \cdot I0^6} = I,4I$; $\frac{t_{tot}}{\mathcal{D}_e} = \frac{0,40}{0,5I} = 0,784$;	П.II.6 Пособия
$\bar{P}_x = 0,37$	Табл.I4 Пособия
$\mathcal{D}_a = \frac{\mathcal{D}_e}{\sqrt{\bar{P}_x}} = \frac{0,5I}{\sqrt{0,37}} = 0,838$ м;	Формула (5) Пособия
$\frac{t_a}{\frac{\mathcal{D}_a}{2}} = \frac{2 \cdot I,00}{0,838} = 2,39$	
$K_p' = I,575$	П.8.4 Пособия
$P_k = K_p' \cdot \bar{P}_x \cdot P_a = I,575 \cdot 0,37 \cdot 0,83 \cdot I0^6 = 0,484 \cdot I0^6$ Па	Формула (3) Пособия
$P_u = g M_t \sum_1^n \rho_i t_i + K_o C_o M_c =$ $= 9,8 \cdot I5,6 \cdot (2200 \cdot 0,I5 + 2I00 \cdot 0,I0 + I800 \cdot 0,I5) +$ $+ 0,65 \cdot 0,04 \cdot I4,6 \cdot I0^6 = 0,488 \cdot I0^6$ Па	Формула (6) Пособия

$P_u > P_к$; $0{,}488 \cdot 10^6$ Па $> 0{,}484 \cdot 10^6$ Па $\Delta = \frac{P_u - P_к}{P_к} \cdot 100\% = \frac{(0{,}488 - 0{,}484) \cdot 10^6}{0{,}484 \cdot 10^6} \cdot 100\% =$ $= 0{,}83\%$	Формула (2) Пособия
Вывод: Прочность песчано-гравийной смеси обеспечена	
$E_{об} = \frac{t_1 E_1 + t_2 E_2}{t_1 + t_2} = \frac{(0{,}07 \cdot 700 + 0{,}08 \cdot 700) \cdot 10^6}{0{,}07 + 0{,}08} =$ $= 700 \cdot 10^6$ Па; $t_{об} = t_1 + t_2 = 0{,}07 + 0{,}08 = 0{,}15$ м;	П.II.6 Пособия
$D_{e\,об} = 0{,}51$ м	
$E_{sm} = \frac{t_3 E_3 + t_4 E_4}{t_3 + t_4} = \frac{(0{,}10 \cdot 600 + 0{,}15 \cdot 350) \cdot 10^6}{0{,}10} =$ $= 450 \cdot 10^6$ Па	П.II.6 Пособия
$\frac{t_{об}}{D_e} = 0{,}784$; $\frac{E_e'}{E_{sm}} = \frac{386{,}06 \cdot 10^6}{450 \cdot 10^6} = 0{,}858$;	
$E_{es} = \psi_к E_{sm} = 0{,}91 \cdot 450 \cdot 10^6 = 409{,}5 \cdot 10^6$ Па $\psi_к = 0{,}91$	Черт.7 приложения 10 СНиП
$\frac{t_{об}}{D_{e\,об}} = \frac{0{,}15}{0{,}51} = 0{,}294$; $\frac{E_{об}}{E_{es}} = \frac{700 \cdot 10^6}{409{,}5 \cdot 10^6} = 1{,}71$	П.II.6 Пособия
$\bar{\sigma}_z = 0{,}75$; $\sigma_z = \bar{\sigma}_z \cdot P_u = 0{,}75 \cdot 0{,}83 \cdot 10^6 =$ $= 0{,}623 \cdot 10^6$ Па	Черт.9 приложения 10 СНиП
$\sigma_z < \gamma_c \cdot R_d$; $0{,}623 \cdot 10^6 < 1{,}1 \cdot 2{,}1 \cdot 10^6$ Па	
Вывод: прочность асфальтобетона обеспечена	

Пример 9. Расчет усиления армобетонного покрытия на пескоцементном основании асфальтобетоном

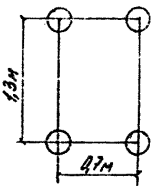
Исходные данные

Нагрузка:

П кнн

F_n = 550 кН

p_o = I МПа



ДК3 – П; 54°с.п.;
ГТУ – 2 тип;
среднемесячная температура наиболее холодного месяца – –8°С

Группа участков покрытий – А;

γ_s = I,0;

K_d = I,2;

γ_c = 0,8 (для конструкции, приведенной к бетону)

= I,2;

П категория разрушения;

= 3,20 м

Конструкция:

асфальтобетон $E_{об}$ =I5·I0²МПа	t_{ad}
армобетон B_{btb}-4,0/50 П к.р., R_{btt} =3,43 МПа E_b =3,24·I0⁴МПа	0,22м t_{ex}
пескоцемент E_f =4·I0²МПа	0,2м t_f
песок крупный K_{s_1} =I20 Мн/м³	0,8м
грунт-суглинок K_s =40 Мн/м³	

