МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

Государственный дорожный проектно-изыскательский и
научно-исследовательский институт
ГИПРОДОРНИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОНСТРУКЦИЯМ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ И ОСНОВАНИЯМИ ИЗ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

Государственный дорожный проектно-изыскательский и
научно-исследовательский институт

ГИПРОДОРНИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО КОНСТРУКЦИЯМ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ И ОСНОВАНИЯМИ ИЗ СМЕСЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ

Одобрены Главным производственно-техническим управлением письмом от 06.03.87
№ ГПТУ-1-2/120

Москва 1987

УДК 625.7:625.84

Рекомендации по конструкциям и технологии строительства автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями и основаниями из смесей повышенной жесткости. /Гипродорнии - М.: ЦБНТИ Минавтодора РСФСР, 1987. - 44 с.

Рекомендации составлены на основании исследований, проведенных в Гипродорнии в 1984-1986 гг., а также в 1982-1984 гг. с учетом отечественного и зарубежного опыта.

Рекомендации содержат требования к бетону для покрытий и оснований из смесей повышенной жесткости, материалам для его приготовления, методы проектирования составов бетона, основные положения по конструированию дорожных одежд со слоями из бетона, технологии строительства покрытий и оснований из смесей повышенной жесткости, а также методы лабораторного и полевого контроля качества.

Рекомендации разработаны под руководством и при участии канд.техн.наук Каменецкого Л.Б, инж. Нагаевской О.Н. и канд.техн наук Закурдаевой О.А. (Хабаровский ф-л Гипродорнии),(строительство покрытий), инж.Паткиной И.А. (строительство оснований). В проведении лабораторных исследований принимали участие инженеры Окунева Н.А. и Ширяева Г.А. (Гипродорнии), Козырева Г.В.(Хабаровский ф-л Гипродорнии), Будянская Л.А. (Алтайавтодор) и Прохорова В.Л. (Мордовавтодор).

Замечания и предложения направлять по адресу : 109089, Москва Ж-89, наб.М.Тореза, 34, Гипродорнии.

Зам.директора
по научной работе А.Я.Эрастов

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации разработаны в развитие СНиП 3.06.03-85, ВСН-I39-80, СНиП 2.05.II-83, а также взамен Рекомендаций по устройству дорожных оснований из тощего бетона [3I] и распространяются на конструирование и технологию строительства цементобетонных покрытий и оснований на автомобильных дорогах Ш-У категорий и внутрихозяйственных автомобильных дорогах в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях, а также оснований под капитальные усовершенствованные покрытия на автомобильных дорогах всех категорий.

I.2. Рекомендации содержат указания по проектированию и строительству дорожных одежд с монолитными цементобетонными покрытиями и основаниями из жестких смесей, уплотняемых методом укатки.

Бетоны из жестких бетонных смесей являются разновидностью тяжелого цементобетона. Для дорожного строительства применяются жесткие и особо жесткие бетонные смеси жесткостью более 40 с, определенной по техническому вискозиметру (ГОСТ I0I8I.I-8I).

I.3. Экономичность дорожных одежд с покрытиями и основаниями из жестких укатываемых смесей обеспечивается за счет простоты технологии производства работ, применения местных каменных материалов и вторичных промышленных ресурсов, экономии цемента, а также за счет возможности устройства вышележащих конструктивных слоев дорожной одежды без технологического перерыва, обязательного при строительстве оснований из пластичного бетона.

2. КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

2.I. К конструкции дорожной одежды со слоями из бетонных смесей повышенной жесткости предъявляются следующие требования:

обеспечение требуемой прочности и долговечности под действием движения транспортных средств и влияния природно-климатических факторов;

обеспечение ровности и получение высоких транспортно-эксплуатационных показателей дорожных одежд при их устройстве с минимальным расходом материалов;

возможность комплексной механизации работ с учетом местных производственных условий;

экономичность.

2.2. Толщины конструктивных слоев рассчитывают в соответствии с заданным сроком службы, с учетом состава и интенсивности движения, модуля упругости земляного полотна и климатических условий района строительства. Прочностные и деформативные характеристики бетона принимают в соответствии с ВСН I97-83.

2.3. Толщину цементобетонного покрытия рассчитывают в соответствии с ВСН I97-83. Наименьшая толщина покрытия - I4 см.

2.4. Толщину основания из цементобетона под асфальтобетонное покрытие рассчитывают в соответствии с 3I или назначают в соответствии с прил.8 настоящих Рекомендаций.

2.5. Толщина слоя цементобетона при устройстве покрытия должна позволять производить уплотнение в один слой имеющимися средствами механизации (катками) и не превышать 20 см.

2.6. При строительстве цементобетонного покрытия на дорогах Ш-IУ категорий с применением малопрочных заполнителей следует предусматривать обязательное устройство поверхностной обработки.

2.7. Жесткие бетонные смеси рекомендуется укладывать на основания из укрепленных материалов, щебеночно-песчаные и песчано-гравийные смеси оптимального состава, соответствующие ГОСТ 25607-83. Допускается укладывать покрытие и основание на хорошо уплотненный грунт земляного полотна из супесчаных и суглинистых грунтов. При этом толщину слоя следует увеличивать на 2 см.

2.8. Для предотвращения хаотического образования трещин в покрытиях и основаниях устраивают швы сжатия соответственно через 5 и I5 м. Армирование швов не производят.

2.9. Швы расширения в покрытиях и основаниях не устраивают. Рабочие швы устраивают по типу швов сжатия в соответствии с ВСН I39-80.

2.I0. Ровность уложенного слоя в продольном направлении должна составлять :

для оснований дорог I-Ш категорий и покрытий дорог Ш категории-не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 20(I0) мм;

остальные - до I0(5) мм ;

для покрытий и оснований дорог IУ, У категорий и внутренних дорог промышленных предприятий - не более 5 % результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 30 мм;

остальные - до I5 мм ;

для покрытий и оснований дорог I-с - Ш-с категорий-не более 5% результатов определений могут иметь значения просветов в пределах до 40 мм;

остальные - до 20 мм.

3. ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОНУ

3.I. Для строительства покрытий и оснований применяют бетон следующих марок.

