МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАСЧЕТУ, КОНСТРУИРОВАНИЮ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ФИБРОБЕТОННЫХ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АЭРОДРОМОВ АВИАЦИИ ВС

Москва 2004

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАСЧЕТУ, КОНСТРУИРОВАНИЮ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ФИБРОБЕТОННЫХ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АЭРОДРОМОВ АВИАЦИИ ВС

УТВЕРЖДЕНЫ

Начальником ЦОПУ КС МО –
заместителем начальника
строительства и расквартирования войск
24 декабря 2003 г.

Москва 2004

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ 26 Центральным научно-исследовательским институтом Министерства обороны Российской Федерации.

Авторский коллектив: кандидат технических наук Гвоздев В.А. (руководитель работы), кандидат физико-математических наук Буянов С.А., инженеры Савин Ю.П., Юшков Ф.В., Антоненко Н.А., Прус Д.А.

2 ВНЕСЕНЫ Военно-научным комитетом начальника строительства и расквартирования войск Министерства обороны Российской Федерации

3 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства обороны Российской Федерации

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1 Общие положения 4
2 Требования к материалам 4
3 Методика подбора состава фибробетона 9
4 Конструирование и расчет фибробетонных слоев усиления 17
5 Технология устройства фибробетонных слоев усиления 27
6 Контроль качества работ 32
Приложение А Пример подбора состава фибробетона 38
Приложение Б Перечень основных нормативно-методических документов, использованных при разработке «Рекомендаций ...» 42

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящие «Рекомендации...» предназначены для использования при проектировании и устройстве фибробетонных слоев усиления монолитных бетонных, армобетонных и железобетонных покрытий аэродромов Вооруженных Сил Российской Федерации.

1.2 Конструирование и расчет фибробетонных слоев усиления следует выполнять в соответствии с требованиями СНиП 32-03-96 с учетом положений «Пособия по расчету и конструированию аэродромных покрытий» и настоящих «Рекомендаций...»

1.3 Производство и контроль качества работ при устройстве фибробетонных слоев усиления покрытий аэродромов следует осуществлять в соответствии с требованиями ВСП 32-01-02/МО РФ с учетом положений настоящих «Рекомендаций...».

2 ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

2.1 Для устройства фибробетонных слоев усиления покрытий аэродромов следует применять фибробетон классов по прочности на растяжение при изгибе B_{tb} 4,8; B_{tb} 5,2; B_{tb} 5,6; B_{tb} 6,0; B_{tb} 6,4; B_{tb} 6,8; B_{tb} 7,2.

При этом класс по прочности на сжатие должен быть не менее В30.

2.2 Марку по морозостойкости фибробетона следует назначать в соответствии с требованиями СНиП 32-03-96 для верхних слоев покрытий аэродромов.

2.3 Фибробетонная смесь перед уплотнением ее рабочим органом бетоноотделочной машины должна соответствовать марке по удобоукладываемости III по ГОСТ 7473-94 (осадка конуса 1-4 см). Конкретные значения подвижности смеси в пределах указанной марки устанавливает лаборатория.

2.4 Для приготовления фибробетона для слоев усиления аэродромных покрытий следует применять портландцемент ПЦ 550-ДО-Н и ПЦ 600-ДО-Н, допускается применение портландцемента ПЦ 500-ДО-Н для классов бетона по прочности на

растяжение при изгибе не более B_{tb} 5,6. Используемый портландцемент должен удовлетворять требованиям ГОСТ 10178-85.

2.5 В качестве мелкого заполнителя следует применять природные средние и крупные пески по ГОСТ 8736-93.

Загрязненность песка глинистыми, пылеватыми и илистыми частицами не должна превышать 3% по массе. Наличие в песке глины в комках не допускается.

2.6 В качестве крупного заполнителя следует применять щебень из изверженных и метаморфических пород, отвечающий требованиям ГОСТ 8267-93 и ГОСТ 26633-91.

Рекомендуемая фракция щебня, используемая в качестве крупного заполнителя фибробетона, - от 5(3) до 10 мм. Допускается использование щебня фракции от 5(3) до 20 мм.

Зерновой состав каждой фракции должен находиться в пределах, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Диаметр отверстий контрольных сит	d	0,5(d-D)	D	1,25D
Полные остатки на ситах, % по массе	От 90 до 100	От 30 до 60	До 10	До 0,5
Примечание – D и d – наибольшие и наименьшие номинальные размеры зерен щебня каждой фракции.				

Содержание разных фракций в крупном заполнителе при наибольшей крупности заполнителя 20 мм должно соответствовать:

- 25 – 40% для фракции от 5(3) до 10 мм;
- 60 – 75% для фракции от 10 до 20 мм.

Марка по дробимости щебня из изверженных и метаморфических пород должна быть не менее 1200.

Содержание в щебне зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм для фибробетона слоя усиления не должно превышать 25% по массе.

Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне из изверженных и метаморфических пород должно быть не более 1%.

Морозостойкость щебня должна быть не ниже марки фибробетона по морозостойкости.

2.7 Дисперсное армирование рекомендуется осуществлять стальной фиброй. Для приготовления фибробетона класса по прочности на растяжение при изгибе не выше B_{tb} 5,6 допускается использование базальтового волокна. Технические характеристики металлической фибры и базальтового волокна приведены в таблице 2. Рекомендуется применение профилированной фибры или фибры с изогнутыми концами, за счет указанных характеристик увеличивается сцепление фибры с бетоном и повышается анкерующая способность.

Таблица 2

Вид фибры	Средняя длина, мм	Приведенный диаметр	Отношение длины к диаметру	Минимальное количество перегибов
Металлическая фибра	30…50	0,50…0,80	50…70	3…14
Базальтовое волокно	20…40	0,030…0,080	400…500	-

2.8 Для регулирования и улучшения технологических свойств фибробетонной смеси, строительно-технических характеристик фибробетона и снижения расхода цемента следует применять химические добавки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 24211-91.

Фибробетон для слоев усиления следует изготавливать с обязательным применением комплексной химической добавки: пластифицирующая не ниже II группы эффективности и воздухововлекающая или газообразующая добавка.

Основные рекомендуемые добавки, их полные и условные наименования, а также примерные дозировки приведены в таблице 3.

Таблица 3

Вид добавки	Название и условная маркировка	Примерная дозировка, % от массы цемента
Пластифицирующая	Лигносульфонаты технические ЛСТ	0,25-0,40
	Разжижитель С-3	0,7-0,9
Воздухововлекающая	Смола нейтрализованная воздухововлекающая СНВ	0,01-0,02
	Смола древесная омыленная СДО	0,01-0,03
Газообразующая	Полигидросилоксаны 136-41 136-157М	 0,03-0,07 0,02-0,06

Эффективность действия добавок зависит от минерального состава цемента, характеристик заполнителей и состава фибробетона, поэтому оптимальные дозировки добавок следует уточнять экспериментально при подборе состава с учетом конкретных материалов и применяемого оборудования.

2.9 Вода для затворения фибробетонной смеси должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-79.

Содержание в воде органических поверхностно-активных веществ, сахаров или фенолов не должно быть более 10 мг/л каждого.

Вода не должна содержать пленки нефтепродуктов, жиров, масел.

Окисляемость воды не должна быть более 15 мг/л.

Водородный показатель воды (pH) не должен быть менее 4 и более 12,5.

Содержание других примесей допускается в количествах не снижающих прочность и морозостойкость бетона.

Вода питьевая по ГОСТ 2874-82 допускается к применению для затворения смеси без анализа качества.

Содержание в воде растворимых солей, ионов SO_4, Cl^{-1} и взвешенных частиц не должно превышать величин, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Назначение воды	Максимально допустимое содержание, мг/л			
	растворимых солей	ионов SO_4	ионов Cl^{-1}	взвешенных частиц
Вода для затворения фибробетонной смеси	2000	600	550	200
Вода для промывки заполнителей и ухода за фибробетоном	5000	2700	1200	500

2.10 Для ухода за свежеуложенным фибробетоном применяют пленкообразующие составы на водной или органической основе.

Рекомендуемые пленкообразующие составы и их расход при уходе за бетоном приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование состава	Основа, цвет	Расход, г/м^2
Вододисперсный пленкообразующий состав ВПС-Д (ТУ 2241-166-00284807-96)	Водная, светлый	100-500 в зависимости от массовой доли нелетучих веществ
Эмульсии битумные анионные класса ЭБА-1 или ЭБА-2 (ГОСТ 18659-81)	Водная, темный	500-800

3 МЕТОДИКА ПОДБОРА СОСТАВА ФИБРОБЕТОНА

3.1 Подбор номинального состава фибробетона производят по следующим этапам:

определение характеристик исходных материалов для фибробетона;

расчет начального состава;

экспериментальное уточнение начального состава;

расчет дополнительных составов;

изготовление пробных замесов начального и дополнительных составов, отбор проб, испытание бетонной смеси, изготовление образцов и их испытание по всем нормируемым показателям качества;

обработка полученных результатов с установлением зависимостей, отражающих влияние параметров состава на нормируемые показатели качества бетонной смеси и бетона;

назначение номинального состава, обеспечивающего получение бетонной смеси и бетона требуемого качества при минимальном расходе вяжущего.