Расчет

$F_d = \frac{F_n \cdot K_d \cdot \gamma_f}{n_o} = \frac{550 \cdot I,2 \cdot I,0}{4} = I40,25$ кН	П.5.52 СНиП
$R_c = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot p_o}} = \sqrt{\frac{I40,25 \cdot I0^3}{3,I4 \cdot I0^6}} = 0,2II$ м	П.5.52 СНиП
$K_{se} = 49,7$ Мн/м³	Табл.3 приложения 2 Пособия
$t_{pd} = 0,9\, t_{ex} = 0,9 \cdot 0,22 = 0,20$ м	П.5.68 СНиП
$t_{ed} = I,I\, t_{pd} = I,I \cdot 0,2 = 0,22$ м	П.5.69 СНиП

Задаемся толщиной слоя усиления	0,I2 м	0,I6 м	
$t_{en}=t_{ed}+s\sqrt{\frac{t_{as}}{E_g/E_{as}}}$	$0,22+s\frac{0,I2}{\sqrt{3,24\cdot I0^4}}=0,22+s\frac{0,I2}{I5\cdot I0^2}=0,26$ м	$0,22+s\frac{0,I6}{\sqrt{3,24\cdot I0^4}}=0,22+s\frac{0,I6}{I5\cdot I0^2}=0,28$ м	П.II.I3 Пособия
$B=0,085t_{en}^3E_g$	$0,085\cdot0,26^3\cdot3,24\cdot I0^4=48,4$ МПам^4/м	$0,085\cdot0,28^3\cdot3,24\cdot I0^4=60,46$ МПам^4/м	П.5.53 СНиП
$B_s=0,085t_s^3E_s$	$0,085\cdot0,20^3\cdot40\cdot I0^2=2,72$ МПам^4/м	2,72 МПам^4/м	П.5.53 СНиП
$l=\sqrt[4]{\frac{B+B_s}{K_{se}}}$	$\sqrt[4]{\frac{48,4+2,72}{49,7}}=I,0I$ м	$\sqrt[4]{\frac{60,46+2,72}{49,7}}=I,06$ м	П.I приложения II СНиП
$\alpha=\frac{R_e}{l}$ $f(\alpha)$	$\frac{0,2II}{I,0I}=0,209$ 0,203	$\frac{0,2II}{I,06}=0,I99$ 0,208	П.5.52 табл.I приложения IO СНиП
$\xi=\frac{x}{l}$ $\ell=\frac{y}{l}$	$\frac{0,7}{I,0I}=0,693$; $\frac{I,3}{I,0I}=I,287$	$\frac{0,7}{I,06}=0,66$; $\frac{I,3}{I,06}=I,23$	П.5.52 СНиП
$\Sigma\bar{m}_i$	0,084	0,09	Рис.4 приложения 4 Пособия
$m_{smar}=F_d[f(\alpha)+\Sigma\bar{m}_i]$	I40,25·(0,203+ +0,084)=40,25 кНм	I40,25·(0,208+0,09)=4I,79 кНм	П.5.52 СНиП
$\gamma_B=\frac{B}{B_s}$	$\frac{48,4}{2,72}=I7,79$	$\frac{60,46}{2,72}=22,34$	Приложение II СНиП
β_0	0,38	0,36	Черт.I приложения II СНиП

$\rho = 1-0{,}167\theta$	$1-0{,}167\cdot 0{,}38 =$ $= 0{,}937$	$1-0{,}167\cdot 0{,}36 =$ $= 0{,}940$	Приложение II СНиП
$m_d = \frac{B}{B+B_f} m_{c,max} \cdot K \cdot \rho$	$\frac{48{,}4}{48{,}4+2{,}72}\cdot 40{,}25\cdot$ $\cdot 1{,}2\cdot 0{,}937 =$ $= 42{,}85$ кНм	$\frac{60{,}46}{60{,}46+2{,}72}\cdot 41{,}79\cdot$ $\cdot 1{,}2\cdot 0{,}94 =$ $= 45{,}33$ кНм	Приложение II СНиП, формула (I)
$m_u = K_m \cdot K_u \cdot \gamma_c \cdot \frac{t_{en}^2}{6} \cdot R_{вtб}$	$1{,}17\cdot 1{,}05\cdot 0{,}8\cdot$ $\cdot \frac{0{,}26^2}{6}\cdot 3{,}43 =$ $= 38{,}0$ кНм	$1{,}22\cdot 1{,}05\cdot 0{,}8\cdot$ $\cdot \frac{0{,}28^2}{6}\cdot 3{,}43 =$ $= 45{,}93$ кНм	П.п. 5.54, 5.70
K_m	1,17	1,22	Черт.6 приложения 10 СНиП
$\Delta = \frac{m_{max} - m_{min}}{m_{min}} \cdot 100\%$	$\frac{42{,}85-38}{38}\cdot 100\% =$ $= 12{,}8\%$	$\frac{45{,}93-45{,}33}{45{,}33}\cdot 100\% =$ $= 1{,}32\%$	
Вывод:	Делаем перерасчет	Прочность конструкции обеспечена	

Пример 10. Расчет усиления железобетонных покрытий на пескоцементном основании асфальтобетоном.