Таблица I

По прочности	Марка бетона	
	для покрытия	для основания
На сжатие	М 250, М 300, М 350, М 400	М 75, М I00, М I50, М 200, М 250
На растяжение при изгибе	Ри 35, Ри 40, Ри 45, Ри 50	Ри I5, Ри 20, Ри 25, Ри 30, Ри 35

3.2. Марка по морозостойкости должна быть не ниже приведенной в табл.2.

Таблица 2

Среднемесячная температура наиболее холодного месяца	Марка бетона по морозостойкости	
	для покрытия	для основания
От 0 до -5°С	F I00	F 25
От -5°С до -I5°С	F I50	F 50
Ниже - I5°С	F 200	F 50

3.3. В зависимости от сроков ввода дороги в эксплуатацию, погодных условий в период строительства требования к бетону по прочности и морозостойкости, установленные в пп.3.I и 3.2, должны быть обеспечены:

для бетона покрытия - в возрасте 28 сут

-"- основания - 28 и 90 сут

Назначение марки бетона в возрасте 90 сут допускается для экономии цемента, при этом в возрасте 28 сут должна быть обеспечена прочность на сжатие не ниже 50 % марочной.

4. ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОННОЙ СМЕСИ

4.I. Технологические свойства жесткой бетонной смеси должны обеспечивать заданные свойства бетона и качество производства работ с учетом требуемой производительности, вида распределяющих и уплотняющих машин.

4.2. Жесткая бетонная смесь должна иметь подобранный зерновой состав, хорошую удобообрабатываемость при принятой жесткости, обладать достаточной связностью, не расслаиваться во время транспортирования и распределения по подстилающему слою.

4.3. Жесткость бетонной смеси на месте укладки должна обеспечивать при уплотнении катками степень уплотнения не ниже 0,98. Жесткость бетонной смеси при устройстве покрытий должна быть 40-65 с, при устройстве оснований - 40-80 с по техническому вискозиметру в соответствии с ГОСТ I0I8I.I-8I.

5. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

5.I. Минеральные заполнители

5.I.I. Материалы, применяемые в бетонах для дорожных оснований, должны соответствовать требованиям ГОСТ 8267-82, ГОСТ 8268-82, ГОСТ I0260-82, ГОСТ 26633-85, ГОСТ I0268-80, ГОСТ 8736--85, ВСН - I39-80.

Допускается использовать разнообразные по качеству местные каменные материалы, не полностью отвечающие требованиям нормативных документов (известняковый щебень, гравий, песчано-гравийные смеси и т.д.), если бетоны на их основе удовлетворяют требованиям пп. 3.I и 3.2 и при соответствующем технико-экономическом обосновании. При этом марка щебня по прочности для бетонов покрытий должна быть не ниже 400, для бетонов оснований - не ниже 300.

5.I.2. При устройстве покрытий наибольший размер зерен крупного заполнителя не должен превышать 20 мм, при устройстве оснований - 40 мм (для бетонов М I50 - М 250) и 70 мм (для бетонов М 75 и М I00).

В бетонах, применяемых для устройства покрытий с целью

снижения деструктивных процессов, происходящих в бетонной смеси при ее уплотнении катками, и достижения максимальной плотности, щебень должен подразделяться на две смежные фракции.

5.I.3. Допускается применение щебня непрерывной гранулометрии фракции 5-20(25) мм, если содержание частиц в смеси мельче I0 мм не менее 35-40%.

5.I.4. Соотношение между фракциями щебня устанавливается экспериментально по наибольшей плотности. Ориентировочные соотношения приведены в табл.3.

Таблица 3

Наибольшая крупность щебня, мм	Соотношение между фракциями, %			
	5-I0	I0-20	20-40	40-70
I0	I00	-	-	-
20	35	65	-	-
40	45-60		40-55	
70		25-35	25-35	30-50

5.I.5. Для бетонов М 75 - М I50, а также при использовании местных песчаных, гравийных и песчано-гравийных смесей зерновой состав песка в смеси с каменным материалом (т.е. минерального заполнителя), может подбираться по кривым плотных смесей с коэффициентом сбега 0,6 + 0,8 при допустимом укрупнении каменного материала на I0% в соответствии с ГОСТ 23558-79.

5.I.6.В бетонах из жестких смесей для покрытий допускается использовать заполнители с суммарным содержанием отмучиваемых частиц в песке и щебне до I0%, для оснований - I5% при условии, что бетоны, приготовленные на этих заполнителях, по прочности и морозостойкости удовлетворяют требованиям пп 3.I и 3.2. При этом по минералогическому составу отмучиваемая часть заполнителей должна быть представлена преимущественно кварцем или известняком и не содержать комков глины.

5.2. Вяжущие

5.2.I. В качестве вяжущих в бетонах для устройства покрытий применяют портландцементы М 400 и выше, в бетонах для оснований-портландцемент и шлакопортландцемент М 300 и выше, удовлетворяющие требованиям ГОСТ I0I78-85.

5.2.2. В бетонах для устройства оснований допускается применение местных неорганических вяжущих марок 200 и выше, а также специальных вяжущих, выпускаемых по техническим условиям, разработанным в установленном порядке.

5.2.3. При использовании вяжущих М 300 и выше для повышения плотности, прочности и морозостойкости в бетоны из жестких смесей для оснований М 150 и менее рекомендуется дополнительно вводить в состав бетона дисперсные минеральные добавки (в соответствии с ГОСТ 24640-81) в количестве до 30% массы цемента.

5.3. *Химические добавки*

5.3.1. Для повышения прочности и морозостойкости бетона, снижения расхода цемента, а также для регулирования сроков схватывания и твердения в жесткие бетонные смеси рекомендуется вводить химические добавки. В связи с особенностями технологии производства работ наиболее эффективно применение пластифицирующих добавок и добавок, замедляющих схватывание бетона.

5.3.2. Для бетонов покрытий рекомендуется использовать комплексные добавки:

- пластифицирующую ЛСТ (лигносульфонат технический) и воздухововлекающую СНВ (смола нейтрализованная воздухововлекающая);
- то же и микрогазообразующую добавку 136-41 (ГКЖ).