Расчет начального состава

3.2 Характеристики исходных материалов определяют по разделу 2 настоящих Рекомендаций.

3.3 Состав фибробетона следует подбирать исходя из требуемой прочности.

Требуемую прочность на растяжение при изгибе фибробетона R_T, МПа, при подборе состава (до накопления необходимого для ведения статистического контроля числа результатов испытаний) вычисляют по формуле

$$R_T = 1{,}28 \cdot B_{норм}, \qquad (1)$$

где $B_{норм}$ - нормируемое значение прочности, МПа, для фибробетона данного класса по прочности растяжение при изгибе.

3.4 Значение водоцементного отношения В/Ц, необходимое для получения требуемой прочности фибробетона, определяют по формуле

$$В/Ц = \frac{0{,}37\ R_ц}{R_f - 0{,}018\ R_ц}, \qquad (2)$$

где $R_ц$ - предел прочности цемента при изгибе, МПа.

Ориентировочное содержание воды на 1 м^3 бетонной смеси при наибольшей крупности зерен щебня 10 и 20 мм, составляет соответственно 180 и 170 л/м^3. Подвижность фибробетонной смеси может регулироваться за счет вводимых в состав пластифицирующих добавок ЛСТ или С-3.

3.5 Содержание цемента *Ц*, кг/м^3, определяют по формуле

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} \qquad (3)$$

3.6 Значения доли песка r в смеси заполнителей принимают по таблице 6.

Таблица 6

Наибольшая крупность зерен щебня, мм	Доля песка в смеси заполнителей r при модуле крупности песка	
	св. 2,0 до 2,5	св. 2,5 до 3,00
10	0,50	0,55
20	0,45	0,50

3.7 Содержание песка *П*, кг/м^3, определяют по формуле

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_ц} + В + \frac{Ф}{\rho_ф} + V_{вв}\right)\right] \cdot \left[\rho_п \cdot r + \rho_щ \cdot (1 - r)\right] \cdot r \ , \qquad (4)$$

где $\rho_ц$, $\rho_п$, $\rho_щ$ и $\rho_ф$ - соответственно истинная плотность цемента, песка, щебня и фибры, кг/м^3;

$V_{вв}$ - объем вовлеченного воздуха, л/м^3.

3.8 При подборе состава фибробетона объем вовлеченного воздуха принимается равным:

60 л – при использовании воздухововлекающих химических добавок;

30 л – при использовании газообразующих добавок.

3.9 Содержание крупного заполнителя *Щ*, кг/м^3, определяют по формуле

$$Щ = П \cdot \frac{1 - r}{r} \qquad (5)$$

Экспериментальное уточнение начального состава

3.10 Для экспериментальной проверки начального состава применяют цемент и сухие заполнители, характеристики которых были определены перед началом теоретического расчета.

В ходе экспериментальной проверки уточняют водопотребность фибробетонной смеси и проверяют соответствие расчетной и фактической плотности фибробетонной смеси.

При уточнении водопотребности приготавливают три замеса бетонной смеси следующих составов: расчетный начальный состав и два состава с содержанием воды, отличающимся от расчетного в меньшую и большую стороны на 10 %. По результатам испытания смесей строят графическую зависимость «Удобоукладывас-

мость - водосодержание», по которой определяют значение водопотребности, соответствующее заданной удобоукладываемости смеси.

Расчет дополнительных составов, изготовление и испытание фибробетона пробных замесов

3.11 Рассчитывают два дополнительных состава фибробетонной смеси, отличающихся от начального (с учетом уточненных значений водопотребности смеси) величиной водоцементного отношения в большую и меньшую сторону на 20 %.

Опытные замесы по начальному и дополнительным составам приготавливают на заполнителях и вяжущем, характеристики которых были приняты при расчете составов.

3.12 При приготовлении фибробетонной смеси погрешность дозирования компонентов смеси по массе не должна превышать: ±1% - для вяжущих, фибры, воды, добавок; ±2% - для заполнителей.

Воду и водные растворы добавок дозируют по массе или объему. Предварительно определяют плотность водного раствора рабочего состава добавки.

3.13 Приготовление опытных замесов начинают с перемешивания сухих материалов, а затем постепенно добавляют в замес назначенное по расчету количество воды и раствора добавки.

После окончания перемешивания отбирают пробы для проверки удобоукладываемости и других свойств фибробетонной смеси, предусмотренных в техническом задании на подбор состава бетона. При этом определение удобоукладываемости начинают не ранее чем через 15 мин после перемешивания смеси с водой.

Если свойства фибробетонной смеси не соответствуют каким-либо требованиям задания на подбор состава фибробетона, производят корректировку составов до получения в замесе каждого состава смеси с заданными свойствами.

3.14 После получения фибробетонной смеси с заданными свойствами определяют ее плотность и для каждого состава рассчитывают фактический расход материалов на 1 м^3 фибробетона по формулам

$$Ц = \frac{\rho_{см}}{\sum g} \cdot g_ц \quad , \qquad (6)$$

$$П = \frac{\rho_{см}}{\sum g} \cdot g_п \quad , \qquad (7)$$

$$Щ = \frac{\rho_{см}}{\sum g} \cdot g_щ \quad , \qquad (8)$$

$$Ф = \frac{\rho_{см}}{\sum g} \cdot g_ф \quad , \qquad (9)$$

$$В = \frac{\rho_{см}}{\sum g} \cdot g_в \quad , \qquad (10)$$

где $Ц$, $П$, $Щ$, $Ф$ и $В$ - расход соответственно цемента, песка, щебня, фибры и воды, кг/м^3;

$\rho_{см}$ - плотность фибробетонной смеси, кг/м^3;

$\sum g$ - суммарная масса всех материалов в замесе, кг;

$g_ц$, $g_п$, $g_щ$, $g_ф$, $g_в$ - масса соответственно цемента, песка, щебня, фибры и воды в замесе, кг.

Для каждого состава фибробетонной смеси формуют по шесть образцов-балок и три образца-куба.

Режим твердения образцов должен соответствовать принятому режиму твердения фибробетона в покрытии.

3.15 В результате определяют единичное значение прочности фибробетона на растяжение при изгибе и сжатие как среднее арифметическое значение прочности

двух наибольших по прочности образцов в серии из трех образцов и прочности четырех наибольших по прочности в серии из шести образцов. В каждой серии определяют среднее квадратическое отклонение по формуле

$$S_c = \omega_c / \alpha, \qquad (11)$$

где ω_c - размах значений прочности в серии, определяемый как разность между R_{max} и R_{min} значениями прочности;

α - коэффициент, зависящий от числа значений прочности в серии n:

n	3	4	5	6
α	1,69	2,06	2,33	2,5

После этого определяют коэффициент вариации V_c, %, прочности фибробетона в серии по формуле

$$V_c = \frac{S_c}{R_c} \cdot 100, \qquad (12)$$

где R_c - среднее арифметическое значение прочности фибробетона в серии.

При коэффициенте вариации $V_c \leq 8$ % результаты испытаний признают удовлетворительными и за показатель прочности бетона принимают значение R_c, при $V_c > 8$ % изготовление и испытание серии образцов повторяют.

3.16 По результатам испытаний строят график зависимости прочности фибробетона от водоцементного отношения и определяют значение В/Ц, соответствующее требуемой прочности бетона R_T. Затем пересчитывают состав бетона исходя из най-

денного значения водоцементного отношения и изготавливают контрольные образцы для определения морозостойкости фибробетона.

При положительных результатах испытаний подобранный состав фибробетона принимают за номинальный.

3.17 В случаях, когда подбираемый состав фибробетона отвечает требованиям по прочности и не отвечает каким-либо другим требованиям задания на подбор состава, следует произвести подбор состава с применением технологических приемов, обеспечивающих получение всех требуемых показателей качества фибробетона, как правило, без увеличения расхода цемента.

Назначение и корректировка рабочих составов фибробетонной смеси

3.18 Назначение нового рабочего состава фибробетонной смеси производят, если по данным входного контроля установлено изменение качества поступивших материалов по сравнению с применявшимися ранее более чем на:

- 2,5 МПа – фактической прочности цемента;

- 1,5 абс. % - нормальной густоты цементного теста;

- 1,5 абс. % - содержания илистых, глинистых и пылевидных частиц в песке.

3.19 Корректировку рабочего состава производят, если по данным входного контроля качества заполнителей и операционного контроля производства установлено изменение качества материалов тех же партий или качества получаемой фибробетонной смеси более чем на:

- 2 абс. % - содержания песка в щебне или щебня в песке;

- 0,5 абс. % - влажности заполнителей;

- 2 см – осадки конуса фибробетонной смеси.

Корректировку производят также, если фактическая прочность фибробетона ниже требуемой или выше верхней предупредительной границы по ГОСТ 18105-86.

Назначение и корректировку рабочих составов производят с учетом зависимостей между параметрами состава фибробетона и свойствами фибробетона и фибробетонной смеси, установленными при подборе номинального состава.

