ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

СН 120-60

МОСКВА — 1961

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

СН 120-60

Утверждены
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
30 июля 1960 г.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, АРХИТЕКТУРЕ
И СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ
Москва — 1961

Редактор — канд. техн. наук
Б. С. РАЕВ-БОГОСЛОВСКИЙ

Технические условия проектирования аэродромных покрытий являются обязательными при проектировании вновь строящихся и реконструируемых оснований и покрытий аэродромов. Они имеют своей целью повышение качества и снижение стоимости строительства путем внедрения прогрессивных конструкций покрытий и методов их расчета.

ПРИНЯТЫЕ ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Внешние силы

P_0 — нагрузка на одну опору расчетного самолета в *т*.
P — расчетная нагрузка на одно колесо в *т*.
q — удельное давление, передающееся на поверхность покрытия от внешней нагрузки, в *кг/см²*.

Внутренние усилия и перемещения

$M_{x,y}$ — момент, изгибающий параллельно оси X или Y.
M_r — радиальный изгибающий момент.
M_ϑ — тангенциальный изгибающий момент.
$M_{\text{расч}}$ — расчетный изгибающий момент.
$M^{\text{ц}}_{\text{макс}}$ — максимальный изгибающий момент от нагрузки, приложенной к центру плиты.
$M^{\text{я}}_{\text{об}}$ — момент сил в напряженной арматуре относительно верхней ядровой точки.
W — прогиб точки поверхности покрытия.
w_0 — осадка штампа.

Характеристики материалов

$R^{\text{н}}_{\text{ри}}$ — нормативное сопротивление бетона растяжению при изгибе.
$R_{\text{пр}}$ — расчетное сопротивление бетона при сжатии.
$R_{\text{ру}}$ — условное расчетное сопротивление бетона при растяжении.
C — коэффициент постели упругого основания.
$C_{\text{расч}}$ — расчетный коэффициент постели.
R_0 — расчетное сопротивление грунта.
$E_{\text{б}}$ — расчетный модуль упругости бетона.
$E_{\text{а}}$ — расчетный модуль упругости арматуры.
E_0 — расчетный модуль деформации грунта.
E_i — расчетный модуль деформации материала искусственного основания.
$\mu_{\text{б}}$ — коэффициент Пуассона для бетона.
μ_0 — коэффициент Пуассона для грунта.
S — упругая характеристика плиты покрытия.

Геометрические характеристики

h — толщина покрытия.
$h_{\text{верх}}$ — толщина слоя усиления.

$h_{ниж}$ — толщина усиляемого (существующего) покрытия.

F — площадь следа отпечатка пневматика.

a — размер стороны квадрата, равновеликого по площади отпечатку пневматика.

d — диаметр круга, равновеликого по площади отпечатку пневматика.

r — радиус круга, равновеликого по площади отпечатку пневматика.

N — число колес на опоре расчетного самолета.

$d_{шт}$ — диаметр штампа.

$r_{шт}$ — радиус штампа.

$F_а$ — площадь поперечного сечения нижней арматуры.

$F_н$; $F'_н$ — площадь поперечного сечения верхней и нижней напряженной арматуры.

W_0 — момент сопротивления сечения покрытия.

$r_я$ — расстояние от нейтральной оси сечения покрытия до верхней ядровой точки.

e_0 — эксцентрицитет равнодействующей сжимающих сил.

ξ^i, η^i — приведенные координаты точек приложения сил.

Расчетные коэффициенты

$k_д$ — коэффициент динамичности.

n — коэффициент перегрузки.

m — коэффициент условий работы.

$m_т$ — коэффициент точности предварительного напряжения арматуры.

$k_б$ — коэффициент однородности бетона.

K — коэффициент, учитывающий отношение изгибающего момента в расчетном сечении плиты к моменту в центре.

Напряжения

$\sigma_{бт}$ — потери предварительного напряжения в бетоне от трения покрытия по основанию.

σ_0; σ'_0 — напряжения в верхней и нижней арматуре, соответствующие нулевому напряжению в бетоне.

$\sigma_{ак}$ — контролируемое напряжение в арматуре.

$\sigma_п$ — потери напряжения в арматуре.

Жесткость

D — цилиндрическая жесткость изотропной плиты.

D_x; D_y — жесткости плиты в направлении осей X и Y.

$D_{макс}$ — жесткость плиты наибольшая из D_x или D_y.

B — жесткость железобетонных сечений, работающих с раскрытием трещин.

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства	Строительные нормы Технические условия проектирования аэродромных покрытий	СН 120-60

I. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1. Настоящие технические условия распространяются на проектирование вновь строящихся и реконструируемых оснований и покрытий аэродромов на территории Союза ССР.

При проектировании оснований и покрытий аэродромов дополнительно к указаниям настоящих технических условий должны учитываться требования действующих норм, технических условий и ГОСТов на строительные материалы, арматурную сталь, бетонные, железобетонные, предварительно напряженные железобетонные конструкции и асфальтобетонные покрытия.

2. На аэродромах применяются жесткие и нежесткие типы покрытий.

К покрытиям жесткого типа относятся:

покрытия из монолитного предварительно напряженного бетона и железобетона;

сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит;

покрытия из монолитного железобетона;

бетонные покрытия.

К покрытиям нежесткого типа относятся:

асфальтобетонные покрытия;

черные щебеночные и гравийные покрытия, устраиваемые методом пропитки или смешения на месте;

покрытия из грунтов, укрепленных вяжущими материалами.

Внесены Главным управлением гражданского воздушного флота при Совете Министров СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 30 июля 1960 г.	Срок введения 1 января 1961 г.

3. Основания аэродромных покрытий устраиваются из зернистых материалов (песка, гравия, щебня и др.), из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, из тощего бетона и других материалов.

II. ОСНОВАНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ ОСНОВАНИЯ

4. Основания и покрытия аэродромов проектируются с учетом климатической зоны и гидрогеологических условий участка строительства. Климатические зоны показаны на рис. 1. Каждая зона делится на восточный и западный районы, граница между которыми принимается по рекам Волга — Северная Двина. Климатические условия для горных районов определяются в каждом отдельном случае по местным метеорологическим данным. Гидрогеологические условия разделяются на три типа (табл. 1).

Таблица 1

Тип гидрогеологических условий	Тип местности	Глубина горизонта грунтовых вод или верховодки к началу промерзания грунта	Категория влаги, содержащейся в грунте к началу промерзания
I	Сухие места без избыточного увлажнения с обеспеченным поверхностным стоком	Больше суммы глубины промерзания и высоты капиллярного поднятия	От гигроскопической до молекулярной влагоемкости
II	Временное избыточное увлажнение поверхностными водами	Больше глубины промерзания	От максимальной молекулярной до максимальной капиллярной влагоемкости
III	Постоянное избыточное увлажнение грунтовыми водами и верховодкой в осенний период	Меньше глубины промерзания	От максимальной молекулярной влагоемкости до полного насыщения пор гравитационной влагой

В зависимости от гранулометрического состава подстилающие грунты разделяются на песчаные грунты — по классификации строительных норм и правил 1954 г., гл. II.Б-6 § 2, и остальные грунты (кроме песчаных) — по классификации ГУШОСДОРа (табл. 2, приложение III).

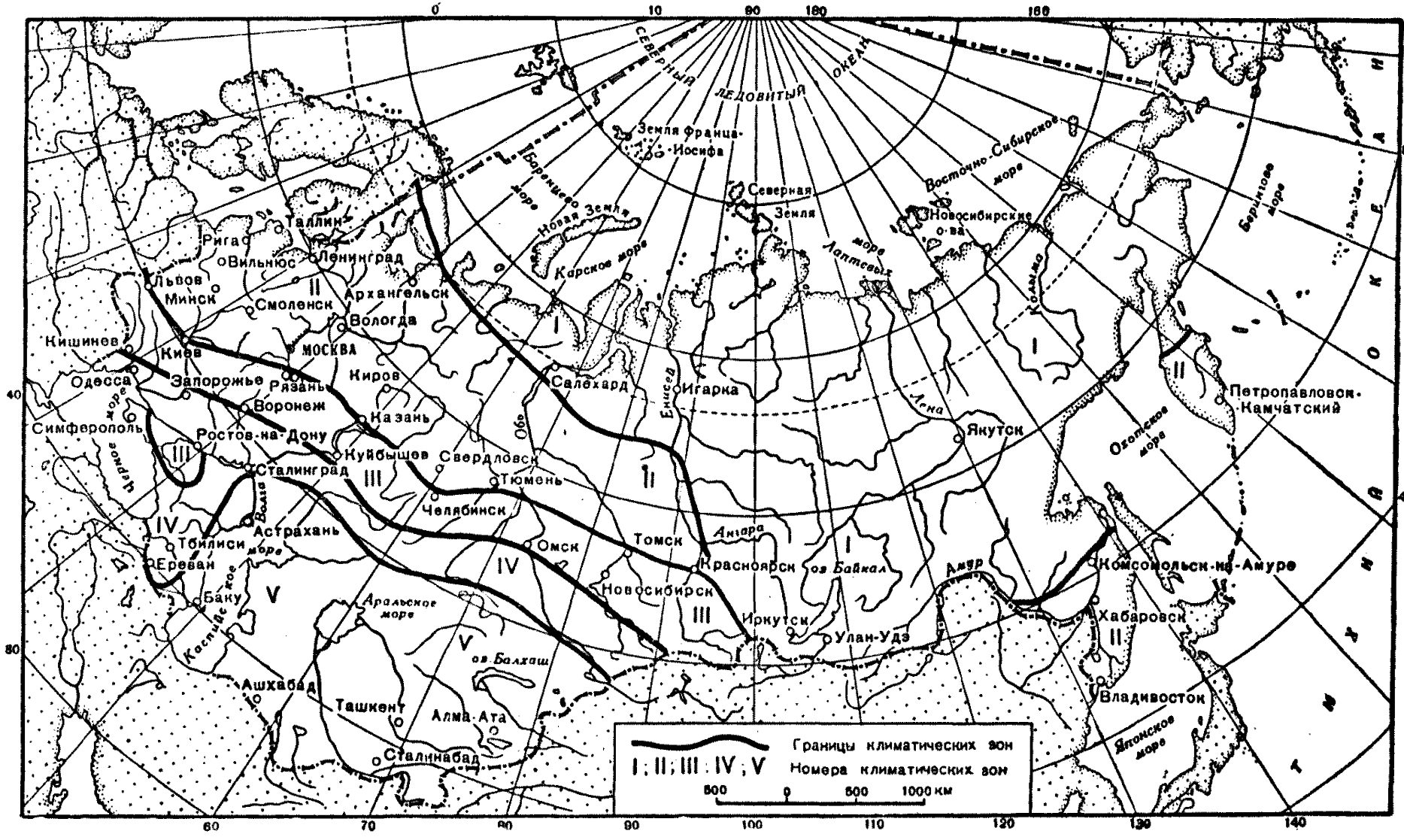

Рис. 1. Климатические зоны СССР

Устройство капитальных покрытий в гидрогеологических условиях III типа не допускается. Существующие на площадке строительства гидрогеологические условия III типа требуют проведения соответствующих мероприятий по осушению грунтов, понижению уровня грунтовых вод, возведению насыпей и других мероприятий. Расчетные значения коэффициента постели и модуля деформации естественного основания определяются согласно приложениям I, II и III.

ИСКУССТВЕННЫЕ ОСНОВАНИЯ

5. Конструкция искусственного основания аэродромного покрытия должна выбираться на основе технико-экономического сравнения вариантов.

6. Для обеспечения постепенного перехода от подстилающих грунтов естественного залегания к более жестким слоям покрытия и для уменьшения сил трения и сцепления между покрытием и подстилающим грунтом следует предусматривать искусственные основания из пористых материалов. Выбор материала и толщины искусственного основания производится с учетом гидрогеологических условий, а также условий промерзания. При этом толщину искусственного основания рекомендуется принимать не менее указанной в табл. 2.

Таблица 2

Грунт основания	Рекомендуемая толщина искусственного основания из среднего и крупного песков для II—IV климатических зон в *см*		
	II	III	IV
Песчаный	15	10	10
Супесчаный	20—25	15—20	10
Суглинок тяжелый и глина .	25—35	20—25	15
Пылеватый грунт и пылеватый суглинок	35—50	25—40	15—20

Примечания. 1. Большую толщину следует принимать для районов, расположенных в северной части данной климатической зоны, а меньшую — в южной.

2. Если песчаные грунты отвечают требованиям табл. 3, то искусственное основание не предусматривается.

Для устройства искусственных оснований разрешается применять разноразмерные пески, отвечающие требовани-

ям ГОСТ 8736-58 (для строительства автомобильных дорог), согласно табл. 3.

Таблица 3

Группа песка по гранулометрическому составу по ГОСТ 8736-58	Модуль крупности ($M_к$)	Полный остаток на сите с сеткой N 0,63 в %
Крупный	3,5—2,4	50—75
Средний	2,5—1,9	35—50
Мелкий	2,0—1,5	20—35
Очень мелкий	1,6—1,1	7—20

Мелкие и очень мелкие пески разрешается применять для устройства искусственных оснований под покрытия только в том случае, когда предусмотрены специальные меры, обеспечивающие устойчивость этого песчаного слоя путем обогащения его крупнозернистыми добавками, обработки вяжущими и т. д., при наличии в каждом отдельном случае необходимых технико-экономических обоснований, подтверждающих целесообразность применения таких песков.

Гравийные смеси, как и другие крупнозернистые материалы, применяемые для устройства искусственного основания, должны удовлетворять требованиям, изложенным в табл. 4.

Таблица 4

Размер фракций в *мм*	Содержание фракций в % для II и III климатических зон	
	сухая местность	сырая местность
Мельче 0,5	3—4	2
Крупнее 0,5—5	15—20	10
» 5—25	30—40	20
» 25	36—52	68

В качестве материала для искусственных оснований могут применяться также кислые и основные доменные шлаки.

При устройстве оснований из основных доменных шлаков следует руководствоваться «Временными техническими правилами производства работ по устройству дорожных оснований из основных доменных шлаков», Автотрансиздат, 1954 г.

7. В случае необходимости усиления естественных оснований могут быть применены искусственные основания из грунтов, укрепленных вяжущими материалами.

При стадийном строительстве покрытий аэродромов готовые основания из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, могут быть использованы в качестве временных искусственных покрытий. В этом случае необходимо устройство верхнего слоя методом поверхностной обработки.

При проектировании оснований или покрытий аэродромов из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, следует руководствоваться указаниями по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами (СН 25-58).

8. При устройстве жестких покрытий на искусственном основании из гравийного материала, шлака, щебня или на основаниях из грунтов, укрепленных вяжущими материалами, поверх искусственного основания или основания из грунтов следует предусматривать выравнивающий слой из песка толщиной 3—5 *см*.

Во всех случаях между плитами жестких покрытий и основанием (или искусственным основанием) должна предусматриваться разделяющая прокладка из битуминизированной бумаги или пергамина.

III. КОНСТРУКЦИИ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

9. Конструкции аэродромных покрытий проектируются для различных классов аэродромов с учетом категорий расчетных нагрузок, приведенных в табл. 5.

Таблица 5

Категории расчетных нагрузок	Взлетный вес самолетов в *т*	Расчетная эквивалентная нагрузка на одно колесо в *т*
I	200	35
II	150	25
III	100	17
IV	75	12
V	35	8
VI	15	5

Примечание. Категории нагрузок для различных аэродромов устанавливаются заданием на проектирование.

Таблица 6

Рекомендуемые типы покрытий	Категории расчетных нагрузок					
	I	II	III	IV	V	VI
Монолитные предварительно напряженные покрытия; бетонные с конструктивным армированием (однослойные и двухслойные)	+	+	+	+	—	—
Железобетонные покрытия	+	+	—	—	—	—
Бетонные однослойные покрытия	—	—	+	+	+	+
Сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит	—	—	—	+	+	+
Асфальтобетонные и черные щебеночные покрытия .	—	—	—	—	+	+
Покрытия облегченного типа из стабилизированных грунтов	—	—	—	—	—	+

Примечания. 1. При давлении воздуха в пневматиках расчетного самолета более 14 *кг/см*², как правило, должны применяться предварительно напряженные или железобетонные покрытия.

2. Покрытия из монолитного предварительно напряженного железобетона наиболее целесообразно применять на прямолинейных участках длиной не менее 500 *м*.

3. Сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит должны в первую очередь применяться:

при необходимости строительства и ввода в эксплуатацию покрытий в сжатые сроки;

в случае ведения строительства покрытий при отрицательных температурах;

на рулежных дорожках, местах стоянки и других площадях, где не могут быть эффективно использованы бетоноукладочные машины;

при ремонте и восстановлении покрытий.

4. Применение двухслойных бетонных покрытий целесообразно:

а) при наличии местных строительных материалов, не пригодных для устройства верхнего слоя покрытия, но допускаемых для устройства нижнего слоя двухслойного покрытия;

б) при наличии повышенного морозного пучения подстилающих грунтов, когда применение для нижнего слоя двухслойного покрытия материала с низкой теплопроводностью может уменьшить глубину промерзания основания и тем самым снизить интенсивность пучения;

в) для участков покрытий, подвергающихся концентрированному движению самолетов по одному следу, в тех случаях, когда для этого не применяются покрытия из предварительно напряженного железобетона.

5. При проектировании покрытий из асфальтобетона и других черных материалов следует учитывать разрушающее влияние на них газовых потоков от реактивных двигателей самолетов.

10. Типы и конструкции аэродромных покрытий устанавливаются на основании технико-экономических расчетов с учетом категории расчетной нагрузки, климатических и гидрогеологических условий, а также наличия местных строительных материалов.

Для различных категорий расчетных нагрузок рекомендуется применять типы покрытий, указанные в табл. 6.

11. Поверхность аэродромных покрытий должна обеспечивать безопасность движения по ней самолетов с требуемыми скоростями, а также естественный сток поверхностных вод. Максимально допустимые продольные и поперечные уклоны, а также изменения уклонов, определяемые вертикальными радиусами кривизны поверхности, для различных участков искусственных покрытий аэродромов регламентируются соответствующими техническими требованиями, предъявляемыми к рельефу поверхности аэродромов. Минимальные поперечные уклоны покрытий по условиям водоотвода должны быть не менее 8‰. Исключение составляют участки рулежных дорожек (РД), пересекающие рабочую площадь взлетно-посадочных полос (ВПП) и полос безопасности, а также отдельные небольшие участки покрытий, где соблюдение указанного минимального уклона затруднено. Минимальный поперечный уклон на этих участках допускается 5‰.

Ровность покрытия должна удовлетворять требованию, чтобы максимальный зазор между покрытием и положенной на него 5-метровой рейкой не превышал 5 *мм*.

12. На аэродромах для самолетов с газотурбинными и турбовинтовыми двигателями необходимо укреплять поверхность грунтовых участков, непосредственно примыкающих к покрытиям РД, мест стоянок (МС), предстартовых площадок и концевых участков ВПП, подвергающихся воздействию газовой струи двигателей самолета, или предусматривать специальные устройства, отклоняющие или гасящие эту газовую струю.