Возможно применение одиночной пластифицирующей добавки ЛСТ (СДБ) марки Е. Лигносульфонаты других марок могут быть использованы при условии, что содержание в них редуцирующих веществ не превышает 12% по массе сухих веществ.

Для повышения морозостойкости бетона рекомендуется применять кремнийорганическую жидкость 119-215. При этом дозировка ее не должна превышать 0,01%, так как при больших количествах жизнеспособность бетонной смеси снижается.

Рекомендованные количества добавок приведены в табл.4

Таблица 4

Наименование добавки	Расход добавки от массы цемента,%	Стандарты и технические условия добавки
1	2	3
ЛСТ + СНВ	0,1 - 0,2 + 0,001 - 0,005	ТУ 81-05-75-74

Продолжение табл.

I	2	3
ЛСТ + I36 - 4I	0,I-0,2 + 0,05 - 0,06	ГОСТ I0834-76
ЛСТ	0,2-0,3	ОСТ I3-I83-83
II9-2I5	0,005-0,0I	ТУ-6-02-I-430-83

5.3.3. В малоцементных бетонах, применяемых для устройства оснований, наибольшая эффективность действия добавок наблюдается при более высоких, чем традиционные, расходах. Рекомендуемые количества добавок даны в табл.5.

Таблица 5

Наименование добавки	Кол-во в расчете на сухое вещество, % массы цемента	Стандарты и технические условия на добавки
ЛСТ (СДБ)	0,25-I,0	ОСТ I3-I83-83
СНВ	0,0I-0,02	ТУ 8I-05-75-74
Жидкость II9-2I5	0,0I-0,03	ТУ 6-02-I-430-83
Известково-костный замедлитель (ИКЗ)	0,25-I,0	а.с. I284965

Примечание Максимальные дозировки добавок замедлителей (ЛСТ, ИКЗ) следует применять при температуре воздуха выше 25°С.

5.3.4. Дозировку добавок уточняют при экспериментальной проверке состава бетона.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОСТАВА БЕТОНА

6.I. Проектирование состава бетона методом абсолютных объемов

6.I.I. При проектировании состава бетона повышенной жесткости необходимо руководствоваться общими положениями проектирования цементобетонных смесей с учетом особенностей технологии строительства.

6.I.2. При проектировании состава жесткого бетона должны быть заданы: марки по прочности на сжатие и растяжение при изгибе, морозостойкость, а также требования к жесткости, вид за-

полнителя, вид и марка цемента.

6.I.3. Перед подбором состава бетона крупный и мелкий заполнитель, а также цемент должны быть испытаны по ГОСТ 8269-76, ГОСТ 8735-75, ГОСТ 3I0.I-76-3I0.4-8I для получения необходимых расчетных параметров.

6.I.4. Подбор состава бетона из смесей повышенной жесткости производят расчетно-экспериментальным методом абсолютных объемов. Для оснований допускается подбор бетона упрощенным методом, изложенным в п.6.2 настоящих Рекомендаций.

6.I.5. Состав бетона без химических добавок проектируют в следующей последовательности.

6.I.5.I. Определяют водоцементное отношение (В/Ц) в зависимости от требуемой прочности бетона и активности цемента:

$$В/Ц = \frac{A \times R_Ц}{R_б + 0{,}5A \times R_Ц} \qquad (I)$$

$$В/Ц = \frac{A \times R_{Ци}}{R_{би} + 0{,}2A \times R_{Ци}}, \qquad (2)$$

где $R_Ц$, $R_{Ци}$ – пределы прочности цемента на сжатие и растяжение при изгибе, определенные экспериментально в соответствии с ГОСТ 3I0.4-8I или принятые для данной марки цемента в соответствии с ГОСТ I0I78-85;

$R_б$, $R_{би}$ – марки бетона по прочности на сжатие и растяжение при изгибе в соответствии с табл.I настоящих Рекомендаций ;

A – коэффициент, зависящий от качества заполнителей и равный 0,42 для высококачественных материалов, 0,4 – для рядовых и 0,37 – пониженного качества.

Для дальнейших расчетов принимают меньшее значение В/Ц.

6.I.5.2. Ориентировочный расход воды для бетонных смесей повышенной жесткости следует назначать:

I20–I45 кг/м^3 – для плотных заполнителей с водопоглощением от 0,I до 2% ;

I45–I65 кг/м^3 – то же, от 2 до 8%.

При использовании в качестве крупного заполнителя гравия расход воды уменьшается на I0 литров.

6.I.5.3. Расход цемента на I м^3 бетонной смеси определяют

по формуле:

$$Ц = В : В/Ц, \qquad (3)$$

где В – содержание воды, кг/м^3;

Ц – содержание цемента, кг/м^3.

6.I.5.4. Содержание крупного заполнителя выражается формулой

$$КЗ = \frac{1000}{\frac{K_р V_{кз}}{\rho_{нкз}} + \frac{1}{\rho_{кз}}}, \qquad (4)$$

где $K_р$ – коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя раствором, значение которого следует назначать в пределах I,3 – I,5; при использовании мелких песков $K_р$ = I,3, крупных – $K_р$ = I,5 ;

КЗ – содержание крупного заполнителя в I м^3 бетонной смеси;

$V_{кз}$ – пустотность крупного заполнителя в стандартном насыпном состоянии в долях единицы;

$\rho_{нкз}$ и $\rho_{кз}$ – плотности: насыпная и крупного заполнителя, кг/м^3.

Соотношение отдельных фракций в составе крупного заполнителя назначают в соответствии с п.4.I.4 настоящих Рекомендаций.

6.I.5.5. Содержание песка в I м^3 бетонной смеси определяют по формуле

$$П = [1000 - (\frac{Ц}{\rho_ц} + В + \frac{КЗ}{\rho_{кз}})] \times \rho_п, \qquad (5)$$

где П – расход песка, кг/м^3;

$\rho_ц, \rho_{кз}, \rho_п$ – плотности цемента, крупного заполнителя, песка, кг/м^3.