Номинальный состав бетонной смеси не учитывает влажность заполнителей, поэтому в этот состав вносят поправки на фактическую влажность щебня и песка для получения рабочего состава смеси.

3.20 Если влажность песка $\omega_п$ (%), а влажность щебня $\omega_щ$ (%), то рабочее содержание воды $В_р$ (л/м^3), песка $П_р$ (кг/м^3) и щебня $Щ_р$ (кг/м^3) соответственно составит

$$В_р = В - \left(\frac{\omega_п П}{100} + \frac{\omega_щ Щ}{100} \right), \qquad (13)$$

$$П_р = П + \frac{\omega_п П}{100}, \qquad (14)$$

$$Щ_р = Щ + \frac{\omega_п Щ}{100} \qquad (15)$$

Рабочее содержание воды при необходимости корректируют с учетом концентрации водного раствора химических добавок.

3.21 Кроме того, в рабочем составе фибробетонной смеси в содержании песка $П_р$ учитывается доля песка, содержащаяся в крупном заполнителе (щебне), а в содержании щебня $Щ_р$ учитывается доля крупного заполнителя, содержащаяся в песке.

4 КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ФИБРОБЕТОННЫХ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ

4.1 Конструирование фибробетонных слоев усиления выполняется с учетом следующих требований:

- толщина слоя усиления определяется расчетом, но должна быть не менее 8 см;
- между слоем усиления и существующим покрытием должен устраиваться выравнивающий слой из асфальтобетона или пескоцемента;
- деформационные швы в слое усиления следует предусматривать над всеми швами существующего покрытия;
- глубина паза деформационных швов должна равняться 1/3 толщины слоя усиления.

4.2 Расчет аэродромного покрытия из фибробетона производят по методу предельных состояний на воздействие вертикальных нагрузок от воздушных судов.

Расчетным предельным состоянием жесткого аэродромного покрытия с конструктивными слоями из фибробетона является предельное состояние по прочности.

4.3 Расчет аэродромного покрытия из фибробетона проводят на нормативную нагрузку, представляющую собой нагрузку на четырехколесную условную опору при давлении в шинах колес P_a=1,0 МПа. Расстояния между центрами отпечатков в четырехколесной условной опоре равны 70 см между смежными колесами и 130 см между рядами колес. Допускается производить расчет на одноколесную нормативную нагрузку. Нормативные нагрузки приведены в таблице 7. Допускается выполнять расчет на конкретный тип самолета. В последнем случае расчет выполняют с учетом заданного распределения взлетных масс, а если оно не задано, расчет ведут на нормальную взлетную массу.

4.4 При расчете аэродромного покрытия из фибробетона на прочность коэффициенты динамичности k_d и разгрузки γ_f (учитывающий движение воздушных су-

дов по покрытию с большими скоростями) для всех групп участков аэродрома принимают в соответствии с таблицей 8.

4.5 При расчете однослойного аэродромного покрытия из фибробетона по прочности должно удовлетворяться условие

$$m_d \le m_u, \qquad (16)$$

где m_d - расчетный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия;

m_u - предельный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия.

Таблица 7

Категория нормативной нагрузки	Нормативная нагрузка F_n на основную (условную) 4-х колесную опору самолета, кН	Нормативная нагрузка на одноколесную опору, кН	Расчетное число движений	
			за 20 лет	в сутки
В/к	850	-	100000	50
I	700	-	100000	50
II	550	250	100000	50
III	400	170	200000	100
IV	300	120	200000	100

Примечания

1 Расчетное число движений принимается по таблице при отсутствии в задании на проектирование этих данных.

2 Одним движением считается взлет и посадка самолета.

3 При проектировании учебных аэродромов расчетное число движений увеличивается в два раза.

4 Для покрытий отмосток и укрепляемых участков, примыкающих к торцам ИВПП, нормативная нагрузка умножается на коэффициент 0,5.

Таблица 8

Группа участков покрытий	Коэффициент разгрузки γ_r	Коэффициент динамичности k_d при давлении в шинах, МПа		
		1,0 и менее	св. 1,0 до 1,5	св. 15
А	1	1,2	1,25	1,3
Б	1	1,1	1,15	1,2
В и Г	0,85	1,1	1,1	1,1

Примечание - Коэффициенты динамичности и разгрузки для укреплённых обочин и укреплённых участков, примыкающих к торцам ИВПП, принимают равными 1

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

$$m_d = m_{c,max} k k_N, \quad (17)$$

где $m_{c,max}$ - максимальный изгибающий момент при центральном загружении плиты, кН·м/м, который вычисляется как наибольший суммарный момент, создаваемый колесами опоры воздушного судна в расчетных сечениях плиты, перпендикулярных осям x или y (рисунок 1), при этом должны исключаться ряды колес, дающие в сумме отрицательное значение изгибающего момента в расчетном сечении, определяют по формуле

$$m_{c\,max} = m_1 + \sum_{i=2}^{n_k} m_{r(i)}, \quad (18)$$

где k - переходный коэффициент от изгибающего момента при центральном загружении к моменту при краевом загружении плиты, принимаемый равным:

- для фибробетонных покрытий со стыковыми соединениями - 1,2;
- для фибробетонных покрытий, устраиваемых без стыковых соединений - 1,5;

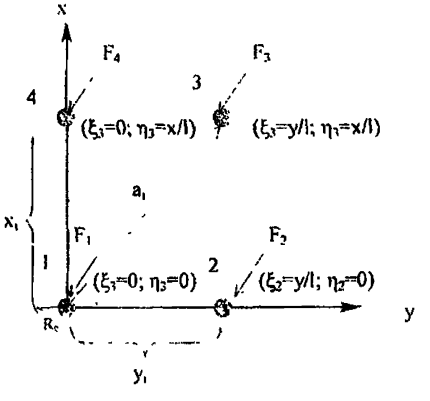


Рисунок 1 - Расчетная схема параметров загружения опор воздушного судна

k_N - коэффициент, учитывающий накопление остаточных деформаций в основании из материалов, не обработанных вяжущими, и принимаемый равным 1,1 для участков группы А и перронов; для оснований из материалов, обработанных вяжущими, а также для участков групп Б (кроме перронов), В и Г независимо от вида оснований следует принимать $k_N = 1,0$;

m_1 - изгибающий момент от действия колеса, центр отпечатка которого совпадает с расчетным сечением, кН·м/м, определяют по формуле

$$m_1 = F_d \cdot f(\alpha), \tag{19}$$

n_k - число колес на опоре;

$m_{x(y)i}$ - изгибающий момент, создаваемый действием i-го колеса, расположенного за пределами расчетного сечения плиты, к Н·м/м определяют по формуле

$$m_{x(y)i} = m_{x(y)1} F_d, \tag{20}$$

F_d - расчетная нагрузка на колесо, кН, определяемая по формуле

$$F_d = F_n / n_k \cdot k_d \cdot \gamma_f \tag{21}$$

$f(\alpha)=f(R_c/l)$ - функция, значение которой приведено в таблице 9.

Таблица 9

α	F(α)	α	F(α)	α	F(α)	α	F(α)	α	F(α)	α	F(α)
0,00	0	0,24	0,1875	0,48	0,1255	0,72	0,0908	0,96	0,0676	2,00	0,0201
0,02	0,4144	0,26	0,1802	0,50	0,1220	0,74	0,0885	0,98	0,0660	2,20	0,0158
0,04	0,3509	0,28	0,1736	0,52	0,1186	0,76	0,0863	1,00	0,0645	2,40	0,0124
0,06	0,3139	0,30	0,1673	0,54	0,1153	0,78	0,0842	1,10	0,0573	2,60	0,0096
0,08	0,2876	0,32	0,1615	0,56	0,1121	0,80	0,0821	1,20	0,0510	2,80	0,0074
0,10	0,2672	0,34	0,1561	0,58	0,1091	0,82	0,0801	1,30	0,0454	3,00	0,0056
0,12	0,2505	0,36	0,1510	0,60	0,1062	0,84	0,0782	1,40	0,0405	3,20	0,0042
0,14	0,2365	0,38	0,1462	0,62	0,1034	0,86	0,0763	1,50	0,0361	3,40	0,0031
0,16	0,2243	0,40	0,1416	0,64	0,1007	0,88	0,0745	1,60	0,0321	3,60	0,0023
0,18	0,2136	0,42	0,1373	0,66	0,0981	0,90	0,0727	1,70	0,0286	3,80	0,0016
0,20	0,2040	0,44	0,1332	0,68	0,0956	0,92	0,0710	1,80	0,0255	4,00	0,0011
0,22	0,1954	0,46	0,1293	0,70	0,0932	0,94	0,0693	1,90	0,0226	4,20	0,0007

Rc - радиус круга, равновеликого площади отпечатка пневматика колеса, м, определяют по формуле

$$R_c = \sqrt{\frac{F_d}{\pi P_a}}, \qquad (22)$$

P_a - внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, кПа;

l - упругая характеристика плиты, м, определяемая по формуле

$$l = \sqrt[4]{\frac{B}{K_s}}, \qquad (23)$$

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

k_d и γ_f - коэффициенты соответственно динамичности и разгрузки, определяемые по таблице 8;

Ks - расчетный коэффициент постели однородного грунтового основания, МН/м^3; для многослойного грунтового основания, а также для искусственного основания, не обработанного вяжущим, в расчет вводится значение эквивалентного коэффициента постели Kse;

m_{xi},m_{yi} - единичные изгибающие моменты, действующие в расчетном сечении плиты, от воздействия i-го колеса опоры воздушного судна, определяемые по таблице 10 в зависимости от координат $\xi=y_i/l$ и $\eta=x_i/l$, где y_i, x_i - координаты приложения силы F_i, считая за начало координат пересечение рассматриваемых сечений (см. рисунок 1);

B - жесткость сечения плиты покрытия, МПа·м^4/м, отнесенная к единице ширины ее сечения и определяемая в соответствии с п. 4.7.