Для укрепления грунтовых участков укладываются:

а) монолитные бетонные плиты облегченной конструкции;

б) сборные железобетонные плиты;

в) асфальтобетонные или черные покрытия;

г) грунтоцементные покрытия с поверхностной обработкой жидкими органическими вяжущими в целях борьбы с их пылимостью.

На РД, где перемещение самолетов производится тягачами, специальное укрепление поверхности грунтовых обочин не требуется.

МОНОЛИТНЫЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ

13. В бетоне предварительно напряженных покрытий создается предварительное напряжение сжатия с целью:

повышения сопротивляемости покрытия образованию и раскрытию трещин при действии нагрузки и температурно-усадочных напряжений;

улучшения качества поверхности покрытия, достигаемого вследствие резкого сокращения количества поперечных швов;

уменьшения толщины покрытия за счет применения высокопрочных бетонов и арматуры.

14. Основным типом монолитного предварительно напряженного аэродромного покрытия является струнобетонное покрытие, армированное в продольном направлении напряженной проволочной арматурой.

Особенностью указанного способа армирования является осуществление строительства захватками большой протяженности (500—700 *м*) с механизированной раскладкой продольной проволочной арматуры, натяжением ее до бетонирования и удержанием в натянутом состоянии на период бетонирования и твердения бетона с помощью анкерных плит, расположенных по концам захваток и входящих в состав полезной площади покрытия.

Поперечное армирование таких покрытий осуществляется пучковой или стержневой арматурой с натяжением на затвердевший бетон. Допускаются к применению покрытия и без поперечного предварительного напряжения с армированием обычной ненапряженной арматурой, которая устанавливается в поперечном направлении по расчету или конструктивно.

При проектировании монолитных предварительно напряженных покрытий на участках протяженностью до 250 *м* продольное напряженное армирование может быть осуществлено пучковой или стержневой арматурой с натяжением на затвердевший бетон.

15. Размеры плит монолитного предварительно напряженного покрытия принимаются:

ширина плиты, как правило, равная ширине захвата бетоноукладчика;

длина 50—100 *м*.

При наличии поперечного обжатия продольные рабочие швы между плитами делаются сквозными, а при отсутствии поперечного обжатия — с применением шпунтовых стыковых соединений (с учетом требований п. 35).

Для повышения прочности торцовых участков плит у поперечных температурных швов должны предусматриваться подшовные бетонные плиты шириной 2 *м* и толщиной

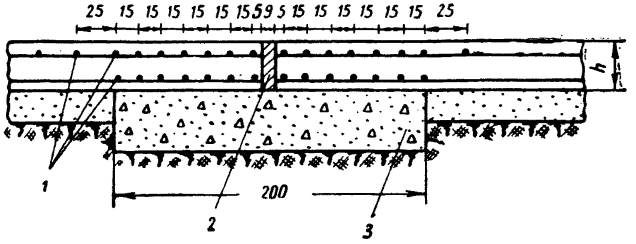

Рис. 2. Температурный шов струнобетонного покрытия

1 — поперечная арматура периодического профиля $\varnothing \geqslant 12$ *мм*; *2* — шов; *3* — подшовная плита

15 *см* для покрытий, имеющих толщину до 20 *см* и 20 *см* — для покрытий толщиной более 20 *см* (рис. 2 и 3).

В покрытии без поперечного обжатия торцы плит на длину 1 *м* должны иметь двухрядное поперечное армирование стержнями, расположенными через 15 *см* друг от друга. Диаметр стержней следует принимать такой же, что и для армирования плит в средней их части.

16. Толщина покрытия определяется расчетом. Минимальная конструктивная толщина должна приниматься не менее 14 *см*. При напряженном армировании покрытия пучками или стержнями в одном направлении толщина плиты должна приниматься не менее 16 *см*, а при расположении пучковой или стержневой арматуры по двум направлениям — не менее 18 *см*.

17. Сечение напряженной арматуры в покрытии определяется расчетом. При этом минимальная величина предварительного напряжения в бетоне покрытия должна составлять в продольном направлении не менее 20 *кг/см*^{2}, в поперечном — 10 *кг/см*^{2}.

18. Величина предварительного напряжения арматуры (контролируемого) назначается:

для арматуры из холоднотянутой проволоки от 0,65 до 0,7 от предела прочности;

для стали марки 30ХГ2С и 25Г2С — 0,9 от предела текучести.

19. Продольная проволочная арматура должна размещаться в сечении покрытия в один или два ряда. В каждом ряду проволоки группируются. В группе должно быть не более четырех проволок при расстоянии между ними не

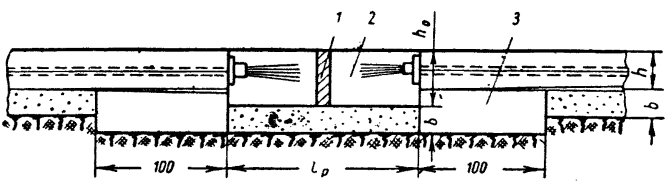

Рис. 3. Температурный шов покрытия с продольной арматурой из пучков

1 — деревянная прокладка; *2* — бетонное покрытие расчетной толщины, укладываемое после натяжения пучков; *3* — бетонная подкладка

менее 5 *мм*. Расстояния между группами должны приниматься не менее 8 *см*.

Толщина защитного слоя для проволочной арматуры принимается не менее 4 *см* при толщине покрытия до 20 *см* и не менее 5 *см* при толщине более 20 *см*.

Передача продольного предварительного напряжения на бетон производится путем разрезки проволочной арматуры в поперечных швах расширения. Прочность бетона при этом должна быть не менее 0,65 от проектной.

20. При напряженном армировании покрытия в двух направлениях арматурными пучками или стержнями продольная арматура располагается выше нейтрального слоя, а поперечная — ниже.

При армировании в продольном направлении высокопрочной проволокой, а в поперечном направлении — пучками или стержнями, расположение арматуры должно приниматься: продольной — в один ряд по нейтральному слою, а поперечной — ниже нейтрального слоя.

21. При применении напряженного армирования способом натяжения арматуры на бетон методы образования ка-

налов для арматурных пучков или стержней, конструкции пучков и стержней и их анкеровка, а также способы натяжения арматуры и инъецирования каналов должны осуществляться согласно инструкции по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций (СН 10-57) и временной инструкции по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций НИИЖБ АС и А СССР.

22. Технологические разрывы в предварительно напряженном покрытии должны устраиваться:

при продольной пучковой арматуре — между всеми плитами по длине покрытия для размещения в них домкратов при натяжении арматуры; ширина технологического разрыва принимается равной удвоенной длине домкрата;

при продольной арматуре из струн — с обеих сторон анкерных плит для размещения натяжного оборудования.

В пределах технологических разрывов предусматривается бетонное или железобетонное покрытие расчетной толщины, устраиваемое после окончания работ по бетонированию предварительно напряженного покрытия и натяжению арматуры.

23. Для временного восприятия усилий от натяжения продольной проволочной арматуры, напрягаемой до бетонирования, по концам каждой захватки (через 500—700 *м*) предусматриваются анкерные плиты. Анкерная плита (рис. 4) представляет собой неразрезную железобетонную балку-плиту П-образного профиля, длина которой равна ширине покрытия. Ширина анкерной плиты устанавливается конструктивно. Высота шпор и рабочая арматура анкерной плиты определяются расчетом.

СБОРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

24. Для сборных аэродромных покрытий, как правило, должны применяться предварительно напряженные железобетонные типовые плиты заводского изготовления.

При необходимости разработки нестандартных конструкций плит для сборных покрытий должны выполняться требования, изложенные в пп. 25—29.

25. Конструкция предварительно напряженной железобетонной плиты для сборного аэродромного покрытия проектируется с учетом технологических возможностей завод-

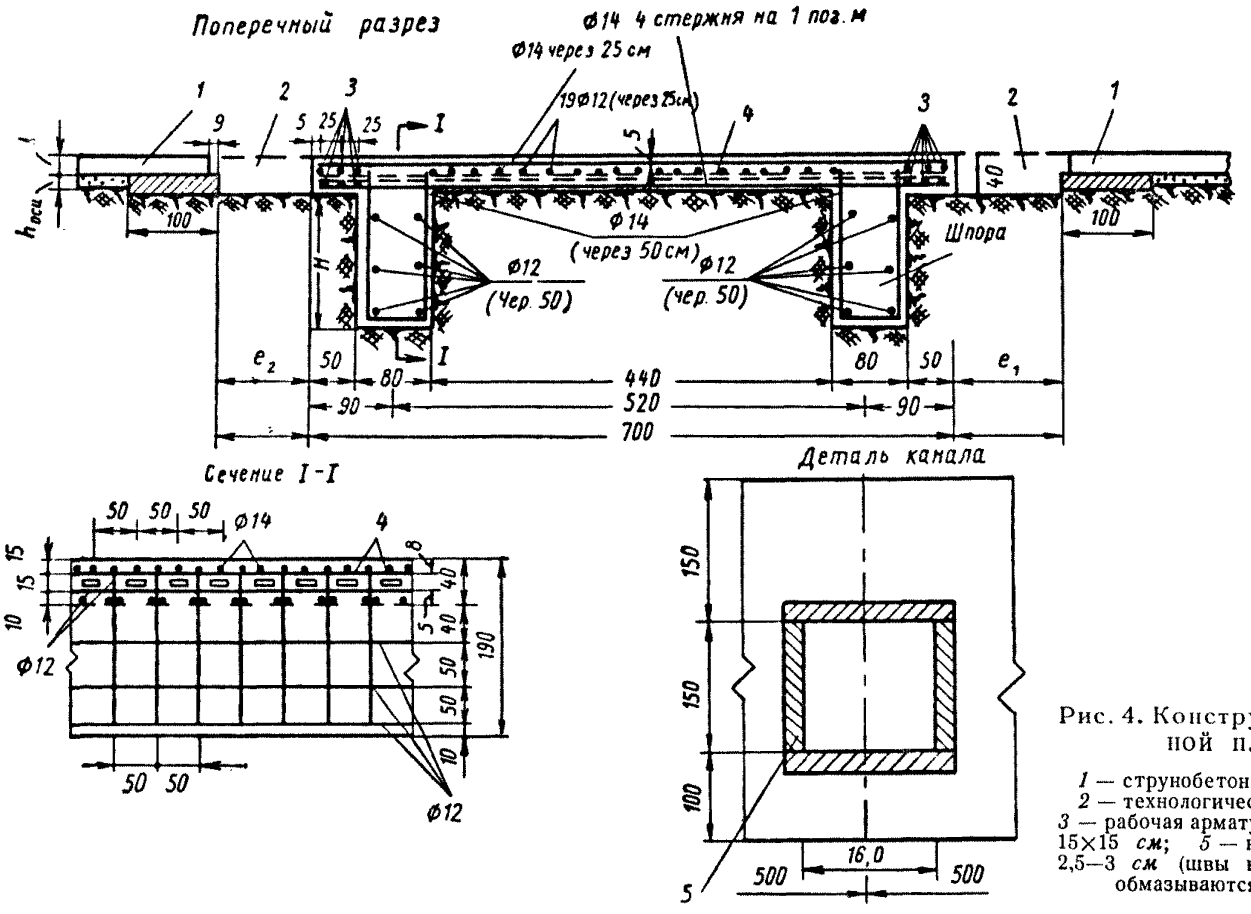

Рис. 4. Конструкция анкерной плиты

1 — струнобетонное покрытие; *2* — технологический разрыв; *3* — рабочая арматура; *4* — каналы 15×15 *см*; *5* — короб из досок 2,5—3 *см* (швы короба снаружи обмазываются битумом)

ского изготовления, которые определяются главным образом методом создания предварительного натяжения арматуры и применяемым для этой цели оборудованием, рабочими габаритами бетоноукладчиков и камер твердения, конструкций и размерами поддонов, а также грузоподъемностью вибромашин и кранов.

26. Размеры плиты в плане должны назначаться максимально возможными исходя из требований п. 25 и с учетом грузоподъемности транспортных средств и кранов, используемых при монтаже покрытия, но не менее 2×4 *м* — для прямоугольной плиты и 3×3 *м* — для квадратной плиты.

27. Для обеспечения устойчивого положения плит в покрытии в них должны быть предусмотрены стыковые соединения. Рекомендуется стыковое соединение в виде горизонтально расположенных стальных скоб (рис. 5), которые закладываются в плиты при изготовлении последних и свариваются между собой в процессе монтажа покрытия. Скобы выполняются из круглой стали марки Ст.3 или Ст.0 диаметром не менее 20 *мм*.

28. Напряженное армирование плит сборных покрытий должно предусматриваться с учетом требований пп. 17 и 18. Толщина защитного слоя назначается не менее 20 *мм*.

29. При армировании плит предварительно напряженной высокопрочной проволокой длина зоны ее анкеровки должна быть не более 300 *мм*. С целью улучшения условий анкеровки арматуры необходимо:

применять проволоку только периодического профиля и бетон марки не ниже 400;

передачу предварительного напряжения на бетон производить при прочности его не ниже 280 *кг/см*^{2};

арматуру по сечению плиты располагать в виде отдельных проволок или попарно с расстоянием между проволоками или парами в свету не менее 15 *мм*;

применять мероприятия по устранению мгновенной передачи предварительного напряжения на бетон.

Примечание. Фактическая длина зоны анкеровки определяется при заводских испытаниях плит в начальный период организации их производства.

30. Конструкции оснований сборных покрытий принимаются на основе расчета дифференцированно для отдельных участков покрытия (ВПП, МС, РД) с учетом гидрогеологических условий, характера эксплуатационного воздействия и наличия местных строительных материалов.

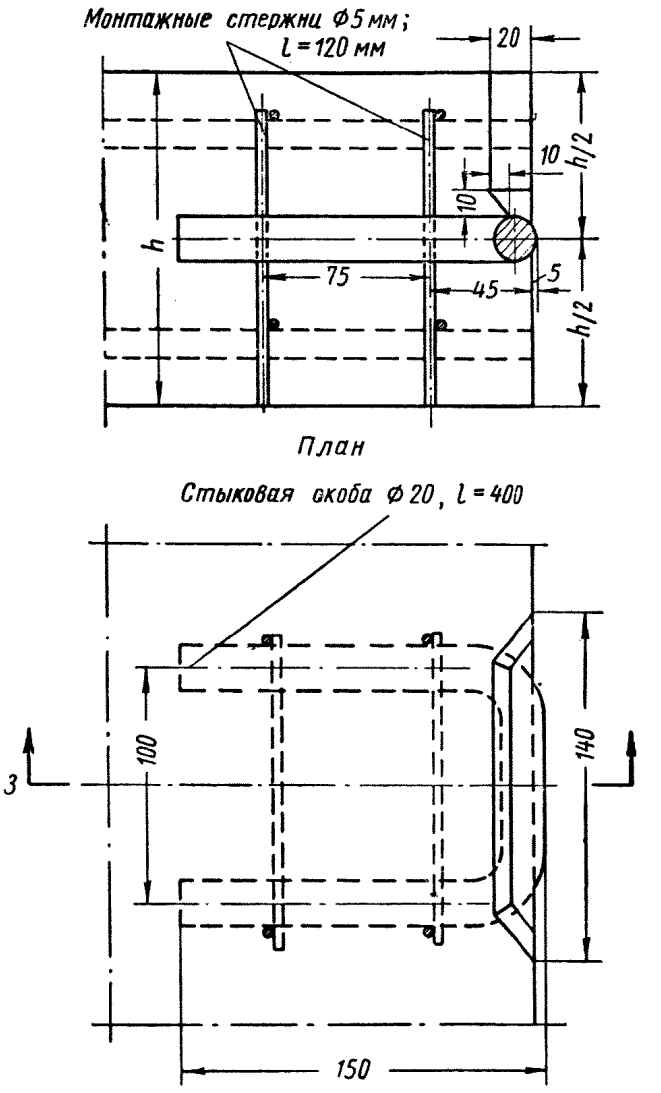

Рис. 5. Конструкция стыкового соединения предварительно напряженных плит сборных покрытий

При этом, как правило, плиты, укладываемые на различных участках одного аэродрома, должны быть одинаковой толщины, а равнопрочность покрытия должна обеспечиваться устройством искусственных оснований различной конструкции или толщины. На ВПП плиты должны укладываться длинной стороной вдоль продольной оси полосы.

31. При устройстве сварных стыковых соединений между плитами через каждые 15—20 *м* в обоих направлениях должны устраиваться температурные швы, в которых стыковые скобы не свариваются. Все швы между плитами заполняются мастикой стандартного состава.

АЭРОДРОМНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

32. Железобетонные покрытия устраиваются из плит длиной 20—25 *м* при ширине, равной ширине бетоноукладочной машины. Продольные швы принимаются по типу

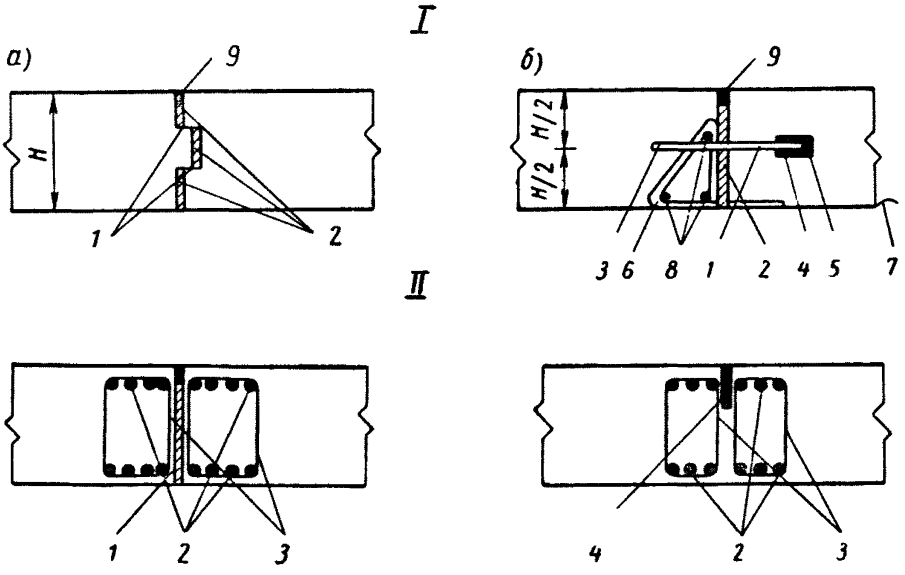

Рис. 6. Конструкции стыковых соединений и усиления краев плит бетонных покрытий

I — конструкции стыковых соединений: *а* — шпунтовая, *б* — штыревая; *1* — обмазка праймером; *2* — деревянная прокладка; *3* — металлический штырь; *4* — трубка из толя или пергамина; *5* — пробка из пластичного заполнителя; *6* —хомут из стержней ⌀ 10 *мм* с приваренным к нему штырем; *7* — пергамин; *8* — продольные стержни ⌀12 *мм*; *9* — битумная мастика

II — конструкции усиления краев плит металлическими каркасами: *1* — деревянная прокладка; *2* — продольные стержни каркаса ⌀ 12 — 14 *мм*; *3*—хомуты ⌀ 5—6 *мм*; *4* — нарезанная часть ложного шва заполненная битумной мастикой

швов сжатия со шпунтовыми или штыревыми соединениями (рис. 6). Поперечные швы выполняются по типу швов расширения шириной 10—20 *мм*. Проектирование швов должно учитывать требования к ним п. 35.