6.I.6. Расчетную плотность бетонной смеси находят по формуле

$$\rho_{б.см} = В + Ц + КЗ + П, \qquad (6)$$

где, В,Ц,КЗ,П – соответственно содержание воды, цемента, крупного заполнителя и песка в I м^3 бетонной смеси, кг.

6.I.7. Номинальный состав бетона по массе определяют по формуле

$$I : п : т = \frac{Ц}{Ц} : \frac{П}{Ц} : \frac{КЗ}{Ц}. \qquad (7)$$

Пример подбора состава бетона приведен в прил.I.

6.I.8. Расчетный состав бетона должен быть экспериментально проверен по следующим критериям:

жесткость смеси;

расход вяжущего (цемента);

прочность и морозостойкость образцов из бетона заданной жесткости.

Такую проверку производят в соответствии с [33].

6.I.9. Рабочий состав жесткого бетона корректируют с учетом влажности заполнителей по следующим формулам:

$$B_p = B - \frac{W_п}{100} \times П - \frac{W_{кз}}{100} \times КЗ, \qquad (8)$$

$$П_p = П + \frac{W_п}{100} \times П, \qquad (9)$$

$$КЗ_p = КЗ + \frac{W_{кз}}{100} \times КЗ, \qquad (10)$$

где $П_p$, $КЗ_p$, B_p – расход песка, крупность заполнителя и воды, кг/м^3;

$W_п$, $W_{кз}$ – влажность песка и крупного заполнителя, %.

6.I.I0. Экспериментально уточняют расход воды в бетонной смеси с различным количеством ЛСТ с тем, чтобы все испытываемые смеси имели одинаковую жесткость.

6.2. Проектирование состава бетона по максимальной плотности

6.2.I. Проектирование состава бетонов М 75 – М 250 для дорожных оснований допускается вести методом подбора бетона по максимальной плотности.

При большой пористости бетонов М 75 – М 250 из жестких бетонных смесей из-за малого количества цементного теста, не заполняющего межзерновые пустоты и даже крупные поры, цемент может рассматриваться как микронаполнитель, не дающий приращения объема. На этом принципе основан предлагаемый метод подбора состава бетона из жестких смесей. Он позволяет не только получить максимальную плотность, но и учесть особенности свойств заполнителей и их способность при уплотнении создавать наиболее плотную структуру бетона, которая может быть образована при оптимальной влажности смеси составляющих.

6.2.2. При проектировании состава бетона должны быть заданы:

- марка бетона по прочности на сжатие и растяжение при изгибе ;

- марка бетона по морозостойкости;

- тип машин для укладки и уплотнения смеси.

6.2.3. Проектируют состав бетона в следующем порядке:

6.2.3.I. находят количество щебня (гравия) по формуле

$$КЗ = \frac{I000}{V_{КЗ} \cdot \frac{K_р}{\rho_{нкз}} + \frac{1}{\rho_{окз}}} \qquad (I)$$

где $K_р$ - коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя раствором; для получения наиболее экономичных составов рекомендуется принимать значения коэффициента раздвижки в пределах I,3 ÷ I,6, причем большие значения принимать при низких марках бетона. При подборе состава смеси на конкретных материалах эта величина уточняется ;

$\rho_{окз}$ - средняя плотность щебня (гравия), кг/м^3;

6.2.3.2. - определяют расход песка:

$$П = \frac{\rho_{нп}}{\rho_{нкз}} \times K_р \times V_{КЗ} \times КЗ, \qquad (2)$$

где $\rho_{нп}$ - насыпная плотность песка, кг/м^3;

6.2.3.3. назначают ориентировочный расход цемента по табл.6 в зависимости от проектируемой марки бетона. Дозировки добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ) приведены в табл. 5.

Таблица 6

Марка цемента	Рекомендуемый расход цемента, кг/м^3				
	Марка бетона				
	75	I00	I50	200	250
200	I25-I50	I75-200	225-250	-	-
300	I00-I25	I50-I75	200-225	250-300	300-350
400	80-I00	I25-I50	I75-200	225-250	250-300
500	70-80	I00-I25	I50-I75	200-225	225-250

6.2.3.4. определяют необходимое количество воды. Оно может быть найдено по оптимальной влажности, обеспечивающей получение образцов максимальной плотности методом стандартного уп-

лотнения на большом приборе Союздорнии в соответствии с ВСН 184-75 или ГОСТ 22733-77. Водосодержание смеси можно определять так же по методу водоотделения при формовании (прил.4). Ориентировочный расход воды в зависимости от вида и крупности заполнителя можно назначать по табл.7.

Таблица 7

Вид заполнителя	Расход воды, л			
	Крупность заполнителя, мм			
	10	20	40	70
Щебень	150-170	140-160	130-150	120-140
Гравий	140-160	130-150	120-140	110-130

Определение оптимальной влажности следует производить с учетом водопоглощения крупного заполнителя, если оно превышает 2% по массе. В этом случае влажность должна определяться с выдержкой затворенной смеси в течение одного часа, а расход воды должен превышать значения табл.7 на величину, равную водопоглощению щебня (гравия) за 30 мин. Формование образцов также следует производить после выдерживания затворенной смеси в течение часа.

Номинальный состав бетона по массе следует находить по формуле (7).

6.2.4. Расчетный состав бетона должен быть подвергнут экспериментальной проверке аналогично п.6.1.8. После чего его корректируют в производственных условиях с учетом влажности заполнителей (см. п.6.1.9).

6.2.5. Образцы из жесткой бетонной смеси рекомендуется изготавливать в цилиндрических или кубических формах, а также в формах-балочках, размеры которых выбирают в зависимости от максимальной крупности заполнителя в соответствии с ГОСТ 10180-78.

При уплотнении бетонной смеси катками статического действия лабораторные образцы рекомендуется формовать на прессе в цилиндрических, кубических или призматических формах в соответствии с методикой, изложенной в ВСН 184-75 и СН 25-74. При использовании виброкатков образцы в лабораторных условиях рекомендуется уплотнять на стандартной виброплощадке с пригрузом из расчета 32 г/см2.

6.2.6. Испытания образцов проводят в соответствии с ГОСТ 10180-78. Пример подбора состава приведен в прил.5.

7. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

7.1. Приготовление и транспортирование жесткой бетонной смеси

7.1.1. Жесткие цементобетонные смеси рекомендуется приготавливать в смесителях принудительного перемешивания как непрерывного, так и циклического действия и в другом оборудовании, обеспечивающем требуемое качество перемешивания. При неудовлетворительном качестве перемешивания следует уменьшить скорость подачи компонентов смеси.

Для обеспечения однородности выпускаемой смеси и предотвращения ее расслоения бетоносмесительные установки рекомендуется оборудовать бункерами-накопителями.

7.1.2. В процессе приготовления жесткой бетонной смеси дозировка материалов при автоматическом режиме взвешивания должна производиться по массе в соответствии ГОСТ 7473-85.

7.1.3. Добавки ПАВ в бетонную смесь вводят с водой затворения.

7.1.4. Готовую бетонную смесь следует доставлять на место укладки автомобилями - самосвалами или бортовыми автомашинами, кузова которых имеют исправные затворы. Разгружать бортовые машины можно ковшовыми погрузчиками или специально изготовленными скребками.

Доставка смеси должна осуществляться по часовому графику, разработанному с учетом производительности укладочных машин.

При транспортировании смеси в жаркую сухую погоду необходимо предохранять ее от потери влаги, а в сырую - от переувлажнения.

7.1.5. В случае ведения бетонных работ при температуре наружного воздуха более 25°С во избежание ускоренного схватывания и пересушивания жесткой бетонной смеси помимо укрытия ее во время транспортирования обязательно введение добавки ЛСТ в количестве до 1% от массы цемента или другого замедлителя схватывания.

Время транспортирования жесткой бетонной смеси без добавок-замедлителей при температуре до 20°С не должно превышать 1 ча-

са, с добавками - I,5 часов; при температуре более 20°С - соответственно 30 и 45 мин.

7.2. Устройство покрытия и основания из жесткой бетонной смеси методом укатки

7.2.I. Жесткую бетонную смесь укладывают на хорошо уплотненный, спланированный и тщательно очищенный слой основания или грунт земляного полотна.

7.2.2. Для предотвращения потерь влаги бетонной смесью и обеспечения качественного уплотнения перед укладкой жесткой бетонной смеси подстилающий слой основания увлажняют из расчета:

0,5 л/м2 - при t° воздуха до 25°С,

I,0 л/м2 - при t° 25°С и выше.

7.2.3. Жесткую бетонную смесь по подстилающему слою покрытия или основания следует распределять автогрейдерами с тщательным нивелировочным контролем щебнеукладчиками, профилировщиками и бетонораспределителями разных марок.

Укладку смеси можно производить с предварительной установкой рельс-форм, упорных брусьев и без них. В последнем случае для обеспечения качественного уплотнения на всю проектную ширину бетон распределяют на ширину, превышающую проектную на 25 см с каждого свободного края.

В целях экономии бетона при устройстве оснований допускается укладка жесткой бетонной смеси в "корыто". В этом случае рельс-формы или ограничительные брусья не устанавливают. Роль опалубки играют присыпные обочины, отсыпка и уплотнение которых ведется исходя из проектной ширины и толщины основания. Геометрические размеры основания определяют тщательной профилировкой подстилающего слоя после уплотнения обочин.

При ширине покрытия более 4,5 м для повышения ровности распределение и уплотнение жесткой бетонной смеси рекомендуется производить двумя продольными полосами. Это позволяет установить штыри в продольном шве. Смесь в основание можно укладывать полосами не более 7,5 м. При бетонировании первой полосы по оси покрытия устанавливают Г -образные штыри, которые выпрямляют перед укладкой бетона по второй полосе.

7.2.4. Укладку смеси следует вести отдельными захватками длиной 30–40 м, чтобы обеспечить фронт работ распределяющим и уплотняющим механизмам. Распределенная и спрофилированная бе-

тонная смесь должна немедленно уплотняться. Дефекты поверхности основания (впадины, разрывы) при укладке смеси должны быть устранены после первого прохода уплотняющих средств.

Интервал от выпуска жесткой бетонной смеси до окончательного уплотнения не должен превышать трех часов, а в случае применения замедлителей схватывания - четырех часов в зависимости от их свойств.

7.2.5. Влажность выпускаемой смеси должна корректироваться лабораторией на ЦБЗ с учетом погодных условий и дальности возки.

7.2.6. Механизмы для уплотнения бетонной смеси следует выбирать из условия возможности уплотнения смеси преимущественно в один слой.

7.2.7. Уплотнять жесткую бетонную смесь рекомендуется вибрационными катками. Уплотнение на первых проходах и окончательную укатку следует вести при выключенных вибраторах (2-3 прохода по одному следу), затем с вибрированием за 8-10 проходов по одному следу. Укатка должна производиться от обочин к оси дороги.

Допускается уплотнение смеси тяжелыми пневмокатками за 10--16 проходов по одному следу в комплекте с легкими моторными катками для начальной прикатки. Вальцы катков в течение всего времени уплотнения смеси должны быть чистыми. Остановка катков во время укатки свежеуложенной смеси не допускается.

7.2.8. Уплотненная смесь должна характеризоваться коэффициентом уплотнения 0,98. Ориентировочным признаком окончания уплотнения является отсутствие следа на поверхности слоя при проходе тяжелого катка. Окончательное заключение о достигнутой степени уплотнения следует давать по результатам лабораторного контроля.

7.2.9. В покрытиях швы сжатия нарезают в затвердевшем (в соответствии с ВСН 139-80) или свежеуложенном бетоне ; в основании швы сжатия устраивают только в свежеуложенном бетоне. Для этого применяют металлические Т-образные рейки, втапливаемые в свежеуложенную бетонную смесь катками (см.прил.6) .

При укладке основания допускается устройство швов путем установки на подстилающий слой деревянных брусков высотой 0,25Н при их тщательном закреплении, не допускающем смещения при укладке и уплотнении.

7.2.10. В конце смены необходимо устраивать рабочий шов в

виде упорной доски на все поперечное сечение укладываемого слоя. Упорную доску следует закреплять штырями. Вдоль рабочего шва смесь следует дополнительно уплотнять трамбовками с отделкой поверхности вручную, подсыпая смесь на полосе шириной до 50 см. В начале следующей смены доску необходимо убрать и смесь уложить вприток к ранее уложенной.

