

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

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

**Часть IV. Аэродромные одежды**



**Москва 1988**

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

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

Часть IV. Аэродромные одежды

Москва 1988

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. Тощий, кандидаты техн. наук В.П. Апестина, В.Б. Безелянский, Б.А. Хотин, А.В. Локшин, инженеры Ю.С. Барят, 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;
- $a_T, a_d$  - 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;
- $U_{\Sigma}$  - расчетное (суммарное) число приложений расчетной нагрузки за весь срок службы для жестких покрытий;
- $N_T$  - 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;
- $\bar{m}_{x_i}, \bar{m}_{y_i}$  - единичные изгибающие моменты в расчетном сечении плиты от воздействия  $i$ -го колеса опоры воздушного судна;



- $m_{e, max}$  - максимальный изгибающий момент от нагрузки при центральном загрузении плиты;  
 $m_{c}, m_{cd}$  - 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;  
 $\lambda_d$  - расчетный относительный прогиб жесткой аэродромной конструкции от нагрузки;  
 $\lambda_u$  - предельный относительный прогиб жесткой конструкции;  
 $\sigma_z$  - наибольшее растягивающее напряжение при изгибе в слое жесткого покрытия;  
 $D_z$  - условный диаметр круга передачи нагрузки от покрытия на основание.

#### Расчетные коэффициенты

- $\gamma_f$  - 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 основании;  
 $K_u$  - 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;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы;

$\psi_s$  - коэффициент, учитывающий работу бетона между трещинами в растянутой зоне;

$\psi_c$  - 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, конструкторские покрытий и оснований

$R_{bt}, R_{bt,cr}, R_{bt,cr}$  - 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;

$a_{cr,cr}$  - ширина раскрытия трещин;

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

$E$  - упругая характеристика плиты;

$M_x$  - 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;  
 $E_b$  - модуль упругости бетона;  
 $E_s$  - модуль упругости арматурной стали;  
 $E_i$  - модуль упругости материала  $i$ -го слоя;  
 $E$  - модуль упругости грунтового основания;  
 $E_o$  - модуль упругости грунтовой прослойки между конструкцией и скальным основанием;  
 $E_{ed}$  - эквивалентный модуль упругости жесткой конструкции, включая грунтовое основание;  
 $\mu$  - 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 вакуумом;

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;  
 $t_{pz}$  - толщина защитного слоя бетона;  
 $t_{as}$  - толщина асфальтобетона;  
 $t_{en}$  - требуемая для заданной расчетной нагрузки толщина однослойного бетонного покрытия;  
 $t_{ed}$  - толщина бетонного покрытия, эквивалентного по несущей способности существующему покрытию;  
 $t_{pd}$  - расчетная толщина существующего покрытия;  
 $t_{sup}$  - толщина верхнего слоя двухслойного покрытия;  
 $t_{inf}$  - толщина нижнего слоя двухслойного покрытия;  
 $t_f$  - толщина слоя основания, обработанного вакуумом;  
 $t_{tot}$  - общая толщина конструкции;  
 $t_o$  - толщина прослойки сыпучего материала между покрытием и скальным основанием.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1.** 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 ЗЕМ.

**1.2.** 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 10 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. 1, 2 приложения 4 настоящего Пособия.

1.3. Все расчеты должны выполняться в единой международной системе единиц, согласно СН 528-80 "Перечень единиц физических величин, подлежащих применению в строительстве" и стандарту СЭВ 1052-78 "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 10, (например, Мега- $10^6$ ; кило- $10^3$  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 ( $1 \text{ тс} = 9,80665 \cdot 10^3 \text{ Н}$ ) и округлением полученного результата до количества значащих цифр в исходном числе. Например, взлетная масса 165 т, давление в пневматиках  $8,5 \text{ кгс/см}^2$ . Взлетный вес равен:  $165 \cdot 9,80665 = 1618,097 = 1620 \cdot 10^3 \text{ Н} = 1620 \text{ кН}$ ; давление в пневматиках:  $8,5 \cdot 9,80665 \cdot 10^4 = 83,356 \cdot 10^4 \text{ Па} = 0,83 \cdot 10^6 \text{ Па} = 0,83 \text{ МПа}$ . ( $1 \text{ кгс/см}^2 = 9,80665 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ).

1.4. 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  $K_1$ ).

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

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 коэффициентом

том постели  $K_{se}$  или модулем упругости  $E'_e$ . Деформативные свойства грунтовой прослойки характеризуются модулем упругости  $E_0$ , а для жестких одежд — дополнительно углом внутреннего трения  $\varphi_0$  и удельным сцеплением  $C_0$ .

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  $F_e$ .

1.5. 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 VI. "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  $E_n = 0,12$ .

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 многоскратность проходов укла-

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

1.6. По степени воздействия нагрузок покрытия аэродромов подразделяют на группы участков в зависимости от применяемых планировочных решений в соответствии с черт. I (схемы 1 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); 1,1 — для участков, расположенных на противоположном конце ВПП (для схем I и 2).

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



# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

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

Таблица I

Местные покрытия и комбинированные	Неместные покрытия	Источники получения данных
I	2	3
<b>НАГРУЗКА</b>		
<p>Категория нормативной нагрузки</p> <p>Величина нормативной нагрузки на условную опору <math>F_a, H</math></p> <p>Внутреннее давление воздуха в пневматиках колес <math>P_a, Pa</math></p> <p>Количество колес на опоре <math>n_k</math></p> <p>Расстояния между осями колес в главной опоре <math>x, y, m</math></p> <p>Суммарная приведенная повторность приложения расчетной нагрузки за 20 лет и соответствующий коэффициент <math>K_k</math></p>	<p>Приведенная среднесуточная повторность приложения расчетной нагрузки на 10-й год эксплуатации:</p> <p>для расчета по прогибу <math>N_1</math></p> <p>для расчета прочности асфальтобетона на растяжение при изгибе <math>N_{11}</math></p>	<p>Табл. 28 СНП 2.05.08-85 "Аэродромы"</p> <p>Табл. 3 приложения 4 Пособия</p>
<p>Расчетный тип воздушного судна</p> <p>Максимальный взлетный вес <math>F, H</math></p> <p>Коэффициент, учитывающий долю веса, приходящегося на главные опоры <math>K_g</math></p> <p>Количество опор <math>n_n</math></p> <p><math>n_k, P_a, x, y</math></p> <p>Состав движения (количество типов воздушных судов и интенсивность движения по типам: среднегодовая или максимальная суточная интенсивность, принимаемая по данным ТЭО на расчетный год)</p>		<p>Табл. I приложения 4 Пособия</p> <p>По данным ТЭО</p>

I	2	3
<p align="center"><b>УСЛОВИЯ РАБОТЫ</b></p> <p>Дорожно-климатическая зона          Тип гидрогеологических условий          Географическая широта расположе-          ния аэропорта, ° северной широты          Глубина горизонта подземных вод</p> <p>Годовая амплитуда          среднемесячных тем-          ператур воздуха, °С</p> <p>Среднемесячная тем-          пература воздуха          наиболее холодного          месяца, °С</p> <p>Расчетная группа участков аэродро-          ма</p> <p>Расчетные коэффициенты:          разгрузки <math>\gamma_z</math>          динамичности <math>K_d</math>          условий работ <math>\gamma_{\text{в нежестких}}</math>          покрытиях отдельно для расче-          та по прогибу и для расчета          асфальтобетона на растяжение          при изгибе)</p> <p>Ветровая нагрузка стартов ВПП, в %</p>		<p>Приложение I и 2          СНиП 2.05.08-85</p> <p>Данные изыска-          ний          СНиП 2.01.01-82          "Строительная          климатология и          геофизика" и          справочники по          климатологии,          СНиП 2.05-08-85</p> <p>Черт. I.          СНиП 2.05.08-85</p> <p>Табл. 30, 31;          СНиП 2.05.08-85</p> <p>п. 5.60 и 5.63          СНиП 2.05.08-85</p> <p>п. 8.4 Пособия</p> <p>Рассчитывается          по методике По-          собия по проек-          тированию граж-          данских аэродр-          омов. Часть I          "Планировка аз-          родромов"</p>
<p align="center"><b>ДАННЫЕ ПО КОНСТРУКЦИИ</b></p> <p>Толщины слоев <math>t_i</math>, м</p> <p>Класс прочности бе-          тона на растяжение -          при изгибе</p>		<p>Толщины слоев <math>t_i</math>, м</p> <p>Модуль упругости ма-          териалов <math>E_i</math>, Па</p> <p>Табл. I-6 при-          ложении 9          СНиП 2.05.08-85</p>

I	2	3
<p>Диаметр стержней <math>d</math>, м, и вид (класс) арматурной стали</p> <p>Модули упругости бетона <math>E_c</math>, стали <math>E_s</math>, Па</p>		<p>Табл. 2, 3, 4 приложения 3 настоящего Пособия</p> <p>ГОСТ 25100-82 и приложение 3 СНиП 2.05.08-85</p>
<p>Вид грунта естественного основания с указанием гранулометрического состава, коэффициента пористости при естественном залегании</p> <p>Расчетный коэффициент постели <math>K_1</math>, <math>\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}</math></p>	<p>Модуль упругости грунтового основания <math>E</math>, Па</p>	<p>Приложение 4 СНиП 2.05.08-85 или данные испытаний штампом</p> <p>То же</p>
<p>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ НА СКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ.</p>		
<p>Толщина грунтовой прослойки <math>t_0</math>, м</p> <p>Модуль упругости грунтовой прослойки <math>E_0</math>, Па</p>		<p>Данные изысканий</p> <p>То же</p>
	<p>Расчетное удельное сцепление грунта <math>c</math>, Па</p>	<p>Табл. 15 Пособия</p>
	<p>Угол внутреннего трения <math>\varphi_0</math></p>	<p>То же</p>
	<p>Плотность материалов конструктивных слоев <math>\rho_i</math>, кг/м<sup>3</sup></p>	<p>Табл. I приложения 6 СНиП 2.05.08-85</p>
<p>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ</p>		
<p>Характеристики деформативности существующей конструкции по данным испытаний:</p> <p>коэффициент отпора <math>C</math>, МН/м<sup>2</sup>;</p> <p>суммарная жесткость <math>B_{tot}</math>, Па·м<sup>4</sup></p>	<p>Модули упругости существующих асфальтобетонных слоев покрытий, оснований, предпостительно по данным испытаний</p>	<p>Раздел 10 настоящего Пособия</p>

I	2	3
<p>категория разрушения существующих покрытий в соответствии с данными табл. 25 СНиП 2.05.08-85</p> <p>толщина и тип существующего покрытия, его характеристики</p> <p>тип основания, его толщина и характеристики материалов</p>	<p>Вид и объем разрушений в зоне колеи основных опор расчетного воздушного судна</p> <p>Значения понижающих коэффициентов к модулям упругости материалов конструктивных слоев <math>\beta_i</math></p>	<p>Раздел 10 настоящего Пособия</p> <p>Табл. 6 приложения 3 Пособия</p> <p>То же</p>

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.1.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, КОНСТРУИРОВАНИЕ АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД

3.1. 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

П а р а м е т р ы	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–IV категорий и внеклассных минимальный проектный класс бетона по прочности:					
на растяжение при изгибе	$R_{bt}$ 4,0	$R_{bt}$ 4,0	$R_{bt}$ 4,0	$R_{bt}$ 3,6	$R_{bt}$ 2,8
на сжатие	B30	B30	B30	B25	B20
Для нормативных нагрузок V и VI категорий минимальный проектный класс бетона по прочности:					
на растяжение при изгибе	$R_{bt}$ 3,2	—	—	—	—
на сжатие	B25	—	—	—	—
Морозостойкость бетона в климатических условиях:					
мягких	F 100	F 100	F 100	F 100	F 50
умеренных	F 150	F 150	F 150	F 150	F 75
суровых	F 200	F 200	F 200	F 200	F 100

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	-	IO
30 см и более	7,5	-	-	-	IO
Расстояние между деформационными швами, м, при годовой амплитуде среднемесячных температур, °C					
45 и выше	-	IO	-	I2	-
от 30 до 45	-	I5	-	I8	-
менее 30	-	I5	-	24	-
Расстояние между деформационными швами, м, в районах со сложными инженерно-геологическими условиями	5	IO	IO	I2	IO

I	2	3	4	5	6
Класс и марка рабочей арматуры при расчетной температуре воздуха до минус 40°C включительно (в том числе для краевого армирования)	А-II ВСт5сп2; ВСт5пс2 А-III 35 IC, 25Г2С, 32Г2Р по			А-IV 20ГГ2Ц А-V 23ХГ2ГТ Ат-IV 25Г2С 10ГГС2 20ХГГС2 08Г2С Ат-V 20ГГС 20ГГС2 10ГГС2 08Г2С В-I	-
Класс и марка стали для стыковых соединений:	А-I				
при расчетной температуре воздуха до минус 30°C	Ст3спЗ, Ст3псЗ, Ст3кпЗ, ВСтЗсп2, ВСтЗпс2, ВСтЗкп2				
ниже минус 30°C до минус 40°C	ВСтЗсп2, ВСтЗпс2				
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	-	10-14	12-18	-	-
более 30 см	-	14-18	-	-	-

Примечания: 1. Мягкие климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наружного воздуха наиболее холодного месяца от 0 до минус 5°C; умеренные - ниже минус 5 до минус 15°C, суровые - ниже минус 15°C.

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 передвигке плит (плиты типа ППАГ-14, ППАГ-18), 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	
	ВПП и магистральные РД	Остальные участки	ВПП 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
IV, V	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
IV, V	То же	Горячие I А, Б, Г	Пористые марки I	Пористые марки I, II

I	2	3	4	5
То же для IV категории нормативной нагрузки в ДКЗ:				
I	Горячие, II А, Б, Г	Горячие и теплые II А, Б, В, Г	Плотные круп- нозернистые типы А, Б марки I, II	Пористые мар- ки I, II
II, III	То же	То же	Пористые мар- ки I	Пористые мар- ки I, II
IV, V	—	Горячие II А, Б, Г холодные I Бх, Гх	То же	То же
То же для V, VI категории нормативных нагрузок в ДКЗ:				
I	Горячие III Б, В, Г	Горячие и теплые III Б, В, Г	Пористые мар- ки II	Пористые мар- ки II
II, III	То же	То же	Пористые и вы- сокопористые марки II	Пористые и высокопорис- тые марки II
IV, V	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		1200			800
В		1000			800
-- П -- А, Б		1000			600
В		800			600
-- Ш -- Б		800			-
В		600			-
То же для щебня из осадочных пород:					
№	марки I типа А	1200			600
	Б	1000			600
	В	800			600
	-- П -- А	1000			400
	Б	800			400
	В	600			400
	-- Ш -- Б	600			-
	В	400			-
	Предел прочности исходной породы для				
	дробленого песка в смеси типа Г, кг/см <sup>2</sup> :				
	марки I	1000	} извержен- ные		-
	-- П	800			-
	-- Ш	600			-

I	2	3	4	5
Марка щебня из гравия по дробности 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 дробности 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-IV		-

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, Г	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 ус- ловиях для категорий нагрузок:				
а) суровых для				
В/к, I, II	I6	I2	-	-
III, IV	I3	9	-	-
V, VI	7	7	-	-
в) умеренных для				
В/к, I, II	I2	9	-	-
III, IV	9	7	-	-
V, VI	7	6	-	-
с) мягких для				
В/к, I, II	9	9	-	-
III, IV	7	7	-	-
V, VI	7	6	-	-

I	2	3	4	5
Минимальная толщина асфальтобетонного слоя нежестких покрытий, укладываемого на I проход асфальтоукладчика, см, при давлении в пневматиках, МПа:				
менее 0,6	5			-
от 0,6 до 0,7	7			-
свыше 0,7 до 1,0	9			6
свыше 1,0 до 1,25	12			6
свыше 1,25	15			6
Максимальная допустимая температура поверхности покрытия при воздействии газовой струи (при длительности не более 3-4 мин.)	100°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 10 см.

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

6. Выбор типа смеси определяется технико-экономическим сравнением, при этом необходимо учитывать, что для I и II ДКЗ предпочтение отдается наиболее плотным составам с минимальной пористостью для данного типа, а для IV-V 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	
			ВПП 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 СТ 70/130

I	2	3	4	5
У-VI	I	II	БНД 90/130	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300 СТ 130/200
	II-III	II	БНД 60/90 БНД 90/130 БН 60/90 БН 90/130	БН 60/90 БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300 БН 60/90, БН 130/200 БН 90/130 БН 200/300 СТ 130/200
	IV-V	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/130	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН 90/130 СТ 70/130 МГ 70/130 МГО 70/130

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

Для нормативных нагрузок IV категории и выше в несущих слоях оснований рекомендуется применять мелкозернистый (песчаный) бетон, низкомарочный "тощий" бетон, керамзитобетон, ячеистый бетон, 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  $1 \text{ м}^3$  песка при оптимальной влажности смеси.

Для нормативных нагрузок У и УІ 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 жестких 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 термозащитным или дренажным. К дополнительным относятся также прослойки гидро- и пароизоляционные, капилляропрерывающие, противозаиливающие. Дополнительные слои, как правило, устраивают из местных материалов, которые должны отвечать требованиям, предъявляемым к ним в зависимости от их назначения. Совместно с верхними слоями оснований, дополнительные слои обеспечивают прочность аэродромной конструкции, поэтому учитываются в расчете при определении эквивалентного коэффициента постели или модуля упругости основания, если толщина слоя не менее 10 см.

3.4. Для дренажных 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 дренажного 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 дренажные 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 дренажных и несущих. Требуемая толщина термоизоляционных слоев устанавливается расчетом по специальной методике, изложенной в Пособии по проектированию гражданских аэродромов. Часть VI. "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 IV и V ДКЗ в тех случаях, когда необходимо изолировать нижние слои оснований от переувлажненного грунтового основания. Прослойки устраиваются из грунта, обработанного битумом, толщиной не менее 5 см, полиэтиленовой пленки, нетканых синтетических материалов (например, в районах орошаемых земель).

3.8. Капилляропрерывающие прослойки применяют во II и III ДКЗ, в тех случаях, когда требуется обеспечить защиту 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. 17 СНиП 2.05.08-85.

Капилляропрерывающие прослойки устраиваются из крупного песка или гравия, толщиной 10-15 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 прослойки от поверхности покрытия должна быть не менее 0,90 м во II и III дорожно-климатических зонах и 0,75 м в IV-V. Низ прослойки должен отстоять от горизонта подземных вод не менее, чем на 0,2 м.

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

3.10. Если крупнопористый материал нижнего слоя основания (щебень, гравий, шлак) укладывается непосредственно на глинистый и пылеватый грунты, то следует предусматривать прослойку, препятствующую взаимопрониканию материалов смежных слоев. В прослойке должны применяться материалы, не переходящие в пластическое состояние при увлажнении (песок, местный грунт, обработанный вяжущими, мелкий щебень, гравийно-песчаные смеси, непывающие шлаки, непучинистые золо-

шлаки, синтетические текстильные материалы, укладываемые в один слой со стыковой 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 V-VI 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 III-V дорожно-климатических зонах с I типом гидрогеологических условий рекомендуется применять повышенное уплотнение связанных 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 модули 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

4.1. Разновидности деформационных швов, устраиваемых в однослойных покрытиях, представлены на рис. 1. Область применения указанных типов швов дана в табл. 5.

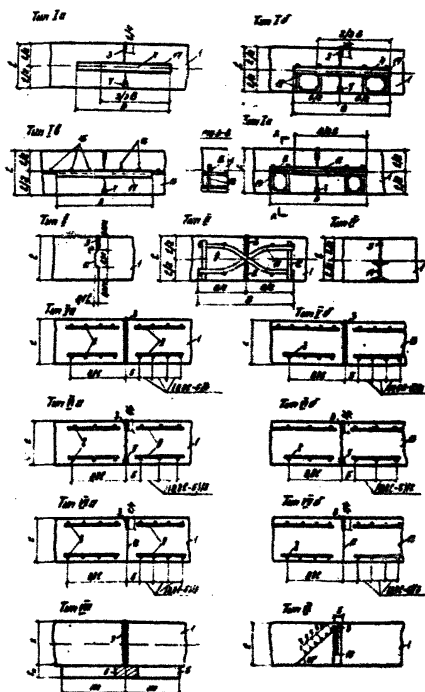


Рис. 1. Схемы конструкций деформационных швов: I - плита бетонного покрытия; 2 - деревянная прокладка; 3 - герметизирующий материал; 4 - штырь; 5 - подшовная плита толщиной 20 см; 6 - деревянная пробка диаметром 10-15 см; 7 - деревянная прокладка, устанавливаемая при невозможности нарезки паза до проектной глубины ( $t/4$ ) при толщине плиты более 30 см; 8 - рабочая арматура; 9 - распределительная арматура; 10 - обмазка грани плиты битумной мастикой; II - изогнутые штыри; 12 - стойка; 13 - армобетонная плита; 14 - балочный стыковой элемент; 15 - приварка штырей к арматурным стержням; 16 - скрутки, соединяющие штыри с арматурными стержнями; 17 - обмазка штыря битумом; 18 - спаренные штыри малого диаметра; 19 - 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	Ia, Ib, Ic	Для бетонных покрытий	Для всех жестких покрытий
	Ib	-	Для армобетонных покрытий взамен типов Ib и Ic
Щуитовый	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 № 1087601	IV	Для бетонных покрытий толщиной 30 см и выше при технологии строительства в окользающих формах	Для бетонных покрытий толщиной 30 см и выше



I	2	3	4
<b>С КРАЕВЫМ АРМИРОВАНИЕМ</b>			
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	У1а	Для бетонных покрытий	Для бетонных покрытий
	У1б	-	Для армобетонных покрытий
Сквозной (технологический) с армированием краев плит	У1а У1б	Для бетонных покрытий Для армобетонных покрытий	Для бетонных покрытий Для армобетонных покрытий
<b>С УСИЛЕНИЕМ КРАЕВ БЕТОНОМ</b>			
Сквозной с подпловой плитой	Уш	-	Для всех жестких покрытий
<b>С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ АРМИРОВАНИЕМ</b>			
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	-

х) 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. Мастiku 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 по- крытия, см	Диаметр штырей, мм		Длина шты- рей, см		Расстояние между штыря- ми, см			
	пря- мых	изог- нутых	пря- мых	изог- нутых	в сквозных швах		в ложных швах	
					пря- мыми	изог- нуты- ми	прямы- ми	изог- нуты- ми
20 и менее	22	12	40	42	30	50	45	50
21-30	22	14	50	46	25	50	35	50
31-40	22	16	60	50	20	50	30	50

Допускается выполнять штыревые соединения из двух сва-  
ренных между собой и располагаемых один над другим стержней  
диаметром не менее 16 мм, суммарной площадью сечения на еди-  
ницу ширины плиты не менее установленной для одиночных шты-  
рей 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 сое-  
динять их между собой тяжами из арматурных стержней диамет-  
ром 10-12 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 по-  
перечных швов рекомендуется назначать в соответствии с ука-  
заниями таблицы 7.

В местах примыкания к обочинам балочные стыковые эле-  
менты не устраивают; края плит, примыкающие к покрытию дру-  
гого типа, армируют каркасами из стержневой арматуры  
(табл. 8).

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-100
400	I80	в-100
420	200	в-110
440	200	в-110

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
16-22	4 Ø 12	3 Ø 12
23-26	5 Ø 12	4 Ø 12
27-30	5 Ø 14	4 Ø 14
31-40	5 Ø 16	4 Ø 16
41-50	6 Ø 18	5 Ø 18

Ширину зоны усиления краевых участков плит следует принимать равной  $0,8\ell$ , где  $\ell$  - 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 10 см.

4.5. Для предотвращения осыпания 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 $l$  - 0,8 $l$  ( $l$  - упругая характеристика верхнего слоя). Диаметр и количество стержней в зависимости от толщины плит верхнего слоя принимают следующие:

Толщина плит верхнего слоя, см	Количество и диаметр стержней
20-24 .....	3 $\varnothing$ I2
25-28 .....	3 $\varnothing$ I4
29-34 .....	4 $\varnothing$ 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 № 1087601 (тип IV), выполняется в соответствии с п.п. 5.51-5.55, принимая в формуле (II) расчетного изгибающего момента  $M_d$  переходный коэффициент  $K = 1,15$ .

При применении стыковых соединений с изогнутыми штырями (тип III) по авторскому свидетельству № 450865 переходный коэффициент  $K$  от изгибающего момента при центральном нагружении к моменту при краевом нагружении принимает равным 1.

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-14, 18 поперечные деформационные швы не устанавливаются.

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

5.1. 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 1,2 — 1,8 м для продольных и 1,5—2,5 м для поперечных швов. Большие размеры принимаются для I—III, меньшие для IV—V дорожно-климатических зон. 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: 1 - стеклопластиковая сетка; 2 - слой усиления из асфальтобетона; 3 - существующее жесткое покрытие; 4 - побелка известковым молоком; 5 - перлит

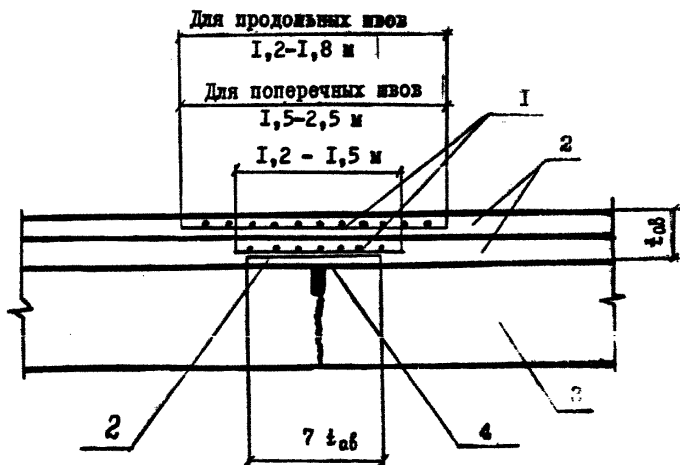


Рис. 3. Конструкция армирования двухслойного асфальтобетона: 1 - стеклопластиковые сетки; 2 - верхний и нижний слой асфальтобетона; 3 - существующее жесткое покрытие; 4 - побелка известковым молоком; 5 - перлит

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

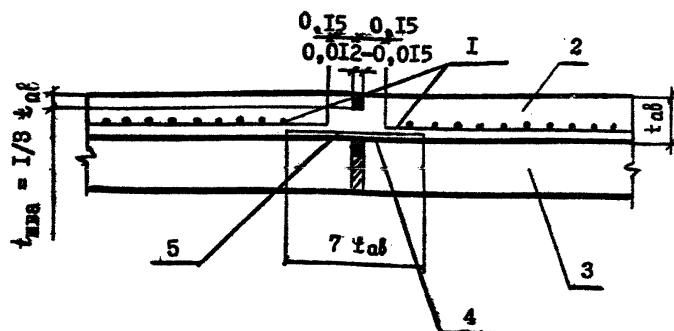


Рис. 4. Однослойное асфальтобетонное покрытие: I - стеклопластиковые сетки; 2 - слой усиления из асфальтобетона; 3 - существующее жесткое покрытие; 4 - побелка известковым молоком; 5 - пергамин

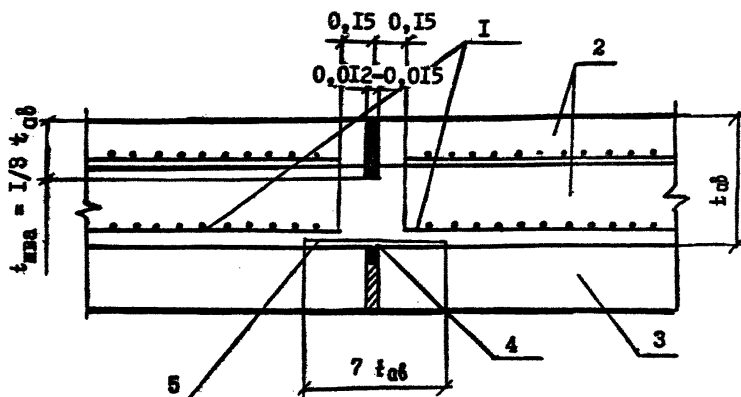


Рис. 5. Двухслойное асфальтобетонное покрытие: I - стеклопластиковые сетки; 2 - слой усиления из асфальтобетона; 3 - существующее жесткое покрытие; 4 - побелка известковым молоком; 5 - пергамин

## Усиление нежестких покрытий

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 конечных 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 конечных 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 фрикционным свойствам в состав асфальтобетонной смеси рекомендуется вводить добавки полимеров. Наиболее широкое применение находят диенистирольные полимеры марки ДСТ-30. ДСТ рекомендуется вводить в битум для получения полимерного битумного вяжущего (ПБВ). ПБВ должно отвечать требованиям ТУ 1669-84 Минтрансо-строа СССР "Вяжущие полимерно-битумные на основе ДСТ и полимерасфальтобетон".



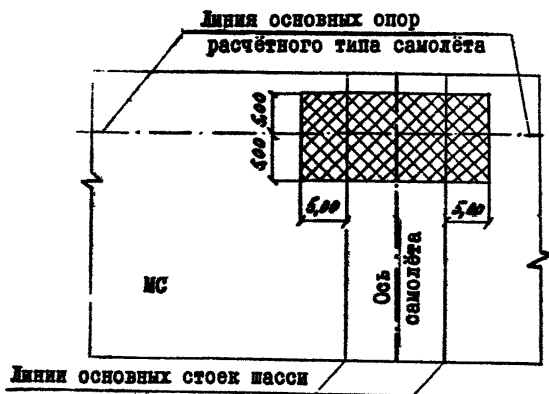


Рис. 6. Площадь армирования асфальтобетона на МС

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	IV-V
Ориентировочное количество ДСТ, в % по массе в ПБВ	4-6	3-4	2-3

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

Подбор состава ПБВ, требования к материалам, концентрация раствора ДСТ, технология приготовления ПБВ и полимерасфальтобетона подробно изложены в "Методических рекомендациях по применению полимерно-битумного вяжущего (на

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

## 6. ЗАЩИТА ГРУНТОВЫХ ОБОЧИН ОТ ГАЗОВЫХ СТРУЙ АВИАДВИГАТЕЛЕЙ

Грунтовые участки, примыкающие к укрепленным откосам (сооружениям) вдоль ИВН 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. Защита от эрозии подлежат участки грунтовых обочин, подвергающиеся воздействию газозвуковых 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-V	От супесчаных до глинистых грунтов	Раз в год
Маслобитумными вяжущими	I-III зоны тундры, лесотундры, степные	Супесчаные, легкие суглинки	Раз в 2 года
Битумными эмульсиями на твердых эмульгаторах	IV-V степные, пустынные и пустынно-степные зоны	Песчаные, супесчаные, глинистые, грунто-гравийные и грунтоцементные 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 маслябитумными 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. II. При усилении существующих покрытий следует пользоваться данными табл. I2.