33. Толщина плит устанавливается расчетом. Коэффициент армирования (μ) должен быть в пределах 0,25—0,4%.

Арматура в железобетонных плитах должна размещаться в продольном и поперечном направлениях в верхней и нижней частях сечения плиты в соответствии с расчетными отрицательными и положительными изгибающими моментами. Диаметр стержней принимается от 12 до 16 *мм*, расстояние между стержнями от 10 до 30 *см*. Защитный слой арматуры должен предусматриваться не менее 3 *см*.

Целесообразно применение арматуры в виде заранее заготовленных арматурных каркасов, сваренных контактным способом.

БЕТОННЫЕ АЭРОДРОМНЫЕ ПОКРЫТИЯ

А. Однослойные покрытия

34. Бетонные покрытия проектируются, как правило, из прямоугольных плит при соотношении размеров сторон в пределах 1 : 1 — 1 : 1,5. При толщине покрытия менее 30 *см* наибольший размер стороны плиты не должен превышать 5 *м* и при толщине покрытия более 30 *см* — 7 *м*.

35. Продольные швы, как правило, должны иметь шпунтовые или штыревые стыковые соединения. В поперечных швах должны предусматриваться преимущественно штыревые стыковые соединения (см. рис. 6). Диаметр штырей и их длина назначаются согласно требованиям табл. 7. Расстояние между штырями должно быть 35 *см* в сквозных швах и 50 *см* в ложных швах.

Таблица 7

Толщина бетонного покрытия в *см*	Диаметр штырей в *мм*	Длина штырей в *см*
20	20	40
20—30	25	50
30—40	30	60
40—50	35—40	70

На ВПП, МС и вспомогательных РД поперечные швы можно предусматривать сквозными с армированием краевых участков плит у швов (см. рис. 6).

Армирование краевых участков плит предусматривается с учетом требований табл. 8.

Таблица 8

Толщина бетонного покрытия в *см*	Количество стержней в каждом слое и диаметр в *мм*	
	у сквозных швов	у ложных швов
20	4∅12	3∅12
22	4∅12	3∅12
24	5∅12	4∅12
26	4∅14	4∅12
28	5∅14	4∅12

При строительстве бетонных покрытий средствами малой механизации рекомендуется применять плиты размерами 5×4 *м* со шпунтовым соединением по периметру.

Швы между плитами бетонных покрытий устраиваются по типу швов расширения и швов сжатия.

Поперечные швы расширения следует предусматривать через 20—50 *м* в зависимости от климатических условий. Продольные швы расширения при ширине покрытий до 80 *м* во II климатической зоне могут не устраиваться, в этом случае в продольных швах следует предусматривать обмазку граней плит битумом слоем 1,5—2 *мм*. Остальные швы устраиваются по типу швов сжатия.

Ширина швов расширения зависит от расстояния между ними. Ширина швов сжатия должна приниматься в нижней части не менее 0,1 *см*, а в верхней их части на $^1/_4$ высоты плиты — 1 *см*. Поперечные швы сжатия рекомендуется предусматривать по типу ложных швов, нарезанных на $^1/_3$ толщины плиты.

В качестве материалов для заполнения швов рекомендуется применять антисептированные деревянные прокладки из хвойных пород (сосна, ель, лиственница), специальные тугоплавкие и морозостойкие мастики, а также прокладки из борулина.

Б. Двухслойные покрытия

36. Верхний слой двухслойного покрытия должен приниматься по конструктивным и технологическим требованиям, предъявляемым к однослойным бетонным покрытиям.

Швы верхнего слоя, как правило, не должны совмещаться со швами в нижнем слое.

37. Для нижнего слоя двухслойного покрытия могут применяться местные строительные материалы, в том числе и такие, которые по своей прочности непригодны для верхнего слоя жесткого покрытия. К числу материалов, применяемых для нижнего слоя, в первую очередь могут быть отнесены тощие бетоны, приготовленные на местных заполнителях, пескобетоны и грунтоцемент. С целью уменьшения интенсивности промерзания подстилающих грунтов для нижнего слоя могут быть применены шлакобетон или керамзитобетон.

Размеры плит нижнего слоя по сравнению с размерами плит верхнего слоя могут быть увеличены: бетонные — до 14×7 *м*, а грунтоцементные — до 21×7 *м*.

38. Для выравнивания поверхности нижнего слоя и обеспечения независимых температурных деформаций плит обоих слоев между плитами верхнего и нижнего слоев устраивается разделительная прослойка из песчано-битумного коврика.

АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ПОКРЫТИЯ

39. Асфальтобетонные покрытия проектируются однослойными толщиной 4—6 *см* или двухслойными толщиной 7—9 *см*.

Верхний слой из щебеночного асфальтобетона устраивается толщиной 3—4,5 *см*, а из мелкозернистого асфальтобетона — 2,5—3,5 *см*.

Основания для асфальтобетонных покрытий могут приниматься из щебня, гравия, грунтощебня и грунтогравия, обработанных черными вяжущими материалами, и из грунта, обработанного битумом или цементом. Допускается применение цементобетонных оснований, отвечающих требованиям к нижнему слою двухслойных жестких покрытий п. 37. Асфальтобетонные смеси должны отвечать требованиям ГОСТ 9128-59.

ЧЕРНЫЕ ЩЕБЕНОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ, УСТРАИВАЕМЫЕ МЕТОДОМ ПРОПИТКИ

40. Черные щебеночные покрытия устраиваются по принципу расклинцовки из чистого, сухого и однородного по прочности щебня, подобранного по фракциям. В зави-

симости от назначения покрытия пропитка вяжущим принимается глубокой (6,5—8 *см*) или облегченной (4—6 *см*).

Черные щебеночные покрытия устраиваются на щебеночном, грунтощебеночном или грунтогравийном основании. Два последних типа оснований могут применяться с обработкой черными вяжущими материалами методом смешения на месте. Для устройства оснований могут применяться и стабилизированные грунты.

С целью увеличения водонепроницаемости и улучшения условий эксплуатации черных щебеночных покрытий на их поверхности устраивается защитный слой способом поверхностной обработки.

ЧЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ ГРУНТА, ГРУНТОГРАВИЙНЫХ И ГРУНТОЩЕБЕНОЧНЫХ СМЕСЕЙ, УСТРАИВАЕМЫЕ СПОСОБОМ СМЕШЕНИЯ НА МЕСТЕ

41. Покрытия из грунтов, грунтогравийных и грунтощебеночных смесей, обработанных черными вяжущими материалами, устраиваются способом смешения на месте или в подвижной установке.

Черные грунтовые аэродромные покрытия менее устойчивы и менее долговечны, чем черные грунтогравийные и грунтощебеночные. В связи с этим грунты, обработанные черными вяжущими материалами, следует применять преимущественно для устройства нижних слоев.

Черные грунтогравийные и грунтощебеночные покрытия устраиваются однослойными и двухслойными. Однослойные покрытия допускается устраивать на аэродромах, расположенных в V климатической зоне, а также для небольших нагрузок при благоприятных грунтовых условиях в IV и III климатических зонах. В IV, III и II зонах следует предусматривать, как правило, двухслойные покрытия. Черные грунтовые покрытия допускается устраивать в V климатической зоне и при благоприятных гидрогеологических условиях в IV климатической зоне. Для нижнего слоя черных двухслойных покрытий рекомендуется применять черные грунтовые смеси. Допускается устройство нижних слоев двухслойных покрытий и без обработки вяжущим.

Минимальная толщина однослойного и верхнего слоя двухслойного покрытия должна приниматься не менее 10 *см*. Двухслойные покрытия устраиваются при расчетной толщине не менее 15 *см*. Края покрытия РД должны быть

утолщены на 5—8 *см* с целью их усиления и изоляции основания.

Для обеспечения устойчивости поверхностного слоя покрытия и уменьшения его водопроницаемости на черных покрытиях предусматривается устройство защитного слоя способом поверхностной обработки.

Подстилающие грунты перед устройством покрытий способом смешения должны уплотняться до плотности не менее 0,95 от максимальной, определяемой методом стандартного уплотнения по методике, изложенной в СН 25-58.

Стартовые участки покрытий, места примыкания к ВПП рулежных дорожек, участки отрыва самолетов при взлете должны усиливаться путем добавления в смесь цемента или негашеной извести, либо путем устройства на этих участках черных щебеночных покрытий п. 40.

42. Примерные составы грунтовых, грунтогравийных и грунтощебеночных смесей для устройства покрытий приведены в табл. 5 приложения V. Для нижнего слоя в неблагоприятных гидрогеологических условиях следует применять составы 5 и 9 (табл. 5, приложение V).

Для устройства черных покрытий могут быть использованы грунты с числом пластичности от 3 до 17 за исключением засоленных грунтов.

Грунты песчаные и супесчаные с числом пластичности менее 3 можно применять только для устройства нижнего слоя покрытия. Грунты супесчаные и мелкие суглинки с числом пластичности от 3 до 12 и удовлетворяющие требованиям состава 4 (табл. 5, приложение V), могут быть использованы для устройства покрытий в V климатической зоне, а при благоприятных гидрогеологических условиях — в IV и III зонах. Во II климатической зоне указанные грунты можно применять только для устройства нижних слоев покрытия. Грунты суглинистые с числом пластичности от 12 до 17 могут быть использованы для устройства покрытий только в V климатической зоне на объектах с благоприятным гидрогеологическим режимом.

Коэффициент уплотнения оптимальных грунтогравийных и грунтощебеночных смесей, обработанных битумом, следует принимать 1,25—1,35, грунтов оптимального состава 1,25—1,4, а черноземов 1,4—1,6.

Грунты, не удовлетворяющие требованиям табл. 5, приложение V, подлежат улучшению введением добавок другого грунта или песка в количестве, необходимом для доведения состава до оптимального.

43. Нормы расхода жидких битумов при укреплении грунтогравийных, грунтощебеночных смесей и грунтов указаны в табл. 6 приложения V.

В районах с жарким климатом следует использовать вязкие вяжущие. В районах с большим количеством осадков рекомендуется применять жидкие битумы класса А или сланцевые битумы.

Оптимальное количество добавок извести или цемента назначается в процентах от веса минеральной части смеси: для грунтогравийных и грунтощебеночных смесей 2—3%; для суглинков с числом пластичности 7—12 3—4% (доза извести назначается из расчета на CaO).

Образцы из грунтов, грунтогравийных и грунтощебеночных смесей с запроектированным расходом вяжущего должны удовлетворять требованиям, указанным в табл. 7 приложения V.

УСИЛЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

44. Усиление жестких покрытий может быть предусмотрено по одной из следующих типовых конструкций:

Конструкция *а* — наращивание покрытия бетонным или железобетонным слоем с обеспечением надежной связи между слоем усиления и плитами существующих покрытий при обязательном совмещении швов в слое усиления со швами в покрытии (рис. 7, *а*).

Конструкция *б* — усиление покрытия бетонным или железобетонным слоем, с устройством песчано-битумного коврика между слоем усиления и существующим покрытием и размещением углов плит слоя усиления над центрами плит существующего покрытия (рис. 7, *б*).

Конструкция *в* — усиление покрытия асфальтобетонным и черным щебеночным слоем (рис. 7, *в*).

Минимальные толщины слоев усиления, допустимые по конструктивным соображениям, принимаются по табл. 9.

Таблица 9

Материал слоя усиления	Минимальная толщина в *см*
Предварительно напряженный железобетон	14
Бетон и железобетон	16
Асфальтобетон	4
Черный щебень	6

45. Покрытия нежесткого типа рекомендуется усиливать следующим образом.

Существующие черные щебеночные покрытия:

а) новым слоем черного щебня непосредственно по покрытию или по промежуточному щебеночному слою;

б) асфальтобетоном, укладываемым непосредственно на покрытие или на промежуточный щебеночный или на слой черного покрытия.

Черные грунтогравийные (грунтощебеночные) покрытия:

а) новым слоем грунтогравия (грунтощебня), укрепленного черным вяжущим материалом, непосредственно по покрытию;

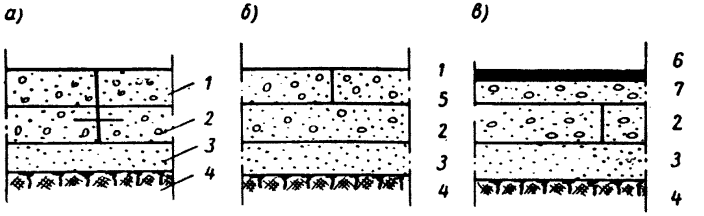

Рис. 7. Типовые конструкции усиления жестких покрытий

1 — бетонный слой усиления; *2* — существующее бетонное покрытие; *3* — песчаное основание; *4* — подстилающий грунт; *5* — разделяющая прослойка; *6* — асфальтобетон; *7* — черный щебень

б) слоем черного щебня, непосредственно по покрытию или по промежуточному щебеночному слою;

в) асфальтобетоном.

Черные грунтовые покрытия рекомендуется усиливать слоем черного грунтогравия (грунтощебня) или слоем пропитки.

Все типы нежестких аэродромных покрытий могут усиливаться также жесткими покрытиями.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

46. Выбор конструкции жестких покрытий и их оснований при наличии подстилающих пучинистых грунтов производится так, чтобы покрытия допускали наибольшие деформации без разрушений, а основания способствовали бы уменьшению морозного вспучивания.

Исходя из условий безопасности эксплуатации самолетов с давлением воздуха в пневматиках шасси не более 10 *атм*, устанавливаются следующие временные предельно допустимые неровности покрытия, связанные с морозным вспучиванием:

	Уступы, бугры и впадины на стыках смежных плит в *мм*	Алгебраическая разность уклонов в %
На РД	15	0,9
На ВПП	10	0,6

Эти неровности могут временами появляться на покрытии вследствие выпучивания. Требования к ровности покрытия при приемке строительных работ остаются без изменений (см. п. 11).

Если по прогнозу вспучивания неравномерные деформации покрытия окажутся больше указанных выше, то проводится одно или несколько из следующих мероприятий:

а) в районах с глубиной промерзания до 1 *м* и интенсивно пучинистыми грунтами устраиваются двухслойные жесткие покрытия с нижним слоем из термоизолирующих материалов (шлакобетон или керамзитобетон) или производится полная замена пучинистого грунта непучинистым песчано-гравелистым грунтом;

б) в районах с большей глубиной промерзания производится частичная замена пучинистых грунтов непучинистыми песчано-гравелистыми;

в) в неблагоприятных гидрогеологических условиях предусматривается гидроизоляция дна корыта для предупреждения насыщения нижележащих пучинистых грунтов водой из песчаного слоя;

г) принимаются меры, обеспечивающие долговечность и надежность дренажных и водосточных систем в условиях интенсивного пучения грунтов.

IV. РАСЧЕТ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

47. Аэродромные покрытия рассчитываются на воздействие нагрузок от колес самолетов. Особенности работы различных участков покрытий под воздействием этих нагрузок учитываются дифференцированным назначением

расчетных коэффициентов для взлетно-посадочных полос, рулежных дорожек и мест стоянок самолетов.

Плиты жестких покрытий, способные воспринимать изгибающие моменты, рассчитываются как лежащие на упругом основании. В общем случае покрытие рассматривается как состоящее из плит, жесткость которых в продольном и поперечном направлениях различна. Таким свойством обладают монолитные и сборные предварительно напряженные покрытия, имеющие различное предварительное напряжение в продольном и поперечном направлениях или имеющие только одноосное предварительное напряжение. Покрытия с симметричным обжатием, с симметричным армированием и обычные бетонные покрытия имеют одинаковую жесткость в продольном и поперечном направлениях.

Расчет жестких покрытий ведется по методу предельных состояний. За предельное состояние покрытия принимается либо достижение предельного разрушающего изгибающего момента, либо достижение изгибающего момента, вызывающего раскрытие трещин в плитах. Во всех случаях рассматривается самое невыгодное расположение внешней нагрузки на плите.

За критерий прочности нежестких покрытий, не воспринимающих изгибающие моменты принимается величина предельно допустимой относительной деформации, устанавливаемая по стадии разрушения в зависимости от конструкции покрытия.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В ПЛИТАХ ПРИ РАСЧЕТЕ ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ

48. В соответствии с методом предельных состояний расчет жестких покрытий выполняется на воздействие статической нагрузки. Динамичность воздействия самолетной нагрузки учитывается введением в расчет коэффициента динамичности $k_д$. Повторность приложения нагрузки, воздействие температурных напряжений, нарастание прочности бетона во времени учитываются коэффициентом условия работы m.

Значения расчетных коэффициентов динамичности и перегрузки принимаются для всех типов жестких аэродромных покрытий согласно данным табл. 1 приложения IV. Расчетные коэффициенты условий работы принимаются

дифференцированными для различных типов покрытий согласно табл. 2 приложения IV.

49. Применяемые в практике аэродромного строительства плиты жестких покрытий имеют размеры в плане, позволяющие рассматривать их при центральном загружении как плиты неограниченных размеров, что обеспечивает значительное упрощение техники вычисления изгибающих моментов и прогибов в этих плитах. Вычисление же изгибающих моментов в других точках плиты (у края, в зоне угла и др.) осуществляется путем применения коэф-

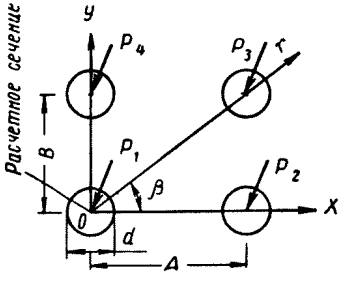

Рис. 8. Расчетная схема опоры самолета

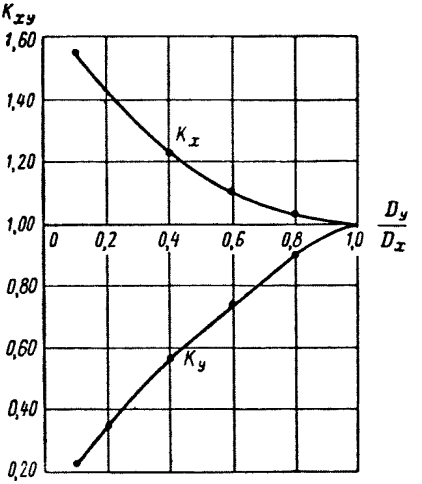

Рис. 9. Значения K_x и K_y в зависимости от $\frac{D_y}{D_x}$ для определения изгибающих моментов ортотропной плиты

фициентов, учитывающих отношение расчетных изгибающих моментов в рассматриваемых точках к максимальному значению изгибающего момента при центральном загружении плиты покрытия.