7.2.II. Уход за бетоном из жесткой смеси следует осуществлять в соответствии с требованиями БСН I39-80.

7.2.I2. В связи с особенностями формирования структуры бетона из жесткой бетонной смеси за счет образующегося в процессе уплотнения жесткого каркаса при устройстве оснований допускается движение построечного транспорта по свежеуложенному бетону, не допуская при этом резкого торможения, разгона и крутых разворотов транспортных средств. В конце рабочей смены движение построечного транспорта по основанию из укатываемого бетона закрывают до устройства слоя покрытия.

Наиболее эффективно перекрытие основания из жесткой бетонной смеси слоем покрытия сразу после уплотнения и отделки поверхности с перерывом между укладкой слоев не более 4 часов, не допуская высыхания бетона. В этом случае уход за бетоном не производится.

Если по условиям производства работ перекрытие бетона сразу после его укладки невозможно, то устройство покрытия разрешается производить: для бетона М I00-I50 - не ранее, чем через I0 сут; М 200-250 - через 7 сут. В этом случае уход за бетоном осуществляют в соответствии с требованиями БСН I39-80. После укладки асфальтобетона разрешается движение построечного транспорта.

7.2.I3. Движение построечного и регулярного транспорта по покрытию из укатываемого бетона, а также по покрытию из асфальтобетона на цементобетонном основании, устроенных без технологического перерыва, разрешается после набора цементобетоном 70% марочной прочности.

8. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

8.I. Контроль качества жесткой бетонной смеси, бетона, а также качества строительства покрытий и оснований должен произ-

водиться в соответствии с общими требованиями ВСН 139-80 и настоящих Рекомендаций.

8.2. При приготовлении и укладке бетона лаборатория обязана осуществлять ведение технической отчетности, а также следующий контроль за:

- качеством материалов ;
- правильностью хранения материалов;
- приготовлением жесткой бетонной смеси, ее однородностью и жесткостью на заводе;
- соответствием прочности бетона заданной марке;
- транспортированием, распределением и уплотнением бетонной смеси;
- условиями твердения.

8.3. Учитывая технологические особенности строительства конструктивных слоев дорожных одежд из жестких бетонных смесей, лаборатория дополнительно должна контролировать:

влажность и жесткость бетонной смеси на месте производства работ (см.прил.8);

степень уплотнения уложенного слоя бетона на полную толщину методом лунки или с помощью прибора КП-120 (см.прил.7) из расчета трех замеров на 1000 $м^2$ основания с соответствующими записями в журнале контроля производства работ;

ровность уложенного слоя в продольном направлении по п.п. 2.10.

8.4. Качество производства работ оценивают:

а) по материалам лабораторного контроля на заводе и месте работ (результаты испытания исходных материалов и контрольных образцов, состав бетона, журналы производства работ);

б) на основании визуального и инструментального обследования покрытия;

в) испытанием бетонных образцов кернов, взятых из покрытия и основания.

На отобранные керны составляют акты с указанием времени и места их взятия. Керны испытывают в соответствии с методикой, изложенной в прил.3 ВСН 139-80.

9. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. К работам по строительству автомобильных дорог с це-

ментобетонным покрытием и основанием из смесей повышенной жесткости допускаются лица, достигшие I8 лет, признанные медицинской комиссией годными к данной работе и прошедшие инструктаж и обучение безопасным приемам работ в соответствии с ГОСТ I2.0.004--79.

9.2. Лица, допускаемые к эксплуатации дорожно-строительных машин и механизмов, должны иметь удостоверение на право работы на них. Для работы на тягаче с прицепным дорожным механизмом, следует иметь специальную практическую подготовку.

9.3. Все работающие должны пользоваться средствами индивидуальной защиты, предусмотренными действующими нормами и по своим защитным свойствам соответствующими виду и условиям работ, а также применяемым материалам.

9.4. При работах по приготовлению омеси необходимо соблюдать требования [30], гл.9. разделы "Общие требования" и "Заводы и базы по изготовлению бетонных смесей, растворов и железобетонных изделий".

9.5. Подъезд под загрузочный бункер смесительной установки и выезд из- под него автосамосвалов должен происходить только после сигнала машиниста (оператора) установки. Место подъезда должно постоянно очищаться от просыпавшегося материала.

9.6. Застрявшую в кузове автосамосвала смесь можно выгружать стоя на земле только инструментом (скребком, лопатой) с рукояткой длиной не менее 2 м.

9.7. При распределении бетонной смеси автогрейдером скорость его при разворотах и крутых поворотах должна быть минимальной. Расстояние между бровкой насыпи и внешними (по ходу) колесами автогрейдера должно быть не менее I м (расстояние может быть скорректировано в зависимости от конкретных условий работ).

9.8. При работе катков на пневматических шинах необходимо соблюдать требования в соответствии с [30], п.п. 4.I04-4.II0.

9.9. При устройстве швов в свежеуложенном бетоне рабочие, устанавливающие металлическую рейку, должны находиться не безопасном расстоянии от движущегося катка.

9.I0. Движение катка к втапливаемой в бетон рейке разрешается только после подачи руководителем работ условного сигнала. После сигнала и начала движения катка любые операции с рейкой (передвижка, поправка и т.п.) запрещаются.

9.II. При нарезке швов в затвердевшем бетоне необходимо соблюдать следующие требования:

нарезать шов только в защитных очках и при исправном защитном кожухе режущих дисков;

не регулировать и не перемещать машину в процессе нарезки шва (при вращающихся дисках), а также не работать при незафиксированном положении диска.

9.I2. При работе с химическими добавками (ЛСТ; I36-4I; СНВ; II9-2I5) следует предусматривать меры предосторожности. При попадании добавок на кожу человека следует вымыть ее чистой водой с мылом, при попадании в глаза - промыть чистой водой.