Для многоколесных опор необходимо путем пробных расчетов найти колесо, под центром отпечатка которого возникает максимальный изгибающий момент.

Таблица 10

Значения единичных моментов при ξ(η) в расчетном сечении плиты аэродромного жесткого покрытия от воздействия i-го колеса опоры воздушного судна																
η(ξ)	0.00	0.05	0,10	0.20	0.30	0,40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40
0,00	-	0.25122	0.18781	0.12506	0.08914	0.06445	0.04607	0.03181	0.02049	0.01136	0.00397	-0.00204	-0.00690	-0.01082	-0.01393	-0.01637
0,05	0.31839	0,25313	0,19113	0,12629	0.08974	0.06480	0.04631	0.03199	0.02062	0.01147	0.00406	-0.00196	-0.00684	-0.01076	-0.01389	-0.01633
0,10	0,25521	0,23156	0,18997	0,12848	0.09119	0,06575	0,04698	0,03248	0,02101	0.01178	0.00431	-0,00175	-0.00665	-0.01060	-0.01374	-0.01620
0.20	0.19215	0.18546	0,16866	0.12759	0,09355	0.06817	0,04901	0.03414	0.02236	0.01291	0.00527	-0.00092	-0.00594	-0.00997	-0.01319	-0.01571
0,30	0.15561	0.15259	0.14426	0.11892	0.09219	0.06930	0.05079	0.03598	0.02408	0.01445	0.00664	0.00029	-0.00486	-0.00901	-0.01232	-0,01493
0,40	0.13004	0.12835	0.12353	0.10724	0,08736	0,06818	0,05140	0.03730	0.02564	0.01604	0.00817	0.00172	-0.00354	-0.00780	-0.01122	-0.01393
0.50	0,11058	0,10952	0.10642	0,09538	0,08066	0,06515	0,05060	0.03774	0.02670	0.01739	0.00962	0.00317	-0.00213	-0.00647	-0.00997	-0.01276
0,60	0,09505	0.09432	0.09219	0,08436	0,07331	0,06094	0,04864	0.03725	0.02711	0.01832	0.01082	0.00451	-0.00076	-0.00511	-0.00866	-0.01151
0,70	0,08226	0,08174	0.08020	0.07444	0,06601	0,05613	0,04588	0.03598	0.02688	0.01877	0.01169	0.00562	0.00048	-0.00381	-0.00735	-0.01023
0,80	0.07153	0,07114	0,06999	0,06563	0,05908	0,05115	0,04264	0.03416	0.02611	0.01876	0.01220	0.00647	0.00154	-0.00263	-0.00612	-0.00899
0,90	0,06238	0,06209	0,06120	0,05782	0.05266	0,04626	0,03919	0,03196	0.02493	0.01835	0.01236	0,00703	0.00238	-0.00162	-0.00500	-0.00782
1,00	0,05451	0,05428	0.05359	0.05092	0,04679	0,04158	0,03571	0.02957	0.02346	0.01763	0.01223	0,00734	0.00300	-0.00078	-0,00401	-0,00674
1,10	0,04769	0,04751	0,04696	0,04482	0,04148	0,03721	0.03231	0,02710	0.02182	0,01669	0.01186	0.00742	0.00342	-0.00011	-0.00317	-0.00578
1,20	0.04174	0,04159	0,04115	0,03942	0.03669	0,03316	0,02906	0,02464	0.02009	0.01560	0.01131	0.00730	0.00365	0.00039	-0.00247	-0.00494
1,30	0,03653	0,03641	0,03605	0,03463	0,03238	0,02945	0,02601	0,02225	0.01834	0.01442	0.01063	0.00704	0.00374	0.00075	-0.00191	-0.00422
1,40	0,03195	0,03185	0,03156	0,03039	0.02853	0,02608	0,02318	0,01998	0.01661	0.01320	0.00986	0.00667	0.00370	0.00098	-0.00146	-0.00361
1,50	0,02792	0,02784	0.02759	0,02663	0,02507	0,02302	0,02057	0,01784	0.01494	0.01198	0.00905	0.00622	0.00356	0.00110	-0.00113	-0.00311
1,60	0,02437	0,02430	0.02410	0,02329	0,02199	0,02026	0.01818	0.01585	0,01336	0.01079	0.00822	0.00573	0.00335	0,00114	-0.00088	-0.00269
1,70	0,02124	0,02118	0.02101	0,02033	0 01923	0,01777	0,01601	0.01402	0.01187	0.00964	0.00740	0.00520	0.00309	0.00111	-0.00071	-0.00236
1.80	0,01847	0,01842	0,01828	0,01771	0,01678	0,01554	0.01404	0,01234	0.01049	0.00856	0.00660	0.00467	0.00280	0.00104	-0.00060	-0.00209
1,90	0,01603	0,01599	0,01587	0,01538	0,01460	0,01354	0.01226	0,01080	0,00921	0,00754	0.00584	0.00414	0.00250	0.00093	-0.00054	-0.00188
2.00	0,01387	0.01384	0,01373	0.01332	0,01266	0,01176	0,01067	0.00942	0.00805	0.00660	0.00512	0.00363	0.00218	0.00080	-0.00051	-0.00171
2,10	0,01197	0,01194	0.01185	0.01151	0.01094	0,01018	0.00924	0,00817	0,00699	0.00573	0.00444	0.00315	0.00188	0.00065	-0.00051	-0.00158
2,20	0,01030	0,01027	0,01020	0,00990	0.00942	0.00877	0,00797	0.00704	0.00603	0.00494	0.00382	0.00269	0.00158	0.00050	-0.00053	-0.00148
2.40	0.00753	0.00751	0,00746	0.00724	0.00689	0,00641	0.00583	0.00515	0.00439	0.00358	0.00274	0.00188	0.00103	0.00020	-0.00059	-0.00134
2.60	0,00540	0.00539	0.00535	0.00519	0.00493	0.00458	0,00415	0.00365	0,00309	0.00249	0.00186	0.00122	0.00057	-0.00006	-0.00067	-0.00125
2.80	0.00378	0.00377	0.00374	0.00362	0.00343	0.00318	0.00286	0.00249	0.00208	0.00164	0.00117	0.00069	0.00020	-0.00028	-0 00074	-0.00118
3.00	0.00255	0.00254	0.00252	0.00244	0.00230	0.00212	0.00189	0.00161	0.00131	0.00098	0 00064	0.00028	-0.00008	-0.00044	-0.00079	-0.00112
3,20	0.00164	0.00163	0.00162	0.00156	0.00146	0.00132	0.00116	0.00096	0.00074	0.00050	0.00024	-0.00002	-0.00029	-0.00055	-0.00081	-0.00106
3.40	0.00097	0.00097	0.00096	0.00091	0.00084	0.00075	0.00062	0.00048	0.00032	0.00015	-0.00004	-0.00023	-0.00042	-0.00062	-0.00081	-0.00099
3.60	0.00050	0.00049	0.00049	0.00045	0.00040	0.00033	0.00025	0.00014	0.00003	-0.00010	-0.00023	-0.00037	-0.00051	-0.00065	-0.00078	-0.00091
3,80	0.00017	0.00016	0.00016	0.00014	0.00010	0.00005	-0.00001	-0.00008	-0.00016	-0.00025	-0.00035	-0.00044	-0.00054	-0.00064	-0.00074	-0.00083
4,00	-0.00006	-0.00006	-0,00006	-0.00008	-0.00010	-0.00014	-0.00018	-0.00023	-0.00028	-0.00035	-0.00041	-0.00048	-0.00055	-0.00062	-0.00068	-0.00075

4.7 Жесткость сечений плит фибробетонного покрытия B надлежит определять на единицу ширины сечения по формуле

$$B=0,085\cdot E_b\cdot t^3, \qquad (24)$$

где E_b - начальный модуль упругости фибробетона, МПа, принимаемый по таблице 11;

t - толщина плиты, м.