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

На укрепляемых обочинах и откосах ИВПШ аэродромов других классов, а также укрепляемых обочинах и откосах

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	IV	V	VI	Тяжелые	Средние	Легкие	
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Монолитные однослойные бетонные и армобетонные покрытия с применением высокопрочного бетона ( $R_{бет}$ 4,4 и более) толщиной 35-40 см		+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Взамен двухслойных покрытий из бетона обычных марок
То же, с применением балочных стыковых элементов		+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
Монолитное однослойное: а) из бетона класса прочности не ниже $R_{бет}$ 4,0: железобетонное		-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Взамен двухслойных жестких покрытий

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
армобетонное	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	В I-II дорожно-климатических зонах, преимущественно в районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и других, где отсутствуют или труднодоступны каменные материалы
цементобетонное	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	
пескобетонное (из мелкозернистого бетона)	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	
б) из бетона класса прочности В 3,2:											В I-II ДКЗ в районах, где отсутствуют каменные материалы
цементобетонное	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	
пескобетонное	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сборное из типовых преднапряженных аэро- дромных плит на искус- ственных основаниях:											
из материалов, об- работанных вакууми- ми:											
ПАГ-14	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	В районах с ко- ротким строи- тельным сезо- ном и дефици- том местных строительных материалов Крайнего Севе- ра, Сибири, Дальнего Восто- ка. Применение плит ПАГ-14, 18 для конкрет- ных типов воз- душных судов приведено в табл. 3 при- ложения 6 По- собия
ПАГ-18	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
на песчаном, пес- чаногравийном, ще- беночном основании:											
ПАГ-14	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	То же, на грун- тах с коэффи- циентом постели 80 МН/м <sup>2</sup> и более

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	II	12
Сборное из типовых преднапряженных дорожных плит на искусственных основаниях ПДН (ТИР 503-0-42)	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	То же, с применением плит только высшей категории качества
Двухслойные:											
верхний слой:											
из бетона, пескобетона, или армобетона класса прочности $B_{\text{пл}}$ 4,0	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	Когда технические возможности бетоноукладочных комплексов не позволяют устраивать однослойные покрытия требуемой толщины или отсутствует импортный бетон
нижний слой:											
из бетона класса прочности $B_{\text{пл}}$ 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	10	11	12
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 12

Существующее покрытие	Слой усиления	Рекомендуемые конструкции усиления										Условия применения конструкций усиления при технико-экономическом обосновании
		для аэродромов в зависимости от категории нормативных нагрузок							для вертодромов в зависимости от весовой категории вертолетов			
		В/к	I	II	III	IV	V	VI	Тяжелые	Средние	Легкие	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	I3
Монолитное железобетонное	Монолитный железобетон	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	Как правило
Монолитное железобетонное	Асфальтобетон	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	Не рекомендуется применять для самолетов Ил-86
Монолитное бетонное, армобетонное	Монолитный бетон, армобетон, железобетон сборные предварительно напряженные железобетонные плиты:	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	С несовмещенными продольными и поперечными швами  В районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и других, где отсутствуют или

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сборные и типовые предварительные напряженные железобетонные плиты	ПАГ-14	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	труднодоступные каменные материалы
	ПАГ-18	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
	мелкозернистый (песчаный) бетон;	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	
	асфальтобетон	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Не рекомендуется применять для самолета Ил-86
	Сборные предварительные напряженные железобетонные плиты типа:											
	ПАГ-14	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	
	ПАГ-18	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	Допускается замена дефектных плит при соответствующем технико-экономическом обосновании
	Асфальтобетон	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	
	Нежесткое покрытие с асфальтобетонным верхним слоем	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	
	Монолитный бетон, армированный железобетон											Не рекомендуется применять для самолета Ил-86
												При отсутствии асфальтобетона и повышении капитальности покрытия

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Сборные железобетонные предварительнонапряженные плиты:											В районах Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и других, где отсутствуют каменные материалы
	ПАГ-14	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	
	ПАГ-18	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
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. 13, при этом толщины слоев должны приниматься равными минимально допустимым для материала конструктивного слоя. Дренажные 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 10 см, предварительно обработав поверхность основания разжиженным или жидким битумом марок СТ 130/200, МГ 70/130, битумной эмульсией или дегтем.

## 8. РАСЧЕТ АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД НА СКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ

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

Скальные грунты практически несжимаемы при тех величинах давлений, которые воздействуют на грунты под аэродромными покрытиями. Однако в силу неоднородности залегания скальных пород требуется их предварительное выравнивание перед устройством аэродромных 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 двойное 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 13

Покрытие	Область применения покрытий											
	для участков, примыкающих к тротуарам ИВПШ						для укрепляемых обочин РД, МС и перронов, а также отмоستок ИВПШ					
	Категории нормативной нагрузки											
	В/к	I	II	III	IV	V	В/к	I	II	III	IV	V
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 вяжущим	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+

Примечания: 1. Знак "+" означает целесообразность, а знак "-" нецелесообразность применения конструкции покрытия данного типа.

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

грунтовым слое как по его толщине, так и на контакте с искусственным основанием аэродромной одежды. Расчет жестких покрытий на скальном основании основывается на предположении, что прослойка сыпучего материала между покрытием и скалой работает в условиях стеснения горизонтальных смещений (как в жесткой обложке).

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

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

где  $E$  и  $\nu$  - 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 (1). 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, суглинки, супеси, песка, раку-

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

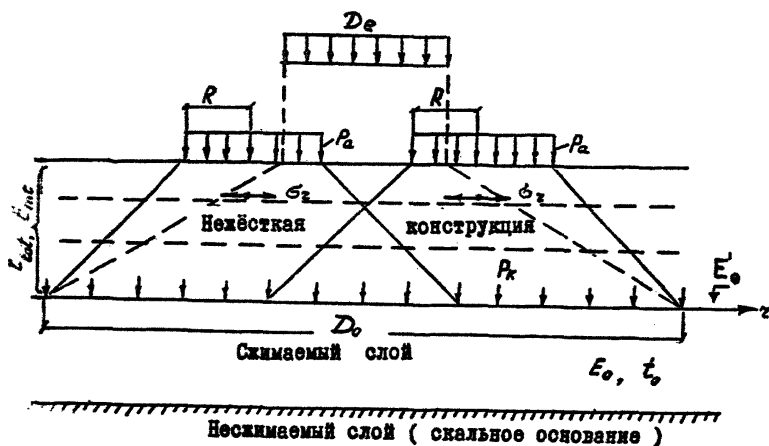


Рис. 7. Расчетная схема для оценки прочности грунтовой прослойки по сдвигу

Условие прочности по предельному давлению на грунт выражается неравенством

$$p_k \leq p_u, \quad (2)$$

где  $p_k$  - наибольшее контактное давление на грунт от нагрузки,

$$p_k = p_a \cdot \bar{p}_k \cdot K\rho',$$

$p_a$  - внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, Па;

$\bar{p}_k$  - удельное контактное давление на поверхности грунтовой прослойки, определяемое в зависимости от отношений  $\frac{t_{0t}}{t_0}$ ;  $\frac{t_{1st}}{D_e}$ ;

$\frac{t_{\text{сст}}}{D_e}$	Удельные контактные давления на поверхность грунта $\bar{p}_k$ при отношениях $E_{mt}/E'_e$ , равных					
	I	3	5	10	15	20
0,4	0,76	0,63	0,54	0,42	0,35	0,30
0,6	0,55	0,41	0,34	0,24	0,20	0,18
0,8	0,39	0,28	0,23	0,16	0,13	0,11
1,0	0,29	0,20	0,16	0,11	0,09	0,08
1,2	0,21	0,15	0,12	0,08	0,06	0,05
1,4	0,17	0,12	0,09	0,06	0,05	0,04
1,6	0,13	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03
1,8	0,11	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03
2,0	0,09	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02
2,2	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
2,4	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
2,6	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01
2,8	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
3,0	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01

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

$E'_e$  - эквивалентный модуль упругости системы "слой грунта на несжимаемом основании";

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

$E_{mt}$  - средний модуль упругости нежесткой одежды, определяемый в соответствии с п.5.61 СНиП 2.05.08-85

$\psi_{ke}$  - определяется по таблице I4 Пособия в зависимости от отношений:

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



$E_0$  - модуль упругости грунта, лежащего между скальным основанием и жесткой 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  $t_0/D_0$  :

$t_0/D_0$	0,25	0,50	1,00	2,00	3,00	5,00	10,00 и более
$K_p$	1,093	1,252	1,446	1,565	1,589	1,600	1,599

$t_0$  - толщина грунтовой прослойки, м;

$D_0$  - условный диаметр круга передачи нагрузки от покрытия к грунту, м;

$$D_0 = \frac{D_e}{\sqrt{K_p}} ;$$

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

Таблица I4

$\frac{E_0}{E_{mt}}$	$\frac{D_e}{2t_{tot}}$	Коэффициент $\psi_{ke}$ при относительной толщине грунтовой прослойки $t_0/t_{tot}$				
		10	5	1,0	0,5	0,1
I	2	3	4	5	6	7
0,01	0,2	0,02	0,02	0,08	0,13	0,50
	0,3	0,02	0,02	0,08	0,13	0,49
	0,5	0,02	0,02	0,07	0,12	0,45
	1,0	0,02	0,02	0,07	0,11	0,38
	1,5	0,01	0,02	0,06	0,10	0,35
	2,0	0,01	0,02	0,06	0,10	0,36

1	2	3	4	5	6	7
0,06	0,2	0,08	0,10	0,28	0,46	1,00
	0,3	0,08	0,10	0,27	0,45	1,00
	0,5	0,08	0,10	0,26	0,43	1,00
	1,0	0,07	0,09	0,24	0,40	1,00
	1,5	0,07	0,09	0,24	0,41	1,00
	2,0	0,07	0,08	0,25	0,43	1,00
0,10	0,2	0,13	0,16	0,40	0,67	1,00
	0,3	0,13	0,16	0,40	0,66	1,00
	0,5	0,13	0,15	0,38	0,62	1,00
	1,0	0,12	0,14	0,35	0,58	1,00
	1,5	0,11	0,13	0,35	0,61	1,00
	2,0	0,11	0,13	0,37	0,67	1,00
0,14	0,2	0,18	0,21	0,52	0,86	1,00
	0,3	0,18	0,21	0,51	0,84	1,00
	0,5	0,17	0,20	0,49	0,80	1,00
	1,0	0,16	0,19	0,46	0,76	1,00
	1,5	0,15	0,18	0,46	0,80	1,00
	2,0	0,14	0,18	0,50	0,92	1,00
0,20	0,2	0,25	0,29	0,69	1,00	1,00
	0,3	0,25	0,29	0,67	1,00	1,00
	0,5	0,24	0,28	0,64	1,00	1,00
	1,0	0,22	0,25	0,59	0,99	1,00
	1,5	0,21	0,24	0,61	1,00	1,00
	2,0	0,20	0,24	0,68	1,00	1,00
0,30	0,2	0,37	0,42	0,94	1,00	1,00
	0,3	0,36	0,41	0,91	1,00	1,00
	0,5	0,35	0,39	0,86	1,00	1,00
	1,0	0,31	0,36	0,81	1,00	1,00
	1,5	0,30	0,35	0,86	1,00	1,00
	2,0	0,30	0,35	0,98	1,00	1,00

I	22	3	4	5	6	7
0,40	0,2	0,48	0,55	1,00	1,00	1,00
	0,3	0,47	0,53	1,00	1,00	1,00
	0,5	0,45	0,51	1,00	1,00	1,00
	1,0	0,41	0,46	1,00	1,00	1,00
	1,5	0,39	0,45	1,00	1,00	1,00
	2,0	0,39	0,46	1,00	1,00	1,00
0,50	0,2	0,60	0,67	1,00	1,00	1,00
	0,3	0,59	0,65	1,00	1,00	1,00
	0,5	0,55	0,62	1,00	1,00	1,00
	1,0	0,50	0,56	1,00	1,00	1,00
	1,5	0,48	0,55	1,00	1,00	1,00
	2,0	0,48	0,57	1,00	1,00	1,00

Примечание. Значения коэффициентов  $\Psi_{ik}$  для промежуточных величин  $E_0/E_{pi}$ ,  $D_0/t_{i0}$ ,  $t_0/t_{i0}$  получают линейной интерполяцией табличных значений.

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

$$p_u = M_t \cdot g \sum_{i=1}^n \rho_i t_i + K_0 \cdot c \cdot M_c, \quad (3)$$

где  $\rho_i$  — плотность материала конструктивного слоя, кг/м<sup>3</sup>, принимается по табл. I приложения 6

СНиП 2.05.08-85 или по другим нормативным документам и справочным данным;

$g$  — 9,8 м/с<sup>2</sup>;

$t_i$  — толщина конструктивного слоя, м;

$K_0$  — 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 $K_0$ при расчете критического давления на грунт, для грунтов	
	глины, суглинки, супеси, пылеватые, непывеватые, с включением гравия, пылеватые пески	пески мелкие, средней крупности, крупные, гравелистые, ракушечник, галечниковые грунты, песчано-гравийные смеси
A	0,92	0,52
Б, В	1,15	0,65
Г	1,33	0,76

где  $n$  - количество слоев в конструкции выше сжимаемого слоя;

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

$\varphi_0, ^\circ$	0	10	20	30	35	40	45
$M_t$	1,00	1,75	3,00	5,50	8,00	11,00	15,60
$M_c$	3,10	4,15	5,80	8,00	10,00	12,00	14,60

$c_0, \varphi_0$  - параметры длительного сопротивления грунта прослойки сдвигу: расчетный коэффициент сцепления и угол внутреннего трения.

Значения  $c_0, \varphi_0$  принимаются по табл. 15.

Таблица I5

Грунты	Расчетные значения характеристик при влажности грунта, доли от $W_T$ (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	10
Песок, $\varphi$ , 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, донный или подобный им)	33	33	33	33	33	33	33	33	33
Суглинок:									
легкая крупная, $\varphi$ , градус	40	40	40	40	40	40	40	40	40
легкая, $\varphi$ , градус	36	36	36	35	35	34	34	33	33
$C_u$ , МПа	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008	0,007
Песок пылеватый:									
$\varphi$ , градус	38	37	37	36	35	34	33	32	31
$C_u$ , МПа	0,024	0,022	0,018	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Суглинок легкий и тяжелый, глины:									
$\varphi$ , градус	27	24	21	18	15	13	11	10	9
$c$ , МПа	0,036	0,030	0,024	0,019	0,015	0,011	0,009	0,008	0,004
Супесь пылеватая, тяжелая, пылеватая, суглинок легкий пылеватый:									
$\varphi$ , градус	27	24	21	18	15	13	11	10	9
$c$ , МПа	0,036	0,030	0,024	0,016	0,013	0,010	0,008	0,005	0,004

Примечания: 1. Приведенные характеристики грунтов, определяющие сопротивление грунта сдвигу  $\varphi$  и  $c$ , 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. 16.

Таблица 16

Дорожно-климатические зоны	Тип местности по условиям увлажнения	Расчетные влажности (в долях от границы текучести $W_T$ ) при толщине конструкции 50 см для		
		супесей	суглинков непылеватых, глин	супесей пылеватых, суглинков пылеватых
II	I	0,70	0,75	0,80 <sup>x)</sup>
	2	0,75 <sup>x)</sup>	0,80 <sup>x)</sup>	0,85 <sup>x)</sup>
	3	0,80 <sup>x)</sup>	0,85 <sup>x)</sup>	0,90 <sup>x)</sup>
III	I	0,65	0,70	0,75
	2	0,70	0,75	0,80 <sup>x)</sup>
	3	0,70	0,75	0,80 <sup>x)</sup>
IV	I	0,60	0,65	0,70
	2	0,65	0,70	0,75
	3	0,65	0,70	0,75
V	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. 17.

Таблица 17

Толщина конструкции, см	Относительная влажность (в долях границы текучести $W_T$ )		
50	0,80	0,85	0,90
100	0,78	0,80	0,84
150	0,76	0,78	0,80
200	0,755	0,765	0,775
250	0,75	0,755	0,76

Примечания: 1. 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 20 см) толщин и за окончательное решение принимается наибольшая толщина нежесткой конструкции, удовлетворяющая условиям прочности (2) и (7).

Прочность асфальтобетонных слоев нежесткой конструкции должна удовлетворять условию

$$\sigma_t \leq k_c R_d.$$

(4)

Величины наибольших растягивающих напряжений при изгибе от нагрузки  $\sigma_t$ , расчетного сопротивления растяжению при изгибе асфальтобетона  $R_d$  и коэффициента условий работы  $k_c$  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 несжимаемого основания. Последовательность и пример расчета нежестких аэродромных покрытий приведены в п. II.12 и приложении 7 настоящего Пособия.



## 9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ

9.1. 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

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

где  $\bar{C}_{sup}$ ,  $\bar{C}_{inf}$ ,  $\bar{C}_f$  — соответственно стоимости одного квадратного метра верхнего, нижнего слоев покрытий и слоя искусственного основания толщиной 1 см;

$t_{sup}$ ,  $t_{inf}$ ,  $t_f$  — соответственно толщины верхнего, нижнего слоев покрытий и искусственного основания.

## 10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ АЭРОДРОМОВ

10.1. Слой 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 использованному 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, лежащих 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

$$T_2 = 1 - 0,675 \bar{\delta}, \quad (6)$$

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

10.4. Если проектируется жесткий слой утолщения 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

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

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

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

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  $\alpha$  при известной величине  $g(\alpha)$ . Суммарная жесткость равна

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

Величины  $\delta_{\text{д.с}}$  определяют по данным измерений прогибов при нагружении наиболее деформативных участков покрытия

**Примечание.** Коэффициент отпора, значение которого находят по объему чашки прогибов, при прочих равных условиях меньше коэффициента постели, величина которого вычислена 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  $B_{\text{д.ст}}$ . Не рекомендуется поэтому находить значение  $\delta_{\text{д.ст}}$  каким-либо иным способом, кроме указанного в настоящем пункте.

**10.5.** Лестные слои усиления следует, как правило, проектировать, исходя из предпосылки о несомещении швов, при этом слои усиления толщиной  $t_n$  должны быть смещены относительно смежных швов нижележащего слоя (технологических продольных, швов расширения) не менее, чем на  $2t_n$ . Отдельные слои 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  $K_1 = C$ , а жесткость нижнего слоя  $B_{\text{н.л}} = B_{\text{д.ст}}$ .

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  $K_1 = C$ , жесткость основания  $B_1 = B_{\text{д.с}}$ .  $C$ ,  $B_{\text{д.ст}}$  — жесткостные параметры существующей конструкции по данным испытаний.

Если между существующей конструкцией и жестким слоем усиления предусматривается устройство выравнивающей или разделительной прослойки из асфальтобетона, пескобетона 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  $\Omega = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{m}_{x(y)i}}{f(d)}$  принимается по табл. IV.

$\bar{m}_{x(y)i}$ ;  $f(d)$  — 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 существующего покрытия;

$E_i$  — модули упругости конструктивных слоев;

$\beta_i$  — понижающие коэффициенты к модулям упругости, принимаемые по табл. 6 приложения 3 настоящего Пособия.

Таблица 18

Нагрузка	Значения коэффициента $K$ при упругой характеристике плиты $\ell$ , 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
IV	-	0,243	0,417	0,630	1,083	1,482
Типы воздушных судов:						
Ил-62	-	-	0,352	0,400	0,453	0,478
Ил-76	0,546	0,723	0,895	1,063	1,152	1,238
Ту-154	0,243	0,432	0,762	0,968	1,176	1,324
Як-42	0,205	0,316	0,409	0,573	0,695	-
Ан-24	0,367	0,455	0,515	0,545	-	-

При усилении существующих нежестких покрытий жестким слоем существующее покрытие следует рассматривать как искусственное основание с эквивалентным коэффициентом постели  $K_{\Sigma}$ , 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 II СНиП 2.05.08-85.

10.8. Перед проектированием слоев усиления рекомендуется выполнять измерения сезонных колебаний вертикальных отклонений 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.

## II. ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД

### Методика расчета приведенной повторяемости приложения нагрузки

#### Жесткие покрытия

II.1. Предварительно назначают толщину аэродромной одежды для нормативной нагрузки, пользуясь табл. I приложения 6 настоящего Пособия и определяют упругую характеристику плиты  $\ell$  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  $m_{\Sigma}$  с упругой характеристикой  $\ell$  (по табл. 8-10 приложения 4 настоящего Пособия) и расчетное число загрузок этим воздушным судном  $N_i$  по формуле

$$U_i = N_i T \cdot n_a \quad (I2)$$

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 (I3) или номограмме черт. 4 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 определяют эквивалентное число приложений расчетного воздушного судна

$U_{ei}$ :

$$U_{ei} = anti \lg \left\{ \frac{m_{cd}}{m_{ci}} \left[ \lg U_i + 12 \left( \frac{m_{ci}}{m_{cd}} - 1 \right) \right] \right\} \quad (I3)$$

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

$$U_d = \sum_{i=1}^{n_i} U_{ei} \quad (I4)$$

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 повторяемость приложения расчетной нагрузки определяет 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, колес массы которых отличаются от колес массы расчетного воздушного судна не более, чем на 3 %.



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

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

$$K_d = 2 - 0,167 \lg U_d. \quad (15)$$

### Нежесткие покрытия

#### **Расчет по предельному относительному упругому прогибу**

II.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  $D_{ei}$ , равно- великого площади отпечатка пневматика одноколесной эквива- лентной нагрузки на нежесткой конструкции заданной толщины. Для этих целей рекомендуется пользоваться таблицей 4 и 5 приложения 4 настоящего Пособия.

По техническому заданию назначается максимальное суточ- ное 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 воздей- ствием на покрытие.

Вычисляют отношения  $\frac{D_{ei}}{D_{ed}}$  и  $\frac{p_{ai}}{p_a}$  (где  $D_{ed}$  - диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноко- лесной 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 10 СНиП 2.05.08-85 определяются коэффициенты приведения  $i$ -ой нагрузки к расчетной  $K_n$ . Величину  $K_n$  можно также определять по формуле

$$K_n = \left( \frac{P_{ai}}{P_a} \right)^{5,5} \cdot \left( \frac{D_{ei}}{D_{ed}} \right)^{7,66} \quad (16)$$

Расчетное число приложений нагрузки определяется по формуле

$$N_z = \sum_i^{n_i} K_n N_i n_a \quad (17)$$

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

$N_i$  - максимальное суточное число взлетов каждого типа воздушного судна (для самолетов типа Ту-154 и выше по величине взлетной массы) или суммарное суточное число взлетов и посадок (для самолетов Ту-134, Як-42 и ниже по величине взлетной массы) за 10-й год эксплуатации;

$n_a$  - принимается равным 1, если общая толщина жесткой 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: 1. 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 жесткой конструкции будет отличаться от первоначально заданной.

## Расчет прочности асфальтобетонных слоев на растяжение при изгибе

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

аэродромов класса А .....	30
- " -       Б .....	25
- " -       В .....	15
- " -       Г .....	9
- " -       Д .....	7

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

Далее выполняется расчет приведенного числа приложений нагрузки  $N_t$  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. 5.51 - 5.55 СНиП 2.05-08-85 в следующем порядке:

I. Предварительно назначают класс бетона по прочности  $R_{\text{бет}}$  и толщину  $t$  покрытия, толщину и прочностные характеристики слоев основания.

## 2. Определяют:

коэффициент постели грунтового основания  $K_g$  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  $\ell$  плиты по формуле  $\ell = \sqrt[4]{\frac{B}{K_{se}}}$ ;

изгибающий момент от нагрузки  $m_{c, max}$  при центральном нагружении по табл. 8-10 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.1 настоящего Пособия;

коэффициент  $K_H$  по графику черт. 3 обязательного приложения 10 СНиП 2.05.08-85. Если интенсивность движения самолетов неизвестна, расчет выполняется для категории нормативной нагрузки, а коэффициент  $K_H$  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. 5.51 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 предусмотрено 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:

1. 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  $K_{se}$  наукрепленных слоев основания определяют в соответствии с рекомендуемым приложением 5 СНиП 2.05.08-85 или по табл. 1-6 приложения 2 настоящего Пособия.

3. Определяют:

жесткости покрытия  $B$  и искусственного основания  $B_f$  по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия или по формуле (12) п. 5.53 СНиП 2.05.08-85;

упругую характеристику  $\ell$  плиты с жесткостью, равной сумме жесткостей покрытия и основания по формуле

$$\ell = \sqrt[4]{\frac{B + B_f}{K_{se}}}; \quad (18)$$

изгибающий момент  $m_{c, \max}$  при центральном нагружении для найденного значения  $\ell$  по табл. 8-10 приложения 4 настоящего Пособия или по формулам п. 5.52 СНиП 2.05.08-85;

отношение  $\gamma_s = \frac{B}{B_f}$ ;

величину  $\theta_s$  по графику черт. 1 рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 в зависимости от значения  $\gamma_s$ ;

коэффициент  $\rho = 1 - 0,167 \theta_s$ ;

расчетный изгибающий момент  $m_s$  по формуле (1) п. I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 ( $K_n$  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.1 настоящего Пособия.

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

предельный изгибающий момент  $m_u$  по формуле (14) 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 ус-  
ловие не будет выполнено.

**Методика расчета однослойных цементобетонных  
и армобетонных покрытий по номограммам**

II.6. Расчет однослойных цементобетонных и армобетон-  
ных покрытий под категории нормативных нагрузок рекоменду-  
ется выполнять по номограммам рис. 7-12 приложения 4 на-  
стоящего Пособия.

Номограммы состоят из четырех квадрантов: в I квадран-  
те по заданным значениям толщины плиты  $t$  и класса бетона  
по прочности  $B_{ct}$  определяется жесткость сечения плиты  $B$ ;  
во II квадранте определяется упругая характеристика плиты  $f$   
в зависимости от жесткости сечения плиты  $B$  и коэффициента  
постели основания  $K_s$ ; в III квадранте определяется расчет-  
ный изгибающий момент  $M_d$  для заданной категории норматив-  
ной нагрузки в зависимости от упругой характеристики плиты  
в IV квадранте определяется предельный изгибающий момент  
 $M_u$  в зависимости от заданных значений толщины плиты  $t$ ,  
коэффициента условий работы  $\gamma_c$ , поправочного множителя  
 $K_{\alpha}$ .

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**

II.7. Расчет производится в соответствии с п. 5.58  
СНиП 2.05.08-85 в следующем порядке:

1. Предварительно назначают класс бетона по прочности  $B_{clt}$ , толщину  $t_{sup}$  и  $t_{inf}$  соответственно верхнего и нижнего слоев, толщину 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  $\ell = \sqrt{\frac{B_{sup} + B_{inf}}{K_{se}}}$ ;

изгибающий момент  $m_{c, max}$  при центральном нагружении для найденного значения  $\ell$  по табл. 8-10 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.1 настоящего Пособия;

коэффициент  $K_H$  по графику черт. 3 обязательного приложения 10 СНиП 2.05.08-85. Если интенсивность движения самолетов на перспективу не известна, то коэффициент  $K_H$  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 10 СНиП 2.05.08-85 или по табл. II приложения 4 настоящего Пособия.

3. Проверяют условие прочности по формуле (10) п.п. 5.51 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:

1. 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 (12) СНиП 2.05.08-85;

суммарную жесткость конструкции

$$B_{tot} = B_{sup} + B_{inf} + B_f ; \quad (19)$$

упругую характеристику  $\ell$  плиты с жесткостью  $B_{tot}$  по формуле  $\ell = \sqrt[4]{\frac{B_{tot}}{K_{se}}}$  ;

максимальный изгибающий момент от нагрузки в центре плиты  $M_{e, max}$  для найденного значения упругой характеристики плиты  $\ell$  по табл. 8-10 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  $\gamma_\ell$  в соответствии с указаниями п. I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85;



величину  $\theta_0$  по графику черт. I рекомендуемого приложения II СНиП 2.05.08-85 в зависимости от значения  $\chi_f$ ;

коэффициент  $\rho = 1 - 0,167 \theta_0$ ;

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  $K_1$  в соответствии с п. 5.58 СНиП 2.05.08-85 и проверяют условие  $\rho K_1 \geq 1$ ;

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.1 настоящего Пособия;

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

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

предельный изгибающий момент в нижнем слое  $M_{d, inf}$  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:**

1. В соответствии с указаниями п.п. 5.66, 5.77, 5.19 СНиП 2.05.08-85, табл. 3.1 приложения 3 настоящего Пособия назначают класс бетона по прочности  $B_{btg}$ , вид и класс арматуры, предварительные значения толщины плиты покрытия  $t$ , процент армирования  $\rho_a$ , материал искусственного основания и его модуль упругости  $E_0$ .

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 в  $\nu = 0,2$ . 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

$$A_s = \rho_a h_0 \quad (20)$$

где  $h_0$  — рабочая высота сечения (см. п. 5.53 СНиП 2.05.08-85).

4. Определяют упругую характеристику плиты  $\ell$  по формуле

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

5. Определяют изгибающий момент при центральном нагружении  $M_{c, max}$  по табл. 8-10 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 10 СНиП 2.05.08-85.

$K_1(\gamma) = I$  в соответствии с п. 5.52 СНиП 2.05.08-85.

7. Определяют предельный изгибающий момент  $M_u$  по формуле (15) 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  $m_d < m_y$ , расчет повторяют заново, уменьшив толщину плиты  $t$  или процент армирования  $f_a$ , соблюдая требования табл. 2 настоящего Пособия (для центра плиты  $K = 1,15$ ).

8. Если  $m_d > m_y$ , 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  $\ell$ , при которой соблюдается условие прочности ;

определяют требуемый коэффициент постели  $K_{sd}$  по формуле:

$$K_{sd} = \frac{B}{\ell_d^2} ; \quad (21)$$

вычисляют отношения

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

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

$$D_z = 2,5 \ell_d K_s , \quad (22)$$

где  $K_s$  - 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

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

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

Расчетную величину ширины раскрытия трещины  $a_{с\kappa}$  сравнивают с предельно допустимым значением 0,3 мм. Если  $a_{с\kappa} > 0,3$  мм, увеличивают процент армирования сечения плиты и повторяют расчет; если  $a_{с\kappa} \leq 0,3$  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  $B_{н\kappa}$  при применении арматуры класса А-П 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  $\mu$  определяют жесткости сечения плиты  $B$  при расчете на прочность ( $\psi_g = 0,2$ ) и при расчете ширины раскрытия трещин ( $\psi_g = 1$ ); во II квадранте определяют расчетное значение упругой характеристики плиты  $\ell$  в зависимости от жесткости сечения плиты  $B$  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  $\ell$ ; 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  $\mu$ , при которых соблюдается условие  $M_d \leq M_u$ .

Для определения ширины раскрытия трещин  $a_{с\kappa}$  используют графики рис. 16 приложения 4, по которым определяют параметр  $T$  при расчетных значениях толщины плиты  $t$  и процента армирования  $\mu$ .

Ширину раскрытия трещины определяют по формуле

$$\alpha_{сгс} = \frac{m_d \cdot d}{I} \cdot 10^{-6} \quad , \quad (24)$$

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

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

$$\alpha_{сгс} \leq 0,3 \text{ мм} \quad . \quad (25)$$

### Методика расчета нежестких покрытий

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

1. 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 общую толщину  $t_{tot}$  (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 слой покрытия искусственного основания и насыпи из каменных материалов и грунтогравийных смесей. Слой насыпи из местных грунтов в одежду не включают.