50. В общем случае максимальное значение изгибающего момента в плите покрытия, при ее центральном загружении, определяется как сумма изгибающих моментов, создаваемых всеми колесами самолетной опоры, в сечении под центром отпечатка следа наиболее загруженного колеса (рис. 8):

$$M^{\text{ц}}_{x\,(y)} = M^{0}_{x\,(y)} + \Sigma M^{i}_{x\,(y)}, \qquad (1)$$

где $M^{0}_{x\,(y)}$ — моменты в сечении под центром отпечатка сле-

да наиболее загруженного колеса от действия этого же колеса;

$M^i_{x(y)}$ — моменты в указанном выше сечении от действия остальных колес самолетной опоры.

$$M^0_{x(y)} = K_{x(y)} qS(0{,}096a - 0{,}012S), \tag{2}$$

где $K_{x(y)}$ — коэффициент, зависящий от отношения жесткостей $\frac{D_y}{D_x}$, определяемый по графику (рис. 9)

$$S = \sqrt[4]{\frac{4D_{макс}}{C_{расч}}}. \tag{3}$$

Для прямоугольного бетонного сечения

$$D = \frac{E_б h^3}{12(1-\mu_б^2)}.$$

В случае изотропной плиты

$$D_x = D_y;\ K_x = K_y = 1;\ M^0_x = M^0_y;$$
$$\left.\begin{aligned} M^i_x &= (M^i_r \cos^2\beta^i + M^i_\vartheta \sin^2\beta^i)K_x; \\ M^i_y &= (M^i_r \sin^2\beta^i + M^i_\vartheta \cos^2\beta^i)K_y. \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

$$\left.\begin{aligned} M^i_r &= -\frac{P^i}{4}\left[V - \frac{1-\mu_б}{\xi^i}U\right]; \\ M^i_\vartheta &= -\frac{P^i}{4}\left[\mu_б V + \frac{1-\mu_б}{\xi^i}U\right]; \\ \xi^i &= 1{,}41\,\frac{r^i}{S}, \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

где r^i — расстояния от рассматриваемого сечения до центров отпечатков других колес;

β^i — углы между осями ox и or^i (рис. 8);

U и V — функции, значения которых принимаются по табл. 3 приложения IV в зависимости от ξ^i.

Расчетные изгибающие моменты на краю, углу или других точках плит покрытия определяются.

1. В изотропных плитах

$$M_{x(y)\,расч} = M^ц_{x(y)} K. \tag{6}$$

Значения K определяются по рис. 10, 11, 12 в зависимости от расположения расчетной точки плиты покрытия и условия закрепления ее краев.

2. В ортотропных плитах — с учетом наличия или отсутствия фактического перераспределения внутренних усилий в рассматриваемых точках.

Прогибы в точке под центром отпечатка следа наиболее загруженного колеса определяются:

$$W^{\text{ц}} = W^0 + \Sigma W^i; \tag{7}$$

$$W^0 = k \frac{q}{C_{\text{расч}}} \left(0{,}1382 \frac{a^2}{S^2} + 0{,}0886 \frac{a}{S} - 0{,}0134\right); \tag{8}$$

$$W^i = k \frac{PS^2}{8D_{\text{макс}}} V_1, \tag{9}$$

где W^0 — прогиб в точке под центром отпечатка следа наиболее загруженного колеса от действия этого же колеса;

W^i — прогибы в указанной точке от действия остальных колес;

k — коэффициент, зависящий от отношения $\frac{D_y}{D_x}$, определяемый по графику рис. 14;

V_1 — функции, значения которых принимаются по табл. 4 приложения IV в зависимости от ξ^i.

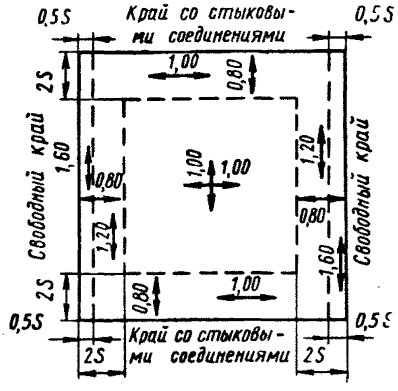

Рис. 10. Значения переходных коэффициентов K для положительных изгибающих моментов

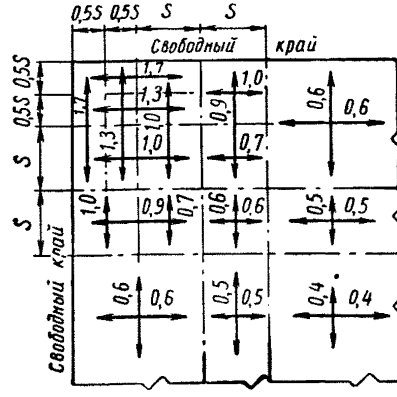

Рис. 11. Значения переходных коэффициентов K для отрицательных изгибающих моментов, для плит со свободными краями

Примечания. 1. Формулы (2) и (8) даны для встречающихся в практике проектирования аэродромных покрытий значений $0{,}3 \leqslant \frac{a}{S} \leqslant 1$.

2. Для изотропных покрытий M^0 и W^0 могут определяться и другими известными методами, например:

$$M^0 = -0{,}558\,(1+\ )\,qSrU;\quad W^0 = \frac{q}{C_{\text{расч}}}\left[1 - 2{,}2\,\frac{r}{S}\,U_1\right].$$

3. Коэффициенты K (рис. 10, 11, 12) даны для значений $S \leqslant 0{,}8$. Для других значений S следует к величинам K, полученным из рис. 10, 11, 12, вводить поправку согласно графику на рис. 13.

4. Для предварительно напряженных плит сборных покрытий коэффициенты K принимаются:

а) для положительных моментов по рис. 10 с изменением зоны распространения коэффициента K=1,2 на S вместо 2S;

б) для отрицательных моментов по рис. 11 с уменьшением значений K на 15%.

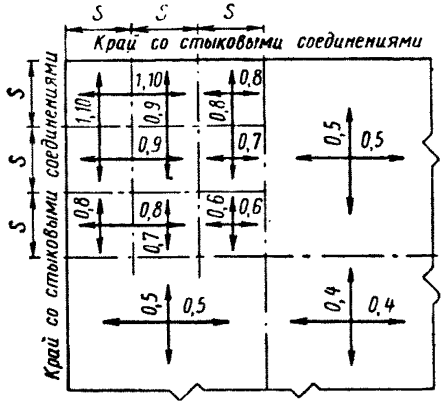

Рис. 12. Значения переходных коэффициентов K для отрицательных изгибающих моментов, для плит со стыковыми соединениями

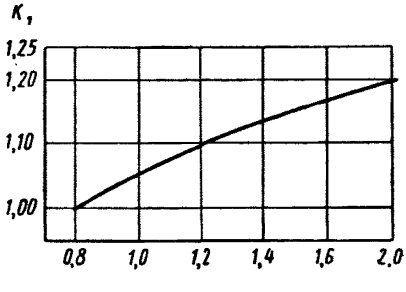

Рис. 13. Кривая поправочных коэффициентов K_1 для различных значений упругой характеристики S

51. Расчет изотропных бетонных и железобетонных покрытий может производиться и по методике, рассматривающей грунтовое основание как линейно-деформируемое полупространство.

Изгибающий момент в покрытии при центральном расположении нагрузки в этом случае будет определяться также формулой (1). Правая часть формулы (1) определяется:

$$M_x^0 = M_y^0 = P\,(0{,}0592 - 0{,}0928 \ln \lambda), \qquad (10)$$

где

$$\lambda = \frac{r}{L};$$

L — упругая характеристика плиты, определяемая:

$$L = h \sqrt[3]{\frac{E_б (1 - \mu_0^2)}{6E_0(1 - \mu_б^2)}}. \tag{11}$$

$$\left.\begin{aligned} M_x^i &= P^i \overline{M}_x^i; \\ M_y^i &= P^i \overline{M}_y^i; \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

где $\overline{M}_x^i$ и $\overline{M}_y^i$ — единичные моменты от действия колес, расположенных вне рассматриваемого сечения.

Значения $\overline{M}_x^i$ и $\overline{M}_y^i$ определяются по табл. 5 приложения IV в зависимости от

$$\xi^i = \frac{x^i}{L}; \quad \eta^i = \frac{y^i}{L},$$

где x^i и y^i — координаты точки приложения сил, считая за начало координат рассматриваемое сечение.

Расчетный изгибающий момент определяется по формуле (6).

ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ

52. Расчетным предельным состоянием для напряженно армированных сечений аэродромных покрытий является предельное состояние по образованию трещин, которое в предварительно напряженных сечениях монолитных покрытий считается обеспеченным, если

$$M_{\text{расч}} \leqslant m \left[(0{,}825 R_{\text{ри}}^{\text{н}} - \sigma_{\text{бт}}) W_0 + M_{\text{об}}^{\text{я}}\right], \tag{13}$$

когда марка бетона задана по растяжению при изгибе и

$$M_{\text{расч}} \leqslant m \left[(1{,}75 R_{\text{ру}} - \sigma_{\text{бт}}) W_0 + M_{\text{об}}^{\text{я}}\right], \tag{14}$$

когда задана марка бетона по сжатию.

$\sigma_{\text{бт}}$ принимается по табл. 10

$$M_{\text{об}}^{\text{я}} = (\sigma_0 F_{\text{н}} + \sigma_0' F_{\text{н}}')(r_{\text{я}} + e_0) m_{\text{т}}, \tag{15}$$

где

$$\sigma_0 = \sigma_{\text{ак}} - \sigma_{\text{п}}. \tag{16}$$

$\sigma_{\text{п}}$ принимается согласно табл. 8 СН 10-57.

Для прямоугольных сечений $r_{\text{я}} = \frac{1}{6} h$.

Для монолитных покрытий $e_0=0$,

$$m_т = 0{,}9.$$

Таблица 10

Величина потерь предварительного напряжения в бетоне от трения покрытия по основанию

Длина напрягаемого участка $м$	Менее 10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—80	81—100
$\sigma_{бт}$ в $кг/см^2$	1	2	3	4	5	6	8	10

Предельное состояние по образованию трещин в предварительно напряженном сечении сборных покрытий считается обеспеченным, если

$$M_{расч} \leqslant m\,(\gamma W_0 R_{ру} + M^{а}_{об}), \qquad (17)$$

где γ — коэффициент, принимаемый по табл. 11 СН 10-57 (для прямоугольных сечений $\gamma=1{,}75$).

53. Расчетным предельным состоянием для сечений покрытий, армированных ненапряженной арматурой, является предельное состояние по прочности и раскрытию трещин.

Жесткость сечений, работающих с раскрытием трещин, определяется:

$$B = \frac{E_а}{\psi} F_а h_0^2 c, \qquad (18)$$

где h_0 — полезная высота сечения;

c — коэффициент, определяемый по табл. 7 и 8 приложения II НиТУ 123-55;

ψ — коэффициент, определяемый по табл. 6 приложения IV.

При определении расчетных изгибающих моментов и прогибов в этом случае вместо цилиндрической жесткости D принимается значение жесткости B. Допустимая ширина раскрытия трещин принимается 0,4 *мм*. Проверка прочности и раскрытия трещин сечения армированной ненапряженной арматурой производится согласно указаниям глав VII, VIII и IX НиТУ 123-55.

54. Покрытия, плиты которых имеют одноосное продольное предварительное напряжение (в направлении оси X) и в поперечном направлении армированы ненапряженной арматурой (по оси Y), рассчитываются как имеющие разную жесткость по осям X и Y.

При определении изгибающих моментов принимается

$$D_x = D;$$
$$D_y = B.$$

Трещиностойкость предварительно напряженных сечений проверяется согласно п. 52 на действие изгибающего момента M_x, а прочность и раскрытие трещин сечений, армированных ненапряженной арматурой, проверяются согласно п. 53 на действие изгибающего момента M_y.

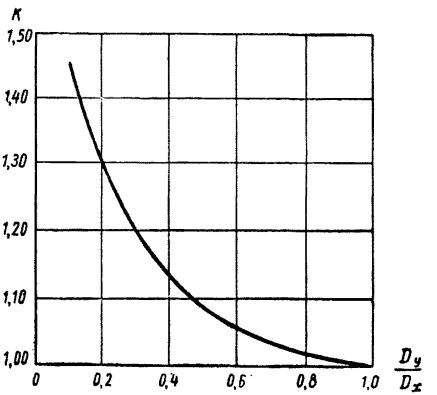

Рис. 14. Кривая зависимости k от $\frac{D_y}{D_x}$ для определения прогибов ортотропной плиты

55. Расчетным предельным состоянием для бетонных покрытий является предельное состояние по прочности.

Расчетным местом-приложения нагрузки является угол. Соответственно этому определяется коэффициент K по рис. 11, 12.

Расчетный изгибающий момент должен удовлетворять условию:

$$M_{\text{расч}} \leqslant m k_б R^{\text{н}}_{\text{ри}} W_0. \qquad (19)$$

Значение коэффициента однородности бетона $k_б$ принимается согласно данным табл. 2 приложения IV.

При армировании бетонных плит по периметру или по отдельным сторонам согласно указаниям табл. 8 и при наличии сквозного шва в расчете принимается коэффициент K=1,2.

56. Для всех типов железобетонных и предварительно напряженных покрытий проверяется величина давления, передающегося через плиты от расчетной нагрузки на поверхность основания или подстилающего грунта. При этом должно быть выполнено условие:

$$W^{\text{ц}} C_{\text{расч}} \leqslant R_0. \tag{20}$$

Расчетное сопротивление грунта R_0 принимается согласно строительным нормам и правилам 1954 г. гл. II-Б. 6, § 4.

57. Расчет двухслойных покрытий заключается в определении толщин слоев, обеспечивающих равнопрочность однослойному покрытию из материала верхнего слоя, и может производиться согласно данным приложения VI.

Для приближенного расчета двухслойных бетонных покрытий можно пользоваться формулой (27) п. 60. Значения коэффициентов K_1 и K_2 следует принимать по табл. 14 для случая ненарушенного состояния покрытия.

РАСЧЕТ ПОКРЫТИЙ НЕЖЕСТКОГО ТИПА

58. Аэродромные покрытия нежесткого типа рассчитываются методом предельных деформаций по стадии условно-прочного сопротивления покрытия нагрузке, когда в нем еще сохраняется значительная прочность, но в конструкции уже начинают появляться трещины.

Толщина покрытия определяется по формуле:

$$H' = \frac{d}{n} \operatorname{tg} \frac{90}{\frac{a}{b} - \frac{1}{n^{3,5}} + 1}, \tag{21}$$

где H' — толщина однослойного искусственного покрытия;

d — расчетный диаметр следа одного пневматика:

$$d = 1{,}13 \sqrt{\frac{P}{p}}, \tag{22}$$

p — эксплуатационное удельное давление на покрытие

$$p = 1{,}05 q_1,$$

$$n = \sqrt[2,5]{\frac{E_1}{E_0}},$$

где q_1 — внутреннее давление в пневматиках самолета,

E_1 — модуль деформации материала однослойного покрытия;

a — коэффициент, зависящий от качества употребляемых материалов, принимаемый по табл. 11;

$$b = \frac{\alpha p K_{зап}}{cE_0}, \qquad (23)$$

где α — коэффициент перехода к деформации, вызывающей начало разрушения покрытия, принимаемый по табл. 12;

$K_{зап}$ — коэффициент запаса прочности покрытия, принимаемый для стартовых участков ВПП, РД и МС равным 1,5; для средних участков ВПП — 1,3;

c — коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от спаренных или дубль-тандем колес на опоре самолета, принимаемый по табл. 13.

Таблица 11

Расчетные значения коэффициента a

E	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
a	0,07	0,066	0,063	0,061	0,06	0,059	0,058	0,057
E	1400—1500	—	1600—1700	—	1800—2000	—	—	—
a	0,056	—	0,055	—	0,054	—	—	—

Таблица 12

Расчетные значения коэффициента α

Расчетный диаметр следа пневматика d см	α
25	1,8
25—30	1,6
31—35	1,5
36—45	1,4
45	1,3

Таблица 13

Значения коэффициента c для опоры самолета со спаренными и с счетверенными колесами

$\frac{A}{d}$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
c	0,7	0,72	0,74	0,76	0,78	0,8
$\frac{A_1}{d}$	3,5	3,6	3,7	3,8	—	—
c_1	0,6	0,62	0,64	0,65	—	—

A — расстояние между центрами спаренных колес в *см;*

A_1 — расстояние по диагонали от центра правого переднего до центра левого заднего отпечатка колес тележки в *см.*

Для опоры самолета с одиночным пневматиком $c=1$.

Расчетное значение E_0 принимается либо на основе результатов полевых испытаний грунтов, либо по табл. 4 приложения V.

59. Расчет двухслойных нежестких покрытий производится в такой последовательности:

1) определяется толщина слоя из материалов основания в предположении, что покрытие является однослойным (H'), по формуле (21);

2) по конструктивным соображениям назначается толщина верхнего (заменяющего) слоя покрытия — h_2;

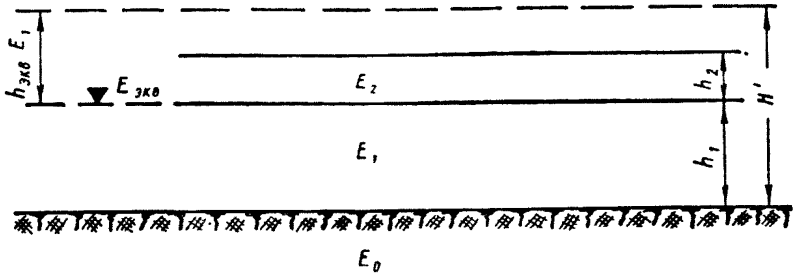

Рис. 15. Схема расчета нежесткого покрытия

3) находится толщина $h_{экв}$ из материала нижнего слоя, эквивалентная толщине верхнего слоя покрытия, и производится замена слоев (рис. 15).

Расчет эквивалентной толщины проще всего производить пользуясь графиком (рис. 16), который дает зависимость:

$$k = \frac{h_2}{h_{экв}} n_0;$$

$$h_{экв} = \frac{h_2}{k} n_0; \qquad (24)$$

$$n_0 = \sqrt[2,5]{\frac{E_2}{E_1}},$$

где k — коэффициент, учитывающий эквивалентный модуль деформации системы, подстилающей заменяемые

слои, величину и схему передачи нагрузки на покрытие;

E_1 и E_2 — модули деформации соответственно верхнего и нижнего слоев покрытия в *кг/см*², принимаемые по табл. 1, 2, 3 приложения V. Параметры E_2, h_2 и n_0 соответствуют — E, h и n на рис. 16.