Таблица 11

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}	Расчетное сопротивление растяжению при изгибе R_{tb}, МПа	Начальный модуль упругости фибробетона E_b, МПа
4,8	4,10	$3,53\cdot10^4$
5,2	4,40	$3,73\cdot10^4$
5,6	4,80	$3,73\cdot10^4$
6,0	5,10	$3,82\cdot10^4$
6,4	5,50	$3,82\cdot10^4$
6,8	5,90	$4,00\cdot10^4$
7,2	6,30	$4,00\cdot10^4$

4.8 Предельный изгибающий момент m_u, кН·м/м, на единицу ширины сечения для фибробетонного покрытия следует определять по формуле

$$m_u=\gamma_c\cdot R_{tb}\cdot t^2/6\cdot k_u, \qquad (25)$$

где γ_c - коэффициент условий работы покрытий, принимаемый по таблице 12;

R_{tb} - расчетные сопротивления фибробетона растяжению при изгибе, МПа, принимаемый по таблице 11;

k_u - коэффициент, учитывающий расчетное число приложений колесных нагрузок воздушных судов U_d за проектный срок службы покрытия, определяемый по формуле

$$k_u=2-\lg U_d/6 \qquad (26)$$

Таблица 12

Коэффициент γ_c условий работы жестких фибробетонных покрытий при расположении аэродромов								
севернее 50° северной широты			между 43° и 50° северной широты			южнее 43° северной широты		
для групп участков								
А	Б, В	Г	А	Б, В	Г	А	Б, В	Г
0,9	1,0	1,2	0,85	0,95	1,15	0,8	0,9	1,1

4.9 Расчетное число приложений нагрузки U_d следует определять по формуле

$$U_d = \sum_{1}^{n_i} U_{ei} \qquad (27)$$

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

$$U_{ei} = anti\lg\left\{\frac{m_{cd}}{m_{ei}}\left[\lg U_i + 12\left(\frac{m_{ei}}{m_{cd}} - 1\right)\right]\right\}, \qquad (28)$$

n_i - число учитываемых типов воздушных судов у которых $m_{ei}/m_{cd} \geq 0,6$;

m_{ei}, m_{cd} - центральные моменты соответственно от нагрузок i-го и расчетного воздушных судов, определяемые в соответствии с п. 4.6;

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

n_a - число осей на основной опоре воздушного судна;

N_i - число движений воздушного судна за проектный срок службы покрытия.

4.10 При расчете фибробетонного слоя усиления жестких аэродромных по-

крытий должно удовлетворяться условие (16) для плит верхнего и нижнего слоев.

Предельный изгибающий момент m_u определяют по формуле (25), при этом предельный изгибающий момент в плитах нижнего слоя, вычисленный по этой формуле, следует умножать на поправочный коэффициент k_m определяемый по рисунку 2.

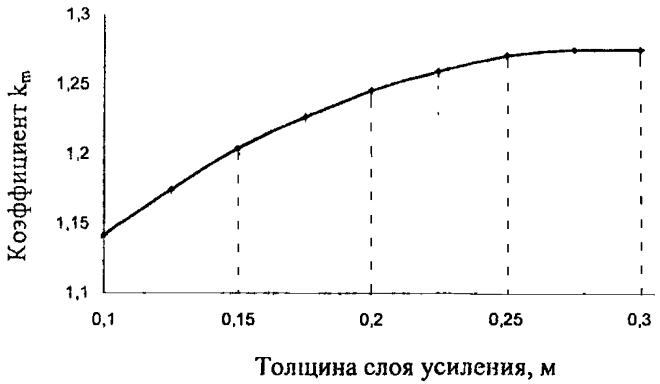


Рисунок 2 - График для определения поправочного коэффициента k_m

Расчетные изгибающие моменты в плитах верхнего и нижнего слоев двухслойного покрытия $m_{d,sup(inf)}$, кН·м/м на единицу ширины сечения плиты следует определять по формулам

в плитах верхнего (фибробетонного) слоя покрытий

$$m_{d,sup} = \frac{k_1 \cdot m_{c,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}, \qquad (29)$$

в плитах нижнего слоя покрытий

$$m_{d,inf} = \frac{m_{c,max}}{1 + \frac{B_{sup}}{B_{inf}}}, \qquad (30)$$

где $m_{c\,max}$ - максимальный изгибающий момент, кН•м/м, при центральном за-

гружении однослойной плиты жесткостью $B_{inf}+B_{sup}$, вычисляемый согласно п. 4.6;

B_{inf}, B_{sup} - жесткость плит соответственно верхнего и нижнего слоев, отнесенная к единицам ширины их сечений и вычисляемая согласно п. 4.7;

k_1 - коэффициент, учитывающий концентрацию изгибающих моментов в верхнем слое двухслойного покрытия над краями и углами плит нижнего слоя, приведен в таблице 13.

Таблица 13

$\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$	k_1	$\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$	k_1
0	1,20	4	2,00
0,15	1,04	5	2,25
1	1,25	6	2,50
2	1,50	7	2,75
3	1,75	8	3,00

4.11 При усилении монолитного железобетонного покрытия слоем из фибробетона существующее железобетонное покрытие следует при расчете учитывать как армобетонное.

4.12 При определении жесткости и предельного изгибающего момента бетонных и армобетонных покрытий расчетную толщину их t_{pd} следует принимать в зависимости от категории разрушения и толщины существующего покрытия при категории разрушения:

I ..... $t_{pd} = t_{ex}$;
II. ..... $t_{pd} = 0,9\ t_{ex}$;
III ..... $t_{pd} = 0,8\ t_{ex}$.

Для IV категории разрушения существующих жёстких покрытий, которые рассматриваются как искусственные основания, эквивалентный коэффициент постели следует устанавливать испытаниями штампом. При отсутствии данных испытаний слой рассматривают как искусственное основание с коэффициентом постели Ks = 600 МН/м^3.

5 ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ФИБРОБЕТОННЫХ СЛОЕВ УСИЛЕНИЯ

5.1 При усилении покрытий фибробетоном следует удалить разрушенные плиты, подсыпать и уплотнить основание и восстановить покрытие; очистить швы от грязи и растительности и заполнить их мастикой; очистить поверхность сохранившихся плит от грязи, масла, отслоившихся частиц бетона и промыть струёй воды под напором; заделать выбоины на существующем покрытии; уложить выравнивающий слой, разделительную прослойку.

5.2 Устройство выравнивающего слоя производится в соответствии с требованиями ВСН 32-01-02 и проекта.

5.3 Работы по устройству фибробетонных слоев усиления следует производить в сухую погоду, на сухом основании, при температуре воздуха не ниже плюс 5 ^{0}C.

5.4 Приготовление фибробетонной смеси осуществляют на автоматизированных бетонных заводах, оснащенных бетоносмесителями циклического действия с принудительным перемешиванием. Допускается при незначительных объемах приготовление смеси передвижными бетономешалками гравитационного действия.

Дозирование исходных материалов следует осуществлять в автоматическом режиме. Работа дозирующих устройств в ручном режиме, как не обеспечивающая требуемую однородность состава фибробетона, не допускается. При приготовлении фибробетонной смеси погрешность дозирования компонентов смеси по массе не должна превышать: ±1% - для вяжущих, фибры, воды, добавок; ±2% - для заполнителей.

Величину осадки конуса фибробетонной смеси, определяемую сразу после приготовления, следует назначить с таким расчетом чтобы к моменту уплотнения она соответствовала требуемой. Запас на потерю подвижности фибробетонной смеси во время ее транспортирования и распределения в зависимости от погодных условий, применяемых химических добавок и других факторов устанавливает строительная лаборатория.

5.5 При приготовлении фибробетонной смеси рекомендуется сначала перемешать в «сухую» песок, щебень и фибру, затем ввести цемент. После этого добавить воду затворения с раствором химических добавок и произвести перемешивание до получения однородной смеси. Допускается сначала перемешать в «сухую» песок, щебень, цемент и фибру, после чего добавить воду затворения и произвести перемешивание до получения однородной смеси.

Загрузку фибры следует осуществлять в работающий смеситель с использованием механических устройств, обеспечивающих равномерность подачи материала.

Продолжительность перемешивания фибробетонной смеси должна быть не более 3 мин. Готовая к применению фибробетонная смесь не должна содержать в своем объеме комков фибр ("ежей") и других неоднородностей.

5.6 При устройстве фибробетонных слоев усиления транспортирование смеси следует осуществлять автосамосвалами, оборудованными защитными устройствами, например, брезентовыми пологами для защиты фибробетонной смеси от атмосферных воздействий. При толщине слоя усиления менее 12 см, а также при производстве работ при температуре воздуха более 25 ^{0}С, транспортирование рекомендуется производить автобетоносмесителями. Общая продолжительность транспортирования должна составлять не более 1 часа и к моменту уплотнения фибробетонная смесь должна иметь подвижность марки П1.

Количество автомашин следует назначать с учетом темпа бетонирования и дальности транспортирования.

5.7 Материал разделительной прослойки и ее толщина (количество слоев) указываются в проекте.

При устройстве разделительной прослойки из рулонных материалов нахлест слоев следует производить по направлению бетонирования покрытия на величину, определяемую проектом, но не менее 10 см.

Как правило, в качестве разделительной прослойки применяют битуминизированную бумагу, пергамин, полиэтиленовую пленку и другие рулонные материалы.

5.8 Устройство фибробетонных слоев усиления выполняется:

- на взлетно-посадочной полосе, местах стоянки самолетов, рулежных дорожках - бетоноукладчиком типа «Wirtgen»;

- на лотковых рядах, местах сопряжения частей летной полосы аэродрома - средствами малой механизации с приготовлением фибробетонной смеси на заводе.