Если суммарная толщина аэродромной одежды и грунтовой насыпи равна или превышает  $3d_{ед}$ , 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  $3d_{ед}$ , то в качестве подстилающего грунтово-

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

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

где  $E_s$ ,  $t_o$  - модуль упругости и толщина грунтовой насыпи;  
 $E_z$  - 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<sup>2</sup>), превышает 0,5 м, табличные значения величин  $E$  увеличивают на 5 - 20% в зависимости от толщины конструкции:

$t_{tot}$ , м	0,51-0,75	0,76-1,0	1,01-1,25	1,26 и более
Процент увеличения табличного модуля упругости грунта	5	10	15	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 "а", а также наибольшее расстояние между расчетным колесом и наиболее удаленным от него  $a_d$  в соответствии со схемами главных опор, приведенными на черт. 10 приложения 10 СНиП 2.05.08-85.

4. Выполняют проверку условия  $\frac{a}{2} \leq t_{tot} \leq 2a_d$ . Если  $t_{tot} \leq \frac{a}{2}$ , одноколесная эквивалентная нагрузка принимается равной расчетной колесной нагрузке  $F_e = F_d$ . Если  $t_{tot} \geq 2a_d$ , 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 одноколенной эквивалентной нагрузки  $D_{ed}$  (см п.5.64 СНиП 2.05.08-85);  $D_{ed}$  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 повторяемость приложения расчетной нагрузки  $N_z$ . Для этого предварительно вычисляют отношения  $\frac{D_{ei}}{D_{ed}}$  и  $\frac{p_{ei}}{p_d}$ , по номограмме черт. II приложения 10 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  $\frac{t_{tot}}{D_{ed}}$  и по номограмме черт. 7 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 определяют коэффициент  $\psi_k$ .

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

$$\psi_k = \frac{1,05 E/E_{mt}}{1 - E/E_{mt}} \cdot \frac{E}{\sqrt{1 + 4 \left( \frac{t_{tot}}{D_{ed}} \right)^2 \left( \frac{E}{E_{mt}} \right)^{-\frac{2}{3}}}} \quad (29)$$

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

9. В соответствии с п.5.61 СНиП 2.05.08-85 вычисляют расчетный относительный прогиб жесткой конструкции  $\lambda_d$ , который сравнивают с предельным относительным упругим прогибом  $\lambda_{\epsilon} \lambda_u$ .

Значение  $\lambda_u$  определяют по графикам черт. 8 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 в зависимости от значений  $N_z$ ,  $p_d$  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  $\lambda_a \leq \delta_c \lambda_u$  не выполняется, следует увеличить толщину слоя из наименее прочного материала, как правило, нижнего слоя основания.

10. Вычисляют средний модуль упругости  $E_{af}$  и суммарную толщину асфальтобетонных слоев  $t_{af}$  (аналогично  $E_m$  и  $t_{tot}$ ).

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

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

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

14. Вычисляют отношения  $\frac{t_{af}}{D_e}$  и  $\frac{E_{af}}{E_{ed1}}$  и по номограмме черт. 9 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 определяют удельные растягивающие напряжения при изгибе в нижнем асфальтобетонном слое  $\bar{\sigma}_t$ .

15. Определяют максимальные растягивающие напряжения в асфальтобетоне при изгибе  $\bar{\sigma}_t = \rho_g \bar{\sigma}_t$  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 жестких аэродромных покрытий на скальном основании

II.12. Расчет жестких аэродромных покрытий на скальном основании выполняется в следующем порядке:



1. Определяют общую толщину  $\overline{t}_{tot}$  и средний модуль упругости заданной жесткой конструкции  $E_{mt}$ , не включая грузовую прослойку (п. 5.61 СНиП 2.05.08-85).

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

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

4. Вычисляют отношения:  $\frac{F_e}{E_{mt}}$ ;  $\frac{D_e}{2\overline{t}_{tot}}$ ;  $\frac{t_o}{\overline{t}_{tot}}$  и по табл. 15 настоящего Пособия определяют коэффициент  $\psi_{ke}$ .

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

6. Вычисляют отношения  $\frac{E_{mt}}{E'_e}$  и  $\frac{\overline{t}_{tot}}{D_e}$  и по таблице на стр. 59 определяют удельное контактное давление на грунт  $\overline{P}_k$ .

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

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

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

10. По формуле (3) вычисляют величину безопасного давления на грунт  $P_{\text{без}}$ , исходя из условия, что сдвиги в грунте не допускаются.

11. 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.

12. При числе слоев асфальтобетона 2 и более вычисляют их суммарную толщину  $\overline{t}_{af}$  и средний модуль упругости  $E_{af}$ .

13. Вычисляют одноколенную эквивалентную нагрузку  $F_{e,08}$  и диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколенной эквивалентной нагрузки  $D_{e,08}$  для асфальтобетона толщиной (в соответствии с п.5.64 СНиП 2.05.08-85 или по табл. 5 и 6 приложения 4 настоящего Пособия).

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

15. Вычисляют отношения  $\frac{E'_e}{E_{sm}}$  и  $\frac{t_{tot}}{D_e}$  и по номограмме черт. 7 обязательного приложения 10 СНиП 2.05.08-85 определяют коэффициент  $\Psi_k$ .

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

17. Вычисляют отношения  $\frac{E_{08}}{E_{es}}$  и  $\frac{t_{08}}{D_{e,08}}$  и по номограмме черт. 9 приложения 10 СНиП 2.05.08-85 определяют удельное растягивающее напряжение при изгибе на подошве нижнего асфальтобетонного слоя  $\bar{\sigma}_x$ .

18. Определяют наибольшее растягивающее напряжение в нижнем слое асфальтобетона  $\sigma_x = \bar{\sigma}_x \rho$  и проверяют условие прочности (4) для нижнего слоя асфальтобетона.

Если условие прочности не выполняется, необходимо увеличить толщину асфальтобетонного слоя  $t_{08}$  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.13. Расчет усиления осуществляется в следующем порядке:

1. 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  $t_{об}$ , которая должна удовлетворять условию:

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

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

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

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

$$t_{ен} = t_{об} + \frac{t_{об}}{\sqrt{\frac{E_s}{E_{об}}}} \quad . \quad (29)$$

Прочностные, деформативные характеристики бетона и типов стыковых соединений (а, следовательно, переходные коэффициенты) принимаются такими же, как и для существующих покрытий ( $K = 1,2$  при наличии стыковых соединений,  $K = 1,5$  при отсутствии стыковых соединений).

5. Определяют жесткость бетонного слоя  $B$  толщиной  $t_{ен}$  и жесткость искусственного основания, укрепленного вакуумом  $B_f$ , по табл. 7 приложения 4 настоящего Пособия или по формуле (12) п. 5.53 СНиП 2.05.08-85.

6. Вычисляют укрутку характеристику  $l$  плиты с жесткостью, равной сумме жесткостей бетонного слоя и основания.

7. Определяют наибольший момент от нагрузки при центральном нагружении  $M_{с, max}$  по табл. 8-10 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  $K_d$  на 10% (см. п. 5.70 СНиП 2.05.08-85).

8. Определяют расчетный изгибающий момент  $M_c$  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 IO СНиП 2.05.08-85, или по табл. II приложения 4 настоящего Пособия.

10. Проверяют условие прочности  $M_d \leq M_u$ .

Если условие не выполняется, то увеличивают толщину асфальтобетона  $t_{асб}$  и заново определяют приведенную толщину монолитного цементобетонного слоя  $t_{eq}$  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**

II.14. Определение толщины слоя асфальтобетона  $t_{асб}$ , необходимого для усиления существующего железобетонного или преднапряженного сборного покрытия, производится по формуле (33) СНиП 2.05.08-85.

Расчет производится в следующем порядке:

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

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

где  $t_{ex}$  - толщина существующего жесткого покрытия;

$K_e$  - коэффициент эквивалентности, принимаемый для покрытий:

Армобетонных	Железобетонных с процентом армирования $\mu_a$ , равным				Преднапряженных сборных из типовых плит ПАГ-14 и ПАГ-18
	0,25	0,30	0,35	0,40	
I, I	I, IO	I, 2I	I, 32	I, 4I	I, 6

$K_e^p$  - коэффициент, учитывающий степень разрушения существующего покрытия, равный I,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  $t_{асб}$ , которая должна удовлетворять условию (28).

Вычисляют приведенную толщину монолитного цементобетонного слоя  $t_{пр}$ , 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  $M_{c, max}$  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. I приложения II 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  $M_d \leq M_u$ .

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:

I. Предварительно назначают упругую характеристику усиленного покрытия  $\ell_d$  и определяют центральный изгибающий момент  $M_{c, max}$  по табл. 8-10 приложения 4 настоящего Пособия.

2. Определяют расчетный изгибающий момент  $M_{d, \text{ср}}$  по формуле (31) СНиП 2.05.08-85, при этом жесткости  $B_{\text{inf}}, B_{\text{ср}}$  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. Г3 приложения 4 настоящего Пособия.

4. Повторяют расчеты с изменением упругой характеристики плиты  $\ell_d$  до тех пор, пока не будет обеспечено условие  $M_{d, \text{ср}} \leq M_u$ .

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

$$K_{sd} = \frac{B_{\text{inf}} + B_{\text{ср}}}{\ell_d^4}. \quad (31)$$

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  $K_s, \ell$  - 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  $D_4$  по формуле

$$D_4 = \frac{2,5 \ell_d K_s}{\sqrt{K_w}}, \quad (32)$$

где  $K_w$  - 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  $R_0/\ell_d$ ;

$K_w$  - коэффициент, принимаемый равным 1,42 для плит ПАГ-14 и ПАГ-18, 1,68 - для ПДН; 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  $\frac{q_2}{t_f}$ .

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  $t_{фак}$ .

Если при усилении сборных плит плитами ПАГ-14  $t_{фак} < t_f$  то расчеты повторяют для плит ПАГ-18. При невыполнении условия прочности для плит ПАГ-18 следует предусматривать вариант усиления из асфальтобетона.

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

II.16. Расчет производится в следующем порядке:

1. 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

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

где  $T_1$ ,  $T_2$  - коэффициенты, значения которых определяют в соответствии с п.10.3;

$n$  - число точек, в которых проводились испытания;

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

4. Вычисляют величину  $d$  по формуле

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

5. По п. 10.4 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), (31) или (32) СНиП 2.05.08-85, введя в правую часть этих формул дополнительный множитель  $K_2$ .

10. По формулам (14), (15) или (16) 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**

14.17. При расчете жесткого слоя усиления нежесткого покрытия по данным его испытаний средние значения  $K$  ,  $B$  находят, как в пункте II.16.

Далее расчет осуществляют в следующем порядке:

1. Принимают  $B_f = B_{tot}$  ;

2. Вычисляют  $\gamma_B = B_{sup}/B_f$  , находят значение  $\theta_0$  и определяют величину  $\rho$  согласно указаниям п. I приложения II СНиП 2.05.08-85,

3. Определяют величину  $m_{e, max}$  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:

$$m_n = \frac{B_{sup}}{B_{sup} + B_f} K \rho K_x(\gamma) m_{e, max} \quad (35)$$

5. Вычисляют предельный изгибающий момент и проверяют условие прочности так же, как в пункте II.16.

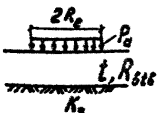
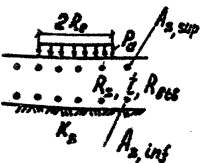
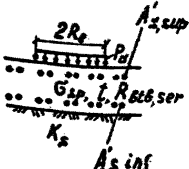


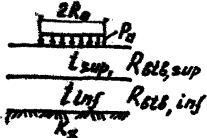
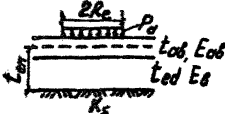
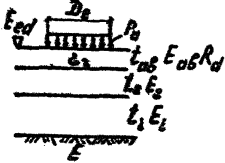
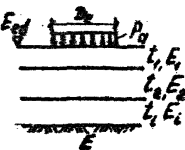
## РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

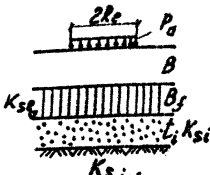
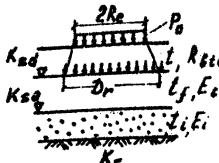
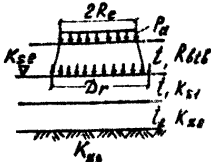
Расчет и конструирование жестких покрытий состоит в назначении геометрических параметров сечений плит, удовлетворяющих условиям прочности, указанным в табл. I.

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 $m_d \leq m_u$
	Железобетонные покрытия	По прочности $m_d \leq m_u$ По ширине раскрытия трещин $a_{ctc} \leq 0,3 \text{ мм}$
	Предварительно-напряженные железобетонные монолитные и сборные покрытия: для сечений, армированных напрягаемой арматурой	По образованию трещин $m_d \leq m_u$

I	2	3
Как для железобетонных покрытий	для сечений, армированных ненапрягаемой арматурой	Как для железобетонных покрытий
	Двухслойные жесткие покрытия	По прочности $m_{d, sup} \leq m_{u, sup}$ $m_{d, inf} \leq m_{u, inf}$
<p>Как для двухслойных жестких покрытий</p> 	Конструкции усиления жестких покрытий: жестким слоем асфальтобетонным слоем	По прочности $m_{d, sup} \leq m_{u, sup}$ $m_{d, inf} \leq m_{u, inf}$ По прочности $m_d \leq m_u$ при $t_{ob} \geq t_{ob, min}$
	Нежесткие покрытия капитального типа и конструкции усиления асфальтобетоном	По деформации (относительному прогибу конструкции) $\lambda_d \leq \gamma_c \lambda_u$ По прочности $c_2 \leq \gamma_c R_d$
	Нежесткие покрытия облегченного типа	По деформации (относительному прогибу конструкции) $\lambda_d \leq \gamma_c \lambda_u$

I	2	3
	<p>Бетонные и армобетонные покрытия на основаниях из материалов, обработанных цементом</p>	<p>По прочности покрытия</p> $m_d \leq m_u$
	<p>Железобетонные, предварительно напряженные и сборные покрытия на основаниях из материалов, обработанных вяжущими</p>	<p>По прочности покрытия</p> $m_d \leq m_u$
	<p>Покрывтия на многослойных основаниях из материалов, для которых не нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе</p>	<p>По прочности покрытия на основании с эквивалентным коэффициентом посотели <math>K_{se}</math></p> $m_d \leq m_u$

## ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОСТЕЛИ ИСКУССТВЕННОГО ОСНОВАНИЯ

Таблица I

Толщина дренажного слоя, см, с модулем упругости $E = 150 \text{ МПа}$ ( $1500 \text{ кгс/см}^2$ )	Эквивалентные коэффициенты постели искусственного основания $K_{\text{из}}$ , $\text{МН/м}^3$ , ( $\text{кгс/см}^3$ ) из материалов, не обработанных вакуумом, при коэффициенте постели грунтового основания, $\text{МН/м}^3$ ( $\text{кгс/см}^3$ ) <sup>1)</sup>				
	29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
15	35,5 (3,6)	44,8 (4,6)	54,1 (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)	83,1 (8,5)
30	41,4 (4,2)	50,2 (5,1)	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)	57,1 (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)	71,4 (7,3)	79,0 (8,1)	94,1 (9,6)
80	59,8 (6,1)	67,1 (6,8)	74,4 (7,6)	81,7 (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 (10,0)
100	66,7 (6,8)	73,4 (7,5)	80,1 (8,2)	86,8 (8,9)	100,2 (10,2)
110	70,1 (7,1)	76,5 (7,8)	82,9 (8,5)	89,3 (9,1)	102,2 (10,4)
120	73,3 (7,5)	79,5 (8,1)	85,6 (8,7)	91,8 (9,4)	104,1 (10,6)
130	76,5 (7,8)	82,4 (8,4)	88,3 (9,0)	94,2 (9,6)	105,9 (10,8)
140	79,7 (8,1)	85,3 (8,7)	90,9 (9,3)	96,5 (9,8)	107,8 (11,0)
150	82,7 (8,4)	88,1 (9,0)	93,5 (9,5)	98,8 (10,1)	109,6 (11,2)
160	85,7 (8,7)	90,8 (9,3)	95,9 (9,8)	101,1 (10,3)	111,3 (11,3)
170	88,6 (9,0)	93,5 (9,5)	98,4 (10,0)	103,2 (10,5)	112,9 (11,5)

1)  $D_1 = 360 \text{ см.}$

Таблица 2

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости $E=200 \text{ МПа}$ ( $2000 \text{ кгс/см}^2$ )	Толщина дренажного слоя, см, с модулем упругости $E=120 \text{ МПа}$ ( $1200 \text{ кгс/см}^2$ )	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований $K_{\text{ср}}$ , $\text{МПа/м}^3$ ( $\text{кгс/см}^2$ ) из материалов, не обработанных вакуумом, при коэффициенте постели грунтового основания, $\text{МПа/м}^3$ ( $\text{кгс/см}^2$ ) $\lambda$				
		29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
0	15	34 (3,5)	43 (4,4)	53 (5,4)	61 (6,3)	80 (8,2)
	20	35 (3,6)	44 (4,5)	54 (5,5)	63 (6,4)	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	38 (3,9)	47 (4,8)	57 (5,8)	65 (6,7)	84 (8,6)
	15	42 (4,3)	51 (5,2)	60 (6,1)	69 (7,0)	86 (8,8)
	20	44 (4,5)	53 (5,4)	61 (6,2)	70 (7,1)	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 (9,1)
20	50	52 (5,3)	60 (6,1)	68 (6,9)	76 (7,7)	91 (9,3)
	0	41 (4,2)	50 (5,1)	59 (6,0)	69 (7,0)	86 (8,8)
	15	45 (4,6)	54 (5,5)	63 (6,4)	72 (7,3)	88 (9,0)
	20	47 (4,8)	56 (5,6)	64 (6,5)	73 (7,4)	89 (9,1)
	30	49 (5,0)	58 (5,9)	66 (6,7)	74 (7,5)	90 (9,2)
30	40	52 (5,3)	60 (6,1)	68 (6,9)	76 (7,7)	91 (9,3)
	50	55 (5,6)	63 (6,4)	70 (7,1)	77 (7,9)	93 (9,5)

30	0	46 (4,7)	55 (5,6)	64 (6,5)	73 (7,4)	90 (9,2)
	15	51 (5,2)	59 (6,0)	68 (6,9)	76 (7,7)	92 (9,4)
	20	52 (5,3)	60 (6,1)	69 (7,0)	76 (7,8)	93 (9,5)
	30	55 (5,6)	63 (6,4)	71 (7,2)	78 (8,0)	94 (9,6)
	40	58 (5,9)	65 (6,6)	73 (7,4)	80 (8,2)	95 (9,7)
40	50	60 (6,1)	68 (6,9)	74 (7,6)	82 (8,4)	96 (9,8)
	0	52 (5,3)	60 (6,1)	69 (7,0)	77 (7,9)	94 (9,6)
	15	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)	81 (8,3)	97 (9,9)
	30	60 (6,1)	68 (6,9)	76 (7,7)	82 (8,4)	98 (10,0)
50	40	63 (6,4)	70 (7,1)	78 (7,9)	84 (8,6)	99 (10,1)
	50	66 (6,7)	73 (7,4)	79 (8,1)	86 (8,8)	100 (10,2)
	0	57 (5,8)	66 (6,7)	74 (7,5)	81 (8,3)	98 (10,0)
	15	61 (6,2)	69 (7,0)	77 (7,8)	84 (8,6)	100 (10,2)
	20	63 (6,4)	71 (7,2)	78 (7,9)	85 (8,7)	100 (10,2)
50	30	66 (6,7)	73 (7,4)	79 (8,1)	87 (8,9)	102 (10,4)
	40	68 (6,9)	74 (7,6)	81 (8,3)	89 (9,1)	103 (10,5)
	50	71 (7,2)	78 (7,9)	83 (8,5)	90 (9,2)	104 (10,6)

2)  $B_p = 360 \text{ см.}$

Таблица 3

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости $E = 250 \text{ МПа}$ , (2500 кгс/см <sup>2</sup> )	Толщина дренажного слоя, см, с модулем упругости $E = 120 \text{ МПа}$ , (1200 кгс/см <sup>2</sup> )	Эквивалентные коэффициенты постели искусственного основания $K_{\text{п}}$ , МН/м <sup>3</sup> (кгс/см <sup>3</sup> ) из материалов, не обработанных вакуумом, при коэффициенте постели грунтового основания, МН/м <sup>3</sup> (кгс/см <sup>3</sup> ) <sup>1)</sup>				
		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)	63 (6,4)	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	40 (4,1)	50 (5,1)	59 (6,0)	68 (7,0)	87 (8,9)
	15	45 (4,6)	54 (5,5)	63 (6,4)	71 (7,3)	88 (9,1)
	20	46 (4,7)	55 (5,6)	64 (6,5)	72 (7,4)	90 (9,1)
	30	49 (5,0)	57 (5,9)	66 (6,7)	74 (7,6)	91 (9,3)
	40	52 (5,3)	60 (6,1)	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)
	15	49 (4,9)	57 (5,8)	66 (6,7)	74 (7,6)	92 (9,3)
	20	50 (5,1)	58 (6,0)	67 (6,8)	75 (7,7)	92 (9,4)
	30	53 (5,4)	61 (6,2)	69 (7,2)	77 (7,9)	94 (9,6)
	40	56 (5,7)	63 (6,5)	71 (7,3)	79 (8,1)	95 (9,7)
	50	58 (5,9)	66 (6,7)	73 (7,5)	81 (8,3)	96 (9,8)

30	0	51 (5,2)	60 (6,1)	69 (7,0)	78 (7,9)	95 (9,7)
	15	56 (5,7)	64 (6,5)	72 (7,4)	81 (8,2)	97 (9,9)
	20	57 (5,8)	65 (6,6)	73 (7,4)	82 (8,3)	98 (10,0)
	30	60 (6,1)	68 (6,9)	75 (7,7)	83 (8,5)	99 (10,1)
	40	62 (6,4)	70 (7,1)	78 (7,9)	85 (8,7)	100 (10,2)
	50	65 (6,6)	72 (7,4)	80 (8,1)	87 (8,9)	102 (10,4)
40	0	58 (5,9)	67 (6,8)	75 (7,7)	84 (8,5)	101 (10,3)
	15	63 (6,4)	71 (7,2)	79 (8,0)	87 (8,8)	103 (10,5)
	20	64 (6,5)	72 (7,3)	80 (8,1)	87 (8,9)	103 (10,5)
	30	67 (6,8)	74 (7,6)	82 (8,3)	89 (9,1)	104 (10,7)
	40	69 (7,1)	77 (7,8)	84 (8,6)	91 (9,3)	106 (10,8)
	50	72 (7,3)	79 (8,0)	86 (8,8)	93 (9,4)	107 (10,9)
50	0	65 (6,7)	73 (7,5)	82 (8,3)	90 (9,2)	106 (10,8)
	15	69 (7,1)	77 (7,9)	85 (8,6)	92 (9,4)	108 (11,0)
	20	71 (7,2)	78 (8,0)	86 (8,8)	93 (9,5)	109 (11,1)
	30	73 (7,5)	81 (8,2)	88 (9,0)	95 (9,7)	110 (11,2)
	40	76 (7,8)	83 (8,5)	90 (9,2)	97 (9,9)	111 (11,3)
	50	79 (8,0)	85 (8,7)	92 (9,4)	99 (10,1)	112 (11,4)

х)  $D_r = 360 \text{ см}$

Таблица 4

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости $E = 300 \text{ МПа}$ (3000 кгс/см <sup>2</sup> )	Толщина дренажного слоя, см, с модулем упругости $E = 120 \text{ МПа}$ (1200 кгс/см <sup>2</sup> )	Эквивалентные коэффициенты постели искусственного основания $K_{\text{э}}$ , МН/м <sup>3</sup> (кгс/см <sup>3</sup> ) из материалов, не обработанных вяжущими, при коэффициенте постели грунтового основания МН/м <sup>3</sup> , (кгс/см <sup>3</sup> ) <sup>х</sup>				
		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	66 (6,7)	66 (6,6)	74 (7,5)	82 (8,4)	99 (10,1)
	15	69 (6,0)	69 (7,0)	77 (7,9)	85 (8,7)	102 (10,4)
	20	69 (6,0)	71 (7,2)	78 (8,0)	86 (8,8)	103 (10,8)
	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)	106 (10,7)
	50	69 (6,0)	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)	108 (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)

х)  $\Phi_{\text{г}} = 360 \text{ см.}$

Таблица 5

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости $E = 350 \text{ МПа}$ ( $3500 \text{ кгс/см}^2$ )	Толщина дренажного слоя, см, с модулем упругости $E = 120 \text{ МПа}$ ( $1200 \text{ кгс/см}^2$ )	Эквивалентные коэффициенты постели искусственного основания $K_{\text{эк}}$ , $\text{МН/м}^3$ ( $\text{кгс/см}^3$ ) из материалов, не обработанных вакуумом, при коэффициенте постели грунтового основания, $\text{МН/м}^3$ ( $\text{кгс/см}^3$ ) <sup>х)</sup>				
		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)
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)
40	0	61 (6,2)	73 (7,4)	80 (8,8)	87 (8,9)	103 (10,5)
	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	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)
60	0	93 (9,5)	102 (10,4)	108 (11,0)	115 (11,7)	128 (13,1)
	15	98 (10,0)	107 (10,8)	114 (11,6)	121 (12,3)	133 (13,5)
	20	98 (10,0)	109 (11,0)	116 (11,8)	123 (12,5)	134 (13,6)
	30	103 (10,5)	111 (11,3)	118 (12,0)	125 (12,7)	136 (13,8)
	40	104 (10,6)	112 (11,4)	119 (12,1)	126 (12,8)	137 (13,9)

х)  $\rho_v = 360 \text{ см}$ .



Таблица 6

Толщина слоя основания, см, с модулем упругости $E = 450 \text{ МПа}$ ( $4500 \text{ кгс/см}^2$ )	Толщина дренажного слоя, см, с модулем упругости $E = 120 \text{ МПа}$ ( $1200 \text{ кгс/см}^2$ )	Эквивалентные коэффициенты постели искусственных оснований $K_{\text{п}}$ , $\text{МН/м}^3$ ( $\text{кгс/см}^3$ ), из материалов, не обработанных лакировкой, при коэффициенте постели грунтового основания, $\text{МН/м}^3$ ( $\text{кгс/см}^3$ ) $\times$				
		29 (3)	39 (4)	49 (5)	59 (6)	78 (8)
0	15	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)	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	49 (5,0)	59 (6,0)	69 (7,0)	83 (8,5)	98 (10,0)
	15	54 (5,5)	61 (6,2)	69 (7,0)	83 (8,5)	98 (10,0)
	20	54 (5,5)	64 (6,5)	74 (7,5)	86 (8,8)	98 (10,0)
	30	59 (6,0)	67 (6,8)	74 (7,5)	88 (9,0)	103 (10,5)
	40	59 (6,0)	69 (7,0)	78 (8,0)	90 (9,2)	103 (10,5)
	50	64 (6,5)	71 (7,2)	78 (8,0)	90 (9,2)	103 (10,5)
30	0	84 (8,5)	85 (8,6)	78 (7,8)	88 (9,1)	103 (10,5)
	15	89 (8,0)	88 (8,9)	78 (7,8)	90 (9,2)	108 (10,7)
	20	81 (8,2)	71 (7,2)	80 (8,2)	93 (9,5)	108 (10,7)
	30	64 (6,5)	74 (7,5)	83 (8,5)	96 (9,8)	108 (11,0)
	40	67 (6,8)	74 (7,6)	83 (8,5)	96 (9,8)	110 (11,2)
	50	69 (7,0)	78 (8,0)	88 (9,0)	99 (10,1)	110 (11,2)

# Разновидности крупнообломочных и песчаных грунтов

Таблица 7

Вид грунта	Содержание частиц в % от общего веса воздушно-сухого грунта
<b>КРУПНООБЛОМОЧНЫЙ</b>	
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%
<b>ПЕСЧАНЫЙ</b>	
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 показателю 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 1565-79	Нормативно-техническая документация в строительстве. Буквенные обозначения
СТ.СЭВ 1052-78	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 10884-81	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 предварительнонапряженные 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 $R_{s, \text{ср}}$ сопротивления растяжению для предельных состояний второй группы, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы $R_s$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Модуль упругости арматуры $E_s$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
I	2	3	4
<b>СТЕРЖНЕВАЯ</b>			
А-I	235 ( $2,4 \cdot 10^3$ )	225 ( $2,3 \cdot 10^3$ )	$2,1 \cdot 10^5$ ( $2,1 \cdot 10^6$ )
А-II	295 ( $3,0 \cdot 10^3$ )	280 ( $2,8 \cdot 10^3$ )	$2,1 \cdot 10^5$ ( $2,1 \cdot 10^6$ )
А-III диаметром, мм:			
6-8	390 ( $4,0 \cdot 10^3$ )	355 ( $3,6 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
10-40	390 ( $4,0 \cdot 10^3$ )	365 ( $3,7 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
А-IV	590 ( $6,0 \cdot 10^3$ )	510 ( $5,2 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
А-V	785 ( $8,0 \cdot 10^3$ )	680 ( $6,9 \cdot 10^3$ )	$1,9 \cdot 10^5$ ( $1,9 \cdot 10^6$ )
<b>ПРОВОЛОЧНАЯ</b>			
В-II диаметром, мм:			
3	I490 ( $15,2 \cdot 10^3$ )	I240 ( $12,6 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
4	I410 ( $14,4 \cdot 10^3$ )	II80 ( $12,0 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
5	I335 ( $13,6 \cdot 10^3$ )	III0 ( $11,3 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
6	I255 ( $12,8 \cdot 10^3$ )	I050 ( $10,6 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )

I	2	3	4
7	II75 ( $12,0 \cdot 10^3$ )	980 ( $10,0 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
8	II00 ( $11,2 \cdot 10^3$ )	915 ( $9,3 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
Вр-II диаметром, мм:			
3	I460 ( $14,9 \cdot 10^3$ )	I215 ( $12,4 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
4	I370 ( $14,0 \cdot 10^3$ )	II45 ( $11,7 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
5	I255 ( $12,8 \cdot 10^3$ )	I045 ( $10,7 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
6	II75 ( $12,0 \cdot 10^3$ )	980 ( $10,0 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
7	II00 ( $11,2 \cdot 10^3$ )	915 ( $9,3 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )
8	IO20 ( $10,4 \cdot 10^3$ )	850 ( $8,7 \cdot 10^3$ )	$2 \cdot 10^5$ ( $2 \cdot 10^6$ )

Примечания: 1. 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 <sup>х)</sup>	Предельное сопротивление растяжению при изгибе, $R_{stg}$ МПа <sup>хх)</sup>	Модуль упругости Е, МПа, при расчете покрытий	
			жестких	нежестких
<b>Тощий бетон:</b>				
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	$15,5 \cdot 10^3$	
<b>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:</b>				
<b>мелкозернистый (10-20 мм)</b>	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	-	$2,0 \cdot 10^3$
<b>крупнозернистый (20-40 мм)</b>	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	-	$2,0 \cdot 10^3$

**х)** Перед чертой указан класс прочности, за чертой - марка по сжатию.

**хх)** Перед чертой указаны значения  $R_{stg}$  для бетонов на высокопрочном заполнителе, после черты - на гравии и местных каменных материалах.