9.I3. При уходе за свежеуложенным бетоном с применением пленкообразующих материалов необходимо соблюдать требования п.п. 5.70 - 5.78 и II.27-II.33, а при хранении - пп. II.I-II.I9 [30]

Приложение I

Пример расчета состава бетона из жесткой смеси методом абсолютных объемов

Исходные данные

Требуется подобрать состав жесткого бетона для однослойного покрытия автомобильной дороги марок 45 по прочности на растяжение при изгибе и 350 по прочности при сжатии.

Жесткость смеси 60 с по ГОСТ I0I8I.I-8I.

Материалы

Цемент: бездобавочный портландцемент М 500, $\rho_ц$ =3,I кг/л, предел прочности при изгибе 60 кгс/см^2.

Песок: речной Мкр = 2,2, $\rho_п$ =2,6 кг/л.

Щебень: гранодиоритовый, смесь фракций 5-I0 мм и I0-20 мм оптимального состава. Соотношение между фракциями: 5-I0 мм - 45%; I0-20 мм - 55%; $\rho^н_щ$ = I,5 кг/л; $\rho_щ$=2,64 кг/л; $V_щ$ = 42%.

Добавка: II9-2I5-0,005% от веса цемента.

Подбор состава бетона

I. Расчет В/Ц по прочности на изгиб:

$$В/Ц = \frac{ARц_и}{Rб_и+0,2ARц_и} = \frac{0,4 \cdot 60}{45+0,2x0,4x60} = \frac{24}{49,8} = 0,48.$$

Расчет В/Ц по прочности на сжатие:

$$В/Ц = \frac{AxRц}{Rб+0,5AxRц} = \frac{0,4x500}{350+0,5x0,4x500} = \frac{200}{450} = 0,44.$$

Для дальнейшего расчета принимаем В/Ц = 0,44.

2. Расход воды принимаем 130 л/м^3 в соответствии с п.6.1.5.2.

3. Расход цемента:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} = \frac{130}{0,44} = 295 \text{ кг/м}^3.$$

4. Расход щебня:

$$Щ = \frac{\frac{1000}{\frac{1,4 \cdot 0,42}{1,51} + \frac{1}{2,64}}}{} = \frac{1000}{0,77} = 1299 \text{ кг/м}^3.$$

При соотношении фракций 5-10 мм и 10-20 мм (0,45 и 0,55 %) содержание щебня фракции 5-10 мм принимаем 1299·0,45 = 585 кг/м^3, фракции 10-20 мм - 1299·0,55 = 714 кг/м^3.

5. Содержание песка:

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_ц} + В + \frac{КЗ}{\rho_{КЗ}}\right)\right] \times \rho_п,$$

$$П = \left[1000 - \left(\frac{295}{3,1} + 130 + \frac{1299}{2,64}\right)\right] \times 2,6 = 736 \text{ кг}.$$

6. Содержание добавки-жидкости 119-215-0,005% от массы цемента, что на 1 м^3 составляет

$$\frac{0,005 \cdot 295}{1000} = 1,475 \text{ кг сухого вещества}.$$

При введении добавки в виде 10-процентного раствора расход его на 1 м^3 равен 14,75 кг.

7. Расчетная плотность бетонной смеси:

ρ б.см. = В+Ц+КЗ+П = 130+295+1299+736 = 2460 кг/м^3.

8. Расчетный состав бетона должен быть экспериментально уточнен по жесткости и прочности в соответствии с п.6.1.8.

9. Номинальный состав бетона по массе:

$$1:п:m = \frac{Ц}{Ц} : \frac{П}{Ц} : \frac{КЗ}{Ц} = \frac{295}{295} : \frac{736}{295} : \frac{1299}{295} = 1:2,49:4,4.$$

Приложение 2

Пример подбора состава бетона из жесткой смеси по максимальной плотности

Исходные данные

Подобрать состав укатываемого бетона из жесткой смеси для основания автомобильной дороги I категории. Требуемая марка бетона по прочности на растяжение при изгибе – 30, по прочности на сжатие – 200, по морозостойкости – Мрз – 50. Жесткость бетонной смеси–60 с.

Материалы

Щебень из гравия фр. 5–40 мм, зерновой состав щебня соответствует требованиям ГОСТ I0268-80, средняя плотность щебня – $\rho_{озщ}$ = 2,5 кг/л, насыпная плотность – $\rho_{нщ}$ = I,28 кг/л, пустотность – $V_{щ}$ = 0,49.

Песок кварцевый среднезернистый с $M_к$ = 2,45. Насыпная плотность песка $\rho_{нщ}$ = I,60 кг/л, коэффициент раздвижки К = I,4 . Цемент Себряковского завода М 400, истинная плотность $\rho_{уц}$ = 3,I кг/л.

Подбор состава бетона

I. Расход щебня определяют по формуле (II):

$$Щ = \frac{I000}{0,49\ \frac{I,4}{I,28} + \frac{I}{2,5}} = I072\ кг/м^3.$$

2. Расход песка определяют по формуле (I2):

$$П = \frac{I,60}{I,28} \times I,4 \times 0,49 \times I072 = 9I6\ кг/м^3.$$

3. Расход цемента принимаем по табл.6:

Ц = 225 кг/м^3.

4. Оптимальная влажность смеси сухих составляющих, определенная на приборе стандартного уплотнения, равна 6%. По водоотделению на прессе при нагрузке I5 МПа оптимальная влажность составляет 6,I%. Следовательно, требуемое количество воды равно:

В = (Щ + П + Ц) х 0,06 = I33 л/м^3.

5. Номинальный состав бетона по массе находится по формуле(7)

Ц : П : Щ = I : 4,07 : 4,76.

6. Для уточнения содержания цемента изготавливают три серии образцов балочек I0 х I0 х 40 см с содержанием цемента 225, 200 и 250 кг/м^3 бетона. По результатам испытаний образцов строится зависимость прочности бетона от расхода цемента, по которой уточняется необходимое содержание цемента. Однако оценка результатов прочностных испытаний производится в соответствии

с [33].

7. Рекомендуется приготовить контрольный лабораторный замес из бетонной смеси подобранного состава и определить жесткость, объемную массу и прочностные показатели с тем, чтобы убедиться в их соответствии заданным.

8. В номинальный состав бетона вносят производственные поправки, учитывающие влажность заполнителей.