5.9 Прием, распределение и уплотнение фибробетонной смеси производится бетоноукладчиком. При использовании средств малой механизации для распределения смеси используются лопаты и ручные тележки.

5.10 Устройство фибробетонных слоев усиления средствами малой механизации и бетоноукладчиком следует производить полосами не более 7 м. При устройстве средствами малой механизации укладка смеси производится с использованием инвентарной опалубки, равной толщине слоя усиления.

Ширину полосы распределяемой фибробетонной смеси перед бетоноукладчиком всегда делают меньше ширины укладываемого покрытия. При ширине плиты 7 м размер полосы распределяемой фибробетонной смеси делают 6,7 – 6,75 м.

В начальный период распределения фибробетонной смеси высоту распределяемого слоя по основанию делают на 3 – 5 см больше толщины покрытия. Этот припуск выдерживают на протяжении 10 – 15 м, а затем уменьшают до 1 – 3 см. Окончательный припуск и регулировку положения шнека и отвала по высоте уточняют в процессе работ в зависимости от формования покрытия бетоноукладчиком. Частота вращения шнека по возможности должна быть минимальной, так как она обеспечивает более равномерное распределение фибробетонной смеси.

5.11 При использовании средств малой механизации уплотнение фибробетонной смеси следует производить с помощью виброрейки, обеспечивающей равномерную передачу вибровоздействий на смесь по всей ширине уплотняемой полосы, за 2 - 3 прохода по одному следу.

5.12 Шероховатость поверхности покрытия обеспечивается путем обработки поверхности капроновой щеткой, закрепленной на деревянной ручке длиной 2,0 ÷ 2,5 м. Направление бороздок на поверхности покрытия должно быть перпендикулярно оси покрытия, а фактура обрабатываемой поверхности - однородной. Для

улучшения отделки поверхности рекомендуется периодически промывать щетки водой.

5.13 При отделке поверхности покрытия запрещается использование подмазок раствором и добавление воды в верхний слой смеси.

5.14 Уход за уложенным ремонтным составом осуществляют путем нанесения на поверхность пленкообразующего материала типа ВПС-Д с расходом 400 г/м^2 в 2 слоя с интервалом 20-30 минут распределителем «Wirtgen» при устройстве бетоноукладчиком и установкой СО-115 при использовании средств малой механизации. На боковые грани плит допускается нанесения её ручным пистолетом – распылителем.

Запрещается нанесение пленкообразующих материалов прямым разбрызгиванием из шланга или разливом.

5.15 Термоизолирующий слой на поверхности покрытия следует устраивать, если ожидаемые суточные перепады температуры воздуха составляют более 12^{0}С. Необходимость устройства термоизоляции, материал и толщина слоя устанавливаются проектом.

В качестве материала термоизолирующих слоев могут быть использованы песок (супесь), полимерные пленки, шлак, опилки, маты и другие материалы.

Песок, предназначенный для ухода за бетоном, не должен содержать включений размером более 10 мм. Влажность песка должна быть не менее 6 – 8%.

Термоизолирующие слои следует устраивать по достижению фибробетоном прочности, способной воспринять массу материала без повреждения поверхности покрытия, но не позднее 4 часов с момента укладки, если бетонирование производилось в утреннее и дневное время суток (до 15 часов). Если бетонирование проводилось в вечернее и ночное время, то устройство термоизолирующего слоя должно быть осуществлено до 10 часов утра.

5.16 На всех участках, где не завершен уход за фибробетоном, в местах возможного движения людей и транспорта необходимо устанавливать предупредительные и запрещающие движения знаки, а в ночное время – световые сигналы.

5.17 Движение бетоноукладочных машин и автотранспортных средств по покрытию следует открывать, как правило, после окончания ухода за бетоном.

Допускается открывать движение после набора фибробетоном прочности на сжатие не менее 70% проектной, но не ранее чем через 7 суток.

5.18 После затвердевания ремонтного материала производится нарезка паза деформационного шва при помощи швонарезчика на 1/3 толщины покрытия, паз обеспыливают сжатым воздухом, на дно паза укладывают уплотнительный шнур, грунтуют поверхность паза и заполняют его герметиком.

5.19 Проектное положение швов намечают рисками, оставляемыми на покрытии во время отделки поверхности фибробетонного покрытия. По шаблону размечают мелом или краской линию нарезки шва, следя за тем, чтобы нарезаемые швы совпадали со швами смежного, ранее забетонированного ряда.

5.20 Нарезку пазов следует производить при прочности бетона на сжатие 8 10 МПа. Время начала нарезки пазов швов следует определять на основании лабораторных данных о твердении бетона и уточнять пробной нарезкой.

5.21 Первый нарезанный шов осматривают, промеряют ширину и глубину шва и по этим данным окончательно регулируют положение режущих кругов и скорость резания.

5.22 Заливка паза шва горячим герметиком осуществляется установкой для заливки швов, обеспечивающей поддержание заданной температуры и постоянное перемешивание при нагреве.

5.23 Заполнять пазы швов герметизирующим материалом следует сразу после их подготовки, уложив на дно паза шва уплотняющий шнур, а стенки пазов деформационных швов загрунтовав мастикой, разжиженной керосином.

Если пазы швов заполняют герметиком не сразу после нарезки, то следует принять меры по предотвращению их загрязнения. Для этого укладывают в паз шва шнур, укрывают шов пергамином и восстанавливают термоизоляционный слой в зоне шва.

5.24 Работы по герметизации швов должны производиться в сухую погоду при температуре воздуха не ниже $+5^0$С.

Паз шва следует заполнять в два приема: сначала на 2/3 глубины, затем оставшийся объем заполняют на 1 – 2 мм ниже поверхности покрытия.

Температура битумной мастики в момент заливки в паз шва должна быть не менее 120 130^{0}С.

Производить грунтовку граней и заливку паза шва битумными мастиками по сырому бетону и в дождливую погоду запрещается.

5.25 Технологические схемы по устройству слоев усиления из фибробетона при использовании бетоноукладчика и средств малой механизации приведены на рисунках 3, 4.

6 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТ

Нормативные требования, которые следует выполнять при устройстве фибробетонных слоев усиления и проверять при операционном контроле, объем и методы контроля приведены в таблице 14.

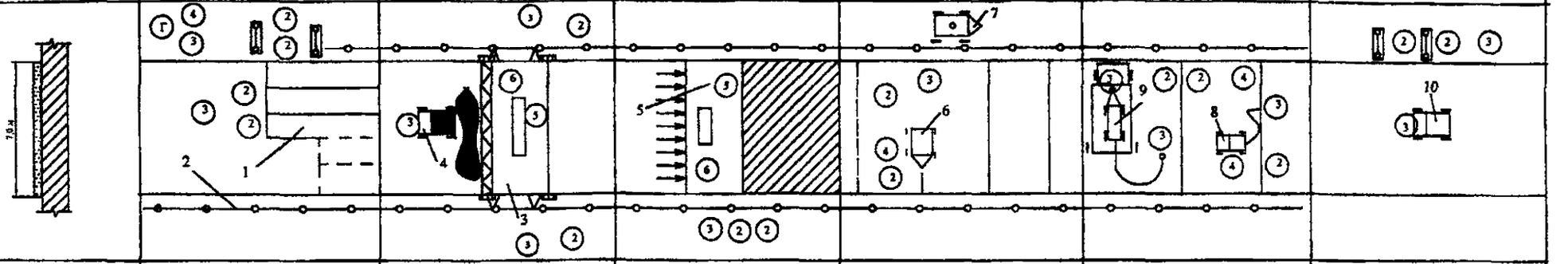
	I	II	III	IV	V	VI
Технологические операции	Устройство копирных струн Устройство разделительной прослойки	Распределение и укладка фибробетонной смеси бетоноукладчиком Wirtgen	Отделка поверхности покрытия и уход за фибробетонным покрытием	Нарезка пазов деформационных швов нарезчиком	Заполнение пазов деформационных швов битумной мастикой	Снятие копирных струн
						
Состав машин и механизмов	1. Разделительная прослойка 2 Копирная струна	3 Бетоноукладчик Wirtgen. 4. Автосамосвал MAN	5. Установка для нанесения пленкообразующих материалов Wirtgen.	6 Нарезчик швов Cedima 7. Емкость для воды.	8. Заливщик швов CRAFCO 9. Компрессорная станция ПСКД-5,25 Д грузовой автомобиль	10 Бортовой автосамосвал ЗИЛ-130
Состав звена	Геодезист - 1 чел. Дорожные рабочие 4 разряда - 1 чел, 3 разряда - 2 чел, 2 разряда - 4 чел	Водитель автомобиля самосвала 3 разряда - 1 чел Машинист 6 разряда - 1 чел Помощник машиниста 5 разряда - 1 чел Дорожные рабочие 3 разряда - 2 чел 2 разряда - 2 чел	Машинист 6 разряда - 1 чел Помощник машиниста 5 разряда - 1 чел. Дорожные рабочие 3 разряда - 1 чел. 2 разряда - 2 чел	Машинист 4 разряда -1 чел. Помощник машиниста 2 разряда - 1 чел. Дорожные рабочие 3 разряда - 1 чел. 2 разряда - 1 чел	Машинист 4разряд - 1 чел. Дорожные рабочие 4 разряда - 1 чел 3 разряда - 2 чел, 2 разряда - 3 чел Водитель автомобиля 3 разряда - 1 чел.	Водитель бортового автомобиля 3 разряда - 1 чел Дорожные рабочие 3 разряда - 1 чел 2 разряда - 2 чел