Примечания: 1. 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 - 0,1 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 жестких покрытий	Модуль упругости E, МПа
1	2
Щебень и гравий, обработанные цементом, марок:	
75	1000
60	900
40	700
Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси оптимального или близких к оптимальному составов, укрепленные вязким битумом или эмульсией на вязком битуме	350-250
То же, укрепленные комплексными вяжущими:	
I класс прочности	900-700
II " "	650-500
III " "	450-300
Крупнообломочные грунты и гравийно-песчаные смеси неоптимального состава, пески (кроме мелких, пылеватых и одноразмерных), супесь легкая, крупная, щебень малопрочных пород и отходы камнедробления, укрепленные вязким битумом или эмульсией на вязком битуме	300-200
То же, укрепленные комплексными вяжущими:	
I класс прочности	800-650
II " "	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 ЦАВ, 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 песчаные и пылеватые, укрепленные минеральными и комплексными вяжущими:	
II класс прочности	330-200
III    "-	180-80

I	2
Грунт, укрепленный жидким битумом:	
сухую непылеватая	150-200
углинок, сухую пылеватая	80-150
Песчано-гравийные смеси № I, 2, 4 по ГОСТ 25607-83	180
Песок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ:	
крупный и гравелистый	130
средней крупности	120
мелкий	100

Примечания: I. Комплексные вяжущие: цемент+вязкий битум или эмульсии на вязком битуме; цемент+полимерное вяжущее; цемент (известь)+активные золи уноса или градулированные шлаки и т.п.

2. Большие значения расчетных характеристик следует принимать при: а) использовании более качественных минеральных материалов и активных вяжущих; б) укреплении материалов и грунтов неорганическими вяжущими в III-У дорожно-климатических зонах; в) укреплении вязким битумом и битумной эмульсией на вязком битуме в I-II дорожно-климатических зонах. Для грунтов, укрепленных жидким битумом, большие значения следует принимать при смешении в установке и применении битумной эмульсии.

3. Подбор составов смесей и назначение класса прочности производится по ГОСТ 23558-79 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 II класса прочности.

5. Укрепленные грунты, физико-механические свойства которых удовлетворяют требованиям III класса прочности, могут применяться в качестве нижних слоев оснований под асфальтобетонные покрытия на аэродромах класса Д-Е или в качестве покрытий на аэродромах сельскохозяйственной авиации с обязательным устройством слоя износа в виде поверхностной обработки.

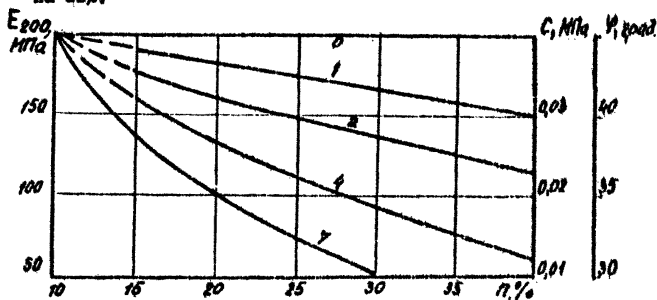
Расчетные характеристики неукрепленных малопрочных каменных материалов принимаются по рисунку. Малопрочные каменные материалы: гравий, щебень, гравийные, щебеночные и

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 комитания на дробимость или кинес.

Для IY-Y дорожно-климатических зон значения расчетных характеристик щебеночных смесей и щебня, определенных по графикам рисунка, следует увеличивать на 25%.

Расчетные характеристики гравийных и гравийно-щебеночных 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 мелкопрочного щебня) для щебеночных материалов (смесей) для II и III ДКЗ и гравийных и песчано-гравийных материалов для IY-Y 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
<p>Крупнообломочные грунты, малопрочные каменные материалы, пески средней крупности, близкие к оптимальному составу, укрепленные:</p> <p>портландцементом (4-7%) в сочетании с эмульгированным вязким битумом или нефтяным гудроном (3-5%)</p> <p>гранулированным доменным шлаком (5-15%) в сочетании с добавкой портландцемента (2-4%) и эмульгированных битума или гудрона (3-5%)</p> <p>золой уноса (10-15%) в сочетании с эмульгированным битумом или гудроном (3-5%)</p> <p>Пески разной крупности, супеси, укрепленные:</p> <p>портландцементом (7-10%) в сочетании с эмульгированным вязким битумом или нефтяным гудроном (4-5%)</p> <p>гранулированным шлаком (5-15%) в сочетании с портландцементом (2-4%) и эмульгированным вязким битумом или гудроном (4-5%)</p> <p>Пески или супеси, укрепленные портландцементом (8-12%) с добавкой СДБ (0,5%) в сочетании с <math>CaCl_2</math> (0,5%), либо только с добавкой <math>CaCl_2</math> (0,5%)</p>	<p>Верхний слой основания под асфальтобетонные и облегченные покрытия</p> <p>То же</p> <p>Облегченные покрытия, верхний слой основания под асфальтобетонные покрытия</p>	<p>II - V</p> <p>- " -</p> <p>- " -</p>

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 шлаками (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%)	- " -	IV-V
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
Золосшлаковые 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	- " -

1	2	3
Пески крупные и средней крупности, гравийно-песчаные смеси, укрепленные нефелиновыми шламами (15-20%) 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 (1,5%)	То же	- " -
Фосфоритные "хвосты", укрепленные портландцементом (6-10%)	- " -	- " -
Отходы угольной промышленности, укрепленные портландцементом (8-10%) с добавкой извести (2-3%) или $CaCl_2$ (1-1,5%)	- " -	- " -
Супеси и суглинки, укрепленные фенольной смолой (8-10%) 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 (5-10%) и добавкой портландцемента (2%)	- " -	- " -
Супеси или суглинки, укрепленные портландцементом (8-12%) в сочетании с добавкой ПАВ типа промышленного гудрона (0,05-0,2%)	- " -	- " -

I	2	3
Супеси или суглинки сульфатно- или хлориднозасоленные 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%)	Обметченные 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: 1. 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 битума, гудрона, фенольных и госсиполовых смол - по массе сухого грунта.

3. Минимальная толщина указанных в таблице слоев оснований составляет 15 см, максимальная - ограничивается техническими возможностями используемых механизмов, окончательная толщина устанавливается расчетом прочности.

Таблица 6

Вид материала слоя	Вид и объем разрушений в зоне ко- леи главных опор расчетного воздушного судна	Значения понижа- ющих коэф- фициентов $k_i$
I	2	3
Материалы, об- работанные вя- жущими	Материал слоя однородный, проч- ный, разрушений и износа не имеется	1,00
	На покрытии редкие трещины (по- перечные, продольные, косые), в том числе температурные, отра- женные со средним расстоянием между соседними трещинами 4-10 м	0,90
	На покрытии деформации в виде частых трещин, иногда связанных между собой (продольных, попе- речных, косых) со средним рас- стоянием между соседними трещи- нами 1-4 м	0,80
	На покрытии значительные дефор- мации в виде сетки трещин со средним расстоянием между ними 0,4-1,0 м	0,60
	То же, в виде густой сетки тре- щин со сторонами менее 0,15-0,20 м и просадками в месте трещин	0,50
Каменные мате- риалы, не обра- ботанные вяжу- щими	Качество щебеночного (гравийно- го) материала не отличается от требуемого нормами для нового строительства, или срок службы менее 2 лет	1,00



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 щебенек в слое II-20%, либо наличие в слое мелочи менее 2 мм в количестве II-20%	0,70
	Содержание раздавленных щебенек в слое 2I-30%, либо наличие в слое мелочи менее 2 мм в количестве 2I-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 загрязнен, частично перемешан с грунтом	0,50

Примечание. Для неместных покрытий в зону колеи входит участок шириной до 2,5 м в стороны от оси движения главной опоры расчетного воздушного судна.

**Расчетные характеристики типовых плит аэродромных покрытий  
и дорожных плит ЦНН**

**Таблица 7**

Расчетные характеристики плит	Типы плит		
	ПАТ-14А1У; ПАТ-14А1У ПАТ-14АУ; ПАТ-14АУ (ГОСТ 25912. 1-83)	ПАТ-18А1У; ПАТ-18А1У; ПАТ-18АУ; ПАТ-18АУ (ГОСТ 25912. 2-83)	ЦНН (типовой про- ект ТРП 503-0-22, лист 10, основной вариант)
I	2	3	4
Размеры в плане, м	2x6	2x6	2x6
Толщина, см	14	18	14
Марка по прочности на рас- тяжение при изгибе	R <sub>n</sub> 45	R <sub>n</sub> 45	R <sub>n</sub> 45
Класс прочности на сжатие	B25	B25	B25
Объем бетона на плиту, м <sup>3</sup>	1,68	2,16	1,68
Расход арматуры на плиту, кг:			
напрягаемая	72,6	87,1	53,2
ненапрягаемая	68,1	101,7	68,4
Всего, кг	140,7	188,8	121,6

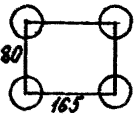
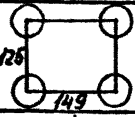

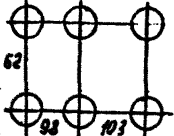
I	2	3	4
Жесткость плиты, $\frac{EJ_{пл}}{m}$ (тс.м <sup>2</sup> /м):			
в поперечном направлении	7090(723)	14073(1537)	7090(723)
в продольном направлении	1667(170)	3295(336)	872(88,9)
$K_x$	1,38	1,38	1,50
$K_y$	1,42	1,42	1,68
Предельный момент по трещи- нообразованию для поперечно- го сечения (в средней части) без учета коэффициента усло- вий работы $m_T$ , кНм/м (тсм/м)	17,2 (1,75)	28,8 (2,94)	17,5 (1,79)

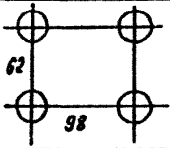
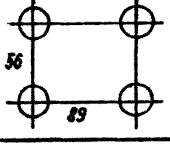
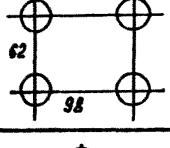



Приложение 4









РАСЧЕТНЫЕ ТАБЛИЦЫ И НОМОГРАММЫ

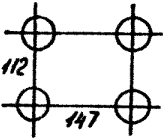
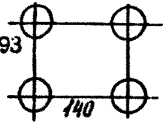
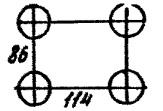
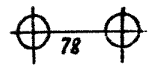
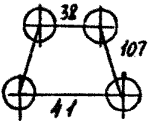
Расчетные характеристики самолетов и вертолетов  
гражданской авиации

Таблица I

Тип са- молетов и вер- толетов	Макси- мальный взлет- ный вес, кН	Давление в пневма- тиках, МПа	Вес, при- ходящий- ся на ос- новную опору и колесо, кНх)	Колен основных опор, м	Схема основной опоры (размеры даны по осям ко- лес), см
I	2	3	4	5	6
ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ					
<u>Самолет</u> Ил-62М	1650	1,10	$\frac{775,5}{193,9}$	6,80	
Ил-86	2054	0,90	$\frac{640,8}{160,2}$	11,15	
Ил-76	1680	0,60	$\frac{394,8}{98,70}$	8,16	
Ту-154Б	960	0,9	$\frac{433,0}{72,20}$	11,50	

1	2	3	4	5	6
РХ-18А	633	0,90	$\frac{297,5}{74,40}$	9,0	
Тг-134А	467	0,82	$\frac{212,9}{53,2}$	9,50	
РХ-42	525	0,93	$\frac{236,0}{59,0}$	5,63	
АН-24	210	0,44	$\frac{94,5}{47,2}$	7,90	
РХ-40	158	0,50	71,0	4,52	
АН-2	54	0,30	27,0	3,36	

1	2	3	4	5	6
<u>Вертолеты</u>					
Ми-26	549	0,64	$\frac{220}{110}$	5,0	
Ми-6	417	0,70	160	7,5	
Ми-10К	373	0,60	$\frac{151}{76}$	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	

1	2	3	4	5	6
<b>ЗАРУБЕЖНЫЕ</b>					
<b>Самолеты</b>					
<b>В-747-200F</b>	<b>3719</b>	<b>1,39</b>	<b><math>\frac{3377}{844}</math></b>	<b>3,81 11,02</b>	
<b>A-300-B/4</b>	<b>1540</b>	<b>1,41</b>	<b><math>\frac{1432}{358}</math></b>	<b>9,60</b>	
<b>B-757-100</b>	<b>1028</b>	<b>1,16</b>	<b><math>\frac{941.6}{235,4}</math></b>	<b>8,70</b>	
<b>B-737-200</b>	<b>516</b>	<b>1,10</b>	<b><math>\frac{470}{235}</math></b>	<b>5,23</b>	
<b>"Каравел- ла-12"</b>	<b>550</b>	<b>1,08</b>	<b><math>\frac{506}{126}</math></b>	<b>5,21</b>	

х) 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)	"Конкordia" (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) <sup>х)</sup>	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) <sup>х)</sup> Ил-18 (64 т)	ДС-9-32 (49 т), "Каравелла-12" (56 т)

<sup>х)</sup> Указана ограниченная масса самолета.



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

Таблица 3

Классы аэродромов	Категория нормативной нагрузки	Жесткие покрытия		Нежесткие покрытия	
		Расчетное число приложенных нормативной нагрузки на перспективу 20 лет, $N_d$	Расчетный коэффициент $K_n$	Расчетное число приложенных нормативной нагрузки на 10-й год эксплуатации, $N_1$ , проходы/сутки, для расчета	по упругому прогнозу
А	Внеклассная	200000	1,12	-	-
А	I	840000	1,00	25	95
Б	II	52000	1,20	16	60
В	III	1000000	1,00	30	50
Г	IV	40000	1,20	20	25
Д	V	100000	1,17	15	15

Примечание. Использование табличных значений коэффициентов  $K_n$  и  $N_1$  в расчетах прочности покрытий на конкретное воздушное судно не допускается.

**Значения  $D$  и  $D_e^{x)}$ , см, для категорий  
нормативной нагрузки**

**Таблица 4**

Группы участков покрытий и тол- щина конструкции	Категория нормативной нагрузки			
	I	II	III	IV
<b><math>D</math></b>				
<b>Участки А и Б</b>	<b>49,52</b>	<b>43,89</b>	<b>37,43</b>	<b>32,42</b>
<b><math>D_e</math></b>				
При толщине конструкции, см:				
10	49,51	43,88	37,42	32,41
20	53,62	45,98	37,82	32,41
30	58,81	50,69	41,91	35,47
40	62,80	54,31	45,08	38,26
50	66,07	57,30	47,71	40,58
60	68,87	59,86	49,97	42,58
70	71,33	62,12	51,96	44,35
80	73,54	64,14	53,75	45,94
90	75,54	65,98	55,38	47,39
100	77,37	67,67	56,88	48,72
110	79,07	69,24	58,27	49,96
120	80,65	70,70	59,57	51,12
130	82,13	72,07	60,79	52,21
140	83,53	73,37	61,94	53,24
150	84,85	74,59	63,03	54,22
<b><math>D</math></b>				
<b>Участки В и Г</b>	<b>45,66</b>	<b>40,47</b>	<b>34,51</b>	<b>29,89</b>
<b><math>D_e</math></b>				
При толщине конструкции, см:				
10	45,64	40,46	34,50	29,88
20	48,32	41,58	34,50	29,88
30	53,18	45,97	38,12	32,33
40	56,92	49,35	41,08	34,93
50	60,0	52,15	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	49,17	42,08
90	68,94	60,31	50,70	43,43
100	70,68	61,91	52,10	44,68
110	72,29	63,38	53,41	45,83
120	73,79	64,76	54,63	46,92
130	75,20	66,06	55,77	47,94
140	76,52	67,28	56,86	48,90
150	77,78	68,43	57,88	49,81

**x)** Расчетная формула  $D_e = 2\sqrt{\frac{F_e}{\pi p_e}}$

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

Таблица 5

	Ил-52	Ил-86	Ил-76	Ту-154	Ту-134	Як-42	Ил-18	АН-24	Ми-10К	Ми-26
Группы участ- ков покрытий и толщина конструкции	Максимальный взлетный вес, кН									
	1650	2054	1680	960	467	525	633	210	373	549
	Давление в пневматиках, МПа									
	I, IO	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	II
Участки груп- пы А и Б	D									
	49,7	49,98	48,0	33,24	30,16	29,80	33,98	38,8	42,38	49,14
При толщине конструкции, см:	D <sub>e</sub>									
	10	49,78	49,98	48,00	33,24	30,16	29,70	33,98	38,8	42,38
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	56,82	62,54
80	69,56	61,29	71,97	56,37	46,71	44,52	51,34	52,53	58,92	63,82

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
90	71,51	63,56	73,78	58,68	48,19	45,98	52,95	53,42	57,90	64,97
100	73,29	65,67	75,43	60,82	49,55	47,32	54,44	54,23	58,80	66,01
110	74,95	67,63	76,96	62,08	50,82	48,58	55,82	—	59,62	66,98
120	76,49	69,48	78,38	64,00	52,00	49,74	57,12	—	—	67,86
130	77,94	71,22	79,72	66,51	53,11	50,85	58,33	—	—	68,69
140	79,3	72,87	81,04	68,21	54,16	51,89	59,48	—	—	69,47
150	80,59	74,44	82,15	69,83	55,13	52,88	60,57	—	—	—
D										
Участки групп В, Г	45,82	46,09	44,29	30,65	27,81	27,47	31,32	35,36		
D <sub>c</sub>										
При толщине конструкции, см:										
10	45,82	46,09	44,29	30,65	27,81	27,47	31,32	35,36		
20	45,81	46,09	48,42	35,16	29,41	27,70	32,33	39,22		
30	50,12	46,09	52,92	36,58	32,82	31,02	36,07	41,69		
40	53,72	46,09	56,36	40,44	35,48	33,62	38,98	43,54		
50	56,68	48,31	59,18	43,72	37,68	35,78	41,40	45,03		
60	59,23	51,16	61,59	46,59	39,59	37,65	43,49	46,29		
70	61,47	53,71	63,7	49,16	41,28	39,30	45,33	47,38		
80	63,48	56,02	65,59	51,51	42,80	40,00	47,00	48,34		
90	65,31	58,13	67,30	53,67	44,18	42,16	48,51	49,21		
100	66,98	60,09	68,88	55,68	45,46	43,42	49,91	50,0		
110	68,54	61,92	70,33	57,56	46,65	44,59	51,21	—		
120	69,99	63,64	71,68	59,33	47,76	45,69	52,43	—		

140

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
130	71,35	65,27	72,95	61,01	48,81	46,72	53,57	-		
140	72,64	66,81	74,14	62,61	49,80	47,70	54,65	-		
150	73,86	68,27	75,27	64,14	50,74	48,63	55,68	-		

х) Расчетная формула  $D_e = 2\sqrt{\frac{F_e}{\pi p_e}}$ .

Значения  $D$  и  $D_e$  х) для зарубежных типов воздушных судов, см

Таблица 6

Группы участ- ков пок- рытий и толщина кон- струк- ции	B-747- 200	B-707- 320 C	B-727- 200	B-737- 200	DC-8-63	DC-10-10	A-300 B/4	DC-4	B-767- 200	DC-9-82	L-1011- 500
Максимальный взлетный вес, кН											
	3719	1495	770	516	1592	1926	1540	325	1388	658	2215
Давление в пневматиках, МПа											
	1,39	1,24	1,15	1,10	1,30	1,28	1,41	0,53	1,26	1,24	1,27
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D$											
Участки группы А и Б	46,29	44,21	46,49	38,70	44,41	9,87	42,13	44,70	41,59	41,94	53,12

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
При толщине кон- струкций, см:	$\mathcal{D}_g$											
	10	46,28	44,20	46,48	38,69	44,40	49,86	42,12	44,68	41,58	41,93	53,11
	20	46,28	44,20	46,48	38,69	44,40	49,86	42,12	45,42	41,58	42,76	53,11
	30	46,28	46,26	48,54	40,69	48,22	49,86	42,64	48,56	41,58	45,75	53,11
	40	47,59	49,98	51,03	42,85	51,92	49,86	46,24	50,92	41,76	48,00	53,11
	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	51,84	54,44	47,39	51,36	58,44
	70	56,26	58,09	56,23	47,38	59,94	56,38	54,14	55,85	49,72	52,7	61,19
	80	58,56	60,21	57,55	48,53	62,03	58,81	56,21	57,09	51,83	53,89	63,68
	90	60,66	62,14	58,74	49,56	63,94	61,04	58,11	58,21	53,77	54,95	65,96
	100	62,60	63,93	59,82	50,51	65,69	63,10	59,86	59,23	55,57	55,93	68,07
	110	64,41	65,59	60,82	51,38	67,32	65,03	61,49	60,37	57,24	56,82	70,07
	120	66,11	67,14	61,75	52,19	68,84	66,84	63,01	61,04	58,82	57,68	71,88
	130	67,71	68,60	62,61	52,95	70,27	68,56	64,45	61,85	60,30	58,43	73,62
	140	69,23	69,98	63,42	53,66	71,62	70,18	65,81	62,61	61,72	59,16	75,27
	150	70,67	71,29	64,19	54,33	72,90	71,72	67,10	-	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	41,21	38,34	38,67	48,97	

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
При тол- щине кон- струкции, см:	D <sub>c</sub>											
	10	42,67	40,75	42,85	35,67	40,83	45,97	38,83	41,20	38,33	38,66	48,96
	20	42,67	40,75	42,85	35,67	40,93	45,97	38,83	41,34	38,33	38,94	48,96
	30	42,67	42,04	44,31	37,19	43,80	45,97	38,83	44,32	38,33	41,78	48,96
	40	43,35	45,50	46,66	39,22	47,24	45,97	42,14	46,56	38,33	43,91	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	50,17	42,28	52,56	49,03	47,34	49,91	43,31	47,10	53,32
	70	51,41	53,06	51,58	43,50	54,73	51,52	49,48	51,24	45,47	48,37	55,88
	80	53,54	55,04	52,83	44,58	56,69	53,77	51,42	52,43	47,44	49,5	58,19
	90	55,50	56,85	53,96	45,56	58,47	55,84	53,19	53,50	49,24	50,52	60,32
	100	57,31	58,52	54,99	46,46	60,11	57,76	54,82	54,47	50,91	51,45	62,28
	110	59,00	60,07	55,93	47,29	61,64	59,55	56,34	55,37	52,47	52,31	64,11
	120	60,58	61,52	56,81	48,06	63,07	61,24	57,77	56,20	53,94	53,10	65,83
	130	62,08	62,89	57,63	48,77	64,47	62,83	59,11	56,98	55,32	53,84	67,45
	140	63,49	64,18	58,40	49,44	65,68	64,34	60,38	57,71	56,63	54,54	68,98
	150	64,84	65,41	59,13	50,08	66,88	65,78	61,59	-	57,88	-	70,45

х) Расчетная формула  $D_c = 2\sqrt{\frac{F_c}{\gamma \rho g}}$ .

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

Таблица 7

Толщина плиты $t$ , см	Покрyтия						Основания					
	Цементобетон, армобетон						Мелкозернистый (песчаный) бетон, шлакобетон, тощий бетон		Пескоцемент, грунто- цемент из оптималь- ной грунтовой смеси			
	Класс прочности $B_{clt}$ и марка на растяжение при изгибе <sup>x)</sup>											
	<u>2.8</u> 35	<u>3.2</u> 40	<u>3.6</u> 45	<u>4.0</u> 50	<u>4.4-4.8</u> 55-60	<u>5.2</u> 65	<u>1.6</u> 20	<u>2.0</u> 25	<u>2.4</u> 30	Не нормируется		
	Модуль упругости бетона $E_c \cdot 10^3$ , МПа											
	2,60	2,84	3,04	3,24	3,54	3,74	1,40	1,70	2,00	2,90	4,00	6,00
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	6,08	6,67	7,05	7,55	8,24	8,73	3,24	3,92	4,61	0,67	0,91	1,37
16	9,02	9,90	10,6	11,3	12,3	12,9	4,80	5,78	6,86	0,98	1,37	2,06
18	12,9	14,1	15,0	16,1	17,6	18,4	8,04	9,71	11,5	1,67	2,26	3,43
20	17,6	19,3	20,6	22,0	24,0	25,3	9,32	11,4	13,4	1,96	2,65	4,02
22	23,4	25,7	27,5	28,9	32,0	33,7	12,4	15,1	17,8	2,55	3,53	5,30
24	30,6	33,4	35,6	38,0	41,6	43,7	16,1	19,6	23,0	3,33	4,61	6,91
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	31,1	36,5	5,30	7,35	11,0



I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
30	59,8	65,3	69,6	74,1	80,9	85,5	31,5	38,2	45,0	6,57	9,02	13,5
32	72,6	79,2	84,8	90,2	99,0	104	38,2	46,5	54,6	7,94	10,9	16,4
36	103	113	121	128	140	149	54,4	66,1	77,8	11,3	15,6	23,3
40	141	155	166	176	192	204	74,7	90,7	107	15,5	21,4	32,0
44	188	206	221	234	256	271	99,4	121	142	20,6	28,4	42,6
48	245	267	287	306	333	353	129	157	184	26,8	36,9	55,3
50	276	302	324	343	376	397	146	177	208	30,2	41,7	62,6

х) В числителе указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе  $R_{bt}$ , в знаменателе - соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе  $R_{bt}$ .

Примечания: 1. Начальный модуль упругости и жесткости сечений плит покрытий из мелкозернистого бетона естественного твердения, приготовленного из песков с модулем крупности выше 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.

Максимально центральные изгибающие моменты в жестком покрытии  $m_{c, max}$   
от нормативных нагрузок  $m_{c, max} = m_1 + \sum_{i=2}^n m_{x(i)l}$ , кНм/м

Таблица 8

Категория норматив- ной наг- рузки	Группы участ- ков	Упругая характеристика плиты, см						
		30	50	70	90	110	130	150
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Монолитные цементобетонные и армобетонные покрытия								
В/к	A	19,5	36,0	49,2	59,7	69,6	82,4	93,5
	B	18,6	33,8	46,0	55,7	64,7	76,5	86,6
	B, Г	17,1	30,2	40,5	48,8	56,5	66,5	75,1
I	A	17,6	31,4	42,3	51,0	59,2	69,7	78,8
	B	16,8	29,5	39,5	47,5	55,0	64,7	73,0
	B, Г	15,4	26,2	34,8	41,6	48,0	56,2	63,3
II	A	15,4	26,4	35,0	41,9	48,3	56,6	63,7
	B	14,4	24,8	32,7	39,0	44,9	52,5	59,0
	B, Г	13,4	22,0	28,7	34,1	39,1	45,5	51,2
III	A	12,8	20,9	27,2	32,2	36,8	43,0	48,1
	B	12,1	19,6	25,3	29,9	34,2	39,7	44,5
	B, Г	10,9	17,3	22,2	26,1	29,8	34,5	38,5

I	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	A	10,7	16,8	21,5	25,3	28,8	33,4	37,3
	Б	10,2	15,7	20,1	23,5	26,8	30,9	34,5
	В, Г	9,08	13,9	17,6	20,5	23,2	26,8	29,8
У	A	8,34	12,5	15,4	17,5	19,3	20,7	22,0
	Б	7,96	11,8	14,5	16,4	18,0	19,4	20,5
	В, Г	7,28	10,6	12,8	14,5	15,9	17,0	18,0
УІ	A	5,36	8,01	9,81	11,2	12,2	13,2	14,0
	Б	5,10	7,55	9,20	10,4	11,4	12,3	13,0
	В, Г	4,57	6,75	8,15	9,21	10,1	10,8	11,4
Монолитные цементобетонные и армобетонные, усиленные асфальтобетоном								
В/к	A, Б	17,8	32,0	43,2	52,2	60,6	71,5	80,8
	В, Г	16,3	28,3	37,7	45,3	52,3	61,4	69,2
I	A, Б	16,1	27,9	37,1	44,6	51,5	60,4	68,1
	В, Г	14,7	24,5	32,4	38,6	44,4	51,9	58,3
II	A, Б	13,9	23,4	30,7	36,5	42,0	49,0	55,1
	В, Г	12,5	20,6	26,7	31,6	36,2	42,0	47,2
III	A, Б	11,5	18,4	23,8	28,0	32,0	37,1	41,5
	В, Г	10,3	16,1	20,6	24,1	27,6	31,8	35,4

I	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	A, Б	9,64	14,8	18,8	22,0	25,0	28,8	32,2
	В, Г	8,56	13,0	16,4	19,0	21,4	24,7	27,4
V	A, Б	7,62	11,2	13,6	15,5	17,0	18,2	19,3
	В, Г	6,94	9,99	12,0	13,5	14,8	15,8	16,7
VI	A, Б	4,88	7,15	8,68	9,83	10,8	11,5	12,2
	В, Г	4,45	6,35	7,62	8,57	9,43	10,0	10,6

Максимальные изгибающие моменты в жестком поперечнике  $M_{\text{жст}}$  от  
некоторых типов отечественных воздушных судов, кНм/м

Таблица 9

Тип воздушного судна и его взлетный вес	Группа участков	Группы характеристик полета, км						
		30	50	70	90	110	130	150
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Монолитные железобетонные и железобетонные покрытия

Ил-62М	A	—	34,5	46,9	56,8	65,2	72,3	82,5
G = 1650 кН	Б	—	32,7	43,9	53,2	60,9	67,3	76,8
	В, Г	—	28,1	37,5	44,9	51,2	56,5	64,1

1	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	9,22	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	8,53	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	8,88	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	A	7,26	11,0	13,6	15,6	17,2	18,4	19,6
G = 158 кН	B	6,96	10,4	12,7	14,6	16,0	17,3	18,2
	B, Г	6,37	9,32	11,4	12,8	14,1	15,1	16,0
АН-24	A	6,67	11,0	14,2	16,7	18,6	20,4	21,9
G = 210 кН	B	6,37	10,3	13,2	15,5	17,4	18,8	20,2
	B, Г	5,69	9,02	11,6	13,4	15,0	16,4	17,6
УК-6	A	12,6	20,8	26,5	31,1	34,5	37,4	39,9
G = 417 кН								
Мк-26	A	11,65	20,69	27,65	33,34	37,62	41,38	44,82
G = 560 кН								
Мк-10К	A	8,39	12,7	15,7	17,9	19,8	21,4	22,7
G = 373 кН								
Мк-8	A	19,0	26,7	32,0	35,9	39,2	41,8	44,0
G = 118 кН								

Цементобетонные и железобетонные покрытия, усиленные асфальтобетоном

Мк-62М	A	-	30,8	41,3	49,7	56,9	62,9	71,5
G = 1650 кН	B	-	29,5	39,4	47,5	54,1	59,8	68,0
	B, Г	-	26,3	34,8	41,6	47,3	52,1	59,0

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Ил-86	А, Б	-	21,6	28,4	34,3	39,4	43,8	49,8
G = 2054 кН	В, Г	-	19,3	25,2	30,2	34,5	38,3	43,3
Ил-76Т	А, Б	-	19,3	27,6	34,8	41,0	46,5	51,3
G = 1680 кН	В, Г	-	17,0	24,1	30,2	35,5	40,1	44,2
Ту-154Б	А, Б	9,41	14,7	20,3	27,4	33,7	39,4	44,5
G = 960 кН	В, Г	8,53	12,9	18,8	23,7	29,1	34,0	38,2
Ил-18Д	А, Б	9,61	15,00	19,1	23,1	27,6	31,8	35,3
G = 633 кН	В, Г	8,63	13,2	16,8	20,1	24,0	27,5	30,4
Ту-134А	А, Б	7,65	11,7	14,7	18,2	21,6	24,5	27,1
G = 467 кН	В, Г	6,86	10,3	12,8	15,8	18,6	21,2	23,3
Як-42	А, Б	6,57	9,81	12,0	13,5	14,9	16,0	17,0
G = 525 кН	В, Г	5,98	8,73	10,6	12,0	13,1	14,0	14,8
Як-40	А, Б	6,93	10,1	12,4	14,0	15,4	16,5	17,5
G = 158 кН	В, Г	6,31	8,96	10,8	12,3	13,4	14,3	15,1
АН-24	А, Б	5,98	9,51	12,3	14,2	16,0	17,4	18,5
G = 210 кН	В, Г	5,30	8,43	10,7	12,4	13,8	15,1	16,1