Расчет эквивалентной толщины $h_{экв}$ проводится в следующем порядке:

а) задается толщина эквивалентного (заменяемого) слоя $h_{экв}$ и определяется отношение $\frac{h_2}{h_{экв}}$;

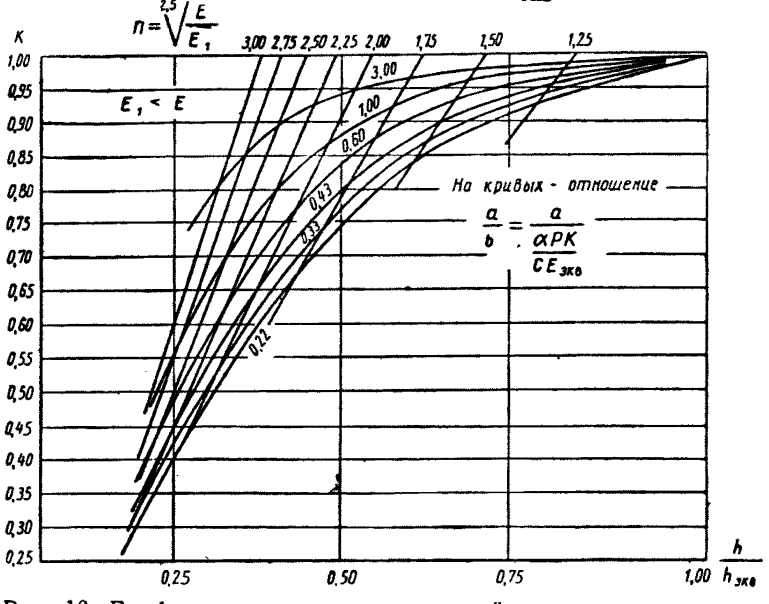

Рис. 16. График расчета эквивалентной толщины заменяемого слоя нежесткого покрытия (в формуле на графике K—коэффициент запаса)

б) вычисляется эквивалентный модуль деформации системы, подстилающей заменяемые слои $E_{экв}$:

$$E_{экв}=\frac{E_0}{1-\frac{2}{\pi}\left(1-\frac{1}{n^{3,5}}\right)\operatorname{arctg} n\frac{h_1}{d}}, \qquad (25)$$

где h_1 — толщина основания под заменяемыми слоями

$$h_1=H'-h_{экв};$$

в) вычисляются параметры $\frac{a}{b}$ и n_0, причем при определении b в формуле (23) E_0 заменяется $E_{экв}$;

a — характеризует качество материала заменяемого слоя;

г) соответственно параметрам $\frac{a}{b}$ и n_0 по графику (рис. 16) определяется отношение $\frac{h_2}{h_{экв}}$, которое сопоставляется с отношением, полученным согласно п. а.

При расхождении более 5% надо задаться другой толщиной $h_{экв}$ и произвести перерасчет.

4. Производится замена слоев.

5. Общая толщина покрытия составляет:

$$H = h_1 + h_2. \tag{26}$$

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ УСИЛЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

А. Покрытия жесткого типа

60. Толщина слоев усиления жестких покрытий определяется по формуле:

$$h_{верх} = K_1 h - K_2 \frac{E_1}{E_2} h_{ниж}, \tag{27}$$

где h — толщина монолитного бетонного покрытия из материала верхнего слоя, рассчитанного на новую нагрузку, в *см*;

E_1 и E_2 — модули упругости материалов соответственно существующего покрытия и слоя усиления;

K_1, K_2 — экспериментальные коэффициенты, определяемые по табл. 14.

Таблица 14

Состояние усиляемого покрытия	Сращивание		Наращивание по разделяющей прослойке	
	K_1	K_2	K_1	K_2
Без разрушений	1,05	1	1,1-1,2	1
Незначительные разрушения	1,05	0,85-0,95	1,1-1,2	0,85-0,95
Значительные разрушения	—	—	1,2-1,3	0,8-0,9

Примечания. 1. Формула (27) применима при $\frac{E_1}{E_2} = 1 \div 0{,}7$.

2. При усилении методом сращивания предусматривается армирование краев плит слоя усиления согласно п. 35, а при усилении методом наращивания—армирование краев или устройство стыковых соединений.

Б. Покрытия нежесткого типа

61. Расчет усиления покрытия проводится в такой последовательности.

1. Определяется потребная толщина H' при модуле деформации материала E_1, составляющего основную часть существующей конструкции (см. пп. 58 и 59).

2. Вычисляется приведенная толщина существующей конструкции H'_c. Толщина H'_c находится приведением существующей конструкции к модулю деформации E_1, соответствующему материалу основной части конструкции.

а) Для двухслойного покрытия

$$H'_c = h_1 + \frac{h_2}{k_2}\sqrt[2{,}5]{\frac{E_2}{E_1}}. \qquad (28)$$

б) Для трехслойного покрытия

$$H'_c = h_1 + \frac{h_2}{k_2}\sqrt[2{,}5]{\frac{E_2}{E_1}} + \frac{h_3}{k_3}\sqrt[2{,}5]{\frac{E_3}{E_1}}, \qquad (29)$$

где h_1, h_2, h_3, E_1, E_2, E_3 — толщины и соответственно модули деформации отдельных слоев существующего покрытия;

k_2, k_3 — коэффициенты влияния модуля деформации подстилающей системы, величины и схемы приложения нагрузки, соответствующие параметрам E_2 и E_3 (рис. 17, 18).

3. Определяется толщина слоя усиления, приведенная к модулю деформации материала, составляющего основную часть существующей конструкции (E_1):

$$H'_y = H' - H'_c. \qquad (30)$$

4. Вычисляется толщина отдельных слоев усиления с учетом фактических модулей деформации применяемых материалов.

При усилении покрытия одним слоем толщина усиления h_{y1} определяется по формуле:

$$h_{y1} = \frac{H'_y \, k_{y1}}{\sqrt[2,5]{\frac{E_{y1}}{E}}}. \qquad (31)$$

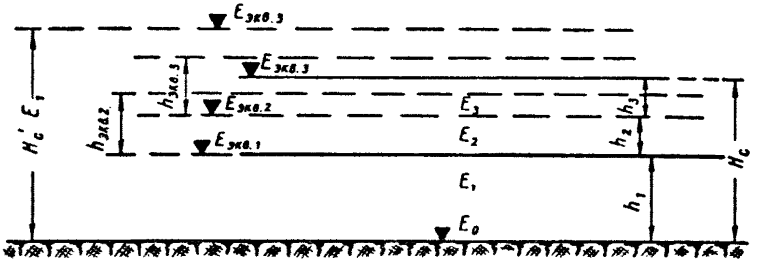

Рис. 17. Схема расчета приведенной толщины существующего покрытия

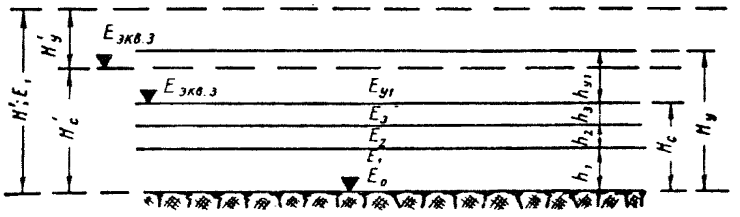

Рис. 18. Схема расчета усиления нежесткого покрытия

Коэффициент k_{y1} находится по графику (рис. 16). Величину h_{y1} можно также определить непосредственно по графику (рис. 16), отсчитывая отношение $\left(\frac{h_{y1}}{H'_y}\right)$ на оси абсцисс.

Пользуясь изложенными приемами, может быть вычислена толщина отдельных слоев при двухслойном усилении покрытия.

5. Определяется общая толщина усиленного покрытия:

$$H_y = H_c + h_{y1}, \qquad (32)$$

где H_c — общая толщина существующего покрытия в *см*.

V. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

62. Для жестких покрытий должен применяться бетон, отвечающий требованиям ГОСТ 8424-57.

Примечания. 1. Марка бетона по сжатию для железобетонных плит должна быть не ниже 300.

2. При наличии технико-экономического обоснования допускается для нижнего слоя двухслойных покрытий применять бетоны (в том числе шлако- и керамзитобетоны), а также грунтоцемент с пределом прочности на растяжение при изгибе не ниже 10 *кг/м*².

63. Арматура для железобетонных покрытий должна приниматься в зависимости от типа покрытия и отвечать требованиям соответствующих ГОСТ и ТУ:

а) для напряженного армирования:

при натяжении арматуры до бетонирования — проволока стальная холоднотянутая высокопрочная периодического профиля диаметром от 3 до 5 *мм* по ГОСТ 8480-57;

при натяжении арматуры на бетон — проволока стальная холоднотянутая высокопрочная круглая диаметром от 5 до 8 *мм* по ГОСТ 7348-55;

горячекатаная низколегированная периодического профиля марок 30ХГ2С и 25Г2С диаметром не менее 12 *мм* по ГОСТ 5058-57 (для напряженного армирования плит сборных покрытий);

б) для ненапряженного армирования:

горячекатаная периодического профиля марки 25Г2С диаметром не менее 12 *мм* по ГОСТ 5058-57;

горячекатаная периодического профиля марки Ст. 5 диаметром не менее 12 *мм* по ГОСТ 380-57;

холодносплющенная периодического профиля марок Ст. 3 и Ст. 0 по ГОСТ 6234-52;

проволока холоднотянутая диаметром 5 *мм*, ГОСТ 6727-53.

Коэффициент однородности бетона k_6 принимается: для бетонов марок 55—45 равным 0,7; для марок 40—25 равным 0,65.

Модули упругости бетона принимаются по табл. 15.

Остальные нормативные и расчетные характеристики бетона и арматуры принимаются в соответствии с разделами III и IV НиТУ 123-55 и разделом III СН 10-57.

64. Для устройства асфальтобетонных аэродромных покрытий должны применяться асфальтобетонные смеси (горячие) дорожные, отвечающие требованиям ГОСТ 9128-59 и ГОСТ 9129-59.

Таблица 15

Марка бетона по пределу прочности на изгиб в *кг/см²*	Модуль упругости в *кг/см²*	
	нормативные	расчетные
25	240 000	165 000
35	290 000	200 000
40	322 000	235 000
45	340 000	270 000
50	360 000	290 000
55	380 000	310 000

65. Щебень, применяемый для устройства черных покрытий методом пропитки, должен иметь предел прочности на сжатие не менее 600 *кг/см²*.

При устройстве покрытия из щебня четырех фракций применяются фракции: 35—65; 25—35; 15—25 и 3—15 *мм*; из щебня трех фракций: 25—50; 15—25 и 3—15 *мм*.

Для поверхностной обработки используются высевки крупностью 2—5 *мм*.

Для устройства черных щебеночных покрытий в зависимости от климатических условий должны применяться битумы различной вязкости. Рекомендуется применять битум марок БН-I и БН-II, отвечающие требованиям ГОСТ 1544-52, и битум марки БС-1, отвечающий техническим условиям на сланцевые битумы.

66. Для строительства черных покрытий методом смешения могут применяться: щебень, гравий, песчано-гравийные (песчано-щебеночные) смеси, местные грунты, дресва, ракушечник и песок.

Все применяемые материалы должны быть незасоленными или ограниченно засоленными. В материалах, предназначенных для верхнего слоя покрытия, содержание легкорастворимых солей (Na+K) не должно превышать 1% в некарбонатных материалах и 0,7% — в карбонатных. При этом содержание кристаллогидратов (Na_2SO_4 и $MgSO_4$) не должно превышать соответственно 0,4 и 0,2%, а соды ($NaHCO_3$ и Na_2CO_3) должно быть менее 0,1%. Содержание гипса допускается в карбонатном гравийном материале до 1,5%, в некарбонатном до 3%. В грунте и гравийном материале при отсутствии легкорастворимых солей содержание гипса допускается до 5%. Содержание поглощенного натрия в грунте должно быть не более 5% от емкости поглощения.

Содержание легкорастворимых солей и кристаллогидратов в материалах, предназначенных для устройства нижних слоев покрытия, допускается в 1,5 раза больше, чем в материалах верхнего слоя, а содержание поглощенного натрия в грунте — до 20% от емкости поглощения.

В качестве вяжущих материалов для покрытий, возводимых методом смешения на месте, применяются жидкие дорожные битумы марок А-4, А-5, А-6, Б-4, Б-5, Б-6, отвечающие требованиям ГОСТ 1972-52, и сланцевые жидкие битумы марок С-4, С-5. В условиях Средней Азии может применяться высокосмолистая джаркурганская нефть, которая по своим свойствам приближается к жидкому битуму марки Б-3.

VI. ВОДОСТОЧНЫЕ И ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

67. Выбор мероприятий по водоотводу и дренажу аэродромных покрытий производится в зависимости от климатических гидрогеологических и топографических условий расположения аэродрома, а также от типа покрытия и назначения сооружаемого аэродрома.

68. С нагорной стороны от покрытий для перехвата поверхностных вод должны предусматриваться грунтовые лотки. По дну лотков устанавливаются водоприемные тальвежные колодцы. Тальвежные колодцы также устанавливаются во всех замкнутых пониженных местах, расположенных около покрытий.

На аэродромах, расположенных в зоне избыточного увлажнения, а также при суглинистых и глинистых грунтах в зонах переменного и недостаточного увлажнения, по оси лотков с уклонами менее 5‰ должна предусматриваться прокладка трубчатых осушителей. При неблагоприятных климатических условиях и грунтах, подверженных пучению и эрозии, грунтовые лотки следует укреплять.

69. Для сбора воды, стекающей с покрытий, на их кромках следует предусматривать открытые лотки, по дну которых должны быть запроектированы водоприемные колодцы.

В случае двухскатных поперечных профилей открытые лотки в кромках покрытий устраиваются с двух сторон, а

в случае односкатных профилей — с одной (пониженной) стороны.

На аэродромах с хорошо фильтрующими грунтами (пески, супеси), а также в засушливой зоне водоотводные системы могут не устраиваться или устраиваться выборочно, на отдельных пониженных участках. В этих условиях сброс воды с покрытий может осуществляться на обочины или в грунтовые лотки.

70. Для отвода воды из искусственных оснований покрытий, расположенных в зонах избыточного и переменного увлажнения, а при наличии суглинистых и глинистых грунтов в основании и в зоне недостаточного увлажнения, устраиваются закромочные дрены. Закромочные дрены прокладываются вдоль покрытий в 1—1,5 *м* от их кромки. Пористые подстилающие слои покрытий доводятся до дрен.

В засушливых зонах, а также при наличии песчаных или супесчаных грунтов в сухих зонах закромочные дрены не устраиваются.

71. При наличии на участке строительства высокого уровня грунтовых вод или длительной верховодки вдоль кромок покрытий предусматриваются глубинные дрены. В этом случае они же используются для отвода воды из искусственных оснований.

Глубинный дренаж должен проектироваться в сочетании с устройством насыпей под покрытием, чтобы обеспечивалось возвышение дна корыта покрытия над уровнем грунтовых вод или верховодки на величину, указанную в табл. 16.

Таблица 16

Минимальное возвышение дна корыта покрытия над уровнем грунтовых вод в *м*

Грунты естественного основания покрытия	Климатические зоны СССР			
	II	III	IV	V
Пески:				
крупные и средние . . .	0,8	0,7	0,6	0,5
мелкие и супеси	1,3	0,9	0,9	0,8
Пылеватые грунты, пылеватые и легкие суглинки . . .	2	1,8	1,5	1,4
Тяжелые суглинки и глины .	2	1,5	1,2	1,1

В случае поступления грунтовых вод со стороны летного поля для их перехвата вдоль кромок покрытий предусматриваются глубинные экранирующие дрены.

72. Тальвежные колодцы, водоприемные колодцы, закромочные дрены и трубчатые осушители, а также глубинные дрены присоединяются к коллекторам, прокладываемым вдоль кромок покрытия. С помощью коллекторов вода отводится за пределы аэродрома и сбрасывается в овраги, реки, озера и др.

73. Лотки на кромках покрытий проектируются открытыми, треугольного сечения. Размеры лотков следует принимать: для ВПП с односкатным профилем — ширина 5 *м*, глубина 10 *см*; для ВПП с двухскатным профилем — ширина 4 *м*, глубина 8 *см*; для РД — ширина 2,5—3 *м*, глубина 8 *см*. Для других площадей покрытий размеры лотков принимаются с учетом величины водосборной площади. Ширину лотков допускается уточнять в зависимости от принятых размеров лотковых плит. Продольные уклоны лотков должны быть не менее 2,5‰. При отсутствии надлежащих продольных уклонов покрытий дну лотков придается пилообразный профиль с минимальными продольными уклонами 2,5‰.

По дну лотков в конце и во всех пониженных местах устраиваются водоприемные колодцы. На прямых участках лотков водоприемные колодцы располагаются согласно данным табл. 17. При уклонах лотков более 8‰ водоприемные колодцы предусматриваются усиленного типа.

Размеры в плане обычных водоприемных колодцев 0,8××0,3 *м*, усиленных 1,6×0,3 *м* и 2,4×0,3 *м*.

Таблица 17

Расстояния между водоприемными колодцами в лотках искусственных покрытий

Продольные уклоны дна лотков	Двухскатные ВПП и площадки с покрытиями при длине водосбора 25—30 *м*	Односкатные ВПП и площадки с покрытиями при длине водосбора 50—60 *м*		Двухскатные и односкатные РД
		Δ=2—3 *мм/мин*	Δ=3—4 *мм/мин*	
2,5—5‰	100—150	100—125	75—125	100—150
<5‰	150—200	125—175	125—150	150—250

Примечание. Δ — метеорологический параметр, характеризующий интенсивность расчетных дождей в данной местности, в *мм/мин*.

74. Расстояния между тальвежными колодцами в грунтовых лотках принимаются: при уклонах лотков до 5‰ —

100 *м*, при уклонах более 5‰ — до 200 *м*. В случае применения трубчатых осушителей по дну грунтовых лотков, уклоны которых менее 5‰, осушителям придаются уклоны не менее 3‰, а длина их принимается 100 *м*. Минимальная начальная глубина заложения труб должна приниматься равной 0,6 *м*.

75. Сеть коллекторов трассируется с учетом следующих требований:

коллекторы должны располагаться в 5—10 *м* от кромок покрытий и иметь минимальное количество пересечений с искусственными покрытиями;

коллекторы должны трассироваться без больших заглублений, с уклонами, обеспечивающими минимальные, из условий незаиляемости, скорости воды в них без превышения максимальных уклонов, вызывающих появление скоростей, опасных для стыковых соединений.

Уклоны коллекторов должны быть не менее:

для труб диаметром до 300 *мм* — 2—3‰;

для труб диаметром 300—500 *мм* — 1,5—1‰;

для труб диаметром более 500 *мм* — 0,6‰.

Уклоны перепусков из дождеприемных колодцев следует принимать 20—30‰; уклоны перепусков из тальвежных колодцев 5—20‰.