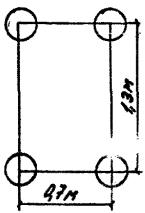
Исходные данные

Нагрузка:

I кнн

F_n = 700 кН;

P_d = I МПа



ДКЗ – Н ; 45^0 с.п.

Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца – -9^0С

Группа участков покрытий– Б

K_d= I,0 (П.5.70 СНиП);

γ_f = I,0

= 0,85

K = I,2

$K_н$ = I,0

$K_н$ = I,03

Конструкция:

асфальтобетон $E_{об}$ = 10^3 МПа	$t_{об}$
железобетон (П к.р.) $B_{ж/б}$ – 3,6/45 E = 3,04·10^4МПа	t – 0,24м
пескоцемент E_c = 4·10^3 МПа	t_c – 0,2м
Эквивалентный коэффициент постели основания $K_{зо}$ = 50 МН/м^3	

Расчет

$F_d = \frac{F_n}{n_к} \cdot \gamma_f \cdot K_d$ = $\frac{700}{4}$·I,0·I,0 = I75 кН			П.5.52 СНиП
$R_c = \sqrt{\frac{F_d}{\pi P_d}}$ = $\sqrt{\frac{I75 \cdot 10^3}{3,I4 \cdot 10^6}}$ = 0,236 м			П.5.52 СНиП
t_{ed} = I,2I·0,9·t_{ek} = I,2I·0,9·0,24 = 0,26 м			П.п. 5.68, 5.69 СНиП
принимаем толщину слоя усиления	$t_{об} = t_{об\,min}$ =0,I2 м	$t_{об}$ =0,22 м	
$t_{en} = t_{ed} + \sqrt[3]{\frac{t_{об}}{\sqrt{\frac{E_б}{E_{об}}}}}$	0,26+$\sqrt[3]{\frac{0,I2}{\sqrt{\frac{3,04 \cdot I0^4}{I0^3}}}}$ = = 0,298 м= 0,30 м	0,26+$\sqrt[3]{\frac{0,22}{\sqrt{\frac{3,04 \cdot I0^4}{I0^3}}}}$ = 0,33 м	П. 5.69 СНиП, ф-ла (34) Пособия
$B = 0,085 \cdot E \cdot t_{en}^3$	0,085·3,04·$I0^4$·$0,3^3$ =69,77 МПам^4/м	0,085·3,04·$I0^4$ ·$0,33^3$ = =92,86 МПам^4/м	П.5.53 СНиП

$B_f = 0{,}085 E_c \cdot t_f^3$	$0{,}085 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 0{,}20^3 = 2{,}72$ МПам^4/м		П.5.53 СНиП
$\ell = \sqrt[4]{\frac{B + B_f}{K_{se}}}$	$\sqrt[4]{\frac{69{,}77+2{,}72}{50}} =$ $= 1{,}10$ м	$\sqrt[4]{\frac{92{,}86+2{,}72}{50}} =$ $= 1{,}18$ м	П.1 приложения II СНиП
$\alpha = \frac{R_a}{\ell}$	$\frac{0{,}236}{1{,}10} = 0{,}215$	$\frac{0{,}236}{1{,}18} = 0{,}200$	П.5.52 СНиП
$f(\alpha)$	0,200	0,2072	Табл.1 приложения 10 СНиП
$\xi = \frac{x}{\ell}$	$\frac{0{,}7}{1{,}10} = 0{,}636$	$\frac{0{,}7}{1{,}18} = 0{,}593$	П.5.52 СНиП
$\eta = \frac{y}{\ell}$	$\frac{1{,}3}{1{,}10} = 1{,}182$	$\frac{1{,}3}{1{,}18} = 1{,}10$	
$\Sigma \bar{m}_i$	0,096	0,11	Рис.4 приложения 4 Пособия
$m_{\zeta max} = F_d[f(\alpha)+\Sigma \bar{m}_i]$	$175 \cdot (0{,}200+$ $+0{,}096) =$ $= 51{,}8$ кНм/м	$175 \cdot (0{,}2072+0{,}11) =$ $= 55{,}51$ кНм/м	П.5.52 СНиП
$\gamma = \frac{B}{B_f}$	$\frac{69{,}77}{2{,}72} = 25{,}65$	$\frac{92{,}86}{2{,}72} = 34{,}14$	Приложение II СНиП
θ	0,33	0,28	Черт.1 приложения II СНиП
$\rho = 1-0{,}167\theta$	$1-0{,}167 \cdot 0{,}33 =$ $= 0{,}945$	$1-0{,}167 \cdot 0{,}28 =$ $= 0{,}953$	Приложение II СНиП
$m_y = \frac{B}{B+B_f} \cdot m_{\zeta max} \cdot K \cdot \rho$	$\frac{69{,}77}{69{,}77+2{,}72} \cdot 51{,}8 \cdot$ $\cdot 1{,}2 \cdot 0{,}945 =$ $= 56{,}54$ кНм/м	$\frac{92{,}86}{95{,}58} \cdot 55{,}51 \cdot 1{,}2 \cdot$ $\cdot 0{,}953 = 61{,}67$ кНм/м	Приложение II СНиП