Рисунок 3 - Технологическая схема устройства слоев усиления цементобетонных покрытий фибробетоном при использовании бетоноукладчика Wirtgen

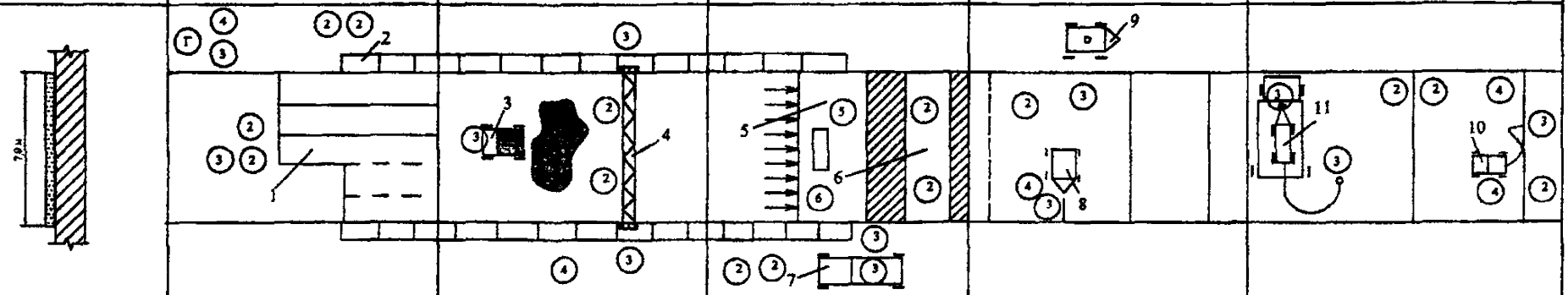
	I	II	III	IV	V
Технологические операции	Устройство опалубки Устройство разделительной прослойки.	Распределение и укладка фибробетонной смеси средствами малой механизации	Отделка поверхности покрытия и уход за фибробетонным покрытием. Снятие опалубки	Нарезка пазов деформационных швов нарезчиком.	Заполнение пазов деформационных швов битумной мастикой
					
Состав машин и механизмов	1 Разделительная прослойка 2. Инвентарная опалубка	3 Автомобиль MAN. 4. Модульная виброрейка Tremix SVE	5. Установка для нанесения пленкообразующих материалов СО-115 6. Технологический мостик 7. Бортовой автосамосвал ЗИЛ-130	8 Нарезчик швов Cedima 9 Емкость для воды	10 Заливщик швов CRAFCO серии T-ZPOUR 200D 11 Компрессорная станция ПСКД-5,25 Д грузовой автомобиль ЗИЛ - 130.
Состав работ	Геодезист - 1 чел Дорожные рабочие 4 разряда - 1 чел. 3 разряда - 2 чел 2 разряда - 4 чел	Водитель самосаала 3 разряда - 1 чел Дорожные рабочие 4 разряда - 1 чел 3 разряда - 2 чел 2 разряда - 2 чел	Машинист 6 разряда - 1 чел. Помощник машиниста 5 разряда - 1 чел Водитель самосвала 3 разряда - 1 чел Дорожные рабочие 3 разряда - 1 чел 2 разряда - 4 чел.	Машинист 4 разряда - 1 чел. Помощник машиниста 3 разряда - 1 чел Дорожные рабочие 3 разряда - 1 чел. 2 разряда - 1 чел.	Машинист 4 разряда - 1 чел Водитель автомобиля 3 разряда - 1 чел. Дорожные рабочие 4 разряда - 1 чел 3 разряда - 2 чел, 2 разряда - 3 чел

Рисунок 4 - Технологическая схема устройства слоев усиления цементобетонных покрытий фибробетоном при использовании средств малой механизации с изготовлением фибробетонной смеси на заводе

Таблица 14

№ п/п	Вид работ	Контролируемый параметр	Значение нормативного требования, допустимые отклонения	Периодичность (объем) контроля	Метод контроля
		На бетоносмесительном заводе			
1	Проверка лабораторных постов заводов	Наличие и исправность оборудования для определения свойств материалов		Ежедневно	
		Проверка ведения журналов испытания материалов		Ежедневно	
2	Определение свойств материалов				
	А) входной контроль	Характеристики применяемых материалов:			
		- цемент	ГОСТ 10178-85	Одно испытание на каждую поступающую партию	ГОСТ 310.1-76 ГОСТ 310.3-76 ГОСТ 310.4-81
		- песок	ГОСТ 8736-93		ГОСТ 8735-88
		- щебень	ГОСТ 8267-93		ГОСТ 8269.0-97
		- химические добавки	ГОСТ 24211-91		ГОСТ 30459-96
		- пленкообразующее			
		- фибра			
	Б) операционный контроль	Правильность установки на дозаторах рабочих дозировок	По журналу подбора состава бетона	Два раза в смену	В соответствии с инструкцией по эксплуатации дозаторов
		Порядок загрузки смесителей	По указанию лаборатории при передаче рабочих дозировок	Два раза в смену	Визуальный
		Продолжительность перемешивания	Не более 3 мин	Два раза в смену	Визуальный. Измерение секундомером
		Концентрация растворов химических добавок	По журналу подбора состава фибробетона	Два раза в смену и после каждого заполнения емкости растворов	Измерение ареометром
		Удобоукладываемость фибробетонной смеси сразу после приготовления	По журналу подбора состава фибробетона; с учетом потери подвижности при транспортировании и распределении фибробетонной смеси	В начале каждой смены далее через каждые два часа работы	ГОСТ 10181-2000
		Прочность фибробетона	По проекту	Два раза в смену	ГОСТ 10180-90 ГОСТ 18105-86
		Морозостойкость фибробетона покрытия	По проекту	Не реже одного раза в 6 мес., но не менее 1 серии испытаний на каждые 10000 м^2 покрытия	ГОСТ 10060.0-95 ГОСТ 10060.2-95

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6
		На месте устройства фибробетонного слоя усиления			
3		Устройство разделительной прослойки: - порядок раскладки рулонных материалов	Со стороны, противоположной приемке бетонной смеси	Каждая карта	Визуальный
		- перекрытие полос рулонных материалов	Не менее 10 см	Через 10 м	Визуальный. Измерение металлической линейкой
		Удобоукладываемость фибробетонной смеси перед уплотнением	Осадка конуса: Не более 4 см	3 раза в смену, а так же при изменении удобоукладываемости бетонной смеси	ГОСТ 10181-2000
		Время нанесения пленкообразующих материалов: - на водной основе;	Сразу после окончания отделки поверхности покрытия.	Каждая карта	Визуальный
		- на органической основе	После исчезновения с поверхности покрытия свободной воды.	Каждая карта	Визуальный
		Качество нанесения пленкообразующего	Количество точек вспенивания или покраснения на площади 100 $см^2$ не более 2-х	На каждой карте, не менее 2-х измерений	Розлив на площади 20х20 см раствора фенолфталеина или соляной кислоты
		Отделка поверхности покрытия	Отсутствие цементного молока на поверхности; матовая однородная поверхность покрытия	Каждая карта	Визуальный
		Нарезка пазов деформационных швов: - глубина пазов швов	По проекту	Каждый шов	Измерение металлической линейкой
		- ширина пазов швов	Не менее проектной, но не более 35 мм	Каждый шов	Измерение металлической линейкой
		- прямолинейность швов	Отклонение от прямой на 7,5 м шва не более 10 мм	Каждый шов	Шнур, металлическая линейка
		Подготовка швов к заполнению герметизирующим материалом: - очистка пазов швов;	Отсутствие посторонних предметов в швах, пыли и грязи на боковых поверхностях пазов швов	Каждый шов	Визуальный

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6
		- укладка на дно пазов швов шнура;	Наличие шнура	Каждый шов	Визуальный
		Огрунтовка стенок пазов швов герметизирующими материалами	Сплошность огрунтовки	Каждый шов	Визуальный
		Заполнение швов герметизирующими материалами	Отсутствие пропусков по длине шва. Поверхность герметика заподлицо с поверхностью покрытия	Каждый шов	Визуальный
На фибробетонном покрытии					
4		Толщина устраиваемых слоев усиления	Не более 5% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений до минус 7,5%, остальные до минус 5%, но не более 10 мм	2-а замера на поперечнике через каждые 100 м	Измерение металлической линейкой
		Ровность поверхности покрытия (просвет под рейкой длиной 3 м)	Не более 2% результатов определений могут иметь значения до 6 мм, остальные до 3 мм	На участке 300 – 400 м, не менее 120 измерений	ГОСТ 30412-96
		Превышение кромок продольных швов смежных рядов	До ± 2 мм	На каждой карте не менее 2-х измерений	Измерительный. Рейка трехметровая, линейка металлическая
		Определение физико-механических характеристик фибробетона покрытия			ГОСТ 22690-88
		Морозостойкость фибробетона		1 серия испытаний на каждые 25000 м^2 покрытия	Методические указания по определению морозостойкости бетона поверхностного слоя покрытий аэродромов: М, МО, 2000

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

ПРИМЕР ПОДБОРА СОСТАВА ФИБРОБЕТОНА

Необходимо подобрать состав фибробетона для устройства слоя усиления класса по прочности на растяжение при изгибе B_{tb} *6.4*, марки по морозостойкости *F200*. Требуемая подвижность фибробетонной смеси ОК = 1…4 см.