Смотровые колодцы на коллекторах предусматриваются в начале их, на поворотах, при изменении уклонов, на подключениях к коллекторам перепусков или других водоотводных линий.

Расстояния между смотровыми колодцами на прямых участках коллекторов должны приниматься в зависимости от диаметра труб: до 250 *мм* — 50 *м*; от 250 до 400 *мм* — 75 *м*; от 400 до 600 *мм* — 100 *м* и более 600 *мм* — 125 *м*.

Глубина заложения коллекторов определяется расчетом труб на прочность от самолетных нагрузок, но не должна быть меньше глубины промерзания.

При глубине промерзания более 1,5 *м* допускается укладывать трубы коллектора исходя только из глубины, полученной расчетом труб на прочность. В этом случае коллекторы проектируются с максимально допустимыми уклонами, при наибольшем числе выпусков воды в водоприемники. Целесообразно в этих случаях отеплять трубы устройством шлаковых кожухов, теплоизолирующих прослоек и т. д.

В местах выпуска воды из коллекторов в открытые канавы или водоприемники у коллекторов устраиваются ого-

ловки. Перепад между лотком выпускной трубы и дном канавы должен быть не менее 30 *см*. Канавы у мест устройства оголовков подлежат укреплению каменной отмосткой или другим способом.

Перепад между лотком трубы или дном канавы и максимальным горизонтом паводковых вод в водоприемнике должен быть не менее 0,5 *м*.

КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДООТВОДНЫХ И ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

76. Для устройства коллекторов, перепусков, осушителей и дрен применяются следующие трубы:

высокопрочные бетонные с внутренним диаметром 300—500 *мм*;

железобетонные с внутренним диаметром 500 *мм* и более;

асбоцементные по ГОСТ 539-59 с внутренним диаметром 75—546 *мм*;

Асбоцементные трубы, соединяемые с помощью муфт, должны укладываться на спланированное основание или дно траншеи с углом охвата низа трубы 90°. Бетонные и железобетонные трубы диаметром 300—600 *мм* должны укладываться на сборные бетонные основания, а диаметром более 600 *мм* — на монолитные бетонные основания.

Переход труб от одного диаметра к другому должен осуществляться по длине коллекторов в смотровых колодцах шелыга в шелыгу.

При устройстве дрен и осушителей трубы укладываются на дренирующий слой толщиной 3—5 *см* без заделки стыков. В асбоцементных трубах при этом устраиваются пропилы через 30—50 *см* на $^2/_3$ диаметра. Стыки и пропилы дренажных труб для предупреждения заиления должны изолироваться слоем мха толщиной 2 *см*, войлоком, строительной ватой или рубероидом шириной 20 *см* без промазки. Засыпка труб должна предусматриваться из фильтрующего материала (песка, гравия).

В осушителях фильтрующая засыпка должна предусматриваться из гравия диаметром 20—40 *мм* по принципу обратного фильтра, в виде колонки или сплошного заполнения траншеи, и доводиться до поверхности земли. В дренах фильтрующая засыпка предусматривается на высоту: в закромочных дренах — от труб до пористых оснований покрытий включительно, в глубинных дренах — на высоту

25—30 *см*. Для прдеупреждения заиления засыпки у стенок траншей дрен и осушителей в необходимых местах следует предусматривать укладку слоя мха толщиной 2 *см*.

77. Смотровые колодцы на коллекторах должны приниматься:

прямоугольного сечения с внутренними размерами в плане 100×100 *см*, 70×70 *см* и 82×76 *см*;

круглые с внутренним диаметром 100 *см* и 70 *см*.

Колодцы диаметром 70 *см* следует применять при глубине до 2 *м* и наружном диаметре труб коллектора до 700 *мм*.

Для диаметров труб коллектора более 800 *мм*, а также в узлах коллекторов конструкции колодцев разрабатываются в каждом отдельном случае особо.

В местах пересечения коллекторами рабочей площади грунтовой летной полосы колодцы должны проектироваться с заглублением крышек не менее 40 *см* от поверхности земли, а во всех других случаях колодцы выполняются незаглубленными. Незаглубленные колодцы на летном поле должны допускать прием поверхностных вод через отверстия в крышке.

Рекомендуется применять колодцы, состоящие из сборных железобетонных элементов: крышки, горловины, средних звеньев и днища. Лоток колодца глубиной 0,6 диаметра трубы допускается монолитный с бетонированием на месте.

Под днище колодцев должна предусматриваться укладка щебеночной или гравийной подушки толщиной 15—20 *см*. Вокруг колодцев с незаглубленной крышкой на 0,8—1 *м* должно предусматриваться щебеночное или гравийное укрепление грунта толщиной 20 *см* с пропиткой битумом на 6—8 *см*. В местах, где в коллектор могут поступать загрязненные воды, колодцы следует проектировать с отстойниками глубиной 0,3—0,5 *м*.

Водоприемные колодцы в зависимости от ожидаемых расходов должны приниматься с решеткой из одного звена (нормального типа) и с решеткой из 2—3 звеньев (усиленного типа). Водоприемные колодцы, как правило, должны применяться сборные железобетонные, решетки — металлические, сварные, укладываемые на опорные рамы Под днища водоприемных колодцев должны предусматриваться щебеночные или гравийные подушки толщиной 15—20 *см*.

Места сопряжений водоприемных колодцев с покрытиями должны быть водонепроницаемыми.

На пучинистых грунтах водоприемные колодцы конструируются с учетом противопучинных мероприятий. В указанных условиях возможно применение водоприемных колодцев: мелкого заложения (в теле плит), в виде колодцев с наклонными стенками, с обсыпкой гидрофобным грунтом и надежным утеплением или заглубленных на 0,8 глубины промерзания при конусообразной обсыпке вокруг колодцев из непучинистого грунта (песка).

Тальвежные колодцы следует принимать по типу водоприемных колодцев прямоугольного сечения (1,6×0,3 *м*; 2,4×0,3 *м* и т. п.) с решетками из 2—3 звеньев, сборными или монолитными из железобетона. Вокруг тальвежных колодцев на 1—1,5 *м* должна предусматриваться щебеночная отмостка с пропиткой битумом.

На объектах с пучинистыми грунтами тальвежные колодцы так же, как и водоприемные колодцы, должны проектироваться с учетом противопучинных мероприятий.

Оголовки на коллекторах (устьевые сооружения) следует принимать бетонными или железобетонными.

Выбор конструкции оголовков зависит от заглубления коллекторов и гидрогеологических условий. Крепление откосов и дна канав около оголовков и на участках с большими уклонами следует предусматривать одерновкой, мощением камнем, или бетонными, или железобетонными плитами. Перепады и быстротоки на канавах следует проектировать из камня или бетона.

78. Прочность конструкций элементов водоотводных и дренажных систем следует рассчитывать:

трубы — по методу предельных состояний на нагрузку от давления колеса расчетного самолета и веса грунта над трубой;

бетонные и железобетонные основания под трубы — как бесконечные или полубесконечные балки на упругом основании при действии статической нагрузки от колеса самолета;

крышки (решетки) смотровых, тальвежных и водоприемных колодцев — как балки на двух опорах или плиты, опертые по контуру (в зависимости от конструкции) на равномерно распределенную нагрузку от колеса самолета;

стенки смотровых и тальвежных колодцев — на горизонтальное давление, передающееся через грунт от колеса самолета, расположенного рядом с колодцем;

днища колодцев — как плиты, опертые на стенки при действии нагрузки от колеса самолета, веса колодца и веса грунта над колодцем;

оголовки коллекторов при значительном заглублении последних проверяются на устойчивость и прочность как подпорные стенки.

79. Диаметры труб в отводной и дренажной сети должны определяться гидравлическим расчетом в зависимости от расчетных расходов воды.

Как правило, расчетным случаем для водоотводной системы аэродромных покрытий является отвод воды дождевых осадков. В районах с мощным снеговым покровом следует производить проверку сечений коллекторов на пропуск талых вод.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОСТЕЛИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ГРУНТОВ

Коэффициент постели C вычисляется исходя из полных стабилизировавшихся осадок грунта под штампом при каждой ступени нагружения следующим образом:

а) вычисляется коэффициент постели C для заданной ступени нагружения по формуле

$$C = \frac{P}{\pi r_{шт}^2 w_0} \; кг/см^3,$$

где P — нагрузка на штамп в *кг*, соответствующая данной ступени загружения;

б) после того, как определены все значения C по одному или нескольким опытам для данного грунта, строится кривая зависимости C от осадки штампа.

За расчетное значение C принимается то значение на кривой $C=f(w_0)$, которое соответствует величине осадки покрытия при эксплуатационной нагрузке.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ВЫЧИСЛЕНИЕ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПЫТОВ СО ВДАВЛИВАНИЕМ ШТАМПА

Модули деформации определяются исходя из полных стабилизировавшихся осадок штампа на каждой ступени нагружения. При расчете жестких покрытий расчетным параметром считается модуль деформации при относительной полной осадке штампа

$$\frac{w_0}{d_{шт}} = \frac{1}{10\,000}.$$

Ввиду того, что кривая вдавливания, построенная по полным осадкам, выражается уравнением $P=A\left(\frac{w_0}{d_{шт}}\right)^n$ и точное совпадение относительной осадки штампа на одной из ступеней нагружения с величиной $\frac{w_0}{d_{шт}}=1/10\,000$ маловероятно, определение следует производить с помощью нелинейной интерполяции в следующей последовательности:

а) вычисляются параметры кривой вдавливания штампа A и n по формулам:

$$n = \frac{N_{шт}\sum \lg q \lg \frac{w_0}{d_{шт}} - \sum \lg \frac{w_0}{d_{шт}} \sum \lg q}{N_{шт}\sum \left(\lg \frac{w_0}{d_{шт}}\right)^2 - \left(\sum \lg \frac{w_0}{d_{шт}}\right)^2};$$

$$\lg A = \frac{\sum \lg q - n \sum \lg \frac{w_0}{d_{шт}}}{N_{шт}},$$

где q — удельное давление в *кг/см²* на каждой из ступеней нагружения;

n — степень упрочнения;

A — число твердости;

$N_{шт}$ — число ступеней нагружения штампа;

б) вычисляется модуль деформации для заданной относительной осадки по формуле:

$$E_0 = \eta(1-\mu_0^2)\frac{\pi}{4} A \left(\frac{w_0}{d_{шт}}\right)^{n-1} кг/см^2,$$

где η — поправочный коэффициент на толщину сжимаемого слоя.

Величина η определяется в зависимости от отношения толщины сжимаемого слоя (h_0) к диаметру штампа следующим образом:

$\frac{h_0}{d_{шт}}$	0,125	0,25	0,5	1	2	10
η	0,141	0,258	0,457	0,682	0,825	1

Толщина сжимаемого слоя определяется на месте по результатам бурения, шурфования и опытов со вдавливанием штампа на различных глубинах.

Вышеописанным методом определяется модуль деформации по результатам каждого отдельного опыта. Затем путем обобщения результатов ряда опытов вычисляются осредненные модули деформации характерных пластов и, наконец, всего грунтового основания в целом (E_0).

Расчетное значение модуля деформации ($E_0^{расч}$) вычисляется по правилам, приведенным в приложении III.

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОСТЕЛИ И МОДУЛЕЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ

В тех случаях, когда полевое определение коэффициента постели на месте невозможно, разрешается при проектировании жестких покрытий использовать приближенные значения коэффициентов постели, вычисляемые с помощью таблиц 1, 2, 3 данного приложения, рисунка 1 и графика на рис. 19.

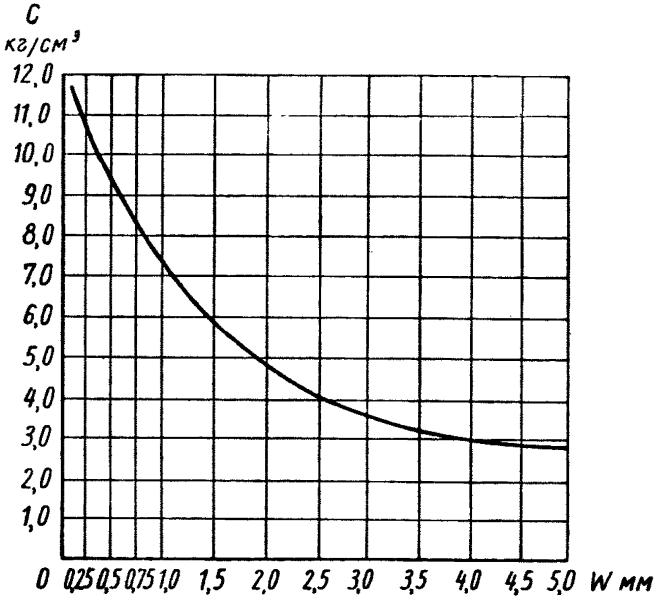

Рис. 19. Расчетная кривая $C=f(w)$ для пылеватого суглинка II климатической зоны при степени влажности 0,65

Вычисление расчетного значения коэффициента постели производится следующим образом.

По табл. 1 приложения III в зависимости от расчетной нагрузки на опору самолета, заданной толщины плит и количества колес на опоре устанавливается величина эксплуатационной осадки покрытия для данного конкретного случая.

По кривой $C=f(w)$, приведенной на рис. 19, определяется значение C, соответствующее величине принятой эксплуатационной осадки

Таблица 1

Средние осадки жестких покрытий в зависимости от нагрузки на опору самолета в *мм*

Количество колес на опоре	Толщина плит в *см*	Нагрузка на опору в m (P_0 $k_д$ n)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Одно колесо	15	0,36	0,98	1,58	2,86	—	—	—	—	—	—
	20	0,28	0,78	1,3	2,2	3,22	—	—	—	—	—
	30	—	0,38	0,73	0,98	1,45	2,1	2,84	—	—	—
Два колеса	20	0,22	0,62	1,06	1,74	2,55	—	—	—	—	—
	30	—	0,3	0,58	0,74	1,15	1,55	2,25	—	—	—
	40	—	0,18	0,3	0,47	0,61	0,8	1,05	1,36	1,76	2,29
Четыре колеса	20	—	0,13	0,62	0,93	1,75	1,92	—	—	—	—
	30	—	—	0,31	0,47	0,87	0,96	1,56	1,71	2,47	2,82
	40	—	—	—	0,24	0,43	0,5	0,78	0,86	1,25	1,42

Таблица 2

Гранулометрическая классификация грунтов по быв. ГУШОСДОРу

Грунты	Содержание фракций в % по весу		
	песчаных	пылеватых	глинистых
	2—0,05 *мм*	0,05—0,005 *мм*	меньше 0,005 *мм*
Супесчаные	Частиц от 2 до 0,25 *мм* больше 50 %	Меньше, чем песчаных	3—12
Пылеватые	—	Больше, чем песчаных	Меньше 12
Супесчаные мелкие	Частиц от 2 до 0,25 *мм* меньше 50 %	Меньше, чем песчаных	Меньше 12
Суглинистые	Больше, чем пылеватых	—	12—18
Суглинистые пылеватые	Больше, чем пылеватых	—	18—25
Глинистые	—	—	Больше 25

Гранулометрическая классификация песков согласно СНИП-54 гл. II-Б. 6, § 2

Пески	Показатели гранулометрического состава
Гравелистые	Фракции крупнее 2 *мм* больше 25%
Крупные	То же, 0,5 „ „ 50%
Средней крупности	„ 0,25 „ „ 50%
Мелкие	Фракции крупнее 0,1 „ „ 75%
Пылеватые	То же „ 0,1 „ меньше 75%

Примечание. Определение наименования песка по СНИП-54 производится путем последовательного суммирования процентов содержания частиц сначала крупнее 2 *мм*, затем 0,5 *мм* и т. д. Наименование принимается по первому удовлетворительному показателю.

Таблица 3

Переходные коэффициенты K_4

Группы грунтов	Наименование грунтов по классификации ГУШОСДОРа и песков по классификации СНИП-54; коэффициент Пуассона грунтов	Климатические зоны СССР			
		II	III	IV	V
ДСМ-1	Пески среднезернистые $\mu_0=0,25$	3,34	3,34	4	4
ДСМ-2	Пески мелкозернистые $\mu_0=0,25$	2	2	2,67	2,67
А	Пески очень мелкие, супеси, оптимальные грунтовые смеси $\mu_0=0,48$	1,6	2	2,26	2,95
Б	Пески пылеватые, супеси мелкие $\mu_0=0,3$	1,2	1,6	2	2,18
В	Суглинки, тяжелые суглинки, легкие и тяжелые глины $\mu_0=0,4$	1,07	1,47	1,73	2
Г	Пылеватые грунты, пылеватые супеси и суглинки $\mu_0=0,35$	1	1,33	1,6	1,57

покрытия для пылеватого суглинка второй климатической зоны в расчетный период (см. примечания к табл. 4).

По табл. 2 данного приложения устанавливается гранулометрическая классификация грунтов и по рис. 1 — климатическая зона объекта; на основе этих данных по табл. 3 устанавливается величина переходного коэффициента K_4.

Расчетное значение $C_{\text{расч}}$ определяется умножением полученного по рис. 19 значения C на переходный коэффициент K_4:

$$C_{\text{расч}} = CK_4.$$

В тех случаях, когда полевое определение модуля деформации на месте невозможно, разрешается пользоваться приближенными значениями модулей деформации, определяемыми по табл. 2, 3, 4, 5, 6, 7 и рис. 1.

Таблица 4

Значения модуля деформации E_0 в зависимости от величины расчетной нагрузки на одну опору (P_0 $k_д$ n)

Нагрузка на опору в *т*	5	10	15	20	25	30	35	40
E_0 в *кг/см²*	2 300	1 150	765	575	459	334	328	288
Нагрузка на опору в *т*	45	50	60	70	80	90	100	120
E_0 в *кг/см²*	256	230	192	164	144	128	115	96

Примечания. 1. Таблица составлена для бетонного покрытия из плит толщиной 20 *см* при нагрузке, передаваемой через одно колесо с диаметром эквивалентной площади отпечатка 55 *см* для грунтов группы Г западного района II климатической зоны. Переход к другой толщине покрытия и иному числу колес с другим диаметром площади отпечатка производится с помощью коэффициентов, приведенных в табл. 5, 6, 7. Переход к другим группам грунтов и климатическим зонам осуществляется с помощью коэффициентов K_4 из табл. 3. Для грунтов восточных районов климатических зон табличные значения модуля (или коэффициент постели) следует умножить на коэффициент 1,2.