$m_u = K_m \cdot K_u \cdot \gamma_c \cdot \frac{t_{вп}^2}{6} \cdot R_{всб}$	$1{,}17 \cdot 1{,}03 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{0{,}30^2}{6} \cdot 3{,}04 =$ $=46{,}71$ кНм/м	$1{,}255 \cdot 1{,}03 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{0{,}33^2}{6} \cdot 3{,}04 =$ $=60{,}6$ кНм/м	П.п. 5.54, 5.58 СНиП
K_m	1,17	1,255	Черт.6 приложения 10 СНиП
$\frac{m_d - m_u}{m_u} \cdot 100\%$	$\frac{56{,}54-46{,}71}{46{,}71} \cdot 100\% = 21\%$ перенапряжение	$\frac{61{,}67-60{,}6}{60{,}6} \cdot 100\% = 1{,}76\% < 5\%$	
Вывод:	Делаем перерасчет	Прочность конструкции обеспечена	

Пример II. Расчет усиления сборных предварительно напряженных покрытий на основаниях, укрепленных вяжущими, сборными предварительно-напряженными плитами

Исходные данные

Нагрузка:

$F_n = 643{,}6$ кН

$P_u = 0{,}9$ МПа

ДКЗ – II

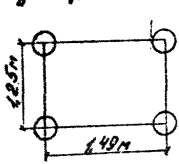
ГТУ – 2 тип

Группа участков покрытий – А;

$\gamma_f = 1{,}0$

$K_d = 1{,}2$

II категория разрушения



Конструкция:

ПАГ	$t_{ч}$
ПАГ-14 (II к.р.) $t_{pd} = 0{,}14 \cdot 0{,}9 = 0{,}126$ м	t_{inf}
грунтоцемент $E_c = 22 \cdot 10^2$ МПа	$t_{fct} = 0{,}2$
Эквивалентный коэффициент постели основания $K_{эв} = 40$ МН/м^3	

Расчет

$F_d = F_n \cdot K_d \cdot \frac{\gamma_f}{n_u} = 643{,}6 \cdot 1{,}2 \cdot \frac{1{,}0}{4} = 193$ кН			П.5.52 СНиП
$R_c = \sqrt{\frac{F_d}{\pi P_a}} = \sqrt{\frac{193 \cdot 10^3}{3{,}14 \cdot 0{,}9 \cdot 10^6}} = 0{,}261$			П.5.52 СНиП
$t_{pd} = 0{,}9 t_{pl} = 0{,}9 \cdot 0{,}14 = 0{,}126$ м			П.5.68 СНиП
принимаем конструкцию усиления	ПАГ – 14	ПАГ – 18	
задаемся l_d	0,45 м	0,65 м	
$m_{c\,max}$	22,04 кНм/м	30,46 кНм/м	П.5.52 СНиП
коэффициент перераспределения усилий $K_x = 1{,}38$			Табл.7 приложения 3 Пособия
$B_{inf} = 0{,}085 E_{inf} t_{pd}^3 = 0{,}085 \cdot 3{,}04 \cdot 10^4 \cdot 0{,}126^3 = 5{,}17$ МПам^4/м			П. 5.53 СНиП
B_{sup}	7,10 МПам^4/м	15,10 МПам^4/м	Табл.7 приложения 4 Пособия
$\frac{B_{inf}}{B_{tot}}$	$\frac{5{,}17}{7{,}10} = 0{,}725$	$\frac{5{,}17}{15{,}10} = 0{,}342$	
K_f	1,182	1,087	П.5.58 СНиП
$m_{u\,sup} = \frac{K_x \cdot K_f \cdot m_{c\,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}$	$\frac{1{,}38 \cdot 1{,}182 \cdot 22{,}04}{1+0{,}725} = 20{,}84$ кНм/м	$\frac{1{,}38 \cdot 1{,}087 \cdot 30{,}46}{1+0{,}342} = 34{,}05$ кНм/м	П.5.67 СНиП
$m_{u\,sup}$	20,8 кНм/м	34,91 кНм/м	Табл.11 приложения 4 Пособия
$K_{sd} = \frac{B_{inf} + B_{sup}}{l_d^4}$	$\frac{5{,}17+7{,}10}{0{,}45^4} = 300$ МН/м^3	$\frac{5{,}17+15{,}10}{0{,}65^4} = 114$ МН/м^3	