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Мк-6 G = 417 кН	A	11,8	18,8	23,6	27,4	30,4	33,0	35,1
Мк-10К G = 373 кН	A	7,60	11,4	13,9	15,9	17,5	18,9	20,1
Мк-8 G = 118 кН	A	18,6	25,8	30,6	34,3	37,2	39,7	41,8
Мк-26 G = 560 кН	A	10,69	18,37	24,31	28,90	32,87	36,07	38,81

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

Таблица 10

Тип воздушного судна и его взлетный вес	Группа участков	Угнутая характеристика плиты, см						
		30	50	70	90	110	130	150
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Монолитные цементобетонные и армобетонные покрытия								
В-747-200 G = 3719 кН	A	-	36,1	48,3	58,4	67,2	75,2	86,0
	B	-	34,1	45,3	54,7	62,8	70,1	80,1
	B, Г	-	29,6	38,8	46,4	53,0	59,0	67,1



I	2	3	4	5	6	7	8	9
A-300B/4	A		34,2	45,3	54,5	62,2	71,2	81,0
G = 1540 кН	Б		32,3	42,5	50,9	58,0	66,3	75,3
	В,Г		27,8	36,2	43,1	48,8	55,5	62,9
В-757-100	A	14,3	22,8	29,6	35,2	41,3	48,1	54,3
G = 1028 кН	Б	13,6	21,5	27,7	32,9	38,5	44,7	50,4
	В,Г	12,0	18,4	23,5	27,7	32,3	37,4	42,0
В-737-200	A	14,8	24,4	32,1	38,1	43,2	47,5	51,3
G = 516 кН	Б	14,1	22,9	30,0	35,6	40,3	44,2	47,8
	В,Г	12,4	19,7	25,4	30,0	33,8	37,0	39,8
"Кавалерия-12"	A	12,4	19,0	23,7	28,1	33,2	37,6	41,4
G = 549 кН	Б	11,8	17,8	22,1	26,2	30,9	34,8	38,3
	В,Г	10,1	15,0	18,5	21,9	25,7	28,9	31,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Цементобетонные и армобетонные покрытия, усиленные асфальтобетоном								
B-747-200	A	-	32,3	42,7	51,3	58,8	65,5	74,7
G = 3719 кН	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
A-300В/4	A	-	30,5	40,3	47,7	54,2	61,8	70,2
G = 1540 кН	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
B-757-100	A	13,0	20,2	26,0	30,8	35,9	41,7	46,9
G = 1028 кН	Б	12,3	19,2	24,5	29,1	34,0	39,5	44,4
	В, Г	11,4	17,2	21,8	25,7	29,9	34,5	38,7
B-737-200	A	13,4	21,7	28,1	33,2	37,6	41,2	44,4
G = 516 кН	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"	A	11,1	16,7	20,6	24,4	28,7	32,4	35,7
G = 549 кН	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

$$(m_u = K_m \cdot \gamma_c \cdot K_u \cdot R_{ctt} \cdot \frac{t^2}{\delta}), \text{ кНм/м}$$

Таблица II

$\frac{B_{ctt}}{P_u} \cdot x)$	$K_m \cdot \gamma_c \cdot K_u$	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	IO	II	I2	I3	I4
<u>2.8</u> 35	0,8	5,88	7,70	9,75	12,03	14,55	17,32	20,33	23,58	27,07	28,90	30,79	32,75
	0,9	6,64	8,66	10,96	13,53	16,37	19,49	22,87	26,53	30,45	32,51	34,65	36,84
	I,0	7,36	9,62	12,18	15,03	18,19	21,65	25,41	29,47	33,83	36,13	38,49	40,93
	I,1	8,10	10,59	13,40	16,53	20,02	23,82	27,95	32,42	37,22	39,74	42,34	45,03
	I,2	8,85	11,55	14,61	18,04	21,83	25,98	30,49	35,36	40,60	43,36	46,19	49,12
	I,3	9,57	12,51	15,83	19,54	22,65	28,14	33,03	38,31	43,98	46,97	50,04	53,21
	I,4	10,30	13,47	17,05	21,04	25,47	30,31	35,57	41,26	47,36	50,58	53,89	57,30
	I,5	11,40	14,43	18,27	22,54	27,28	32,48	38,12	44,20	50,74	54,20	57,77	61,40

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<u>3.2</u> 40	0,8	7,18	9,38	11,86	14,64	17,72	21,08	24,75	28,70	32,95	35,19	37,49	39,87
	0,9	8,07	10,54	13,35	16,48	19,94	23,72	27,84	32,29	37,07	39,58	42,18	44,86
	1,0	8,97	11,72	14,83	18,31	22,15	26,36	30,94	35,88	41,19	43,58	46,87	49,84
	1,1	9,26	12,89	16,31	20,13	24,36	28,99	34,03	39,46	45,31	48,38	51,54	54,82
	1,2	10,77	14,06	17,79	21,97	26,58	31,64	37,13	43,05	49,43	52,78	56,23	59,80
	1,3	11,66	15,24	19,28	23,80	28,80	34,27	40,22	46,64	53,55	57,17	60,93	64,79
	1,4	12,56	16,41	20,76	25,63	31,01	36,90	43,32	50,23	57,67	61,57	65,62	69,78
	1,5	13,46	17,58	22,24	27,46	33,22	39,54	46,41	53,82	61,79	65,97	70,30	74,76
<u>3.6</u> 45	0,8	7,94	10,38	13,13	16,21	19,61	23,34	27,40	31,77	36,48	38,95	41,50	44,14
	0,9	8,93	11,67	14,78	18,24	22,06	26,26	30,82	35,76	41,04	43,83	46,70	49,66
	1,0	9,93	12,97	16,42	20,27	24,52	29,18	34,26	39,73	45,60	48,69	51,89	55,17
	1,1	10,92	14,27	18,05	22,29	26,98	32,11	37,68	43,70	50,16	53,56	57,08	60,69
	1,2	11,87	15,56	19,70	24,32	29,42	35,02	41,10	47,67	54,72	58,43	62,26	66,21
	1,3	12,91	16,86	21,35	26,35	31,88	37,93	44,54	51,65	59,28	63,30	67,46	71,72
	1,4	13,90	18,16	22,99	28,38	34,33	40,85	47,96	55,62	63,84	68,17	72,65	77,24
	1,5	14,90	19,46	24,63	30,40	36,78	43,77	51,39	59,60	68,40	73,04	77,84	82,76

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4.0 50	0,8	8,97	11,72	14,83	18,31	22,15	26,36	30,94	35,88	41,19	43,98	46,87	49,84
	0,9	10,09	13,16	16,68	20,59	24,92	29,66	34,50	40,36	46,34	49,47	52,72	56,06
	1,0	11,21	14,64	18,53	22,88	27,68	32,95	38,67	44,85	51,48	54,98	58,58	62,29
	1,1	12,34	16,11	20,39	25,17	30,46	33,27	42,50	49,34	56,63	60,47	64,44	68,53
	1,2	13,46	17,57	22,24	27,46	33,22	39,54	46,50	53,82	61,78	66,00	70,29	74,76
	1,3	14,57	19,03	24,09	29,74	35,96	42,84	50,00	58,30	66,92	71,47	76,15	80,98
	1,4	15,69	20,50	25,94	32,03	38,75	46,13	54,14	62,79	72,07	76,97	82,01	87,21
	1,5	16,82	21,96	27,80	34,32	41,52	49,42	58,00	67,28	77,22	82,47	87,87	93,44
4.4 55	0,8	9,74	12,72	16,10	19,88	24,05	28,62	33,59	38,95	44,72	47,75	50,88	54,11
	0,9	10,95	14,31	18,11	22,36	27,06	32,20	37,78	43,83	45,28	53,72	57,24	60,87
	1,0	12,17	15,90	20,12	24,84	30,06	35,78	41,98	48,69	55,90	59,68	63,60	67,64
	1,1	13,39	17,50	22,13	27,33	33,07	39,35	46,19	53,56	61,49	65,66	69,96	74,40
	1,2	14,61	19,08	24,14	29,81	36,07	42,93	50,39	58,43	67,08	71,63	76,32	81,16
	1,3	15,82	20,67	26,15	32,29	39,08	46,51	54,57	63,30	72,57	77,58	82,68	87,93
	1,4	17,04	22,26	28,17	34,78	42,08	50,09	58,77	68,17	78,26	83,55	89,04	94,70
	1,5	18,26	23,85	30,16	37,26	45,09	53,67	63,97	73,04	83,25	89,52	95,40	101,46

к) В числителе указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе  $R_{из}$ , в знаменателе - соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе  $R_{из}$ .

Предельные изгибающие моменты  $M_u$  для однослойных цементобетонных, армобетонных покрытий, верхнего и нижнего слоя двухслойных жестких покрытий, а также цементобетонных и армобетонных, усиленных асфальтобетоном ( $M_u = K_m \cdot \gamma_c \cdot K_u \cdot R_{ftg} \cdot \frac{t^2}{6}$ ), кНм/м

Таблица 12

$\frac{B_{пл}}{P_u \cdot t}$	$K_m \cdot \gamma_c \cdot K_u$	Толщина плиты $t$ , см											
		34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	0,8	34,77	36,84	38,97	41,17	43,42	45,74	48,12	50,55	53,05	55,60	58,22	60,90
	0,9	39,11	41,47	43,85	46,32	48,86	51,46	54,13	56,88	59,68	62,56	65,50	68,51
	1,0	43,45	46,05	48,72	51,46	54,28	57,17	60,14	63,19	66,31	69,51	72,78	76,12
2,8	1,1	47,80	50,65	53,59	56,60	59,70	62,90	66,16	69,51	72,94	76,46	80,05	83,74
35	1,2	52,15	55,26	58,47	61,75	65,14	68,62	72,18	75,84	79,57	83,42	87,33	91,35
	1,3	56,49	59,86	63,34	66,90	70,56	74,32	78,18	82,15	86,20	90,36	94,61	98,96
	1,4	60,83	64,47	68,21	72,04	75,99	80,04	84,20	88,47	92,83	97,31	101,89	106,57
	1,5	65,18	69,08	73,08	77,19	81,42	85,76	90,21	94,79	99,46	104,26	109,17	114,18

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3.2 40	0,8	42,33	44,85	47,44	50,12	52,87	55,58	58,58	61,55	64,59	67,70	70,88	74,14
	0,9	47,61	50,46	53,38	56,39	59,48	62,64	65,90	69,24	72,66	76,16	79,75	83,41
	1,0	52,91	56,06	59,31	62,66	66,09	69,61	73,23	76,93	80,73	84,62	88,60	92,67
	1,1	58,19	61,66	65,24	68,92	72,70	76,57	80,55	84,63	88,80	93,09	97,46	101,94
	1,2	63,49	67,27	71,18	75,16	79,30	83,53	87,87	92,32	96,87	101,55	106,32	111,20
	1,3	68,78	72,88	77,10	81,46	85,92	90,49	95,20	100,01	104,95	109,01	115,18	120,47
	1,4	74,07	78,48	83,03	87,72	92,53	97,45	102,52	107,70	113,02	118,47	124,04	129,74
	1,5	79,36	84,08	88,96	93,89	98,14	104,42	109,85	115,40	121,10	126,93	132,90	139,00
3.5 45	0,8	46,53	49,65	52,53	55,49	58,53	61,65	64,85	68,14	71,50	74,94	78,48	82,08
	0,9	52,71	55,86	59,10	62,43	65,85	69,35	72,96	76,65	80,40	84,32	88,29	92,34
	1,0	58,58	62,07	65,67	69,36	73,17	77,05	81,07	85,17	89,38	93,68	98,10	102,60
	1,1	64,43	68,27	72,24	76,30	80,48	84,77	89,18	93,69	98,31	103,05	107,90	112,86
	1,2	70,28	74,48	78,80	83,24	87,80	92,48	97,28	102,20	107,26	112,42	117,72	123,12
	1,3	76,15	80,69	85,37	90,17	95,12	100,18	105,39	110,72	116,19	121,78	127,53	133,38
	1,4	82,01	86,90	91,94	97,10	102,44	107,88	113,50	119,24	125,13	131,15	137,34	143,64
	1,5	87,87	93,10	98,50	104,04	109,76	115,59	121,60	127,76	134,07	140,52	147,15	153,9

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4.0 50	0,8	52,91	56,07	59,31	62,66	66,09	69,61	73,23	76,93	80,73	84,62	88,60	104,25
	0,9	59,52	63,07	66,72	70,48	74,34	78,31	82,38	86,54	90,82	95,19	99,68	104,25
	1,0	66,17	70,08	74,14	78,32	82,60	87,00	91,52	96,16	100,91	105,77	110,75	115,84
	1,1	72,75	77,08	81,55	86,15	90,87	95,71	100,65	105,78	111,00	116,36	121,82	127,43
	1,2	79,36	84,09	88,97	93,98	99,13	104,40	109,83	115,40	121,09	126,93	132,90	139,01
	1,3	86,02	91,10	96,38	101,82	107,38	113,10	118,98	125,01	131,18	137,50	143,98	150,59
	1,4	92,64	98,11	103,80	109,65	115,64	121,80	128,13	134,62	141,27	148,08	155,05	162,18
	1,5	99,26	105,12	111,21	117,48	123,90	130,50	137,28	144,24	151,36	158,66	166,12	173,76
4.4 55	0,8	57,44	60,87	64,39	68,02	71,74	75,57	79,50	83,52	87,65	91,87	96,19	100,62
	0,9	64,62	68,47	72,44	76,52	80,72	85,02	89,44	93,97	98,61	103,35	108,22	113,19
	1,0	71,79	76,08	80,49	85,02	89,68	94,47	99,37	104,40	109,56	114,84	120,24	125,77
	1,1	78,98	83,69	88,54	93,53	98,66	103,91	109,32	114,85	120,51	126,32	132,27	138,35
	1,2	86,16	91,30	96,60	102,03	107,62	113,25	119,25	125,29	131,15	137,80	144,30	150,92
	1,3	93,33	98,90	104,64	110,53	116,58	122,81	129,18	135,72	142,43	149,29	156,31	163,50
	1,4	100,51	106,51	112,69	119,03	125,55	132,26	139,12	146,16	153,38	160,78	168,34	176,08
	1,5	107,68	114,12	120,74	127,53	134,52	141,70	149,06	156,60	164,34	172,26	180,36	188,66

х) В числителе указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе  $B_{ctg}$ , в знаменателе — соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе  $R_b$ .



Предельные изгибающие моменты аэродромных типовых плит ПАГ-14, 18 и дорожных плит ЦДН  $m_u$  <sup>х)</sup>, кНм/м (с учетом коэффициентов условий работы)

Таблица 13

Повторность приложения расчетной нагрузки за срок службы покрытия	$K_u$	Группы участков покрытий								
		А	Б и В	Г	А	Б и В	Г	А	Б и В	Г
		ПАГ-14			ПАГ-18			ЦДН		
$10^4$	1,33	25,7	28,0	30,4	42,9	46,9	50,8	26,1	28,4	30,8
$10^5$	1,17	23,3	25,5	27,6	39,2	42,9	46,5	23,7	25,9	28,0
$10^6$	1,00	20,8	22,8	24,7	34,9	38,4	41,6	21,3	23,1	25,1

х)

$$m_u = \gamma_c (R_{ult, \text{сет}} \cdot \frac{t^2}{6} \cdot K_u + m_z).$$

Примечания: 1. При расчете  $m_u$  приняты следующие значения  $m_z$  (ядровый момент) для ПАГ-14 - 5,10 кНм/м; ПАГ-18 - 8,97 кНм/м; ЦДН - 5,39 кНм/м. Коэффициенты условий работы  $\gamma_c$  для участков группы А - 1,20; Б и В - 1,30; Г - 1,40.  
2. Область применения дорожных плит ЦДН см. в табл. 1 раздела 7.

Максимальное значение контактного давления на грунт от эксплуатационной нагрузки  $P_K^X$ , МПа, для жестких покрытий на участках группы А в зависимости от упругой характеристики плиты

Таблица 14

Тип воздушного судна	Упругая характеристика плиты, см					
	50	70	90	110	130	150
Ил-62М	0,29	0,23	0,17	0,13	0,11	0,09
Ил-86	0,21	0,17	0,13	0,10	0,08	0,06
Ил-76	0,21	0,14	0,10	0,07	0,05	0,04
Ту-154Б	0,21	0,14	0,10	0,07	0,06	0,04
Ил-18Д	0,19	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03
Ту-134А	0,14	0,09	0,06	0,02	0,02	0,01
Як-42	0,15	0,10	0,06	0,04	0,03	0,03
Ми-6	0,46	0,23	0,14	0,09	0,07	0,05
Ми-10К	0,24	0,14	0,09	0,06	0,04	0,03
Ми-8	0,12	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
В-747-200Р	1,28	1,01	0,75	0,56	0,44	0,40
А-300В/4	0,62	0,46	0,34	0,25	0,19	0,15
В-757-100	0,51	0,35	0,24	0,18	0,13	0,11
В-737-200	0,69	0,40	0,26	0,18	0,13	0,10
"Каравелла-12"	0,33	0,21	0,14	0,10	0,08	0,06

х) 
$$P_K = 0,0081 \frac{F_d}{\ell^2} \sum_{i=1}^{n_x} \left(4 - \frac{a_i}{\ell}\right)^2 K_p \quad \text{для многоколесной опоры}$$

Примечания: 1. Для определения величины максимальных контактных давлений на участках группы Б табличные значения  $P_K$  следует умножить на коэффициент 0,9; а на участках групп В и Г – на коэффициент 0,8.

2. Значения  $P_K$  в ортотропных плитах определяются умножением табличных значений  $P_K$  на коэффициент  $K_{\text{от}}$ .

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

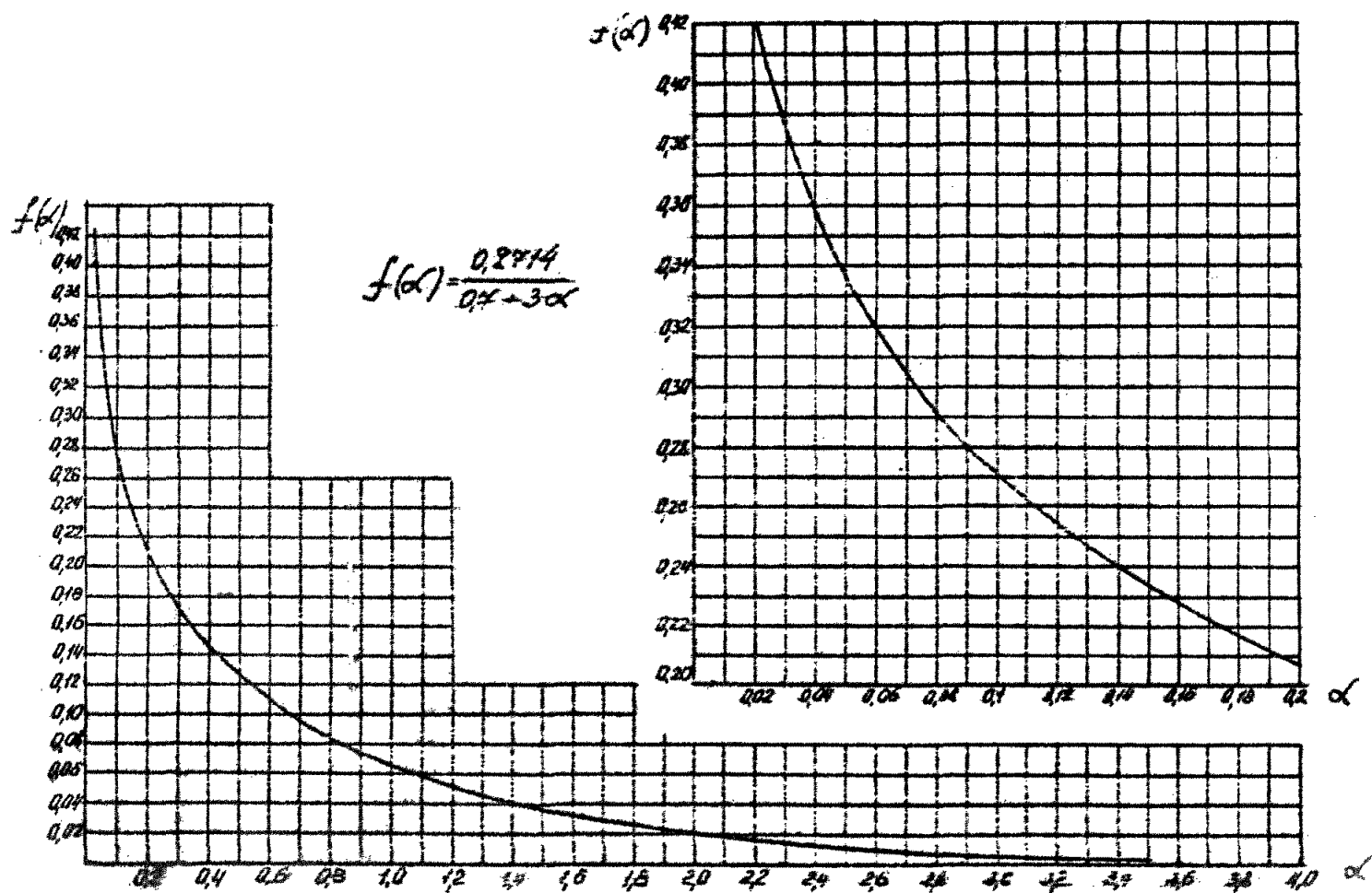


Рис. I. График для определения значений функции  $f(\alpha)$



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

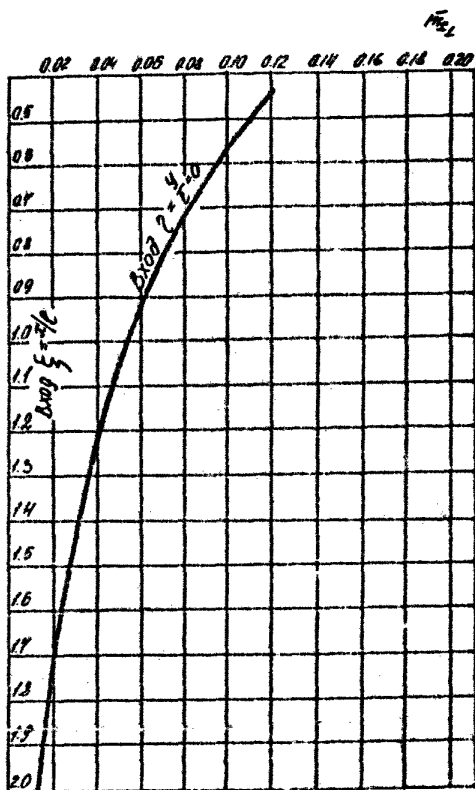


Рис. 3. Номограмма для определения единичного момента в расчетном сечении плиты жесткого покрытия от воздействия  $i$ -го колеса опоры воздушного судна (двухколесная опора)

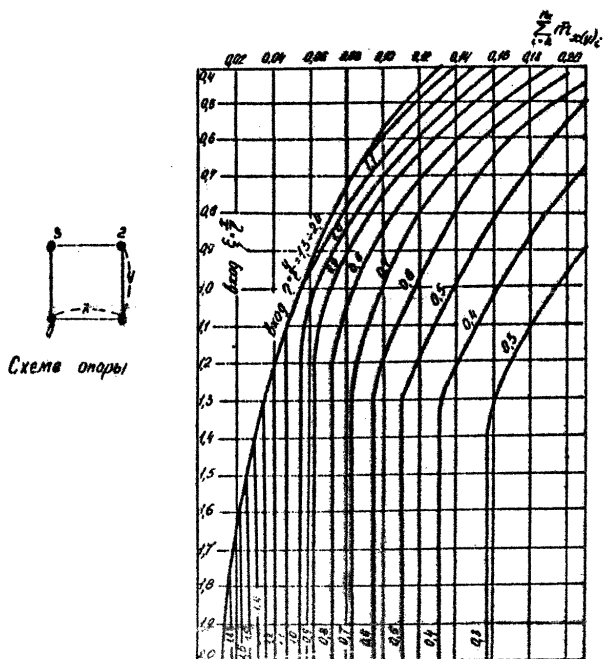


Рис. 4. Номограмма для определения суммы единичных моментов в расчетном сечении плиты жесткого покрытия от воздействия 1-х колес опоры воздушного судна (четырёхколесная опора "двойной тандем")

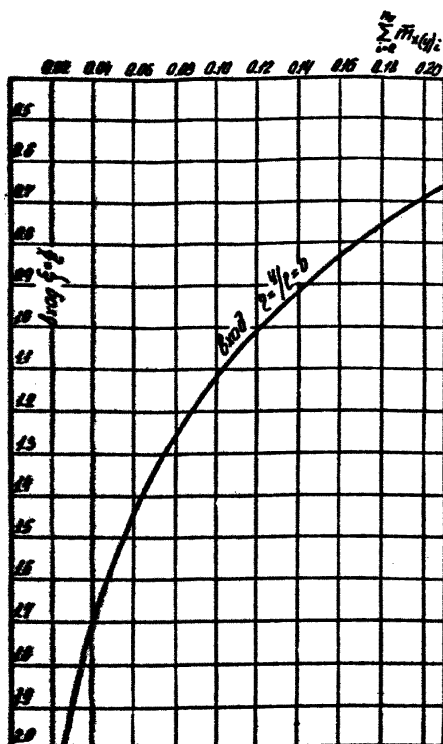
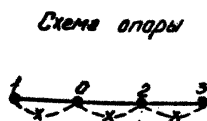


Рис. 5. Номограмма для определения суммы единичных моментов в расчетном сечении плиты жесткого покрытия от воздействия 1-х колес опоры воздушного судна (четырёхколесная опора)

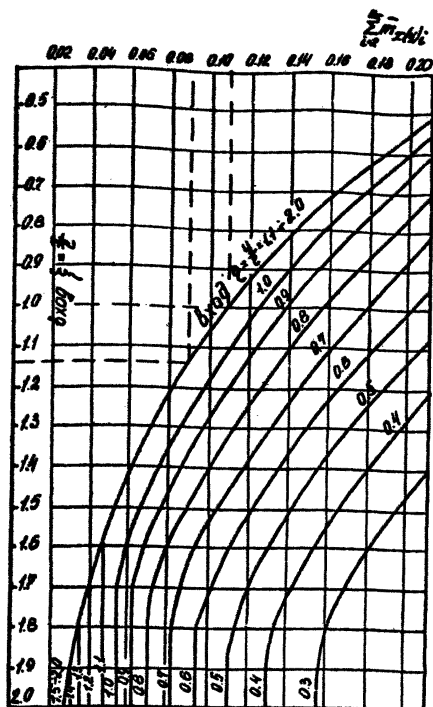
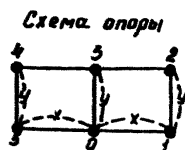
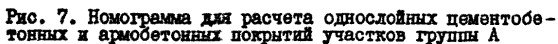


Рис. 6. Номограмма для определения суммы единичных моментов в расчетном сечении плиты жесткого покрытия от воздействия  $\frac{1}{2}$ -х колес опоры воздушного судна (шестиколесная опора)





2. Значения <sup>349</sup>момента  $m_k$  даны для  $K = 1, 2$ ;



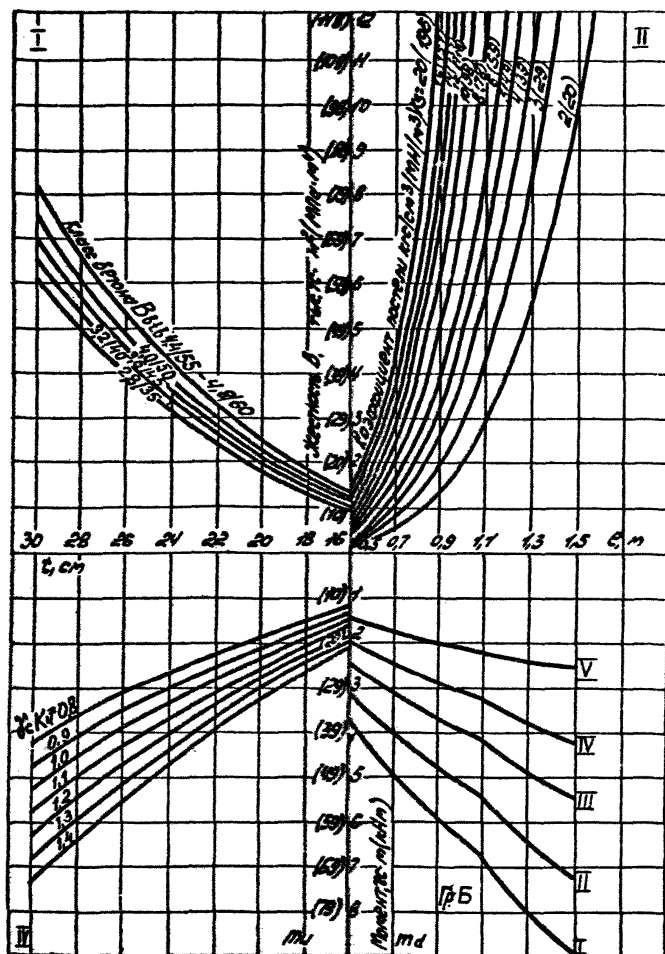


Рис. 9. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий участков группы Б (см. примечания к рис. 7)

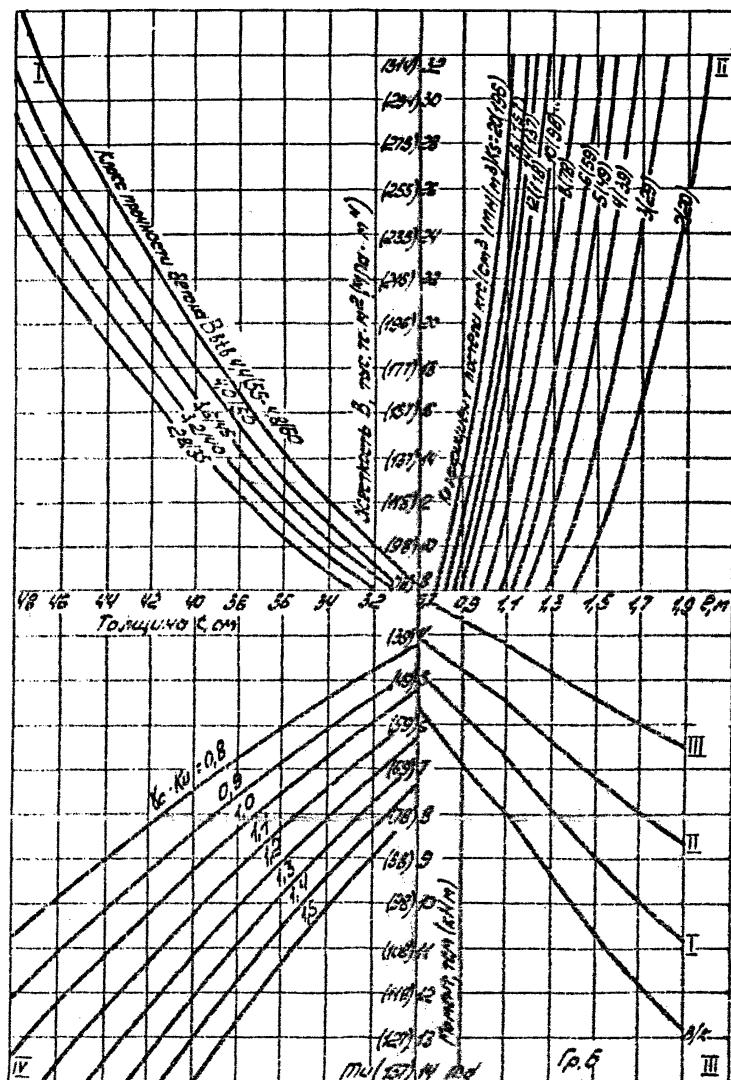


Рис. 10. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армированных участков группы Б (см. примечания к рис. 7)