2. Таблица составлена для нормальных условий эксплуатации жестких аэродромных покрытий, когда обеспечен поверхностный сток, отсутствуют торфяноболотные отложения и солончаки, а дно корыта покрытия расположено над уровнем грунтовых вод не менее, чем указано в табл. 16. При более высоком залегании уровня грунтовых вод должны быть предусмотрены осушительные и противопучинные мероприятия, а модуль деформации (или коэффициент постели) в этом случае понижается на 30—40%. При наличии неоднородного залегания грунтов, линз рыхлых и оглеенных грунтов, временной верховодки модуль деформации (или коэффициент постели) понижается также на 30—40%

Таблица 5

Поправочные коэффициенты (K_1 K_1') к E_0 для различных расстояний между пневматиками (*А* и *В*)

А и *В* в *см*	30	40	50	60	70	80	90	100
K_1 и K_1'	1,08	1,14	1,2	1,27	1,33	1,42	1,5	1,6
А и *В* в *см*	110	120	130	140	150	160	170	180
K_1 и K_1'	1,72	1,82	1,93	2,02	2,13	2,22	2,3	2,35
А и *В* в *см*	190	200	210	220	230	240	250	—
K_1 и K_1'	2,44	2,5	2,55	2,6	2,64	2,67	2,7	—

Таблица 6

Поправочные коэффициенты (K_2) к E_0 для различных диаметров отпечатков пневматиков

d в *см*	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
K_2	0,954	0,956	0,96	0,963	0,967	0,97	0,973	0,975	0,978	0,98
d в *см*	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
K_2	0,983	0,987	0,995	1	1,005	1,01	1,014	1,018	1,022	

Таблица 7

Поправочные коэффициенты (K_3) к E_0 для различных толщин покрытия

h в *см*	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
K_3	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,8	0,9	1	1,16	1,33
h в *см*	26	28	30	32	34	36	38	40	45	50
K_3	1,5	1,65	1,83	2	2,2	2,38	2,58	2,75	3,3	3,9

Расчетное значение модуля деформации вычисляется по формуле

$$E_0^{\text{расч}} = E_0 \, K_1 \, K_1' \, K_2 \, K_3 \, K_4,$$

где E_0 — принимается по данным табл. 4 или по результатам полевых опытов в зависимости от величины расчетной нагрузки на одну опору самолета;

K_1 и K'_1 — принимаются по данным табл. 5 в зависимости от расстояний между пневматиками;

K_2 — принимается по данным табл. 6 в зависимости от диаметра отпечатка пневматика;

K_3 — принимается по данным табл. 7 в зависимости от заданной толщины покрытия;

K_4 — принимается по данным табл. 3 в зависимости от гранулометрического состава грунтов (табл. 2) и климатической зоны объекта (рис. 1).

РАСЧЕТ ЖЕСТКОГО ПОКРЫТИЯ НА ПРОЧНОСТЬ

Необходимые расчетные данные

Для расчета жесткого аэродромного покрытия на прочность или трещиностойкость необходимы следующие расчетные данные:

1. Нагрузка на главную опору шасси расчетного самолета P_0.

Число колес на опоре шасси самолета N, геометрическая схема расположения колес опоры и расстояния между колесами.

2. Внутреннее давление в пневматиках q.

3. Характеристика основания покрытия:

климатическая зона объекта;

механический состав грунта;

уровень грунтовых вод;

расчетное значение коэффициента постели $C_{\text{расч}}$ или модуля деформации $E_0^{\text{расч}}$, определяемые либо по данным полевых испытаний грунтов на объекте строительства согласно указаниям приложения I или II, либо приближенно согласно указаниям приложения III;

расчетное сопротивление грунта R_0, принимаемое согласно СНиП-54, гл. II-Б. 6, § 4.

4. Характеристика бетона:

расчетное сопротивление бетона при сжатии $R_{\text{пр}}$;

нормативное сопротивление бетона растяжению при изгибе $R^{\text{н}}_{\text{ри}}$;

условное расчетное сопротивление бетона при растяжении $R_{\text{ру}}$;

расчетный модуль упругости бетона $E_{\text{б}}$;

коэффициент Пуассона для бетона $\mu_{\text{б}}$.

5. Характеристика арматуры:

вид арматуры;

нормативное сопротивление напрягаемой арматуры $R^{\text{н}}_{\text{н}}$;

сопротивление ненапрягаемой арматуры: нормативное $R^{\text{н}}_{\text{а}}$ и условное расчетное $R_{\text{ау}}$;

расчетный модуль упругости арматуры $E_{\text{а}}$.

6. Значения расчетных коэффициентов:

динамичности $k_{\text{д}}$;

перегрузки n;

условий работы покрытия m;

однородности бетона $k_{\text{б}}$.

7. Конструкции стыковых соединений и швов.

Порядок расчета

1. Определяется расчетная нагрузка на одно колесо

$$P = nk_{\text{д}} \frac{P_0}{N} m .$$

2. Определяется площадь отпечатка пневматика

$$F = \frac{P}{q} \ \text{см}^2 .$$

3. Определяется размер стороны квадрата, равновеликого по площади отпечатку пневматика

$$a = \sqrt{F}.$$

4. Назначаются: толщина плиты h в *см*, а для железобетонных покрытий также площадь поперечного сечения нижней арматуры в центре плиты F_a в $см^2$ на 1 *пог. м*.

5. Определяется жесткость плит покрытия:

а) при работе покрытия без раскрытия трещин — D;

б) при работе армированных сечений покрытия с раскрытием трещин — B.

Приведенная толщина плиты покрытия, работающего с раскрытием трещин

$$h_{пр} = \sqrt[3]{\frac{12B}{E_б}}.$$

6. Определяются упругие характеристики покрытия:

$$S_D = \sqrt[4]{\frac{4D}{C_{расч}}};$$

$$S_B = \sqrt[4]{\frac{4B}{C_{расч}}}.$$

7. Определяются расчетные изгибающие моменты в плитах покрытий согласно указаниям в п. 50 или 51.

8. Проверяются прочность, трещиностойкость, раскрытие трещин и давления на основание покрытия согласно указаниям п. 52, 53, 54, 55 и 56.

СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица 1

Расчетные коэффициенты

Участки покрытий	Коэффициент перегрузки n	Коэффициент динамичности $k_д$		
		давление в пневматиках в $кг/см^2$		
		10	10—15	15—20
Магистральные РД и предстартовые площадки	1	1,2	1,25	1,3
Вспомогательные РД, концевые участки ВПП, МС, перроны и предангарные площади	1	1,1	1,15	1,2
Средняя часть ВПП	0,85	1,1	1,1	1,1

Таблица 2

Расчетные коэффициенты условий работы m

1. Для монолитных предварительно напряженных покрытий

Участки покрытий	Для сечений, армированных струнами	Для сечений, армированных пучками	Для сечений, армированных ненапряженной арматурой
Вспомогательная РД, концевые участки ВПП, МС и перроны	1	1	1
Магистральные РД и предстартовые площадки	0,9	1	0,9
Средняя часть ВПП и предангарные площади	1	1,1	1

2. Для сборных предварительно напряженных покрытий

Участки покрытий	Для сечений, армированных струнами	Для сечений, армированных стержнями	Для сечений, армированных ненапряженной арматурой (при расчете на прочность)
Магистральные РД, концевые участки ВПП, предстартовые площадки и перроны	1	1,1	1,1
Средняя часть ВПП, вспомогательные РД, МС и предангарные площади	1,1	1,2	1,2

3. Для железобетонных и бетонных покрытий

Участки покрытий	Железобетонные покрытия	Бетонные покрытия
Магистральная РД и предстартовые площадки	1	0,8
Вспомогательная РД, концевые участки ВПП, МС и перроны	1,1	0,9
Средняя часть ВПП и предангарные площади	1,1	0,9

Примечания. 1. Коэффициенты условий работы арматуры m_a и однородности арматуры k_a принимаются по данным СНиП-54 ч. II.

2. Для I, II, III категорий нагрузок (см. главу I ТУ) толщина покрытий по ширине ВПП должна иметь краевой и средний участок (часть) разной прочности (за исключением концевых участков). Средняя часть ВПП (по ширине) составляет 0,5 от общей ширины ВПП, но не менее 40 *м*. Прочность краевых участков может быть уменьшена по сравнению с прочностью средней части ВПП на 10—15%.

Коэффициент однородности бетона $k_б = 0{,}7$ при $R^н_{ри} > 45$ *кг/см²*.

Таблица 3

Значения функций U и V

$\xi(\tau_i)$	U	V	$\xi(\tau_i)$	U	V	$\xi(\eta)$	U	V
0,0	0,0	∞	0,66	−0,2252	−0,3889	4	−0,0152	+0,023
0,01	−0,0166	−3,0056	0,68	−0,2261	−0,3729	4,2	−0,0104	+0,0192
0,02	−0,0288	−2,5643	0,7	−0,2268	−0,3574	4,4	−0,0065	+0,0156
0,04	−0,0488	−2,1232	0,72	−0,2274	−0,3425	4,6	−0,0035	+0,0125
0,06	−0,0655	−1,8653	0,74	−0,2279	−0,3282	4,8	−0,0012	+0,0097
0,08	−0,08	−1,6825	0,76	−0,2282	−0,3144	5	+0,0005	+0,0073
0,10	−0,0929	−1,5409	0,78	−0,2285	−0,3011	5,2	+0,0017	+0,0053
0,12	−0,1046	−1,4254	0,8	−0,2286	−0,2883	5,4	+0,0025	+0,0037
0,14	−0,1152	−1,3279	0,82	−0,2286	−0,2760	5,6	+0,003	+0,0023
0,16	−0,1248	−1,2436	0,84	−0,2285	−0,2641	5,8	+0,0033	+0,0012
0,18	−0,1337	−1,1695	0,86	−0,2283	−0,2526	6	+0,0033	+0,0004
0,20	−0,1419	−1,1034	0,88	−0,228	−0,2415			
0,22	−0,1495	−1,0437	0,9	−0,2278	−0,2308			
0,24	−0,1565	−0,9894	0,92	−0,2271	−0,2205			
0,26	−0,163	−0,9397	0,94	−0,2265	−0,2105			
0,28	−0,169	−0,8938	0,96	−0,2259	−0,2008			
0,3	−0,1746	−0,8513	0,98	−0,2251	−0,1915			
0,32	−0,1798	−0,8117	1	−0,2243	−0,1825			
0,34	−0,1846	−0,7747	1,1	−0,2193	−0,1419			
0,36	−0,1891	−0,74	1,2	−0,2129	−0,1076			
0,38	−0,1932	−0,7073	1,3	−0,2055	−0,0786			
0,4	−0,197	−0,6765	1,4	−0,1971	−0,0542			
0,42	−0,2006	−0,6474	1,5	−0,1882	−0,0337			
0,44	−0,2038	−0,6198	1,6	−0,1788	−0,0166			
0,46	−0,2068	−0,5935	1,7	−0,1692	−0,0024			
0,48	−0,2096	−0,5686	1,8	−0,1594	+0,0094			
0,5	−0,2121	−0,5449	1,9	−0,1497	+0,0189			
0,52	−0,2144	−0,5223	2	−0,1399	+0,0265			
0,54	−0,2165	−0,5006	2,2	−0,121	+0,0371			
0,56	−0,2184	−0,48	2,4	−0,1032	+0,0429			
0,58	−0,2201	−0,4602	2,6	−0,0868	+0,0446			
0,6	−0,2217	−0,4413	2,8	−0,0719	+0,0474			
0,62	−0,223	−0,4231	3	−0,0586	+0,0427			
0,64	−0,2242	−0,4057	3,2	−0,047	+0,0394			
			3,4	−0,0369	+0,0356			
			3,6	−0,0234	+0,0314			
			3,8	−0,0212	+0,0261			

Таблица 4

Значения функций V_1

$\xi(\eta)$	V_1	$\xi(\tau_i)$	V_1	$\xi(\tau_i)$	V_1
0,0	0,5	0,56	0,4146	2	0,1289
0,04	0,4989	0,6	0,4053	2,4	0,0804
0,08	0,4963	0,64	0,3969	2,8	0,0455
0,12	0,4926	0,68	0,3879	3,2	0,022
0,16	0,488	0,72	0,3788	3,6	0,0072
0,2	0,4826	0,76	0,3697	4	−0,0014
0,24	0,4767	0,8	0,3606	4,4	−0,0056
0,28	0,4701	0,84	0,3514	4,8	−0,0071
0,32	0,4632	0,88	0,3423	5,2	−0,0069
0,36	0,4558	0,92	0,3332	5,6	−0,0059
0,4	0,448	0,96	0,3241	6	−0,0046
0,44	0,44	1	0,3151		
0,48	0,4318	1,2	0,2713		
0,52	0,4233	1,4	0,2302		
		1,6	0,1926		
		1,8	0,1588		

Таблица 5

Единичные изгибающие моменты $\overline{M}_x^i$ ($\overline{M}_y^i$)

η (ξ) \ ξ (τ_i)	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,0	∞	0,256	0,191	0,129	0,093	0,068	0,052	0,036	0,026	0,016	0,01	0,004	—0,001	—0,005	—0,008	—0,011	—0,013
0,05	0,322	0,243	0,186	0,13	0,098	0,069	0,053	0,037	0,027	0,017	0,011	0,004	0,00	—0,004	—0,008	—0,011	—0,012
0,1	0,258	0,202	0,167	0,132	0,1	0,071	0,054	0,038	0,028	0,017	0,011	0,005	0,001	—0,004	—0,007	—0,01	—0,012
0,2	0,195	0,174	0,154	0,133	0,103	0,072	0,055	0,039	0,029	0,018	0,012	0,005	0,001	—0,003	—0,007	—0,01	—0,012
0,3	0,158	0,146	0,134	0,122	0,097	0,072	0,056	0,04	0,03	0,02	0,013	0,006	0,001	—0,003	—0,006	—0,009	—0,011
0,4	0,132	0,125	0,117	0,10	0,091	0,071	0,056	0,042	0,031	0,021	0,014	0,006	0,002	—0,002	—0,005	—0,008	—0,01
0,5	0,114	0,109	0,104	0,099	0,083	0,067	0,055	0,042	0,032	0,022	0,015	0,008	0,004	—0,001	—0,004	—0,007	—0,009
0,6	0,097	0,094	0,09	0,087	0,075	0,063	0,053	0,042	0,032	0,023	0,016	0,009	0,005	0,001	—0,003	—0,006	—0,008
0,7	0,086	0,082	0,08	0,078	0,068	0,059	0,05	0,041	0,032	0,023	0,017	0,01	0,006	0,002	—0,002	—0,005	—0,007
0,8	0,074	0,072	0,07	0,068	0,061	0,054	0,046	0,039	0,031	0,023	0,017	0,011	0,007	0,002	—0,001	—0,004	—0,006
0,9	0,066	0,064	0,063	0,061	0,055	0,049	0,043	0,037	0,03	0,023	0 017	0,012	0,007	0,003	0	—0,003	—0,004
1,0	0,057	0,056	0,055	0,054	0,049	0,044	0,039	0,034	0,028	0,022	0,017	0,012	0,008	0,004	0,001	—0,001	—0,002
1,1	0,051	0,05	0,049	0,048	0,044	0,04	0,036	0,031	0,026	0,021	0,016	0,012	0,008	0,005	0,002	—0,001	—0,002
1,2	0,045	0,044	0,043	0,042	0,04	0,037	0,033	0,028	0,024	0,02	0,016	0,011	0,008	0,006	0,003	0	—0,002
1,3	0,04	0,04	0,039	0,038	0,036	0,034	0,03	0,025	0,022	0,019	0,015	0,011	0,009	0,006	0,003	0,001	—0,002
1,4	0,035	0,035	0,034	0,034	0,032	0,03	0,027	0,023	0,02	0,017	0,014	0,011	0,009	0,006	0,004	0,001	—0,001
1,5	0,032	0,031	0,031	0,03	0,029	0,027	0,024	0,021	0,019	0,016	0,013	0,011	0,008	0,006	0,004	0,002	—0,001
1,6	0,028	0,028	0,027	0,027	0,026	0,024	0,022	0,02	0,018	0,015	0,013	0,01	0,008	0,005	0,004	0,002	0
1,7	0,025	0,025	0,024	0,024	0,023	0,021	0,02	0,018	0,016	0,014	0,012	0,009	0,007	0,005	0,004	0,002	0
1,8	0,022	0,022	0,022	0,021	0,02	0,019	0,018	0,017	0,015	0,013	0,011	0,008	0,007	0,005	0,004	0,002	0,001
1,9	0,02	0,02	0,02	0,019	0,018	0,017	0,016	0,016	0,014	0,012	0,01	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
2,0	0,018	0,018	0,018	0,018	0,016	0,015	0,014	0,014	0,013	0,011	0,009	0,007	0,006	0,004	0,004	0,003	0,002
2,1	0,016	0,016	0,016	0,016	0,015	0,014	0,013	0,013	0,011	0,01	0,008	0,007	0,005	0,004	0,004	0,003	0,002
2,2	0,014	0,014	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,011	0,01	0,009	0,008	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003	0,002
2,4	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,01	0,009	0,009	0,009	0,008	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002
2,6	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,008	0,008	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002
2,8	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002
3	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
3,2	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
3,4	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
3,6	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
3,8	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	—
4	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. 5