$\frac{E_c}{1,8 \cdot \ell_d \cdot K_{sd}}$	$\frac{22 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,45 \cdot 300} =$ $= 9,053$	$\frac{22 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,65 \cdot 114} =$ $= 16,5$	П.2 приложения II СНиП
$\ell = \sqrt[4]{\frac{B_{inf} + B_{sup}}{K_{se}}}$	$\sqrt[4]{\frac{5,17+7,10}{40}} =$ $= 0,74$ м	$\sqrt[4]{\frac{5,17+15,1}{40}} =$ $= 0,84$ м	
$\frac{E_c}{1,8 \cdot \ell \cdot K_s}$	$\frac{22 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,74 \cdot 40} =$ $= 41,29$	$\frac{22 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,84 \cdot 40} =$ $= 36,4$	П.2 приложения II СНиП
$\frac{R_a}{\ell_d}$	$\frac{0,261}{0,45} = 0,58$	$\frac{0,261}{0,65} = 0,40$	П.2 приложения II СНиП
$D_2 = \frac{2,5 \cdot \ell_d \cdot K_d}{\sqrt{K_w}}$	$\frac{2,5 \cdot 0,45 \cdot 1,288}{\sqrt{1,47}}$ $= 1,196$ м	$\frac{2,5 \cdot 0,65 \cdot 1,19}{\sqrt{1,47}} =$ $= 1,595$ м	
K_d	1,288	1,19	Табл. приложения II СНиП
$K_w = 1,47$			Табл.7 приложения 3 Пособия
$\frac{D_2}{t_f}$	4	8,1	Черт.2 приложения II СНиП
$t_f = \frac{D_2}{\left(\frac{D_2}{t_f}\right)}$	$\frac{1,196}{4} = 0,3$ м	$\frac{1,595}{8,1} = 0,2$ м	П.2 приложения II СНиП
	$t_f = 0,3 > t_{fex} =$ $= 0,2$	$t_f = t_{fex}$	
Вывод:	Делаем перерасчет	Прочность конструкции обеспечена	

Пример I2. Расчет жесткого слоя усиления с учетом результатов испытаний покрытий

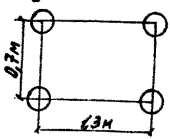
Исходные данные

Нагрузка:

III кнн

F_n = 400 кН

P_0 = I МПа



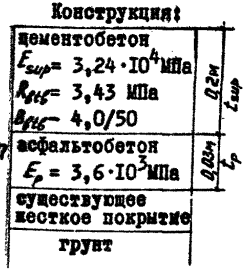
Группа участков покрытий – А

γ_c = 0,8

ДКЗ – II, 6I°с.п.,

коэффициент интенсивности K_u = I,I7

Конструкция:



Данные испытаний

Радиус штампа $R_{штам.}$ – I7,85 см;

Максимальная нагрузка на штамп – P – 200 кН;

Число точек испытания – 9;

Время проведения испытаний – лето;

Коэффициент влияния сезона года на деформативность T_t = 0,68

№ точки	I	2	3	4	5	6	7	8	9
Максимальный прогиб под штампом W_{max}, см	0,025	0,029	0,029	0,037	0,026	0,027	0,033	0,037	0,04
Объем чаши прогибов V_{max}, см³	896	I823	I096	I962	I634	2061	I749	I960	2617

$$W_s = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} W_{max} - 0,000314 \text{ м}$$

Расчет

$C_i = \frac{P}{V_{max,i}}$	$C_i - C_{mt}$, МН/м³	$(C_i - C_{mt})^2$, (МН/м³)²
$C_1 = \frac{200000}{0,000896} = 223,2$ МН/м³	97,7	9545
$C_2 = \frac{2 \cdot 10^5}{1,823 \cdot 10^{-3}} = 110$ МН/м³	-15,5	240
$C_3 = \frac{2 \cdot 10^5}{1,096 \cdot 10^{-3}} = 182,5$ МН/м³	57	3249
$C_4 = \frac{2 \cdot 10^5}{1,962 \cdot 10^{-3}} = 102$ МН/м³	-23,5	552
$C_5 = \frac{2 \cdot 10^5}{1,634 \cdot 10^{-3}} = 122,4$ МН/м³	-3,1	9,6
$C_6 = \frac{2 \cdot 10^5}{2,061 \cdot 10^{-3}} = 97$ МН/м³	-28,5	812
$C_7 = \frac{2 \cdot 10^5}{1,749 \cdot 10^{-3}} = 114,4$ МН/м³	-11,1	123
$C_8 = \frac{2 \cdot 10^5}{1,960 \cdot 10^{-3}} = 102$ МН/м³	-23,5	552
$C_9 = \frac{2 \cdot 10^5}{2,617 \cdot 10^{-3}} = 76,4$ МН/м³	-49,1	2411
$C_{mt} = 125,5$ МН/м³	$\Sigma (C_i - C_{mt})^2 = 17493,6$	
$\sigma = \sqrt{\frac{(C_i - C_{mt})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{17493,6}{8}} = 46,8$		
$\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{C_{mt}} = \frac{46,8}{125,5} = 0,373$		
$C = \frac{T_1 T_2}{n} \sum_{i=1}^{n} C_i = 0,68 \cdot 0,748 \cdot 125,5 = 63,8$ МН/м³		П.11.10 Пособия
$T_1 = 0,68;$ $T_2 = 1 - 0,675 \cdot \bar{\sigma} = 1 - 0,675 \cdot 0,373 = 0,748$		П.10.3 Пособия
$g(L) = \frac{\pi R^2 W_s \cdot C}{P} = \frac{3,14 \cdot 0,1785^2 \cdot 0,000314 \cdot 63,8 \cdot 10^6}{200000} = 0,0100$		Формула 11 Пособия