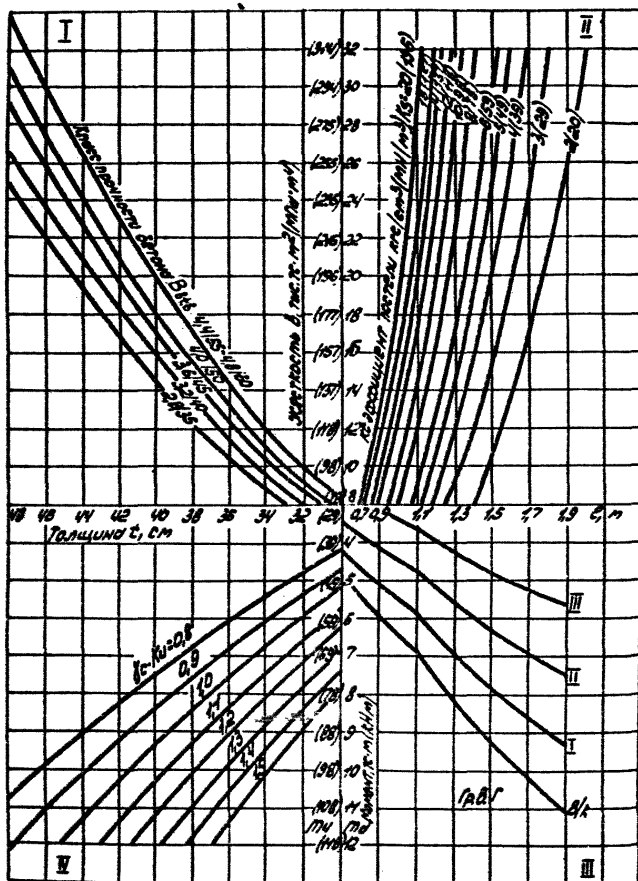


Рис. 12. Номограмма для расчета однослойных цементобетонных и армобетонных покрытий участков группы В (см. примечания к рис. 7)

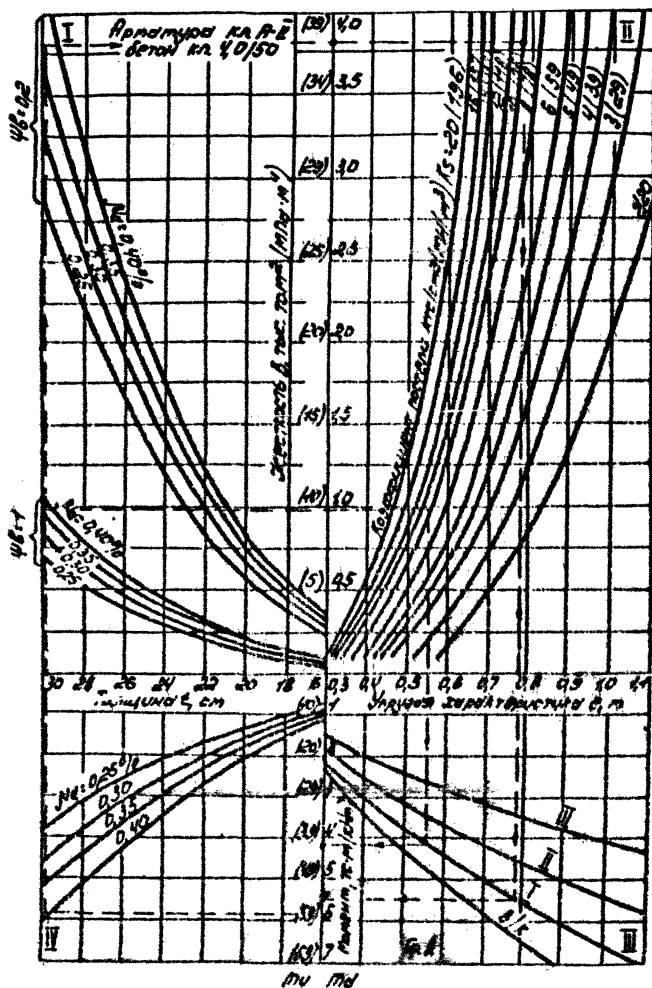


Рис. 13. Номограмма для расчета железобетонного покрытия групп участков А (для центральной части плиты)

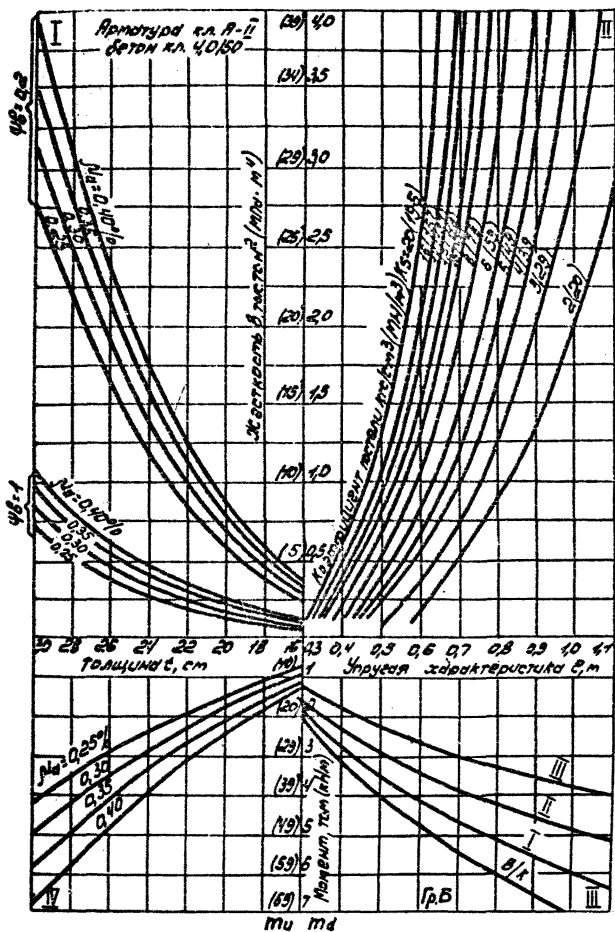
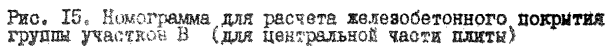


Рис. 14. Номограмма для расчета железобетонного покрытия группы участков Б (для центральной части плиты)





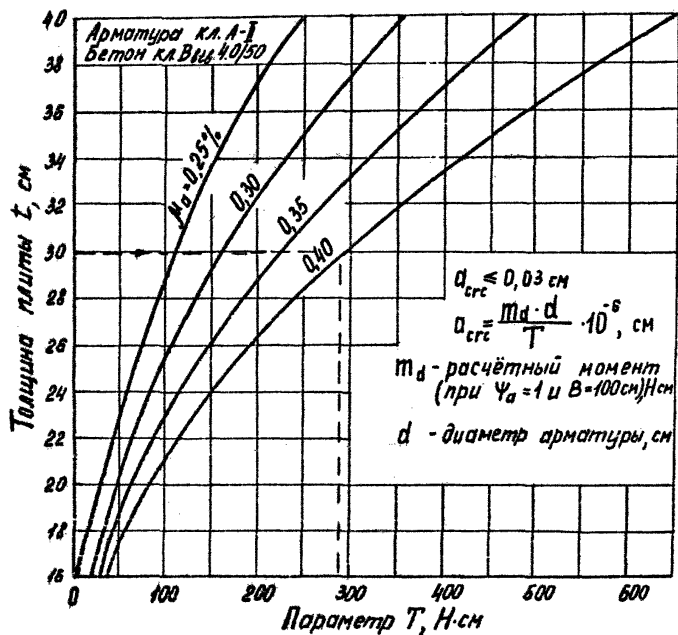


Рис. 16. Графики для определения ширины раскрытия трещин в сечениях, армированных ненапрягаемой арматурой из стали класса А-I

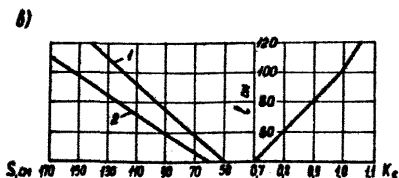
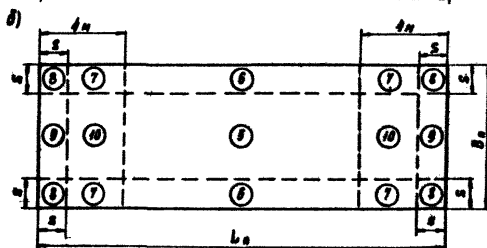
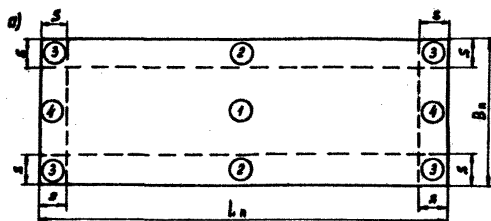
## АРМИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ

Таблица I

Процент армирования монолитных  
железобетонных плит

№ участ- ков (см. рисунок)	Участки армирования плит	Рекомендуемое армирова- ние участков плит	
		при нали- чии стыков в плитах	при отсутст- вии стыков в плитах
I	2	3	4
	НИЖНЯЯ ЗОНА ПЛИТЫ		
1	В продольном и поперечном направлениях	$\mu$	$\mu$
2	В продольном направлении	$1,65 \mu_{Kz}$	$2,35 \mu_{Kz}$
	В поперечном направлении	$\mu$	$\mu$
3	В продольном направлении	$1,65 \mu_{Kz}$	$2,35 \mu_{Kz}$
	В поперечном направлении	$1,65 \mu_{Kz}$	$2,35 \mu_{Kz}$
4	В продольном направлении	$\mu$	$\mu$
	В поперечном направлении	$1,65 \mu_{Kz}$	$2,35 \mu_{Kz}$
	ВЕРХНЯЯ ЗОНА ПЛИТЫ		
5	В продольном направлении	$0,39 \mu$	$0,39 \mu$
	В поперечном направлении	$0,78 \mu$	$1,13 \mu$
6	В продольном направлении	$0,65 \mu$	$0,825 \mu$
	В поперечном направлении	$0,78 \mu$	$1,13 \mu$
7	В продольном направлении	$1,17 \mu$	$2,35 \mu$
	В поперечном направлении	$0,78 \mu$	$1,13 \mu$
8	В продольном направлении	$1,17 \mu$	$2,35 \mu$
	В поперечном направлении	$1,17 \mu$	$2,35 \mu$

1	2	3	4
9	В продольном направлении В поперечном направлении	$0,78 f_a$ $1,17 f_a$	$1,13 f_a$ $2,35 f_a$
10	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  $S$  и  $K_r$ . 1 - при наличии стыковых соединений, 2 - при отсутствии стыковых соединений

Шаг армирования сечений плит при различных диаметрах арматуры, см

Таблица 2

Процент армирова- ния $\mu$	Толщина плиты, см												
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$d = 10 \text{ мм}$													
0,15	-	-	26	31	27,5	25	23	21	-	-	-	-	-
0,20	-	30	26	23	21	19	17	15,5	-	-	-	-	-
0,25	29	24	21	13,5	16,5	15	13,5	12,5	-	-	-	-	-
$d = 12 \text{ мм}$													
0,15	-	-	-	-	-	-	-	30	27	26	24,4	23	21,5
0,20	-	-	-	-	30	27	25	23	21	19,5	18,2	17	16,2
0,25	-	-	30	27	24	21,5	19,5	18	17	15,6	14,6	13,7	12,9
0,30	-	29	25	22	20	18	16,5	15	14	13	12,2	11,5	10,8
0,35	29	25	21,5	19	17	15,5	14	13	11	11,1	10,4	10	9,3
0,40	26	21,5	19	16,5	15	13,5	12,5	11,5	10,5	9,7	-	-	-
0,45	23	19	17	15	13	12	11	10	-	-	-	-	-
0,50	20,5	17,5	15	13	12	11,5	10	-	-	-	-	-	-
0,55	18,5	16	13,5	12	11	10	-	-	-	-	-	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,60	17	14,5	12,5	11	10	-	-	-	-	-	-	-	-
0,65	16	13,5	11,5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,70	15	12,5	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,75	13,5	11,5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,80	13	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,85	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,90	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

$d = 14 \text{ mm}$

0,25	-	-	-	-	-	29,5	27	24,5	22,8	21,3	20	18,7	17,6
0,30	-	-	-	30	27	24,5	22,5	20,5	19,0	17,7	16,6	15,5	14,7
0,35	-	-	29,5	26	23	21	19	17,5	16,3	15,2	14,2	13,3	12,6
0,40	-	29,5	25,5	23	20	18,5	16,5	15,5	14,3	13,3	12,4	11,7	11,0
0,45	-	26	23	20	18	16	15	13,5	12,3	11,8	11,0	10,4	9,7
0,50	28	24	20,5	18	16	14,5	13,5	12,5	11,4	10,6	9,9	9,4	-
0,55	25,5	21,5	18,5	16,5	14,5	13,5	12	11	10,4	-	-	-	-
0,60	23,5	20	17	15	13,5	12	11	10	9,5	-	-	-	-
0,65	21,5	18	15	14	12,5	10	10	-	-	-	-	-	-
0,70	20	17	14,5	13	11,5	10	-	-	-	-	-	-	-
0,75	18,5	16	13,5	12	11	10	-	-	-	-	-	-	-
0,80	17,5	15	13	11,5	10	-	-	-	-	-	-	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,85	16,5	14	12	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,90	15,5	13	11,5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,95	14,5	12,5	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,00	14	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$d = 16 \text{ mm}$													
0,30	-	-	-	-	-	-	29	27	25	23	21,7	20,4	19,2
0,35	-	-	-	-	30	27,5	25	23	21,3	19,8	18,5	17,4	16,4
0,40	-	-	-	30	26,5	24	22	20	18,6	17,4	16,2	15,3	14,4
0,45	-	-	30	26	23,5	21	19,5	18	16,5	15,4	14,4	13,5	12,8
0,50	-	-	27	24	21	19	17,5	16	14,9	13,9	13,0	12,2	11,5
0,55	-	28	24,5	21,5	19	17,5	16	14,5	13,5	12,6	11,8	11,1	10,4
0,60	30	26	22,5	19,5	17,5	16	14,5	13,5	12,4	11,6	10,8	10,2	9,6
0,65	28	24	20,5	18	16,5	14,5	13,5	12,5	11,4	10,7	9,9	-	-
0,70	26	22	19	17	15	13,5	12,5	11,5	10,6	9,9	-	-	-
0,75	24,5	20,5	18	16	14	12,5	11,5	10,5	10	-	-	-	-
0,80	23	19	17	15	13	12	11	10	-	-	-	-	-
0,85	21,5	18	16	14	12,5	11	10,5	-	-	-	-	-	-
0,90	20	17	15	13	12	10,5	10	-	-	-	-	-	-
0,95	19	16	14	12,5	11	10	-	-	-	-	-	-	-
1,00	18,5	15,5	13,5	12	10,5	-	-	-	-	-	-	-	-

## ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД

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

Таблица 1

Группа участков	$\frac{K_n}{U_d}$	Категория нормативной нагрузки	Коэффициент постели основания $K_2$ , $\text{МПа/м}^3$			
			30	50	80	120
I	2	3	4	5	6	7
А	$\frac{1}{10^6}$	I-B/к	-	-	-	-
		II	-	-	34	32
		III	32	30	28	26
		IV	27	25	23	22
		V	20	18	17	16
	$\frac{1,2}{6 \cdot 10^4}$	I	-	-	-	-
		II	35	33	30	28
		III	28	26	24	23
		IV	23	21	20	19
		V	16	16	16	16
Б	$\frac{1}{10^6}$	I	-	-	35	33
		II	35	32	30	28
		III	28	25	23	22
		IV	22	21	20	19
		V	16	16	16	16
	$\frac{1,2}{6 \cdot 10^4}$	I	36	33	30	29
		II	30	28	26	24
		III	24	23	21	20
		IV	19	18	17	16
		V	16	16	16	16



I	2	3	4	5	6	7
B	$\frac{I}{10^6}$	I	-	34	3I	29
		II	3I	29	27	25
		III	24	23	2I	20
		IV	20	18	17	16
	$\frac{I.2}{6 \cdot 10^4}$	I	32	29	27	25
		II	27	25	24	22
		III	2I	20	18	17
		IV	17	16	16	16
Г	$\frac{I}{10^6}$	В/к	36	33	30	28
		I	3I	29	27	25
		II	26	25	23	21
		III	2I	20	18	17
		IV	17	16	16	16
	$\frac{I.2}{6 \cdot 10^4}$	В/к	3I	28	26	24
		I	27	25	23	22
		II	23	22	20	18
		III	18	17	16	16
		IV	16	16	16	16

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-18 и  
ПАГ-14 в зависимости от коэффициента постели  
грунтового основания

Таблица 2

Категория нормативной нагрузки	K <sub>н</sub>	Группа участков покрытия	Коэффициент постели грунтового основания, МН/м³						
			30	40	60	80	120	200	
II		ДЛЯ ПЛИТ ПАГ-18							
		I	A	29	27	22	19	15	15
			Б	20	18	15	15	15	-
			В	15	15	15	-	-	-
		I,2	A	23	21	15	15	15	-
			Б	15	15	15	-	-	-
В	15		15	-	-	-	-		
III		ДЛЯ ПЛИТ ПАГ-14							
		I	A	26	24	21	18	15	15
			Б	21	19	16	15	15	15
			В	17	15	15	15	15	-
		I,2	A	15	15	15	15	-	-
			Б	15	15	-	-	-	-
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 вакуумом, МПа.

2. Для промежуточных значений коэффициентов постели грунта и  $K_{\text{н}}$  толщину слоя основания следует принимать по интерполяции.

Требуемая толщина пескоцементного основания  
( $E = 5000 \text{ МПа}$ ) под плиты ПАГ-18 и ПАГ-14  
(ГОСТ 25912.0-83 - 25912.3-83) для различных  
типов воздушных судов на участках группы А  
( $K_{\text{н}} = 1$ )

Таблица 3

Тип воздуш- ного судна	Взлетная масса, т	Типы плит					
		ПАГ-18			ПАГ-14		
		Коэффициент постели грунтового осно- вания, МН/м²					
		40	60	80	40	60	80
Ил-76	190	21	17	15	25	22	19
Ил-76	170	16	15	15	23	19	17
Ил-86	206	16	15	15	33	28	25
Ту-154Б	100	15	15	15	18	16	15
Ил-18Д	64	Упрочненное основание не требуется			15	15	15
Як-42	53,5				15	15	15
Ту-134	47				15	15	15
Ми-6	42,5	"-"			27	24	21
Ми-10ж	38,0	"-"			15	15	15
Ан-24	22	Упрочненное основание не требуется					
Як-40	16,1	"-"					
Ми-8	12	"-"					
Ми-4	7,5	"-"					
Ми-2	3,55	"-"					

Примечания: 1. Минимальная толщина слоя пескоцемент-  
ного основания принята 15 см.

2. Применение плит ПАГ-14 под самолеты  
Ил-76 и Ил-86 допускается только как исключение.

Конструкции двухслойных покрытий для различных нормативных нагрузок<sup>1)</sup> ( $K_H = I$ )

Таблица 4

Коэффициент посади грунта $\frac{MH}{m^3} \left( \frac{KTC}{cm^3} \right)$	Категория нормативной нагрузки								
	В/к			I			II		
	Группы участков аэродрома								
	A	Б	В	A	Б	В	A	Б	В
	3	4	5	6	7	8	9	10	
29,42(3)	30	30	29	30	29	25	28	23	20
	30	30	23	30	22	20	22	20	20
	42	23	20	25	20	20	20	20	20
39,23(4)	30	30	28	30	27	23	26	2I	-
	30	27	2I	28	2I	20	2I	2I	
	36	20	20	20	20	20	20	20	
49,09(5)	30	30	26	30	26	22	25	20	-
	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	10
58,84(6)	30	29	25	29	25	21	24	20	-
	30	22	21	23	20	20	20	20	
	26	20	20	20	20	20	20	20	
78,45(8)	30	27	24	28	23	20	23	-	-
	28	22	20	21	21	20	20		
	20	20	20	20	20	20	20		
117,68(12)	29	25	22	26	21	-	21	-	-
	24	21	20	21	21		20		
	20	20	20	20	20		20		
156,91(16)	28	24	20	24	20	-	20	-	-
	22	20	21	21	20		20		
	20	20	20	20	20				

х) В первом, втором и третьем рядах цифр во 2-10-й графах таблицы указаны соответственно: толщина верхнего армобетонного слоя из бетона класса прочности  $B_{\text{бтб}}$  4,0, см; толщина нижнего цементобетонного слоя из бетона класса прочности  $B_{\text{бтб}}$  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<sup>х)</sup> ( $K_H = I$ )

Таблица 5

Коэффициент постели грунта $\frac{MN}{м^3} (\frac{KГC}{CM^3})$	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	10
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		

001

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
78,45(8)	30	27	24	28	23	20	22	-	-
	26	20	20	20	20	20	20		
	20	20	20	20	20	20	20		
117,68(12)	30	25	22	26	21	-	20	-	-
	21	20	20	20	20		20		
	20	20	20	20	20		20		
156,91(16)	29	24	20	24	20	-	-	-	-
	20	20	20	20	20	-	-	-	-
	20	20	20	20	20				

х) В первом, втором и третьем рядах цифр во 2-10-х градах таблицы указаны соответственно: толщина верхнего армобетонного слоя из армобетона, см; толщина нижнего цементобетонного слоя из бетона класса прочности  $R_{bt}$  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 жесткой 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 повтораемость приложения нагрузки $N$ , при расчете на прогиб и на изгиб *)	Модуль упругости грунтового основания $E$ , МПа	Асфальтобетонное покрытие			Основание					Общая толщина $t_{tot}$		
				Верхний слой		Нижний слой	Верхний слой	Нижний слой		Дренажный слой				
				Модуль упругости $E_i$										
				I500	I200	900	600	350	300	250	I30			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
А	I	$\frac{25}{95}$	24	10	-	15	15	40	-	50	-	130		
			40	10	-	15	11	36	-	15	-	87		
			100	9	-	9	15	40	-	-	-	73		
	II	$\frac{16}{60}$	24	10	-	13	8	42	-	-	50	123		
			40	10	-	13	8	20	-	-	15	66		
			100	9	-	9	9	20	-	-	-	47		



I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	III	<u>30</u> 50	24	10	-	7	8	30	-	-	50	105
			40	9	-	-	8	20	-	-	30	67
			100	9	-	5	8	24	-	-	-	46
	IV	<u>20</u> 25	24	9	-	7	8	20	-	-	50	94
			40	9	-	-	8	30	-	-	-	47
			100	9	-	-	8	23	-	-	-	40
Б	V	<u>15</u> 15	24	-	7	-	6	-	18	-	20	51
			40	-	7	-	6	-	21	-	-	34
			100	-	7	-	6	-	-	22	-	35
	I	<u>25</u> 95	24	10	-	10	15	40	-	50	-	125
			40	10	-	14	8	28	-	20	-	80
			100	9	-	6	12	40	-	-	-	67
Б	II	<u>16</u> 60	24	10	-	12	8	40	-	-	50	120
			40	10	-	10	8	16	-	-	28	72
			100	9	-	7	8	23	-	-	-	47
	III	<u>30</u> 50	24	10	-	5	8	22	-	-	40	85
			40	9	-	-	8	15	-	-	20	52
			100	9	-	5	8	22	-	-	-	44

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Б	IV	<u>20</u> 25	24	9	-	5	8	20	-	-	30	72
			40	9	-	-	8	20	-	-	-	37
			100	9	-	-	8	-	-	24	-	39
	V	<u>15</u> 15	24	-	7	-	6	-	30	-	-	43
			40	-	7	-	6	-	-	20	-	33
			100	-	7	-	6	-	-	15	-	28
В	I	<u>25</u> 95	24	10	-	10	10	40	-	50	-	120
			40	10	-	10	10	20	-	20	-	70
			100	9	-	6	8	39	-	-	-	62
	II	<u>16</u> 60	24	10	-	8	8	42	-	-	50	118
			40	9	-	6	8	15	-	-	15	53
			100	9	-	6	8	23	-	-	-	46
	III	<u>30</u> 50	24	9	-	5	8	18	-	-	40	80
			40	9	-	-	8	15	-	-	20	50
			100	9	-	5	8	20	-	-	-	40
	IV	<u>20</u> 25	24	9	-	5	8	18	-	-	27	67
			40	9	-	-	8	20	-	-	-	37
			100	9	-	-	8	-	-	20	-	35

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		15	24	-	7	-	6	-	27	-	-	40
B	У	15	40	-	7	-	6	-	-	19	-	32
			100	-	7	-	6	-	-	15	-	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 повторяемости приложения нормативной нагрузки

#### Жесткое покрытие

#### Исходные данные:

Нормативная нагрузка для аэродрома класса Б-П.

$$F_n = 550 \text{ кН (55 то)}$$

$$p_a = 1 \text{ МПа (10 кгс/см}^2\text{)}.$$

Состав движения (тип воздушного судна и среднегодовая интенсивность):

Ил-86	$N = 5000$	операций	} Учитываются только взлеты
Ту-154	$N = 7665$	" "	
Ту-134	$N = 1050$	" "	
Як-42	$N = 7035$	" "	} Учитываются взлеты и посадки (см. п. II.2.
Як-40	$N = 3675$	" "	
Ан-24	$N = 2450$	" "	

Упругая характеристика жесткого покрытия  $l = 90 \text{ см}$   
Расчетная группа участков покрытия - А,

Расчет приведен на стр. 197.

Расчет

Тип воздуш- ного судна или катего- рия норматив- ной нагрузки	Количество осей на ос- новной опо- ре $n_d$	Среднего- довая ин- тенсив- ность $N_i$	Централь- ный изги- бный мо- мент $m_{c, max i}$ (по табл. 9 прил. 4 Посо- бия)	$\frac{m_{c, max i}}{m_{c, max d}}$	Интенсив- ность за 20-летний срок службы $U_i = 20 N_i \cdot n_d$	Приведенная повторность нормативной нагрузки $U_{ei}$ (по формуле (13) Посо- бия)	Расчетный коэффици- ент $K_u$ (по форму- ле (15) По- собия)
П кнн	2	-	41,88	1	-	-	Не учитываются
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		
Як-40	1	3675 * 2	15,94	0,38	147000		
АН-24	1	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  $t_{\text{сг}} = 1,0$  м, в том числе асфальтобетонных слоев  $t_{\text{ас}} = 0,23$  м.

## Расчет

Тип воздушного судна и кнх	Годовая интенсивность движения на 10-й год эксплуатации $N_{10}$	Среднесуточная интенсивность движения на 10-й год эксплуатации $\frac{N_{10}}{365}$	Давление в пневматиках $P_i$ , МПа	$\frac{P_i}{\rho}$	$R_{el}$ , см (по табл. 4 и 5 прилож. 4 Пособия)		$\frac{R_{el}}{R_{ed}}$		Коэффициент приведения $K_n$ (по формуле (16) Пособия)		Приведенная повторность приложения нормативной нагрузки $N_z$	
					для грунта при $t_{\text{сг}} = 1,0$ м	для асфальтобетона при $t_{\text{ас}} = 0,23$ м	для грунта	для асфальтобетона	для грунта	для асфальтобетона	для грунта	для асфальтобетона
II кнх	-	-	I	I	33,80	23,70	1,0	1,0	I	I	-	-
Ил-86	5000	14	0,90	0,90	31,78	24,99	0,94	1,05	0,35	0,84	5	24
Ту-154	4462	12	0,90	0,90	30,41	18,36	0,90	0,77	0,25	0,79	3	28
Ту-134												
Як-42	Не учитываются, т.к. нагрузка на основную опору воздушного судна не превышает 0,5 нормативной опорной нагрузки для II категории нагрузки											
Як-40												
АН-24												
Итого											8	52

х) Категория нормативной нагрузки.

**Пример 2. Расчет однослойного армобетонного  
покрытия на пескоцементном основании**

**Исходные данные**

**Нагрузка:**

III кнн

$$F_n = 400 \text{ кН}$$

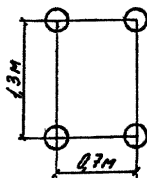
$$P_n = 1 \text{ МПа}$$

**Аэродром класса В**

ДКЗ-IV, 42°С.м.