Используемые материалы:

- портландцемент ПЦ 600-ДОН с прочностью на растяжение при изгибе 7,5 МПа;
- крупный заполнитель – гранитный щебень фр. 5…10 мм; насыпная плотность 1420 кг/м^3; пустотность $V_{пуст.щ}$ = 0,466; плотность зерен щебня 2680 кг/м^3;
- мелкий заполнитель - песок средней крупности с $М_{кр}$ = 2,42 и истинной плотностью 2,64 г/см^3;
- металлическая фибра профилированная; l/d=60; расход 90 кг/м^3;
- химические добавки: пластификатор С-3 и воздухововлекающая СНВ.

1. Определяем требуемую прочность бетона R_T, МПа, по формуле (1):

$$R_T = 1{,}28 \cdot 6{,}4 = 8{,}2$$

2. Определяем водоцементное отношение по формуле (2):

$$В/Ц = \frac{0{,}37 \cdot 7{,}5}{8{,}2 - 0{,}18 \cdot 7{,}5} = 0{,}41$$

3. Содержание воды в фибробетонной смеси в соответствии с п. 3.4 принимаем равным 180 л.

4. Определяем содержание цемента:

$$Ц = 180:0,41 = 439 \text{ кг}$$

По таблице 6 принимаем долю песка в смеси заполнителей r = 0,50.

5. Определяется содержание песка по формуле (4):

$$П = \left[1000 - \left(\frac{439}{3,1} + 180 + 60 + \frac{90}{7,85}\right)\right] \cdot [2,64 \cdot 0,5 + 2,68 \cdot (1 - 0,5)] \cdot 0,5 = 807 \text{ кг}$$

6. Определяем содержание щебня по формуле (5):

$$Щ = 807 \cdot \frac{1 - 0,5}{0,5} = 807 \text{ кг}$$

Лабораторный (расчетный) состав фибробетона на 1 м^3:

цемент – 439 кг;

песок – 807 кг;

щебень – 807 кг;

фибра – 90 кг;

вода – 180 л;

В/Ц – 0,41;

С-3 – 0,8% от массы цемента;

СНВ – 0,015 % от массы цемента.

Теоретическая плотность бетонной смеси:

$$\rho_{бс}^{T} = 439 + 807 + 807 + 90 + 180 = 2323 \text{ кг/м}^3$$

Готовим опытный замес по рассчитанному составу бетона.

Подвижность бетонной смеси отвечает заданной: ОК=2 см.

Производим подбор состава бетона по прочности. Для этого готовим три замеса объемом по 90 л. Помимо расчетного значения В/Ц, принимаем еще два, отличающиеся от исходного на ±0,06.

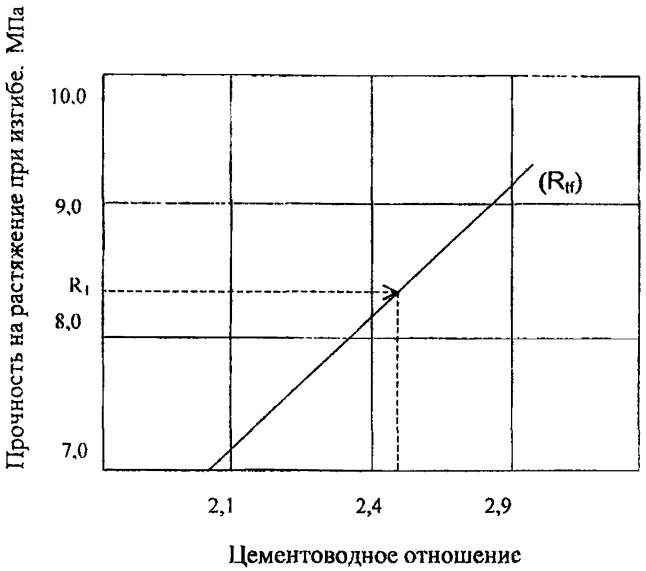
Изготавливаем образцы, которые после 28 суток твердения в нормальных условиях испытываем на прочность.

Результаты испытаний приведены в таблице А.1

Таблица А.1

В/Ц	Ц/В	R_{tf}, МПа
0,35	2,9	9,20
0,41	2,4	8,10
0,47	2,1	7,20

По результатам испытаний строим график зависимости $R_{tf}=f(Ц/В)$ и определяем В/Ц, необходимое для получения заданных прочностей бетона.



По графику необходимое Ц/В для получения требуемой прочности на растяжение при изгибе $R_т = 8,20$ МПа составляет 2,5, т.е. В/Ц=0,40.

Приготавливаем контрольный замес объемом 30 л из бетонной смеси подобранного состава. Определяем осадку конуса и плотность смеси:

О.К. = 2,0 см;

$\rho^{\phi}_{см} = 2354$ кг/м^3;

$\rho^{Т}_{б.с.} = 2323$ кг/м^3.

По полученной плотности определяем фактический расход материалов на 1 м^3:

Ц = 439·1,01 = 443 кг;

П = 807·1,01 = 815 кг;

Щ = 807·1,01 = 815 кг;

Ф = 90 кг;

В = 180·1,01 = 182 л.

Получен окончательный расчетный состав бетона.

Рабочий состав бетона определяем с учетом естественной влажности заполнителей. Влажность песка составляет 4%, щебня - 1%.

Определяем расход материалов на замес с учетом влажности инертных материалов.

$$Щ_р = 815 + \frac{1 \cdot 815}{100} = 823 \text{ кг};$$

$$П_р = 815 + \frac{4 \cdot 815}{100} = 848 \text{ кг};$$

$$В_р = 182 - \left(\frac{1 \cdot 815}{100} + \frac{4 \cdot 815}{100}\right) = 141 \text{ кг}.$$

При объеме замеса, равном 0,8 м^3, устанавливаем следующие дозировки материалов на один замес бетоносмесителя:

Ц = 354 кг; П = 678 кг; Щ = 658 кг; В = 113 л; Ф = 72 кг;

С-3 – 0,8% от массы цемента;

СНВ – 0,015% от массы цемента.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(информационное)

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ НОРМАТИВНО - МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Государственные стандарты. Технические условия

ГОСТ 310.1-76 «Цементы. Методы испытаний. Общие положения»

ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема»

ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии»

ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»

ГОСТ 7473-94 «Смеси бетонные. Технические условия»

ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»

ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний»

ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия»

ГОСТ 10060.0-95 «Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования»

ГОСТ 10060.2-95 «Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании»

ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»

ГОСТ 10181-2000 «Смеси бетонные. Методы испытаний»

ГОСТ 12730.0-78 «Бетоны. Общие требование к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости»

ГОСТ 12730.1-78 «Бетоны. Метод определения плотности»

ГОСТ 18105-86 «Бетоны. Правила контроля прочности»

ГОСТ 22685-89 «Формы для изготовления контрольных образцов. Технические условия»

ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов. Технические условия»

ГОСТ 24211-91 «Добавки для бетонов. Классификация»

ГОСТ 25607-94 «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия»

ГОСТ 27006-86 «Бетоны. Правила подбора составов»

ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия»

ГОСТ 28570-90 «Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций»

ГОСТ 28840-90 «Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические условия»

ГОСТ 30412-96 «Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий»

ГОСТ 30459-96 «Добавки для бетонов. Методы определения эффективности»

ГОСТ 30515-97 «Цементы. Общие технические условия»

ГОСТ 30740-2000 «Материалы герметизирующие для швов аэродромных покрытий. Общие технические условия»

Ф.2 Строительные нормы и правила. Своды правил

СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»

СНиП 32-03-96 «Аэродромы»

СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства»

СНиП 82-02-95 «Типовые элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций»

Ф.3 Пособия. Руководства. Рекомендации

ВСП 32-01-02 / МО РФ «Правила по производству и приемке работ при строительстве аэродромов ВС РФ»

Методические указания по определению морозостойкости бетона поверхностного слоя покрытий аэродромов. / МО РФ, Москва, 2000 г.

Пособие по расчету и конструированию аэродромных покрытий. / МО РФ, Москва, 2002 г.

Для заметок

Подписано к печати 16.02.04 объем
п. л. 2,5
Формат 60x84/16, тираж 50
Заказ № 5/04
Отпечатано в типографии 26 ЦНИИ МО РФ
175179, Москва, Е-179

gost.e-ecolog.ru