$\alpha = 0{,}1565$	Табл. I приложения 10 СНиП
$B_{tot} = \frac{R^4}{\alpha^4} c = \frac{0{,}1786^4}{0{,}1565^4} \cdot 63{,}8 \cdot 10^6 = 108$ МПам^4	Формула (12) Пособия
Принимаем: $K_z = c = 63{,}8$ МН/м^3; $B_{inf} = B_{tot} = 108$ МПам^4	П. 10.6 Пособия
Принимаем толщину слоя усиления $t_{sup} = 0{,}2$ м	
$B_{sup} = 0{,}085 \cdot t_{sup}^3 \cdot E_{sup} = 0{,}085 \cdot 0{,}2^3 \cdot 3{,}24 \cdot 10^{10} = 22$ МПам^4	П. 5.53 СНиП
$\frac{B_{inf}}{B_{sup}} = \frac{108}{22} = 4{,}91$; $K_y = 2{,}2$	П. 5.58 СНиП
$l = \sqrt[4]{\frac{B_{inf} + B_{sup}}{K_z}} = \sqrt[4]{\frac{(108+22) \cdot 10^6}{63{,}8 \cdot 10^6}} = 1{,}19$ м	
$M_{c,max} = 40{,}5$ кНм	Табл. 8 приложения 4 Пособия
$K_2 = 1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}(1+\Omega)} \sqrt[4]{\frac{0{,}95 \cdot K_z \cdot B_{sup} \cdot B_{inf} \cdot b_p}{E_p (B_{sup} + B_{inf})^3}} =$ $= 1 + \frac{4{,}91}{1{,}725} \cdot \sqrt[4]{\frac{0{,}95 \cdot 63{,}8 \cdot 10^6 \cdot 22 \cdot 10^6 \cdot 108 \cdot 10^6 \cdot 0{,}03}{3{,}6 \cdot 10^9 \cdot (22+108)^2 \cdot 10^{12}}} =$ $= 1 + 2{,}85 \cdot 0{,}0918 = 1{,}25$	Формула (15), табл. 21 Пособия
$M_{d,sup} = \frac{K_y \cdot M_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}} \cdot K_2 = \frac{2{,}2 \cdot 40{,}5 \cdot 10^3}{1+4{,}91} \cdot 1{,}26 = 19{,}0$ кНм	П. 10.6 Пособия
$M_{u,sup} = \gamma_c \cdot R_{blb} \cdot \frac{t^2}{6} \cdot K_u = 0{,}8 \cdot 3{,}43 \cdot 10^6 \cdot \frac{0{,}2^2}{6} \cdot 1{,}17 =$ $= 21{,}40$ кНм	П. 5.54 СНиП
$M_{u,sup} > M_{d,sup}$	
Вывод: прочность конструкции обеспечена	

ТАБЛИЦА СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ЕДИНИЦАМИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ПОДЛЕЖАЩИХ ИЗЪЯТИЮ, И ЕДИНИЦАМИ СИ

Величины	Единица				Соотношение единиц
	подлежащая изъятию		СИ		
	Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение	
I	2	3	4	5	6
Сила, нагрузка, вес	Килограмм-сила тонна-сила грамм-сила	кгс тс гс	Ньютон Килоньютон Миллиньютон	Н кН мН	I кгс ~ 9,8 Н ~ I0 Н I тс ~ $9{,}8 \cdot 10^{3}$ Н ~ I0 кН I гс ~ $9{,}8 \cdot 10^{-3}$ Н ~ I0 мН
Линейная нагрузка	Килограмм-сила на метр	кгс/м	Ньютон на метр	Н/м	I кгс/м ~ I0 Н/м
Поверхностная нагрузка	Килограмм-сила на квадратный метр	кгс/$м^2$	Ньютон на квадратный метр	Н/$м^2$	I кгс/ $м^2$ ~ I0 Н/$м^2$
Давление	Килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/$см^2$	Паскаль	Па	I кгс/$см^2$ ~ $9{,}8 \cdot 10^{4}$ Па ~ ~ 10^{5} Па ~ 0,I МПа