ГТУ - 2 тип

**Конструкция:**



**Группа участков  
покрытий - А**

$$K_d = 1,2$$

$$\gamma_f = 1,0$$

$$\gamma_c = 0,8$$

$$K = 1,2$$

$$D_z = 2,9 \text{ м}$$

$$K_u = 1,0$$

армобетон	l=0.3m
$B_{нл} = 4,0/50$	
$R_{нл} = 3,43 \text{ МПа}$	
$E_b = 3,24 \cdot 10^4 \text{ МПа}$	
пескоцемент	l_y=0.2m
$R_{нл} = 0,8 \text{ МПа}$	
$E_f = 40 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	
песок	l=0.2m
$K_{zf} = 140 \text{ МН/м}^3$	
грунт - пылеватый суглинок	
$K_{zb} = 50 \text{ МН/м}^3$	

**Расчет**

$F_d = \frac{F_n \cdot K_d \cdot \gamma_f}{n_k} = \frac{400 \cdot 1,2 \cdot 1,0}{4} = 120 \text{ кН}$	П.5.52 СНиП
$R_0 = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot P_n}} = \sqrt{\frac{120 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 10^6}} = 0,196 \text{ м}$	П.5.52 СНиП

$t_2 = 0; \quad d_2 = 0$ $d_2 = \frac{0,5[16D_2 - (t_1 + t_2)]^2}{t_1[16D_2 - 0,5t_1]} = \frac{0,5(1,6 \cdot 2,9 - 0,2)^2}{0,2(1,6 \cdot 2,9 - 0,5 \cdot 0,2)} = 10,86;$ $K_{se} = \frac{K_{se} \cdot d_2 + K_{se} \cdot d_2}{1 + d_2 + d_2} = \frac{140 + 50 \cdot 10,86}{1 + 10,86} = 57,6 \text{ МПа/м}^3$	Приложение 5 СНиП
$B = 0,085 \cdot E_f \cdot l^3 = 0,085 \cdot 3,24 \cdot 10^4 \cdot 0,3^3 = 74,36 \text{ МПа/м}$	П.5.53 СНиП
$B_f = 0,085 \cdot E_f \cdot t_f^3 = 0,085 \cdot 40 \cdot 10^2 \cdot 0,2^3 = 2,72 \text{ МПа/м}$	П.5.53 СНиП
$B + B_f = 74,36 + 2,72 = 77,08 \text{ МПа/м}$	
$l = \sqrt{\frac{B + B_f}{K_{se}}} = \sqrt{\frac{77,08}{57,6}} = 1,08 \text{ м}$	П.5.52 СНиП
$m_{\zeta, \text{max}} = 37,0 \text{ кН/м}$	Приложение 4 Пособия, таблица 8
$m_d = \frac{B}{B + B_f} m_{\zeta, \text{max}} \cdot k \cdot \rho = \frac{74,36}{77,08} \cdot 37,0 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 40,69 \text{ кН/м}$ $\gamma_f = \frac{B}{B_f} = \frac{74,36}{2,72} = 27,34$ $\theta_0 = 0,32$ $\rho = 1 - 0,167 \theta = 1 - 0,167 \cdot 0,32 = 0,95$	Приложе- ние II СНиП
$m_u = \frac{\gamma_f \cdot R_{fct} \cdot l^2 \cdot K_u}{6} = \frac{0,8 \cdot 3,43 \cdot 0,3^2 \cdot 1,0}{6} = 41,14 \text{ кН/м}$	П.5.54 СНиП
$\Delta = \frac{m_u - m_d}{m_d} \cdot 100\% = \frac{41,14 - 40,69}{40,69} \cdot 100\% = 1,1\%$	
Вывод: прочность конструкции обеспечена	



### Пример 3. Расчет двухслойного покрытия

#### Исходные данные

Нагрузка:

$$F_n = 700 \text{ кН}$$

$$P_n = 1 \text{ МПа}$$

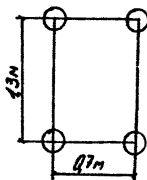
1 кнн

Аэродром класса Б

ДКЗ - III, 52° с.ш.

ГТУ - 2 тип

Конструкция:



Группа участков  
покрытий - А

$$\gamma_f = 1,0$$

$$K_d = 1,2$$

$$\gamma_c = 0,8$$

$$D_z = 3,6 \text{ м}$$

$$K_u = 1,1$$

НВМ совмещены

бетон	$\sigma_{нв}$ 4,0/50 $R_{нв}$ 3,43 МПа $E_f$ 3,24 · 10 <sup>4</sup> МПа	$L_{sup} = 0,3 \text{ м}$
бетон	$\sigma_{нв}$ 3,2/40 $R_{нв}$ 2,75 МПа $E_f$ 2,84 · 10 <sup>4</sup> МПа	$L_{inf} = 0,3 \text{ м}$
щебень	$K_{с1} = 3,0 \cdot 10^2 \text{ МН/м}^3$	$L_f = 0,3 \text{ м}$
песок крупный	$K_{с2} = 1,2 \cdot 10^2 \text{ МН/м}^3$	$L_g = 0,3 \text{ м}$
грунт - супесь	$K_{с3} = 60 \text{ МН/м}^3$	

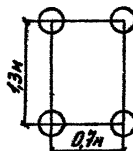
#### Расчет

$F_d = \frac{F_n \cdot K_d \cdot \gamma_f}{n_k} = \frac{700 \cdot 1,2 \cdot 1,0}{4} = 210 \text{ кН}$	П.5.52 СНиП
$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot P_n}} = \sqrt{\frac{210 \cdot 10^3}{\pi \cdot 10^6}} = 0,259 \text{ м}$	П.5.52 СНиП
$\alpha_2 = \frac{t_2 [1,6 D_z - (t_1 + 0,5 t_2)]}{t_1 (1,6 D_z - 0,5 t_1)} =$ $= \frac{0,3 \cdot [1,6 \cdot 3,6 - (0,3 + 0,5 \cdot 0,3)]}{0,3 \cdot (1,6 \cdot 3,6 - 0,5 \cdot 0,3)} = 0,946$	Приложение 5 СНиП
$\alpha_3 = \frac{0,5 [1,6 D_z - (t_1 + t_2)]^2}{t_1 (1,6 D_z - 0,5 t_1)} =$ $= \frac{0,5 \cdot [1,6 \cdot 3,6 - (0,3 + 0,3)]^2}{0,3 \cdot (1,6 \cdot 3,6 - 0,5 \cdot 0,3)} = 7,910$	— " —

$K_{sp} = \frac{K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot d_2 + K_{s3} \cdot d_2}{1 + d_2 + d_3} =$ $= \frac{300 + 120 \cdot 0,946 + 60 \cdot 7,91}{1 + 0,946 + 7,91} = 90,11 \text{ МПа/м}^3$	
$B_{sup} = 0,085 E_{\delta_{sup}} \cdot l_{sup}^3 = 0,085 \cdot 3,24 \cdot 10^4 \cdot 0,3^3 =$ $= 74,36 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	П.5.53 СНиП
$B_{inf} = 0,085 E_{\delta_{inf}} \cdot l_{inf}^3 = 0,085 \cdot 2,84 \cdot 10^4 \cdot 0,3^3 =$ $= 65,18 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	П.5.53 СНиП
$B_{tot} = B_{inf} + B_{sup} = 74,36 + 65,18 = 139,54 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	
$l = \sqrt[3]{\frac{B_{tot}}{K_{sp}}} = \sqrt[3]{\frac{139,54}{90,11}} = 1,12 \text{ м}$	П.5.52 СНиП
$m_{c, \text{max}} = 61,5 \text{ кНм/м}$	Таблица 8 приложе- ния 4 Пособия
$m_{c, \text{sup}} = \frac{K' \cdot m_{c, \text{max}}}{1 + \frac{\delta_{inf}}{B_{sup}}} = \frac{1,2 \cdot 61,5}{1 + \frac{65,18}{74,36}} = 39,26 \text{ кНм/м}$	П.5.58 СНиП
$K' = 1,2$	П.5.58 СНиП
$m_{c, \text{inf}} = K' \cdot m_{c, \text{max}} - m_{c, \text{sup}} = 1,2 \cdot 61,5 - 39,26 =$ $= 34,54 \text{ кНм/м}$	П.5.58 СНиП
$m_{c, \text{sup}} = \frac{k_c \cdot R_{el, \text{sup}} \cdot l_{sup}^2 \cdot K_u}{\delta} = \frac{0,8 \cdot 3,43 \cdot 0,3^2 \cdot 1,1}{6} =$ $= 40,74 \text{ кНм/м}$	П.5.54 СНиП
$m_{c, \text{inf}} = \frac{k_c \cdot R_{el, \text{inf}} \cdot l_{inf}^2 \cdot K_u \cdot K_m}{\delta} = \frac{0,8 \cdot 2,75 \cdot 0,3^2 \cdot 1,1 \cdot 1,28}{6} =$ $= 46,46 \text{ кНм/м}$	П.5.58 СНиП
$m_{c, \text{sup}} > m_{c, \text{calc}} ; 40,74 > 39,26$	
$m_{c, \text{inf}} > m_{c, \text{calc}} ; 46,46 > 34,54$	
Вывод: прочность конструкции обеспечена	

**Пример 4. Расчет двухслойного покрытия  
с выбором оптимального варианта**

**Исходные данные**

<b>Нагрузка:</b>	<b>Группа участков</b>	<b>Конструкция:</b>
I кнн	покрытий - А	армобетон
$F_n = 700 \text{ кН}$	$K_d = 1,2$	$B_{пл} = 4,0/50$
$P_a = 1 \text{ МПа}$	$\gamma_f = 1,0$	$R_{пл} = 3,43 \text{ МПа}$
	$\gamma_c = 0,8$ - для це-	$E_{ар} = 3,24 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
	ментабетона	цементобетон
	$\gamma_c = 0,9$ - для ар-	$B_{пл} = 2,8/35$
	мобетона	$R_{пл} = 2,26 \text{ МПа}$
	$K_{нн} = 1,0$	$E_{лн} = 2,6 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
	Швы не совмещены	пескоцемент
		$E_c = 4 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
		Эквивалентный коэф- фициент постели ос- нования $K_{ос} = 60 \text{ МН/м}^3$

Стоимость  $\text{м}^3$  бетона  $B_{пл} 4,0/50$

$\zeta_1 = 24,2 \text{ руб}$

Стоимость  $\text{м}^3$  бетона  $B_{пл} 2,8/35$

$\zeta_2 = 18,4 \text{ руб}$

**Расчет**

Принимаем толщину верхнего слоя $t_{суп}$	вариант 1	вариант 2	вариант 3	Ссылки на источники информации
	0,30 м	0,29 м	0,28 м	
Принимаем толщину нижнего слоя $t_{инф}$	0,22 м	0,23 м	0,25 м	
$B_{суп} = 0,085 E_{суп} t_{суп}^3$	74,36 МПа $^4$ /м	67,17 МПа $^4$ /м	60,45 МПа $^4$ /м	П. 5.53 СНиП
$B_{инф} = 0,085 E_{инф} t_{инф}^3$	23,53 МПа $^4$ /м	26,89 МПа $^4$ /м	34,53 МПа $^4$ /м	- " -
$B_j = 0,085 E_c t_j^3$	$= 0,085 \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 0,2^3 = 2,72 \text{ МПа}^4/\text{м}$			- " -
$B_{tot} = B_{суп} + B_{инф} + B_j$	100,61 МПа $^4$ /м	96,78 МПа $^4$ /м	97,7 МПа $^4$ /м	Приложение II СНиП

$l = \frac{B_{inf}}{K_{sp}}$	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
$B_{inf}/B_{sup}$ $K_f$	0,3I6 I,08I	0,40 I,IO2	0,57I I, I44	II.5.58 СНиП
$\gamma_s = B_{inf}/B_s$	8,65	9,9	I2,7	Приложение II СНиП
$\theta$	0,5I	0,5	0,45	Черт. I Приложения II СНиП
$\rho = 1 - 0,167\theta$	0,9I5	0,9I6	0,925	Приложение II СНиП
$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,max} K_f \rho$	45,37 кНм/м	42,65 кНм/м	39,93 кНм/м	Приложение II СНиП
$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,max}$	I4,36 кНм/м	I6,92 кНм/м	2I,56 кНм/м	- " -
$m_{d, sup} = \gamma_s R_{ct, sup} \frac{l_{sup}^2}{6} K_u$	46,3I кНм/м	43,27 кНм/м	40,34 кНм/м	II.п.5.54, 5.58 СНиП
$m_{d, inf} = \gamma_s R_{ct, inf} \frac{l_{inf}^2}{6} K_u$	I8,66 кНм/м	20,40 кНм/м	23,92 кНм/м	II.п.5.54, 5.58 СНиП
$K_m$	I,28	I,28	I,28	Черт. 6 Приложения IO СНиП
$m_{d, sup} > m_{d, sup}$	46,3I > 45,37	43,27 > 42,65	40,34 > 39,93	Прочность верхнего слоя обеспечена
$m_{d, inf} > m_{d, inf}$	I8,66 > I4,36	20,4 > I6,92	23,92 > 2I,56	Прочность нижнего слоя обеспечена
Стоимость I м <sup>2</sup> покрытия $C = C_1 l_{sup} + C_2 l_{inf}$	II,3I руб	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:

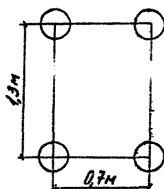
$$F_n = 700 \text{ кН}$$

$$P_d = 1 \text{ МПа}$$

ДКЗ - П

ГТУ - 2 тип

Конструкция:



Группа  
участков  
покрытий-Б

$$K_y = 1,1$$

$$\delta_y = 1,0$$

$$\delta_x = 1,1$$

$$K = 1,15$$

$$K_n = 1,0$$

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

железобетон	t=0,28m
$\mu_a = 0,3\%$	
$R_{пр} = 4,0/50$ $R_{пр} = 3,43 \text{ МПа}$ $E_s = 3,24 \cdot 10^4 \text{ МПа}$	
грунтоцемент	L_f
$R_{пр} = 0,8 \text{ МПа}$ $E_s = 28,6 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	
эквивалентный коэффициент по- толи основания	
$K_{se} = 40 \text{ МН/м}^3$	

Арматура - А-П

$$E_s = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

$$R_s = 2,8 \cdot 10^2 \text{ МПа}$$

$$d_{арм} = 12 \text{ мм}; \quad l_s = 0,28 \text{ м}$$

**Расчет**

$F_d = \frac{F_n \cdot K_d \cdot \delta_f}{n_k} = \frac{700 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{4} = 192,5 \text{ кН}$	П.5.52 СНиП
$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot P_d}} = \sqrt{\frac{192500}{3,14 \cdot 10^6}} = 0,25 \text{ м}$	П.5.52 СНиП
$h_0 = t - l_{пр} - d = 0,28 - 0,03 - 0,012 = 0,24 \text{ м}$	П.5.53 СНиП
$A_s = \mu_a \cdot h_0 = 0,003 \cdot 0,24 = 0,00072 \text{ м}^2$	П.5.53 СНиП
$\frac{l_s}{t} = \frac{0,28}{0,28} = 1,0; \quad \psi_c = 0,59; \quad \psi_f = 0,2$	П.5.53 СНиП

$\theta = \frac{E_s \Psi_c}{E_g \Psi_g} \cdot M_0 =$ $= \frac{2,06 \cdot 10^5}{3,24 \cdot 10^4} \cdot \frac{0,59}{0,2} \cdot 0,003 = 0,056$	П.5.53 СНиП
$x = (-\theta_0 + \sqrt{\theta_0^2 + 2\theta}) h_0 =$ $= (-0,056 + \sqrt{0,056^2 + 2 \cdot 0,056}) 0,24 =$ $= 0,067 \text{ м}$	П.5.53 СНиП
$B = \frac{E_s h_0}{\Psi_g} \left( h_0 - \frac{x}{3} \right) (h_0 - x) =$ $= \frac{2,06 \cdot 10^5 \cdot 0,00072}{0,2} \left( 0,24 - \frac{0,067}{3} \right) (0,24 - 0,067) =$ $= 27,7 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	П.5.53 СНиП
$l = \sqrt[4]{\frac{B}{K_{se}}} = \sqrt[4]{\frac{27,7}{40}} = 0,91 \text{ м}$	П.5.52 СНиП
$m_{c,max} = 47,5 \text{ кН/м}$	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_d = m_{c,max} \cdot K \cdot K_H \cdot K_{x(y)} =$ $= 47,5 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 54,6 \text{ кН/м}$	П.5.52 СНиП
$m_u = \gamma_c \cdot \lambda_s \cdot R_s \left( h_0 - \frac{x}{3} \right) =$ $= 1,1 \cdot 0,00072 \cdot 2,8 \cdot 10^2 \left( 0,24 - \frac{0,067}{3} \right) =$ $= 48,2 \text{ кН/м}$	П.5.54 СНиП
$m_d = 54,6 > m_u = 48,2$ <p>Вывод: прочность не обеспечена, требуется устройство искусственного основания</p>	
$m_{c,max} = \frac{m_d}{K \cdot K_{x(y)} \cdot K_H} = 41,9 \text{ кН/м}$	
<p>при <math>m_{c,max} = 41,9 \text{ кН/м}</math> <math>l_d = 0,76 \text{ м}</math></p>	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_d = m_u$	
$K_{sd} = \frac{B}{l_d^4} = \frac{27,7}{0,76^4} = 83,0 \text{ МН/м}^3$	Формула (26) Пособия

$\frac{E_c}{1,8 \cdot l_d \cdot K_{sd}} = \frac{28,6 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,76 \cdot 83} = 25,2$	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 $\frac{R_c}{l_d} = \frac{0,25}{0,76} = 0,329 \quad K_{\alpha} = 1,154$	— " —
$D_s = \frac{2,5 \cdot l_d \cdot K_{\alpha}}{\sqrt{K_w}} = \frac{2,5 \cdot 0,76 \cdot 1,154}{1} = 2,19 \text{ м}$	— " —
$t_f = \frac{D_s}{\left(\frac{D_s}{t_f}\right)} = \frac{2,19}{11,8} = 0,19 \text{ м}$	— " —
Вывод. Грунтоцемент устраивается толщиной $t_f = 19 \text{ см}$	
Расчет по раскрытию трещин $\psi_s = 1,0$	П.5.53 СНиП
$\theta = \frac{E_s}{E_c} \frac{\psi_s}{\psi_f} \mu_a = \frac{2,06 \cdot 10^5}{3,24 \cdot 10^4} \cdot \frac{0,59}{1} \cdot 0,003 = 0,0113$	П.5.53 СНиП
$x = (-\theta_0 + \sqrt{\theta^2 + 2\theta}) / h_0 = (-0,0113 + \sqrt{0,0113^2 + 2 \cdot 0,0113}) \cdot 0,24 = 0,0335$	П.5.53 СНиП
$\sigma = \frac{E_s \cdot A_s}{\psi_f} (h_0 - \frac{x}{3}) (h_0 - x) =$ $= \frac{2,06 \cdot 10^5 \cdot 0,00072}{1} \cdot (0,24 - \frac{0,0335}{3}) \cdot (0,24 - 0,0335) =$ $= 7,01 \text{ МПа} \cdot \text{м}^3/\text{м}$	П.5.53 СНиП
$l = \sqrt{\frac{B}{K_{sd}}} = \sqrt{\frac{7,01}{83}} = 0,539 \text{ м}$	П.5.52 СНиП

$m_{c, \text{норм}} = 31,5 \text{ кН/м}$	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_d = m_{c, \text{норм}} \cdot K_n \cdot K = 31,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 = 36,22 \text{ кН/м}$	П.5.52 СНиП
$K_s = \frac{E_s \cdot E_c}{35 A_s (h_0 - \frac{x}{3}) E_s} - 2 =$ $= \frac{0,2843 \cdot 24 \cdot 10^4}{0,00072(0,24 - \frac{0,0335}{3}) 2,06 \cdot 10^5} - 2 = 19,4$	П.5.57 СНиП
$\sigma_s = \frac{m_d}{A_s (h_0 - \frac{x}{3})} =$ $= \frac{36,22}{0,00072(0,24 - \frac{0,0335}{3})} = 220 \text{ МПа}$	- " -
$a_c = K_c \frac{A_s \cdot E_s}{U_s \cdot E_c} \cdot l =$ $= \frac{19,4 \cdot 0,000113 \cdot 2,06 \cdot 10^5}{0,0377 \cdot 5,24 \cdot 10^4} \cdot 0,7 = 0,26 \text{ м}$	- " -
$a_{cic} = 1000 \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot a_c = 1000 \frac{220}{2,06 \cdot 10^5} \cdot 0,26 =$ $= 0,277 \text{ мм} < 0,3 \text{ мм}$	- " -
Вывод: ширина раскрытия трещин не превышает предельно допустимой величины	
<u>Окончательно принимаем:</u> 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	$\mu, \%$	Шаг армирования арматуры диаметром 12 мм, см
<u>Нижняя зона плиты</u>			
1	продольное	0,30	16,5
	поперечное	0,30	16,5
2	продольное	0,46	11,0
	поперечное	0,30	16,5
3	продольное	0,46	11,0
	поперечное	0,46	11,0
4	продольное	0,30	16,5
	поперечное	0,46	11,0
<u>Верхняя зона плиты</u>			
5	продольное	0,12	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	14
	поперечное	0,35	14
9	продольное	0,23	22
	поперечное	0,35	14
10	продольное	0,23	22
	поперечное	0,23	22

Размеры зоны

$S = 100$  см

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

**Исходные данные**

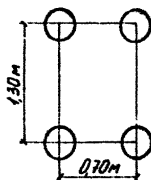
**Нагрузка:**

III кнн

$$F_n = 400 \text{ кН}$$

$$\eta_k = 4$$

$$P_d = 1 \text{ МПа}$$



**Аэродром  
класса В**

ДКЗ - IV

Группа  
участков А

$$K_d = 1,2$$

$$\gamma_j = 1,0$$

$$\gamma_c = 1,2$$

$$K_v = 1,0$$

$$K_w = 1,0$$

$$K_x = 1,38$$

$$K_w = 1,42$$

$$K = 1,0$$

**Конструкция:**

ПАГ - I4 $m_d = 20,8 \text{ кН/м}$	$L = 0,4 \text{ м}$
грунтоцемент $E_c = 22 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	$L_c$
эквивалентный коэф- фициент постели основания $K_{sp} = 60 \text{ МН/м}^3$	

**Характеристики  
ПАГ-I4 (табл. 7  
приложения 8 и  
табл. 12 приложения 4  
Пособия)**

$$B_d = 7090 \text{ кПа} \cdot \text{м}^4 / \text{м}$$

**Расчет**

$F_d = \frac{F_n}{\eta_k} \cdot \gamma_j \cdot K_d = \frac{400}{4} \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 120 \text{ кН}$	П.5.52 СНиП
$R_c = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot P_d}} = \sqrt{\frac{120 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 10^6}} = 0,196 \text{ м}$	- " -
$L = \sqrt[4]{\frac{B_d}{K_{sp}}} = \sqrt[4]{\frac{7090 \cdot 10^3}{60 \cdot 10^6}} = 0,59 \text{ м}$	- " -
$m_{c,max} = 23,74 \text{ кН/м}$	Таблица 8 приложения 4 Пособия
$m_d = m_{c,max} \cdot K_x \cdot K_w \cdot K = 32,76 \text{ кН/м}$	П.5.52 СНиП

$m_7 = 17,2 \text{ кНм/м}$	Таблица 7 приложения 3 Пособия
$m_8 = 20,80 \text{ кНм/м}$	Таблица 12 приложения 4 Пособия
$m_d > m_8$ , следовательно, требуется искусственное основание	
Находят $l_d$ , при котором выполняется условие $m_8/m_d = 20,8 \text{ кНм/м}; \quad l_d = 0,35 \text{ м}$	
$K_{sd} = \frac{B}{l_d^3} = \frac{7090 \cdot 10^3}{0,35^3} = 472 \text{ МН/м}^3$	
$\frac{E_c}{1,8 \cdot l_d \cdot K_{sd}} = \frac{22 \cdot 10^2 \cdot 10^6}{1,8 \cdot 0,35 \cdot 472 \cdot 10^6} = 7,40$	П.2 приложения II СНиП
$\frac{E_c}{1,8 \cdot l \cdot K_{se}} = \frac{22 \cdot 10^2 \cdot 10^6}{1,8 \cdot 0,59 \cdot 60 \cdot 10^6} = 34,53$	- " -
$\frac{D_z}{l_z} = 3,7$	Черт.2 прило- жения II СНиП
$D_z \cdot \frac{2,5 \cdot l_d \cdot K_d}{\sqrt{K_w}} = \frac{2,5 \cdot 0,35 \cdot 1,276}{\sqrt{1,42}} = 0,94 \text{ м}$	П.2 приложения II СНиП
$\frac{R_d}{l_d} = \frac{0,196}{0,35} = 0,56$	- " -
$K_d = 1,276$	- " -
$l_z = \frac{0,94}{3,7} = 0,254 \text{ м} = 25,4 \text{ см}$	
Вывод: прочность обеспечивается при толщине грунтоцемен- тного основания $l_z = 25 \text{ см}$	

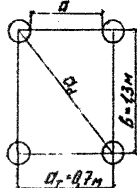
# Пример 7. Расчет нежесткого покрытия

## Исходные данные

Нагрузка:

$$F_n = 550 \text{ кН}$$

$$p_a = 1 \text{ МПа}$$



$N_2 = 70$  - для  
грунта;

$N_2 = 80$  - для ас-  
фальтобетона

ДКЗ - П, 58° с.ш.

ГТУ - 2 тип

Группа участков  
покрытий - А

$$K_d = 1,1$$

$$\delta_f = 1,0$$

$\gamma_c = 1,0$  - для рас-  
чета по прогибу

$\gamma_p = 1,0$  - для рас-  
чета прочности  
асфальтобетона

Конструкция:

мелкозернистый асфальтобетон $E_1 = 15 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	0,09 м $t_1$
крупнозернистый асфальтобетон $E_2 = 9 \cdot 10^2 \text{ МПа};$ $K_d = 1,4 \text{ МПа}$	0,15 м $t_2$
цемент, обра- ботанный битумом $E_3 = 6 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	0,15 м $t_3$
цемент с пре- делом проч- ности на сжа- тие 80 МПа $E_4 = 3,5 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	0,4 м $t_4$
ПГС $E_5 = 2,5 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	0,5 м $t_5$
грунт $E = 21 \cdot 10^6 \text{ Па}$	

## Расчет

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

$t_{\text{лет}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 1,29 \text{ м}$ $2 \sigma_d > t_{\text{лет}} = 1,29 \text{ м} > \frac{a}{2}$ $F_e = \text{antilg} \left( \frac{\lg n_k}{\lg \frac{4 \sigma_d}{a}} \lg \frac{2 t_{\text{лет}}}{a} + \lg F_d \right) =$ $= \text{antilg} \left( \frac{\lg 4}{\lg \frac{4 \cdot 1,48}{0,33}} \lg \frac{2 \cdot 1,29}{0,33} + \lg 151,25 \cdot 10^3 \right) =$ $= 406 \cdot 10^3 \text{ Н}$	П. 5.64 СНП
$D_e = 2 \sqrt{\frac{F_e}{\pi \cdot P_d}} = 2 \sqrt{\frac{406 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 10^6}} = 0,72 \text{ м}$	П. 5.64 СНП
$E = 21 \cdot 10^6 \cdot 1,2 = 25,2 \cdot 10^6 \text{ Па}$	П. 5.60 СНП
$\frac{E}{E_{mt}} = \frac{25,2 \cdot 10^6}{484,5 \cdot 10^6} = 0,052; \quad \frac{t_{\text{лет}}}{D_e} = \frac{1,29}{0,72} = 1,79$	П. 5.63 СНП
$E_{ed} = \psi_k E_{mt} = 0,38 \cdot 4,845 \cdot 10^8 = 1,841 \cdot 10^8 \text{ Па}$ $\psi_k = 0,38$	П. 5.63 черт. 7 приложе- ния 10 СНП
$\lambda_d = 0,9 \frac{P_d}{E_{ed}} = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot 0,9}{184,1 \cdot 10^6} = 0,0049$	П. 5.61 СНП
$\lambda_u \cdot \lambda_c = 0,005 \cdot 1,0 = 0,005$ $\lambda_u = 0,005$	П. 5.60 черт. 8а приложе- ния 10 СНП
$\lambda_u \cdot \lambda_c > \lambda_d \quad ; \quad 0,005 > 0,0049$	
Вывод: прочность по прогибу обеспечена	
$E_{об} = \frac{E_1 t_1 + E_2 t_2}{t_1 + t_2} = \frac{15 \cdot 10^8 \cdot 0,09 + 9 \cdot 10^8 \cdot 0,15}{0,09 + 0,15} =$ $= 11,25 \cdot 10^8 \text{ Па}$	П. 5.63 СНП
$t_{об} = t_1 + t_2 = 0,09 + 0,15 = 0,24 \text{ м};$ $2 \sigma_d > t_{об} = 0,24 > \frac{a}{2}$	П. 5.64 СНП

$F_{e1} = \text{antilg} \left( \frac{\lg n_k}{\lg \frac{4a_d}{a}} \lg \frac{2 t_{ab}}{a} + \lg F_d \right) =$ $= \text{antilg} \left( \frac{\lg 4}{\lg \frac{4 \cdot 1,48}{0,33}} \lg \frac{2 \cdot 0,24}{0,33} + \lg 151,25 \cdot 10^3 \right) =$ $= 181,28 \cdot 10^3 \text{ Н}$	П.5.64 СНиП
$D_{e1} = 2 \sqrt{\frac{F_{e1}}{\pi \cdot P_0}} = 2 \sqrt{\frac{181,28 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 10^6}} = 0,48 \text{ м}$	П.5.64 СНиП
$E_m = \frac{E_3 t_3 + E_4 t_4 + E_5 t_5}{t_3 + t_4 + t_5} =$ $\frac{(600 \cdot 0,15 + 350 \cdot 0,4 + 250 \cdot 0,5) \cdot 10^6}{0,15 + 0,4 + 0,5} = 338 \cdot 10^6 \text{ Па;}$	П.5.63 СНиП
$\frac{F}{E_m} = \frac{25,2 \cdot 10^6}{338 \cdot 10^6} = 0,0745; \quad \frac{t_{ab}}{D_e} = 1,79;$	П.5.63 СНиП
$F_{ed1} = \psi_k \cdot E_m = 0,44 \cdot 3,38 \cdot 10^8 = 1,488 \cdot 10^8 \text{ Па}$ $\psi_k = 0,44$	П.5.63 СНиП, черт.7 прило- жения10
$\frac{F_{ab}}{F_{ed1}} = \frac{11,25 \cdot 10^8}{1,488 \cdot 10^8} = 7,56;$ $\frac{t_{ab}}{D_{e1}} = \frac{0,24}{0,48} = 0,5;$	П.5.63 СНиП
$\bar{\sigma}_z = 1,25$	Черт.9 прило- жения10 СНиП
$\sigma_z = \bar{\sigma}_z \cdot P_0 = 1,25 \cdot 10^6 \text{ Па}$	П.5.63 СНиП
$R_d \cdot \gamma_c = 1,4 \cdot 10^6 \cdot 1 = 1,4 \cdot 10^6 \text{ Па};$	П.5.63 СНиП, табл.2 прило- жения9
$\sigma_z < R_d \gamma_c; \quad 1,25 \cdot 10^6 < 1,4 \cdot 10^6$ <p>Вывод: прочность асфальтобетонных слоев обеспечена</p>	

**Пример 8. Расчет нежесткого покрытия на скальном основании**

**Исходные данные:**

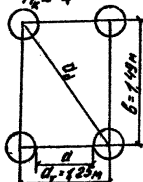
**Нагрузка:**

$$F_n = 1877 \text{ кН}$$

$$p_n = 0,83 \text{ МПа}$$

$$n_m = 3$$

$$n_k = 4$$



**ДКЗ - IУ;**

**ГТУ - I тип;**

**Группа участ-  
ков покрытий-Б;**

$$K_d = 1,1$$

$$K_f = 1,0$$

$K_c = 1,1$  - для  
асфальтобетона;

Комплексный ко-  
эффициент  $K_c =$   
 $= 0,65$  - для грун-  
та (табл.16 По-  
добия)

**Конструкция:**

Мелкозернистый ас- фальтобетон (много- щебенистый) $E_1 = 7,0 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	$0,07 \text{ м}$ $L_1$
Мелкозернистый ас- фальтобетон (много- щебенистый) $E_2 = 7,0 \cdot 10^2 \text{ МПа}$ $R_d = 2,1 \text{ МПа}$	$0,08 \text{ м}$ $L_2$
Щебень, обработан- ный битумом в уста- новке $E_3 = 6,0 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	$0,09 \text{ м}$ $L_3$
Щебень марки 800 $E_4 = 3,5 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	$0,05 \text{ м}$ $L_4$
Выравнивающий слой из ПГС по ГОСТ 25607-83 $E_5 = 1,8 \cdot 10^2 \text{ МПа}$ $\varphi = 45^\circ$ $c = 0,04 \text{ МПа}$	$0,10 \text{ м}$ $L_5$
Скала	