$\eta(\xi)$ \ $\xi(\eta)$	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0,0	—0,014	—0,015	—0,015	—0,016	—0,017	—0,017	—0,016	—0,016	—0,015	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,008	—0,008
0,05	—0,014	—0,014	—0,015	—0,016	—0,017	—0,017	—0,016	—0,016	—0,015	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,008	—0,008
0,1	—0,013	—0,014	—0,014	—0,016	—0,017	—0,017	—0,016	—0,016	—0,015	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,008	—0,008
0,2	—0,013	—0,014	—0,014	—0,016	—0,017	—0,017	—0,016	—0,016	—0,015	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,008	—0,008
0,3	—0,012	—0,013	—0,014	—0,015	—0,016	—0,016	—0,016	—0,016	—0,015	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,008	—0,008
0,4	—0,011	—0,012	—0,013	—0,014	—0,015	—0,015	—0,015	—0,015	—0,014	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,008	—0,007
0,5	—0,01	—0,011	—0,013	—0,013	—0,014	—0,015	—0,015	—0,015	—0,014	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,008	—0,007
0,6	—0,009	—0,011	—0,012	—0,013	—0,013	—0,014	—0,015	—0,014	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,011	—0,01	—0,008	—0,007
0,7	—0,008	—0,01	—0,011	—0,012	—0,013	—0,013	—0,014	—0,014	—0,014	—0,013	—0,012	—0,011	—0,011	—0,01	—0,008	—
0,8	—0,007	—0,009	—0,01	—0,011	—0,012	—0,013	—0,013	—0,013	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,01	—0,009	—0,007	—
0,9	—0,006	—0,008	—0,01	—0,01	—0,012	—0,012	—0,013	—0,013	—0,013	—0,012	—0,011	—0,01	—0,009	—0,009	—0,007	—
1	—0,005	—0,007	—0,009	—0,01	—0,011	—0,012	—0,012	—0,012	—0,012	—0,011	—0,01	—0,009	—0,008	—0,008	—0,007	—
1,1	—0,005	—0,006	—0,008	—0,009	—0,01	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,011	—0,01	—0,009	—0,008	—0,008	—0,007	—
1,2	—0,004	—0,006	—0,007	—0,008	—0,009	—0,01	—0,01	—0,01	—0,01	—0,01	—0,009	—0,009	—0,008	—0,008	—0,007	—
1,3	—0,004	—0,005	—0,007	—0,007	—0,008	—0,009	—0,009	—0,01	—0,01	—0,01	—0,009	—0,009	—0,008	—0,008	—0,007	—
1,4	—0,003	—0,005	—0,006	—0,007	—0,007	—0,008	—0,008	—0,009	—0,009	—0,01	—0,009	—0,009	—0,008	—0,008	—0,007	—
1,5	—0,003	—0,004	—0,005	—0,006	—0,007	—0,007	—0,008	—0,009	—0,009	—0,009	—0,009	—0,009	—0,008	—0,008	—	—
1,6	—0,002	—0,003	—0,004	—0,005	—0,006	—0,007	—0,007	—0,008	—0,008	—0,008	—0,008	—0,008	—0,007	—0,007	—	—
1,7	—0,002	—0,002	—0,003	—0,004	—0,005	—0,006	—0,007	—0,007	—0,008	—0,008	—0,008	—0,007	—0,007	—0,007	—	—
1,8	—0,001	—0,002	—0,002	—0,003	—0,004	—0,005	—0,006	—0,007	—0,007	—0,007	—0,007	—0,006	—0,006	—0,006	—	—
1,9	—0,001	—0,001	—0,002	—0,003	—0,004	—0,004	—0,005	—0,006	—0,007	—0,007	—0,007	—0,006	—0,006	—	—	—
2	0	—0,001	—0,002	—0,003	—0,003	—0,004	—0,004	—0,005	—0,006	—0,006	—0,006	—0,006	—0,006	—	—	—
2,1	0	—0,001	—0,002	—0,002	—0,003	—0,003	—0,004	—0,005	—0,005	—0,006	—0,006	—0,006	—0,006	—	—	—
2,2	0	—0,001	—0,001	—0,002	—0,003	—0,003	—0,003	—0,004	—0,004	—0,005	—0,005	—0,005	—0,005	—	—	—
2,4	0	—0,001	—0,001	—0,002	—0,002	—0,003	—0,003	—0,004	—0,004	—0,004	—0,004	—0,004	—	—	—	—
2,6	0	0,0	0	—0,001	—0,001	—0,002	—0,002	—0,003	—0,003	—0,003	—	—	—	—	—	—
2,8	0,001	0,001	—	—0,001	—0,001	—0,001	—0,001	—0,003	—0,003	—	—	—	—	—	—	—
3	0,001	0,001	—	0	0	—0,001	—0,001	—0,003	—	—	—	—	—	—	—	—
3,2	0,001	0,001	—	—	—	—0,001	—0,001	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,4	0,001	0,001	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,6	0,001	0,001	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—

Примечания. 1. Значения величины $\overline{M}_y^i$ находятся при случая обозначение граф показано в скобках.

$$\xi^i = \frac{x^i}{L};$$

мене в таблице входа по ξ входом по η и обратно, для этого слу-

$$\eta^i = \frac{y^i}{L}.$$

2. Для промежуточных величин ξ и η величины $\overline{M}_x$ и $\overline{M}_y$ принимаются по интерполяции.

Таблица 6

Значения коэффициента ψ при $\sigma_a = R_a$ для Ст. 5 периодического профиля

α	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,1	0,15
ψ	0,20	0,275	0,44	0,54	0,69	0,84	0,95

$$\alpha = \frac{3F_a E_a}{h_0 E_б}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ V

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ

Таблица 1

Расчетные значения модулей деформации щебеночного основания и покрытия

№ п/п	Материалы конструкций	Модуль деформации в *кг/см²* (в зависимости от климатических зон)		
		V—IV	III	II
1	Основания, устроенные по принципу расклинцовки из щебня (белый щебень), вновь изготовленного из каменных пород 1 и 2-й марок	1 300	1 300	1 300
2	Покрытия, устроенные способом пропитки вязким битумом	2 000	2 000	2 000
3	Покрытия и основания, устроенные по принципу расклинцовки из щебня, вновь изготовленного из каменных пород:			
	а) 3-й марки	1 100 / 1 500	1 000 / 1 500	1 000 / 1 500
	б) 4-й марки	1 000 / 1 500	900 / 1 400	800 / 1 200
	в) слабых каменных пород 5-й марки (из очень крупного щебня)	600	*	*

* Возможность и целесообразность применения обосновываются в каждом отдельном случае.

Примечания. 1. В знаменателе указаны значения *E* для щебня, обработанного битумом по способу пропитки или смешением в установке, в числителе—без обработки вяжущими.

2. Если применяется непрогрохоченный щебень, то расчетные значения его модуля деформации принимаются как для грунтощебеночного материала.

Таблица 2

Расчетные значения модулей деформации оснований и покрытий из грунтогравийных и грунтощебеночных материалов (подобранные по гранулометрическому составу)

Вид смеси	Модули деформации в *кг/см²* в зависимости от климатических зон		
	V—IV	III	II
Крупнозернистые	900—1 000 / 1 800—1 900	800—900 / 1 800—1 900	800—900 / 1 800—1 900
Среднезернистые	800—900 / 1 600—1 800	700—800 / 1 600—1 800	600—700 / 1 600—1 800
Мелкозернистые	600—700 / 1 300—1 400	500—600 / 1 200—1 300	400—500 / 1 100—1 200

Примечания. 1. В числителе приведены значения E для необработанного материала, а в знаменателе—для материалов, обработанных жидким битумом смешением в установке (машинами типа Д-370 и Д-371). При обработке способом смешения на месте с помощью грейдеров или навесными смесителями значения E, указанные в знаменателе, уменьшаются во II и III климатических зонах на 20% и в IV и V зонах—на 10%.

2. Меньшие значения E относятся к гравийному материалу, большие—к грунтощебеночному.

Таблица 3

Расчетные значения модулей деформации грунтов, укрепленных органическими вяжущими материалами

Наименование обработанных грунтов	Ориентировочные значения модулей деформации в зависимости от количества вяжущего в % от веса минеральной части				
	6	8	10	12	14—15
Супеси: среднезернистые оптимального состава	700	800	—	—	—
мелкие оптимального состава, суглинки карбонатные	—	700	800	—	—
Пылеватые грунты и пылеватые суглинки	—	—	600	700	700
Черноземы (суглинки, тяжелые суглинки и пылеватые суглинки)	—	—	600	700	—

Примечания. 1. Приведенные в таблице значения E для грунтов, укрепленных вяжущими материалами, соответствуют III—V климатическим зонам.

2. В таблице приводятся значения E для случая, когда перемешивание смеси производится с помощью грейдеров или навесными смесителями; если смеси приготовляют в мешалках с принудительным перемешиванием, значения модулей могут быть повышены на 20%.

Таблица 4

Расчетные значения модулей деформации подстилающих грунтов (для покрытий нежесткого типа)

№ п/п	Грунт	Расчетный модуль деформации в *кг/см²* в различных климатических зонах			
		II	III	IV	V
1	Мелкая супесь	200	250	275	250
2	Супесь очень мелкая и песчано-пылеватый грунт .	150	175	250	200
3	Суглинок	125	150	200	250
4	Тяжелый суглинок, глина	110	130	200	250
5	Суглинок пылеватый и супесь пылеватая	100	125	175	200

Примечания. 1. Значение модулей деформации даются для неблагоприятных периодов года, для случая удовлетворительного отвода воды и благоприятных гидрогеологических условий. При несоблюдении этих условий значения модулей деформации для связных грунтов должны быть понижены на 20–40%.

2. В V климатической зоне при хорошем водоотводе и глубоком залегании грунтовых вод значения модулей деформации могут быть повышены на 40% для объектов, расположенных в западных областях зоны и до 60%—в восточных.

Таблица 5

Оптимальные составы минеральных смесей, применяемых для устройства покрытий

№ составов	Назначение и наименование составов смесей	Размеры отверстий сит в *мм*					
		50	40 (35)	25	15	5	2
		Количество частиц, проходящих сита с отверстиями указанного размера, в % по весу					
	Для верхнего и нижнего слоя покрытия						
1	Крупнозернистые . . .	—	100	85—95	70—85	43—65	28—52
2	Среднезернистые . . .	—	—	100	80—95	50—85	33—70
3	Мелкозернистые	—	—	—	100	63—90	40—75
4	Грунтовые	—	—	—	—	—	100
	Только для нижнего слоя покрытия						
5	Крупнозернистые . . .	100	—	75—85	60—80	35—60	25—50
6	» . . .	—	100	80—85	57—70	30—43	15—28
7	» . . .	100	—	55—75	30—60	0—35	0—25
8	Среднезернистые . . .	—	—	100	70—80	35—50	18—33
9	Мелкозернистые	—	—	—	100	50—63	25—40

Продолжение табл. 5

№ составов	Назначение и наименование составов смесей	Размеры отверстий сит в *мм*					
		1	0,5	0,25	0,15	0,074	0,05
		Количество частиц, проходящих сита с отверстиями указанного размера, в % по весу					
	Для верхнего и нижнего слоя покрытия						
1	Крупнозернистые . . .	22—43	15—35	10—28	8—25	7—20	7—18
2	Среднезернистые . . .	25—55	18—40	13—35	10—28	8—23	8—21
3	Мелкозернистые	30—60	22—45	15—36	12—30	10—25	10—22
4	Грунтовые	70—85	48—70	32—60	24—50	16—40	13—36
	Только для нижнего слоя покрытия						
5	Крупнозернистые . . .	—	—	10—30	—	5—18	4—17
6	» . . .	10—22	5—15	3—10	1—8	0—7	0—7
7	» . . .	—	—	0—10	—	0—5	0—4
8	Среднезернистые . . .	12—25	6—18	4—13	2—10	0—8	0—8
9	Мелкозернистые	15—30	10—22	5—15	2—12	0—10	0—10

Таблица 6

Нормы расхода жидкого битума для укрепления минеральных материалов

Минеральные материалы	Рабочая влажность в % от веса минерального материала	Расход жидкого битума (безводного)	
		в % от веса минерального материала	в *кг/м*³ смеси в плотном теле
Грунтогравийные и грунтощебеночные смеси	3—5	4—7	80—140
Супеси с числом пластичности 3—7	4—7	5—8	100—155
Суглинки с числом пластичности:			
7—12	6—10	8—12	155—200
12—17	8—10	12—14	200—250

Примечания. 1. Под рабочей влажностью понимается влажность, обеспечивающая лучшее уплотнение и формирование покрытия. Рабочая влажность минеральной смеси вместе с вяжущим должна быть на 1—2% больше ее оптимальной влажности, определяемой методом стандартного уплотнения. Введение 2—4% извести от минеральных материалов в абсолютно сухом состоянии может понизить влажность смеси на 2—4%.

2. Расход вяжущего на поверхностную обработку покрытия в таблице не учитывается.

Таблица 7

Требования к образцам из грунтов, мелкозернистых и среднезернистых грунтогравийных и грунтощебеночных смесей, обработанных вяжущим

Технические требования	Грунтогравийные и грунтощебеночные смеси	Грунты
Предел прочности на сжатие при 50° $R_{сж.50}$ не менее в *кг/см²*	5	3
Предел прочности на сжатие при 20° $R_{сж.20}$ не менее в *кг/см²*	8	5
Предел прочности на сжатие при 20° в водонасыщенном состоянии $R_{сж.вод}$ не менее в *кг/см²*	5	4
Водонасыщение по весу не более в %	3	4
Набухание по объему не более в %	3	4

ПРИЛОЖЕНИЕ VI

РАСЧЕТ ЖЕСТКОГО ДВУХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ

Толщина нижнего слоя назначается по конструктивным соображениям $h_1 \geqslant 15$ *см*, а толщина верхнего слоя (h_2) определяется по формуле:

$$h_2 = h_1 \sqrt{\frac{2R^{н}_{ри_1} k'_б \alpha}{K^{н}_{ри_2}(k_б + k_б)}},$$

$$\alpha = \psi (1+\alpha_ц) k^{сл}_у - 1;$$

$$\alpha_ц = \frac{t R^{н}_{ри} k_б}{(1+t) R^{н}_{ри_1} k'_б} \left(\frac{h}{h_1}\right)^2 - 1;$$

$$t = \frac{80 M^0_{x(y)} N}{n \cdot k_д P_0 l} - 1 \geqslant t_{min},$$

где $R^{н}_{ри_2}$; $R^{н}_{ри_1}$; $R^{н}_{ри}$ — нормативные сопротивления растяжению при изгибе материалов верхнего и нижнего слоев, а также однослойного покрытия;

$k'_б$ — коэффициенты однородности материалов нижнего слоя (для бетона $k'_б = 0{,}7$; тощего бетона $k'_б = 0{,}65$, грунтоцемента $k'_б = 0{,}55$);

$\alpha_ц$, α — потребные соотношения жесткостей слоев соответственно при центральной и угловой нагрузках;

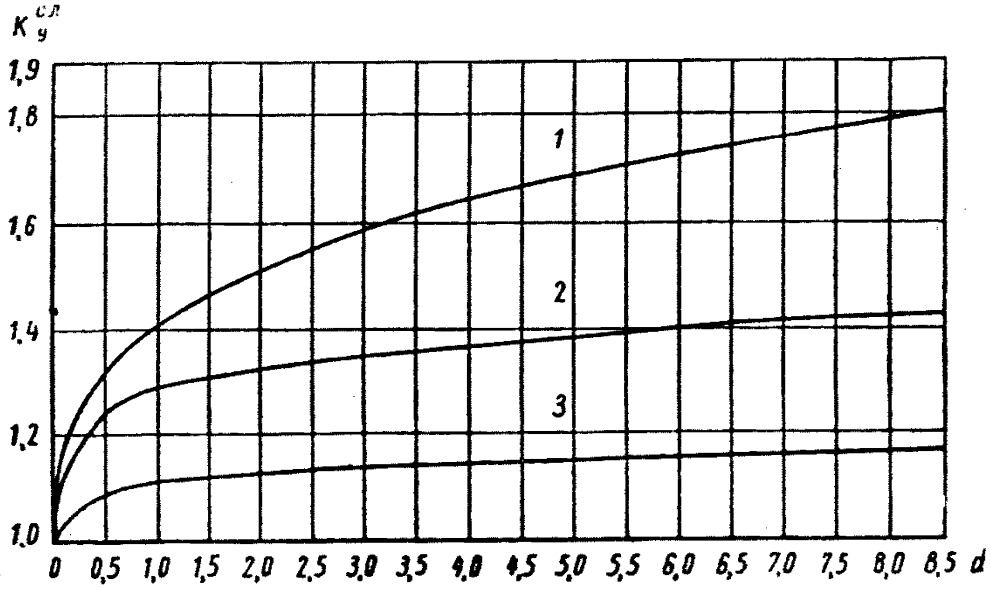

Рис. 20. График зависимости угловых коэффициентов в двухслойных жестких покрытиях от отношения жесткостей слоев

1 — плиты верхнего слоя со сквозными швами; *2* — плиты верхнего слоя со сквозными швами в поперечном направлении и со шпунтовыми стыковыми соединениями в продольных швах; *3* — плиты верхнего слоя со стыковыми соединениями по периметру (в продольном направлении—шпунт, в поперечном—штыри или армирование краев)

h — потребная толщина равнопрочного однослойного покрытия под расчетную нагрузку;

ψ — поправочный коэффициент на тип усиления краев однослойного покрытия под заданную нагрузку (при сквозных швах $\psi=0{,}527$, при усилении по периметру $\psi=0{,}833$);

$K_y^{сл}$ — угловые коэффициенты в двухслойном покрытии, определяемые по графику рис. 20;

l — максимальный размер плиты в *м*.

Примечания. 1. Расчетный параметр t не должен быть меньше минимально допустимого значения $t>t_{min}=1{,}6$, которое принимается за расчетную величину при $t<t_{min}$.

2. Для обеспечения наилучших условий совместной работы обоих слоев на изгиб в процессе расчета добиваются, чтобы толщина нижнего слоя была равна или больше толщины верхнего слоя. Как правило, это приводит к наиболее экономичным конструкциям за счет максимального использования в нижних слоях дешевых местных стройматериалов.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Принятые основные обозначения	3
I. Общие указания	5
II. Основания аэродромных покрытий	6
Естественные основания	—
Искусственные основания	8
III. Конструкции аэродромных покрытий	10
Общие положения	—
Монолитные предварительно напряженные покрытия	13
Сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит, изготавливаемых индустриальными методами	16
Аэродромные покрытия из монолитного железобетона	20
Бетонные аэродромные покрытия	21
А. Однослойные покрытия	—
Б. Двухслойные покрытия	22
Асфальтобетонные покрытия	23
Черные щебеночные покрытия, устраиваемые методом пропитки	—
Черные покрытия из грунта, грунтогравийных и грунтощебеночных смесей, устраиваемые способом смешения на месте	24
Усиление существующих покрытий	26
Особенности проектирования жестких покрытий на пучинистых грунтах	27
IV. Расчет аэродромных покрытий	28
Определение внутренних усилий в плитах при расчете жестких покрытий	29
Проверка прочности жестких покрытий	34
Расчет покрытий нежесткого типа	37
Расчет конструкций усиления существующих аэродромных покрытий	41
А. Покрытия жесткого типа	—
Б. Покрытия нежесткого типа	42
V. Материалы для аэродромных покрытий	44
VI. Водосточные и дренажные системы аэродромных покрытий	46
Общие требования	—

Стр.

Конструкции элементов водоотводных и дренажных систем 50

Приложения

I. Вычисление коэффициента постели по результатам полевых испытаний грунтов 54
II. Вычисление модуля деформации основания по результатам опытов со вдавливанием штампа 55
III. Таблицы для определения коэффициентов постели и модулей деформации грунтов при расчете жестких покрытий . 57
IV. Расчет жесткого покрытия на прочность 62
Необходимые расчетные данные . . . . . —
Порядок расчета . . . . . —
Справочные таблицы 63
V. Таблицы для проектирования нежестких покрытий . . . 71
VI. Расчет жесткого двухслойного покрытия 76

ГОССТРОЙ СССР
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ СН-120-6

* * *

Госстройиздат
Москва, Третьяковский проезд, д. 1

* * *

Редактор издательства В. П. Страшных
Технический редактор П. Е. Рязанов

Сдано в набор 19.XI.1960 г. Подписано к печати 26.I.1961 г.
Т-00179. Бумага 84×108¹/₃₂ =1,25 бум. л.—4,1 печ. л. (4.33 уч.-изд. л.).
Тираж 6 000 экз. Изд. № VI-5653. Зак. № 1849. Цена 22 коп.

Типография № 1 Государственного издательства литературы
по строительству, архитектуре и строительным материалам,
г. Владимир

ПОПРАВКА

На стр. 70 после табл. 6 пропущена следующая строка:

Примечание. Для обычных железобетонных покрытий $\psi = 1$.

Зак. 1849

gost.e-ecolog.ru