1	2	3	4	5	6
Механическое напряжение и модуль упругости	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см^2	Паскаль	Па	1 кгс/см^2 ~ 9,8·10^4 Па ~ ~ 10^5 Па ~ 0,1 МПа
Коэффициент постели	килограмм-сила на кубический сантиметр	кгс/см^3	Ньютон на кубический метр	Н/м^3	1 кгс/см^3 ~ 9,8·10^6 Н/м^3 = = 9,8 МН/м^3
Момент силы	килограмм-сила ла-метр	кгс·м	Ньютон-метр	Н·м	1 кгс·м ~ 9,8 Н·м ~ 10 Н·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

Опечатки, замеченные в СНиП 2.05.08-85

Страница, пункт	Строка	Напечатано	Следует читать
1	2	3	4
9, п.4.10	30-я снизу	Если под аэродромной одеждой естественная	Если в выемках или в местах нулевых работ естественная
15, п.5.28	3-я снизу	Среднесуточных	Среднемесячных
16, п.5.28	10-я сверху	Среднесуточных	Среднемесячных
20, п.5.52	12-я снизу	$f(\alpha)=f\frac{R_e}{\ell}$	$f(\alpha)=f\left(\frac{R_e}{\ell}\right)$
21, п.5.55	10-я снизу (формула 17)	$U_{ei}=f\left(U;\frac{m_{ci}}{m_{cd}}\right)$	$U_{ei}=\sum U_{ei}$
21, п.5.55	3-я снизу	$U_{ei}=f\frac{U_i;m_{ci}}{m_{cd}}$	$U_{ei}=f\left(U_i;\frac{m_{ci}}{m_{cd}}\right)$
22, табл. 31	2-я снизу	1,00:1,00:1,30: 0,95:0,95:1,25: 0,90:0,90:1,20:	1,00:1,10:1,30: 0,95:1,05:1,25: 0,90:1,00:1,20:

I	2	3	4
24, п.5.64	6-я сверху	, F_n при $t_{tot} > 2\sigma_d$	, $F_n K_d \gamma_f$ $t_{tot} > 2\sigma_d$
25, п.5.65	9-я сверху	$\frac{\mathcal{D}_{ei}}{\mathcal{D}_{ed}}$; $\frac{\rho_{ai}}{\rho_d}$	$\frac{\mathcal{D}_{ei}}{\mathcal{D}_{ed}}$; $\frac{\rho_{ai}}{\rho_a}$
25, п.5.67	I-я снизу	K_I – коэффициент, определяемый по п.5.59	K_I – коэффициент, определяемый по п.5.58
25, п.5.67	Формула (29)	"К" – коэффициент, определяемый по черт. I обязательного приложения I0	"К" – коэффициент, определяемый по черт. I обязательного приложения I0 как для покрытий со стыковыми соединениями
33	Карта, слева	30^0	40^0
39, п.5 40, п.7	I5-я снизу 22-я снизу, формула (4), вторая часть формулы	W_w – влажность воды, доли единицы $\cdots \frac{1-t_{i-1}}{d_{t(i-1)}} + \beta_i^2 - \beta_i$ $\cdots 1 - \frac{t_{i-1}}{d_{t(i-1)}} + \beta_{i-1}^2 - \beta_{i-1}$	W_w – влажность грунта за счет незамерзшей воды $\cdots \left(1 - \frac{t_{i-1}}{d_{t(i-1)}}\right) + \beta_i^2 - \beta_i$ $\cdots \left(1 - \frac{t_{i-1}}{d_{t(i-1)}}\right) + \beta_{i-1}^2 - \beta_{i-1}$

1	2	3	4
40, п. 8	12-я сверху	θ_{mp} – абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период промерзания, °С, принимаемая равной среднемесячной температуре воздуха t_{ma}	θ_{mp} – абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период промерзания, °С, принимаемая равной средней температуре воздуха t_{ma} за тот же период
41, п.2	1-я снизу (формула)	$z_{f_0} = 0{,}05 t_0 C_f + \rho_d (W - W_w) 334$	$z_{f_0} = 0{,}5 t_0 C_f + \rho_d (W - W_w) 334$
43, п.2	20-я сверху	Рк – максимальное значение контактного давления на поверхности грунтового основания, кПа $D_z = 1{,}13 \sqrt{\frac{F_d}{P_к}}$	Рк – максимальное значение контактного давления на поверхности основания, кПа $D_z = 1{,}13 \sqrt{\frac{F_n K_d \gamma_f}{P_к}}$
44	16-я сверху (формула 7)	F_d – расчетная нагрузка	F_n – нормативная нагрузка