$N_2 = 32$  операции/сутки - для  
грунта

$N_3 = 23$  операции/сутки - для  
асфальтобетона

**Расчет**

$F = \frac{F_n \cdot K_d \cdot K_f}{n_m \cdot n_k} = \frac{1877 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{3 \cdot 4} =$ $= 172 \cdot 10^3 \text{ Н}$	П. 5.52 СНП
$L_{\Sigma} = \sum L_i = 0,07 + 0,08 + 0,10 + 0,15 = 0,40 \text{ м}$	
$E_{ms} = \frac{E_1 L_1 + E_2 L_2 + E_3 L_3 + E_4 L_4}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} =$ $= \frac{[700 \cdot (0,07 + 0,08) + 600 \cdot 0,1 + 350 \cdot 0,15] \cdot 10^6}{0,07 + 0,08 + 0,10 + 0,15} =$ $= 543,75 \cdot 10^6 \text{ Па}$	П. 5.61 СНП
$\alpha_d = \sqrt{\alpha_r^2 + \beta^2} = \sqrt{1,25^2 + 1,49^2} = 1,94 \text{ м}$ $\alpha = \alpha_r - 2 \sqrt{\frac{F_d}{1,4 \pi p_n}} = 1,25 - 2 \sqrt{\frac{172 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 3,14 \cdot 0,83 \cdot 10^6}} =$ $= 0,816 \text{ м}$	П. 5.64 СНП

$\frac{a}{2} = \frac{0,816}{2} = 0,408 \text{ м};$	П.5.64 СНиП
$t_{\text{tot}} = 0,4 \text{ м} < \frac{a}{2} = 0,408 \text{ м}$	
$F_e = F_d = 172 \cdot 10^3 \text{ Н}$	
$d_e = 2 \sqrt{\frac{F_e}{\pi p_d}} = 2 \sqrt{\frac{172 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,83 \cdot 10^6}} = 0,51 \text{ м}$	П.5.64 СНиП
$\frac{F_e}{F_{mt}} = \frac{180 \cdot 10^6}{543,75 \cdot 10^6} = 0,33; \quad \frac{t_o}{t_{\text{tot}}} = \frac{1,00}{0,40} = 2,5;$	П.11.6 Пособия
$\frac{R_e}{t_{\text{tot}}} = \frac{d_e}{2 t_{\text{tot}}} = \frac{0,51}{2 \cdot 0,40} = 0,638$	
$\psi_{ke} = \frac{F_e}{F_{mt}} = 0,71$	Табл.15 Пособия
$F'_e = \psi_{ke} \cdot F_{mt} = 0,71 \cdot 543,75 \cdot 10^6 = 386,06 \cdot 10^6$	П.11.6 Пособия
$\frac{F_{mt}}{F_e} = \frac{543,75 \cdot 10^6}{386,06 \cdot 10^6} = 1,41;$	П.11.6 Пособия
$\frac{t_{\text{tot}}}{d_e} = \frac{0,40}{0,51} = 0,784;$	
$\bar{p}_\kappa = 0,37$	Табл.14 Пособия
$d_o = \frac{d_e}{\sqrt{\bar{p}_\kappa}} = \frac{0,51}{\sqrt{0,37}} = 0,838 \text{ м};$	Форму- ла (5) Пособия
$\frac{t_o}{\frac{d_o}{2}} = \frac{2 \cdot 1,00}{0,838} = 2,39$	
$K'_p = 1,575$	П.8.4 Пособия
$p_\kappa = K'_p \cdot \bar{p}_\kappa \cdot p_d = 1,575 \cdot 0,37 \cdot 0,83 \cdot 10^6 = 0,484 \cdot 10^6 \text{ Па}$	Форму- ла (3) Пособия
$p_d = g M_c \sum \beta_i t_i + K_o C_o M_c =$ $= 9,8 \cdot 15,6 \cdot (2200 \cdot 0,15 + 2100 \cdot 0,10 + 1800 \cdot 0,15) +$ $+ 0,65 \cdot 0,04 \cdot 14,6 \cdot 10^6 = 0,488 \cdot 10^6 \text{ Па}$	Форму- ла (6) Пособия



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

**Пример 9. Расчет усиления армобетонного  
покрытия на пескоцементном  
основании асфальтобетоном**

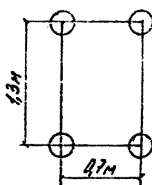
**Исходные данные**

**Нагрузка:**

П кнн

$$F_n = 550 \text{ кН}$$

$$\rho_g = 1 \text{ МПа}$$



ДКЗ - П; 54°С.ш.;  
ГТУ - 2 тип;

среднемесячная  
температура на-  
иболее холодного  
месяца - -8°С

Группа участков  
покрытий - А;

$$\delta_s = 1,0;$$

$$k_n = 1,2;$$

$\delta_c = 0,8$  (для кон-  
струкции, приведен-  
ной к бетону)

$$= 1,2;$$

II категория разрушения;

$$= 3,20 \text{ м}$$

**Конструкция:**

асфальтобетон	$E_{af} = 15 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	$t_{af}$
армобетон	$B_{бет} = 4,0/50$	$t_{ар}$
П к.р.з.	$R_{бет} = 3,43 \text{ МПа}$	
	$E_b = 3,24 \cdot 10^4 \text{ МПа}$	
пескоцемент	$E_c = 4 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	$t_{пс}$
песок крупный	$K_s = 120 \text{ Мн/м}^3$	
грунт-суглинок	$K_z = 40 \text{ Мн/м}^3$	

**Расчет**

$F_d = \frac{F_n \cdot k_n \cdot \delta_s}{n_n} = \frac{550 \cdot 1,2 \cdot 1,0}{4} = 140,25 \text{ кН}$	П. 5, 52 СНиП
$R_c = \sqrt{\frac{F_d}{A \cdot \rho_g}} = \sqrt{\frac{140,25 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 10^6}} = 0,21 \text{ МПа}$	П. 5, 52 СНиП
$K_{зс} = 49,7 \text{ Мн/м}^3$	Табл. 3 приложе- ния 2 Пособия
$t_{pd} = 0,9 t_{ex} = 0,9 \cdot 0,22 = 0,20 \text{ м}$	П. 5, 68 СНиП
$t_{ed} = 1,1 t_{pd} = 1,1 \cdot 0,2 = 0,22 \text{ м}$	П. 5, 69 СНиП

Задаемся толщи- ной слоя усиления	0,12 м	0,16 м	
$t_{\text{ан}} = t_{\text{ед}} + \sqrt{\frac{t_{\text{ос}}^3}{E_f}}$	$0,22 + \sqrt{\frac{0,12^3}{3,24 \cdot 10^4}} = 0,26 \text{ м}$	$0,22 + \sqrt{\frac{0,16^3}{3,24 \cdot 10^4}} = 0,28 \text{ м}$	П.11.13 Посо- бия
$B = 0,085 t_{\text{ан}}^3 E_f$	$0,085 \cdot 0,26^3 \cdot 3,24 \cdot 10^4 = 48,4 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	$0,085 \cdot 0,28^3 \cdot 3,24 \cdot 10^4 = 60,46 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	П.5.53 СНиП
$B_f = 0,085 t_f^3 E_f$	$0,085 \cdot 0,20^3 \cdot 40 \cdot 10^2 = 2,72 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	2,72 МПа м <sup>4</sup> /м	П.5.53 СНиП
$l = \sqrt[4]{\frac{B \cdot B_f}{K_{\text{ср}}}}$	$\sqrt[4]{\frac{48,4 + 2,72}{49,7}} = 1,01 \text{ м}$	$\sqrt[4]{\frac{60,46 + 2,72}{49,7}} = 1,06 \text{ м}$	П.1 прило- жения II СНиП
$\alpha = \frac{R_c}{f(\alpha)}$	$\frac{0,211}{1,01} = 0,209$ 0,203	$\frac{0,211}{1,06} = 0,199$ 0,208	П.5.52 табл. I прило- жения IO СНиП
$\xi = \frac{x}{l}$	$\frac{0,7}{1,01} = 0,693$	$\frac{0,7}{1,06} = 0,66$	П.5.52 СНиП
$\eta = \frac{y}{l}$	$\frac{1,3}{1,01} = 1,287$	$\frac{1,3}{1,06} = 1,23$	
$\Sigma \bar{m}_i$	0,084	0,09	Рис. 4 прило- жения 4 Посо- бия
$m_{\text{смор}} = F_o[f(l) + \Sigma \bar{m}_i]$	$140,25 \cdot (0,203 + 0,084) = 40,25 \text{ кНм}$	$140,25 \cdot (0,208 + 0,09) = 41,79 \text{ кНм}$	П.5.52 СНиП
$\gamma_f = \frac{B}{B_f}$	$\frac{48,4}{2,72} = 17,79$	$\frac{60,46}{2,72} = 22,34$	Прило- жение II СНиП
$\theta$	0,38	0,36	Черт. I приложе- ния II СНиП

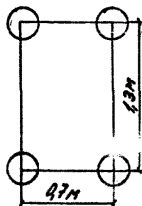
$\rho = 1-0,167\theta$	$1-0,167 \cdot 0,38 = 0,937$	$1-0,167 \cdot 0,36 = 0,940$	Приложение II СНиП
$m_d = \frac{B}{B \cdot B_y} m_{t,max} \cdot K \cdot \rho$	$\frac{48,4}{48,4+2,72} \cdot 40,25 \cdot 1,2 \cdot 0,937 = 42,85 \text{ кНм}$	$\frac{60,46}{60,46+2,72} \cdot 41,79 \cdot 1,2 \cdot 0,94 = 45,33 \text{ кНм}$	Приложение II СНиП, формула (1)
$m_u = K_m \cdot K_u \cdot \gamma_c \cdot \frac{\ell_{eq}^2}{b} R_{stc}$	$1,17 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot \frac{0,26^2}{6} \cdot 3,43 = 38,0 \text{ кНм}$	$1,22 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot \frac{0,28^2}{6} \cdot 3,43 = 45,93 \text{ кНм}$	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:**

1 кн  
 $F_n = 700 \text{ кН}$ ;  
 $P_g = 1 \text{ МПа}$



ДКЗ - И ; 45<sup>0</sup> с.м.  
 Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца - -9<sup>0</sup>С  
 Группа участков покрытий - Б  
 $K_d = 1,0$  (П.5.70 СНиП);  
 $\gamma_s = 1,0$   
 $\gamma_p = 0,85$   
 $K = 1,2$   
 $K_w = 1,0$   
 $K_u = 1,03$

**Конструкция:**

асфальтобетон $E_{af} = 10^3 \text{ МПа}$	$t_{af}$
железобетон (П к.р.) $B_{н.с.} = 3,6/45$ $E = 3,04 \cdot 10^4 \text{ МПа}$	$t = 0,24 \text{ м}$
пескоцемент $E_c = 4 \cdot 10^3 \text{ МПа}$	$t_{с.п.}$
Эквивалентный коэффициент постели основания $K_{se} = 50 \text{ МН/м}^3$	

**Расчет**

$F_d = \frac{F_n}{n_n} \cdot \gamma_s \cdot K_d = \frac{700}{4} \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 175 \text{ кН}$	П.5.52 СНиП		
$R_c = \sqrt{\frac{F_d}{\pi P_g}} = \sqrt{\frac{175 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 10^6}} = 0,236 \text{ м}$	П.5.52 СНиП		
$t_{cd} = 1,21 \cdot 0,9 \cdot t_{ex} = 1,21 \cdot 0,9 \cdot 0,24 = 0,26 \text{ м}$	П.п. 5.68, 5.69 СНиП		
принимая толщину слоя усиления	$t_{af} = t_{af, min} = 0,12 \text{ м}$	$t_{af} = 0,22 \text{ м}$	
$t_{en} = t_{cd} + \sqrt{\frac{t_{af}}{\frac{E_c}{E_{af}}}}$	$0,26 + \sqrt{\frac{0,12}{\frac{3,04 \cdot 10^4}{10^3}}} = 0,298 \text{ м} = 0,30 \text{ м}$	$0,26 + \sqrt{\frac{0,22}{\frac{3,04 \cdot 10^4}{10^3}}} = 0,33 \text{ м}$	П. 5.69 СНиП, ф. 1а (34) Посо- бия
$B = 0,085 \cdot E \cdot t_{en}^3$	$0,085 \cdot 3,04 \cdot 10^4 \cdot 0,3^3 = 69,77 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	$0,085 \cdot 3,04 \cdot 10^4 \cdot 0,33^3 = 92,86 \text{ МПа м}^4/\text{м}$	П.5.53 СНиП

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

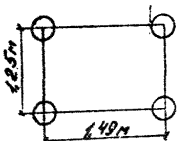
$m \cdot K_m \cdot K_d \cdot \gamma_c \cdot \frac{t_{ep}^2}{6} \cdot R_{ctt}$	$1,17 \cdot 1,03 \cdot 0,85 \cdot \frac{0,30^2}{6} \cdot 3,04 = 46,71 \text{ кН/м}$	$1,255 \cdot 1,03 \cdot 0,85 \cdot \frac{0,33^2}{6} \cdot 3,04 = 60,6 \text{ кН/м}$	п.п. 5,54, 5,58 СНиП Черт. 6 приложения 10 СНиП
$K_m$	1,17	1,255	
$\frac{m_d - m_s}{m_s} \cdot 100\%$	$\frac{56,54 - 46,71}{46,71} \cdot 100\% = 21\%$ перенапряже- ние	$\frac{61,67 - 60,6}{60,6} \cdot 100\% = 1,76\% < 5\%$	
Вывод:	Делаем пере- расчет	Прочность кон- струкции обес- печена	

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

### Исходные данные

Нагрузка:  
 $F_n = 643,6 \text{ кН}$   
 $p_n = 0,9 \text{ МПа}$

ДКЗ - П  
 ГТУ - 2 тип  
 Группа участков  
 покрытий - А;  
 $\gamma_s = 1,0$   
 $K_d = 1,2$   
 II категория  
 разрушения



Конструкция:	
ПАГ	см
ПАГ-14 (П к.р.) $t_{pd} = 0,14 \cdot 0,9 = 0,126 \text{ м}$	см
грунтоцемент $F_c = 22 \cdot 10^2 \text{ МПа}$	см
Эквивалентный коэффициент пос- тели основания $K_{ос} = 40 \text{ МН/м}^3$	см

Расчет

$F_d \cdot F_n \cdot K_d \cdot \frac{\gamma_f}{\gamma_k} = 643,6 \cdot 1,2 \cdot \frac{1,0}{1,4} = 193 \text{ кН}$			П.5.52 СНиП
$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi R_d}} = \sqrt{\frac{193 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,9 \cdot 10^6}} = 0,261$			П.5.52 СНиП
$t_{pd} = 0,9 t_{ex} = 0,9 \cdot 0,14 = 0,126 \text{ м}$			П.5.68 СНиП
принимаем конструк- цию усиления	ПАГ - I4	ПАГ - I8	
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 приложе- ния 3 Пособия
$B_{inf} = 0,085 E_{inf} \cdot t_{pd}^3 = 0,085 \cdot 3,04 \cdot 10^4 \cdot 0,126^3 = 5,17 \text{ МПа}^4/\text{м}$			П. 5.53 СНиП
$B_{sup} \quad 7,10 \text{ МПа}^4/\text{м} \quad 15,10 \text{ МПа}^4/\text{м}$			Табл.7 приложе- ния 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
$m_{sup} = \frac{K_x \cdot K_f \cdot m_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}$	$\frac{1,38 \cdot 1,182 \cdot 22,04}{1 + 0,725} = 20,84 \text{ кНм/м}$	$\frac{1,38 \cdot 1,087 \cdot 30,46}{1 + 0,342} = 34,05 \text{ кНм/м}$	П.5.67 СНиП
$m_{sup}$	20,8 кНм/м	34,91 кНм/м	Табл.11 приложе- ния 4 Пособия
$K_{sd} = \frac{B_{inf} + B_{sup}}{l_d^3}$	$\frac{5,17 + 7,10}{0,45^4} = 300 \text{ МН/м}^3$	$\frac{5,17 + 15,10}{0,65^4} = 114 \text{ МН/м}^3$	

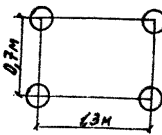


$\frac{E_c}{18 \cdot l_d \cdot K_{sd}}$	$\frac{22 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,45 \cdot 300} = 9,053$	$\frac{22 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,65 \cdot 114} = 16,5$	П.2 приложе- ния II СНиП
$l_z = \sqrt{\frac{B_{inf} + B_{sup}}{K_{se}}}$	$\sqrt{\frac{5,17+7,10}{40}} = 0,74 \text{ м}$	$\sqrt{\frac{5,17+15,1}{40}} = 0,84 \text{ м}$	
$\frac{E_c}{18 \cdot l \cdot K_s}$	$\frac{22 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,74 \cdot 40} = 41,29$	$\frac{22 \cdot 10^2}{1,8 \cdot 0,84 \cdot 40} = 36,4$	П.2 приложе- ния II СНиП
$D_2 = \frac{\frac{R_s}{l_d}}{\sqrt{K_w}}$  $K_d$  $K_w = 1,47$	$\frac{0,261}{0,45} = 0,58$ $\frac{2,5 \cdot 0,45 \cdot 1,288}{\sqrt{1,47}} = 1,196 \text{ м}$  $1,288$	$\frac{0,261}{0,65} = 0,40$ $\frac{2,5 \cdot 0,65 \cdot 1,19}{\sqrt{1,47}} = 1,595 \text{ м}$  $1,19$	П.2 приложе- ния II СНиП  Табл. приложе- ния II СНиП  Табл.7 приложе- ния 3 Пособия
$\frac{D_2}{t_f}$	4	8,1	Черт.2 приложе- ния II СНиП
$t_f = \frac{D_2}{(\frac{D_2}{t_f})}$	$\frac{1,196}{4} = 0,3 \text{ м}$	$\frac{1,595}{8,1} = 0,2 \text{ м}$	П.2 приложе- ния II СНиП
	$t_f = 0,3 > t_{fex} = 0,2$	$t_f = t_{fex}$	
Вывод:	Детали перерас- чет	Прочность кон- струкции обеспе- чена	

**Пример 12. Расчет жесткого слоя усиления с учетом результатов испытаний покрытий**

**Исходные данные**

**Нагрузка:**  
 $\Pi$  кНн  
 $F_n = 400$  кН  
 $P_n = 1$  МПа



**Группа участков покрытий - А**  
 $k_c = 0,8$   
 ДКЗ - П, 61°С.ш.,  
 коэффициент ин-тенсивности  $K_u = 1,17$

**Конструкция:**

цементобетон $E_{суп} = 3,24 \cdot 10^4$ МПа $R_{нтс} = 3,43$ МПа $R_{нтс} = 4,0/50$	$0,2$ м $h_{суп}$
асфальтобетон $E_p = 3,6 \cdot 10^3$ МПа	$0,02$ м $h_p$
существующее жесткое покрытие	
грунт	

**Данные испытаний**

Радиус штампа  $R_{шт.} - 17,85$  см;  
 Максимальная нагрузка на штамп -  $P - 200$  кН;  
 Число точек испытания - 9;  
 Время проведения испытаний - лето;  
 Коэффициент влияния сезона года на деформативность  $\gamma_r = 0,68$

№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Максимальный прогиб под штампом $W_{max}$ , см	0,025		0,029		0,026		0,033		0,04
		0,029		0,037		0,027		0,037	
Объем чаши прогибов $V_{чаш.}$ , см <sup>3</sup>	896		1096		1634		1749		2617
		1823		1962		2061		1960	

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

Расчет

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

$\alpha = 0,1565$	Табл. I приложе- ния 10 СНиП
$B_{\text{лот}} = \frac{R^4}{\alpha^4} \cdot c = \frac{0,1786^4}{0,1565^4} \cdot 63,8 \cdot 10^6 = 108 \text{ МПа} \cdot \text{м}^4$	Форму- ла (12) Пособия
Принимаем: $K_z = c = 63,8 \text{ МН/м}^3$ ; $B_{\text{инф}} = B_{\text{лот}} = 108 \text{ МПа} \cdot \text{м}^4$	П. 10.6 Пособия
Принимаем толщину слоя усиления $t_{\text{sup}} = 0,2 \text{ м}$	
$B_{\text{sup}} = 0,085 \cdot t_{\text{sup}}^3 \cdot E_{\text{sup}} = 0,085 \cdot 0,2^3 \cdot 3,24 \cdot 10^{10} = 22 \text{ МПа} \cdot \text{м}^4$	П. 5.53 СНиП
$\frac{B_{\text{инф}}}{B_{\text{sup}}} = \frac{108}{22} = 4,91$ ; $K_y = 2,2$	П. 5.58 СНиП
$l = \sqrt[4]{\frac{B_{\text{инф}} + B_{\text{sup}}}{K_z}} = \sqrt[4]{\frac{(108+22) \cdot 10^6}{63,8 \cdot 10^6}} = 1,19 \text{ м}$	
$m_{\text{с, max}} = 40,5 \text{ кНм}$	Табл. 8 приложе- ния 4 Пособия
$K_2 = 1 + \frac{B_{\text{инф}}}{B_{\text{sup}} (1 + \frac{\sigma_{\text{с}}}{E_{\text{с}}})} \cdot \sqrt[4]{\frac{0,95 \cdot K_z \cdot B_{\text{sup}} \cdot B_{\text{инф}} \cdot t_{\text{ср}}}{E_{\text{с}} (B_{\text{sup}} + B_{\text{инф}})^2}} =$ $= 1 + \frac{4,91}{1,725} \cdot \sqrt[4]{\frac{0,95 \cdot 63,8 \cdot 10^6 \cdot 22 \cdot 10^6 \cdot 108 \cdot 10^6 \cdot 0,03}{3,6 \cdot 10^9 \cdot (22+108)^2 \cdot 10^{12}}} =$ $= 1 + 2,85 \cdot 0,0918 = 1,25$	Форму- ла (15), табл. 21 Пособия
$m_{\text{ч, sup}} = \frac{K_y \cdot m_{\text{с, max}}}{1 + \frac{\sigma_{\text{с}}}{E_{\text{с}}}} \cdot K_2 = \frac{2,2 \cdot 40,5 \cdot 10^3}{1 + 4,91} \cdot 1,25 = 19,0 \text{ кНм}$	П. 10.6 Пособия
$m_{\text{ч, sup}} = \gamma_{\text{с}} \cdot R_{\text{блб}} \cdot \frac{l^3}{6} \cdot K_u = 0,8 \cdot 3,43 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,2^3}{6} \cdot 1,17 =$ $= 21,40 \text{ кНм}$	П. 5.54 СНиП
$m_{\text{ч, sup}} > m_{\text{с, sup}}$	
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	кгс	Ньютон	Н	$1 \text{ кгс} \sim 9,8 \text{ Н} \sim 10 \text{ Н}$
	тонна-сила	тс	Килоньютон	кН	$1 \text{ тс} \sim 9,8 \cdot 10^3 \text{ Н} \sim 10 \text{ кН}$
	грамм-сила	гс	Миллиньютон	мН	$1 \text{ гс} \sim 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \sim 10 \text{ мН}$
Линейная нагрузка	Килограмм-сила на метр	кгс/м	Ньютон на метр	Н/м	$1 \text{ кгс/м} \sim 10 \text{ Н/м}$
Поверхностная нагрузка	Килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м <sup>2</sup>	Ньютон на квадратный метр	Н/м <sup>2</sup>	$1 \text{ кгс/м}^2 \sim 10 \text{ Н/м}^2$
Давление	Килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см <sup>2</sup>	Паскаль	Па	$1 \text{ кгс/см}^2 \sim 9,8 \cdot 10^4 \cdot \text{Па} \sim 10^5 \text{ Па} \sim 0,1 \text{ МПа}$

1	2	3	4	5	6
Механическое напряжение и модуль упругос- ти	килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/см <sup>2</sup>	Паскаль	Па	1 кгс/см <sup>2</sup> ~ 9,8 · 10 <sup>4</sup> Па ~ ~ 10 <sup>5</sup> Па ~ 0,1 МПа
Коэффициент постели	килограмм-сила на кубический сантиметр	кгс/см <sup>3</sup>	Ньютон на кубический метр	Н/м <sup>3</sup>	1 кгс/см <sup>3</sup> ~ 9,8 · 10 <sup>6</sup> Н/м <sup>3</sup> = = 9,8 МН/м <sup>3</sup>
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 сан- тиметр	кгс · см <sup>2</sup>	Паскаль-метр в четвертой степени	Па · м <sup>4</sup>	1 кгс · см <sup>2</sup> ~ ~ 9,8 · 10 <sup>-4</sup> Па · м <sup>4</sup> ~ ~ 10 <sup>-3</sup> Па · м <sup>4</sup>

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	$f(\alpha) = f \frac{Re}{l}$	$f(\alpha) = f \left( \frac{Re}{l} \right)$
21, п.5.55	10-я снизу (формула 17)	$U_{ei} = f \left( U_i; \frac{m_{ei}}{m_{cd}} \right)$	$U_{\alpha} = \sum U_{ei}$
21, п.5.55	3-я снизу	$U_{ei} = f \frac{U_i; m_{ei}}{m_{cd}}$	$U_{ei} = f \left( U_i; \frac{m_{ei}}{m_{cd}} \right)$
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:

1	2	3	4
24, п.5.64	6-я сверху	, $F_n$ при $t_{tot} > 2\alpha_d$	, $F_n K_d \gamma_d$ $t_{tot} > 2\alpha_d$
25, п.5.65	9-я сверху	$\frac{\partial e_i}{\partial e_d}$ ; $\frac{\rho_{oi}}{\rho_d}$	$\frac{\partial e_i}{\partial e_d}$ ; $\frac{\rho_{oi}}{\rho_d}$
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 IO	"К" - коэффициент, определяемый по черт. I обязательного приложения IO как для покрытий со стыковыми соединениями
33	Карта, слева	30°	40°
39, п.5 40, п.7	I5-я снизу 22-я снизу, формула (4), вторая часть формулы	$W_w$ - влажность воды, доли единицы $\dots \frac{1 - \frac{t_{i-1}}{d_{i(i-1)}} + \beta_i^2}{d_{i(i-1)}} - \beta_i$ $\dots \frac{1 - \frac{t_{i-1}}{d_{i(i-1)}} + \beta_{i-1}^2}{d_{i(i-1)}} - \beta_{i-1}$	$W_w$ - влажность грунта за счет незамерзшей воды $\dots \left( 1 - \frac{t_{i-1}}{d_{i(i-1)}} \right) + \beta_i^2 - \beta_i$ $\dots \left( 1 - \frac{t_{i-1}}{d_{i(i-1)}} \right) + \beta_{i-1}^2 - \beta_{i-1}$



I	2	3	4
40, п. 8	12-я сверху	$\theta_{\text{ср}}$ - абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период промерзания, °С, принимаемая равной среднемесячной температуре воздуха $t_{\text{мо}}$	$\theta_{\text{ср}}$ - абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период промерзания, °С, принимаемая равной средней температуре воздуха $t_{\text{мо}}$ за тот же период
41, п.2	I-я снизу (формула)	$t_{\text{ср}} = 0,05 t_{\text{с}} C_f + \rho_d (W - W_w) 334$	$t_{\text{ср}} = 0,5 t_{\text{с}} C_f + \rho_d (W - W_w) 334$
43, п.2	20-я сверху	$R_k$ - максимальное значение контактного давления на поверхности грунтового основания, кПа  $D_z = 1,13 \sqrt{\frac{F_d}{\rho_k}}$	$R_k$ - максимальное значение контактного давления на поверхности основания, кПа  $D_z = 1,13 \sqrt{\frac{F_n K_d \delta_f}{\rho_k}}$
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, обозна- чения на графиче- ских	$m_{ci}/m_d$	$m_{ci}/m_{cd}$
50	Черт.9, схема и условные обозна- чения на шкале и графиках	$t_1$ $E_1$ $t_1/D_{ei}$ $E_1/E_e$	$t_{o1}$ $E_{o1}$ $t_{o1}/D_{ei}$ $E_{o1}/E_e$
		слой асфальтобетона	слой (слои) асфальтобетона
50	Черт.II, обоз- начения на шка- ле	$\rho_{oi}/\rho_d$	$\rho_{oi}/\rho_e$
53	4-я сверху	(см. п.5.10, табл.28 и 29)	(см. табл. 2-4 приложения 9)
54	5-я сверху (фор- мула (6))	$t_f = D_r \frac{D_r}{t_f}$	$t_f = D_r / \left( \frac{D_r}{t_f} \right)$

I	2	3	4
54, п.2	I3-я сверху	(см. формулу (I))	(см. формулу (IO) п.5.5I)
55, п.3	IO-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	$t_{st} = \left[ \frac{(1-n)\Delta}{\psi_{min}} \right]^{1/n}$	$t_{st} = \left[ \frac{(1-n)}{\psi_{min}} \right]^{1/n}$
56	IO-я сверху (табл. 4)	коэффициент шероховатости $\eta_c$ 0,50	коэффициент шероховатости $\eta_c$ 0,05
43, п.3	25-я г. 27-я снизу [формулы (3) и (4)]	$\rho_k = 0,12 \frac{F_d \cdot K_p}{\ell^2}$ $\rho_k = 0,0081 \frac{F_d}{\ell^2} \sum_i \left( 4 - \frac{a_i}{\ell} \right)^2 K_p$	$\rho_k = 0,12 \frac{F_d K_p K_w}{\ell^2}$ $\rho_k = 0,0081 \frac{F_d}{\ell^2} \sum_i \left( 4 - \frac{a_i}{\ell} \right)^2 K_p K_w$
57, п.9	2-я и 7-я сверху (приложение I2)	$\tau_w \leq \psi_{min}$ $\tau_w > \psi_{min}$	$\tau_w \leq t_{st}$ $\tau_w > t_{st}$
20, п.5.52	6-я снизу слева, 25-я сверху справа	МПа кН·м <sup>2</sup> /м	кПа МПа·м <sup>4</sup> /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	т/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>
	14-я сверху слева (приложение 8)	т/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>
50	2-я сверху, черт. 8	$\lambda_u$ , м, нежестких	$\lambda_u$ нежестких

## СОДЕРЖАНИЕ

Основные буквенные обозначения .....	3
I. Общие положения .....	7
2. Исходные данные для проектирования .....	12
3. Требования к материалам, конструирование аэродром- ных одежд .....	15
4. Деформационные швы и стыковые соединения .....	34
5. Повышение трещиностойкости асфальтобетонного слоя усиления существующих покрытий .....	40
6. Защита грунтовых обочин от газовых струй двигате- лей .....	45
7. Область применения аэродромных покрытий .....	46
8. Расчет аэродромных одежд на скальном основании .....	55
9. Проектирование двухслойных жестких покрытий .....	68
10. Проектирование слоев усиления при реконструкции покрытий аэродромов .....	68
II. Практические методики расчета аэродромных одежд .....	74

### ПРИЛОЖЕНИЯ:

1. Расчетные схемы аэродромных покрытий .....	100
2. Таблицы эквивалентных коэффициентов постели ис- кусственных оснований .....	103

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. Моманская

---

Т-21993. Подписано в печать 29.12.87. Формат 60х84/16.  
13,8 уч-изд.л. Тираж 400 экз. Заказ № 1.

---

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