I	2	3	4
45	2-я графа (табл. 4)	Класс по прочности на сжатие по ГОСТ 23558-79	Марка материала по прочности на сжатие
48	Черт.4, обозначения на графиках	m_{ci}/m_d	m_{ci}/m_{cd}
50	Черт.9, схема и условные обозначения на шкале и графиках	t_1 E_1 $t_1/\mathcal{D}_{ei}$ E_1/E_e	t_{ob} E_{ob} $t_{ob}/\mathcal{D}_{ei}$ E_{ob}/E_e
		слой асфальтобетона	слой (слои) асфальтобетона
50	Черт.II, обозначения на шкале	p_{oi}/p_d	p_{oi}/p_a
53	4-я сверху	(см. п.5.10, табл.28 и 29)	(см. табл. 2-4 приложения 9)
54	5-я сверху (формула (6)	$t_f = \mathcal{D}_r \frac{\mathcal{D}_r}{t_f}$	$t_f = \mathcal{D}_r / \left(\frac{\mathcal{D}_r}{t_f}\right)$

I	2	3	4
54, п.2	I3-я сверху	(см. формулу (I))	(см. формулу (I0) п.5.5I)
55, п.3	I0-я сверху	$\Delta = 0{,}006 \cdot 20^{n} \psi_{20} (1 - c \lg T)$	$\Delta = 0{,}006 \cdot 20^{n} \psi_{20} (1 + c \lg T)$
57, форм.9	I9-я снизу	$t_{st} = \left[\frac{(1-n)\Delta}{\psi_{min}} \right]^{\frac{1}{n}}$	$t_{st} = \left[\frac{(1-n)}{\psi_{min}} \right]^{1/n}$
56	I0-я сверху (табл. 4)	коэффициент шероховатости n_c 0,50	коэффициент шероховатости n_c 0,05
43, п.3	25-я и 27-я снизу [формулы (3) и (4)]	$\rho_к = 0{,}12 \frac{F_d \cdot K_p}{\ell^2}$ $\rho_к = 0{,}0081 \frac{F_d}{\ell^2} \sum_{1}^{n_s} \left(4 - \frac{a_i}{\ell}\right)^2 K_p$	$\rho_к = 0{,}12 \frac{F_d K_p K_w}{\ell^2}$ $\rho_к = 0{,}0081 \frac{F_d}{\ell^2} \sum_{1}^{n_s} \left(4 - \frac{a_i}{\ell}\right)^2 K_p K_w$
57, п.9	2-я и 7-я сверху (приложение I2)	$\tau_w \le \psi_{min}$ $\tau_w > \psi_{min}$	$\tau_w \le t_{st}$ $\tau_w > t_{st}$
20, п.5.52	6-я снизу слева, 25-я сверху справа	МПа кН·м^2/м	кПа МПа·м^4/м
2I, п.5.54	I7-сверху 2I-я сверху	МПа МПа	кПа кПа

I	2	3	4
22, п.5.57	2-я снизу слева	МПа	кПа
43	9-я сверху слева I4-я сверху слева (приложение 8)	$т/м^3$ $т/м^3$	$кг/м^3$ $кг/м^3$
50	2-я сверху, черт. 8	λ_u, м, нежестких	λ_u нежестких

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Основные буквенные обозначения 3

I. Общие положения 7

2. Исходные данные для проектирования I2

3. Требования к материалам, конструирование аэродромных одежд I5

4. Деформационные швы и стыковые соединения 34

5. Повышение трещиностойкости асфальтобетонного слоя усиления существующих покрытий 40

6. Защита грунтовых обочин от газовых струй двигателей 45

7. Область применения аэродромных покрытий 46

8. Расчет аэродромных одежд на скальном основании 55

9. Проектирование двухслойных жестких покрытий 68

I0. Проектирование слоев усиления при реконструкции покрытий аэродромов 68

II. Практические методики расчета аэродромных одежд 74

ПРИЛОЖЕНИЯ:

I. Расчетные схемы аэродромных покрытий I00

2. Таблицы эквивалентных коэффициентов постели искусственных оснований I03

3. Расчетные характеристики материалов аэродромных покрытий 115

4. Расчетные таблицы и номограммы 132

5. Армирование железобетонных плит 179

6. Типовые конструкции аэродромных одежд 184

7. Приемы расчета 196

8. Таблица соотношений между некоторыми единицами физических величин и единицами системы СИ 229

9. Опечатки, замеченные в первом издании СНиП 2.05.08-85 "Аэродромы" 231

Редактор Л.А. Мошанская

Т-21993. Подписано в печать 29.12.87. Формат 60x84/16.
13,8 уч.-изд.л. Тираж 400 экз. Заказ № 1.

gost.e-ecolog.ru

[illegible] Аэропроект. Москва, А-171, Ленинградское шоссе,7а. Ротапринтная ГПИ и НИИ ГА Аэропроект.