Приложение 3

Методика изготовления образцов при подборе бетонной смеси и лабораторном контроле

I.I. При уплотнении бетонной смеси на дороге пневмокатками изготовление контрольных образцов должно осуществляться формованием на прессе в формах-цилиндрах диаметром I00 мм для получения асфальтобетонных образцов.

I.2. Уплотняющая нагрузка должна быть 40 МПа (400 кг/см^2), время приложения нагрузки - 3 мин. На каждый вид и срок испытания изготавливают не менее 3-х образцов. Высота образца после уплотнения должна быть I00±2 мм. Массу навески бетонной смеси рассчитывают по теоретической насыпной плотности бетона и объему образца.

I.3. Изготовление образцов

Форму со вставленным нижним вкладышем протирают влажной тканью и наполняют предварительно взвешенной цементобетонной смесью через металлическую воронку. Смесь укладывают в два слоя, каждый равномерно распределяют, и штыкуют смесь в форме ножом или шпателем I5 раз; затем вставляют верхний вкладыш и устанавливают форму на нижнюю плиту пресса для уплотнения. Нагрузку доводят до 40,0 МПа и выдерживают 3 мин.; после чего нагрузку снимают, а образец извлекают из формы выжимным приспособлением.

Не допускается отделение воды из бетонной смеси при ее формовании. Если наблюдается водоотделение или коэффициент уплотнения менее Ку = 0,98, состав бетона должен быть откорректирован.

Образцы с дефектами (облом кромок и непараллельность верхней и нижней граней, раковины на боковой поверхности) выбраковываются.

2.I. При уплотнении бетонной смеси на дороге виброкатками

изготовление образцов должно осуществляться в формах-кубах 10х х10х10 см или формах-призмах 10х10х40 см вибрированием с пригрузом на стандартной лабораторной виброплощадке в течение 3 мин. Вес пригруза - 32 г/см^2.

Приложение 4

Методика определения водосодержания жестких бетонных смесей

1. После определения расхода сухих составляющих приготавливают смесь щебня (гравия), песка и цемента из расчета 5-10 л.

2. В цилиндрической форме, размер которой зависит от максимальной крупности заполнителя (ГОСТ 10180-78), из приготовленной смеси формуют образцы с различным количеством воды. Перед формованием внутреннюю поверхность формы и вкладыши увлажняют. Нижний вкладыш в форму вставляют так, чтобы он из формы выступал на 1-2 см для обеспечения двустороннего уплотнения смеси. Смесь через металлическую воронку насыпают в форму. Для равномерного распределения смеси ее штыкуют ножом или шпателем, затем вставляют в форму верхний вкладыш. Подготовленную форму со смесью устанавливают на пресс.

Статическую нагрузку при формовании подбирают такой, чтобы плотность образца была бы равна максимальной плотности, определенной по методу стандартного уплотнения (см. ВСН 184-75). Как правило, требуемая нагрузка составляет 15 МПа (150 кг/см^2), время выдерживания образца под нагрузкой-3 мин.

Увеличение влажности производят до начала водоотделения из смеси при формовании. Водосодержание жесткой бетонной смеси принимается равным влажности, предшествующей началу водоотделения.

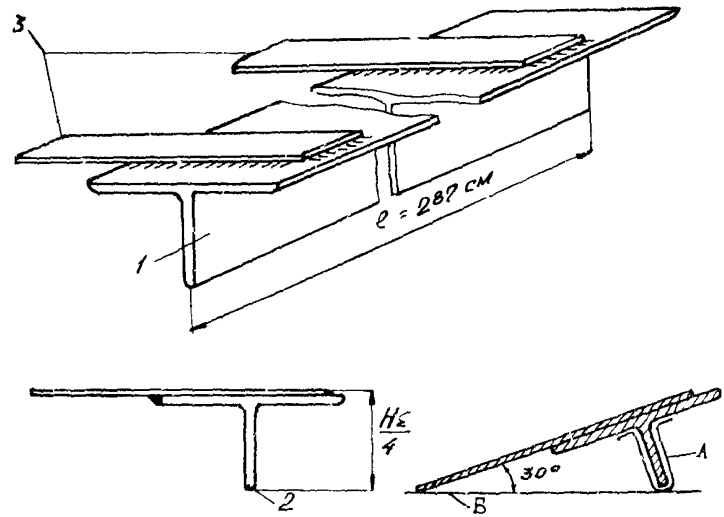
Приложение 5

Способ устройства швов в свежеуложенном бетоне из жесткой смеси

Для устройства швов сжатия в свежеуложенном бетоне используется Т-образная рейка 1 (см. рисунок), втапливаемая в свежеуложенную бетонную смесь катками при ее уплотнении. Высота вертикальной стенки рейки 2 выбирается в зависимости от толщины покрытия (основания) и равна 0,25Н, где Н - толщина покрытия (основания). К рейке приваривают дополнительные полки 3 для уста-

новки ее под углом 25-30° к покрытию (основанию). Рейку возможно изготавливать из двутавра соответствующего номера. Рейка изготавливается составной в зависимости от ширины покрытия (основания) и длина каждого элемента может колебаться от 2 до 3 м.

Процесс устройства шва заключается в установке элементов рейки на всю ширину покрытия (основания). Рейку устанавливают после первого прохода катка. Перед установкой рейки на покрытие (основание) укладывают полиэтиленовую пленку шириной 15 см, втапливаемую в бетон при погружении рейки. При наезде катка (1-2 раза) рейка погружается в бетон, образуя шов, после чего рейку извлекают. При этом в шве остается полиэтиленовая пленка и производится окончательное уплотнение покрытия (основания).



Шаблон для устройства швов в свежеуложенном бетоне

А-пленка; Б-поверхность бетона

Приложение 6

Определение плотности свежеуложенного бетона

1. Определение плотности свежеуложенного бетона методом лунки.

Для определения плотности свежеуложенного бетона из жесткой бетонной смеси в уложенном слое делают лунки диаметром около

25 см. Материал тщательно выбирают из лунок и помещают в резиновые или целлофановые мешки, плотно завязывают, чтобы сохранить влажность отобранной бетонной смеси.

Для определения объема лунок над каждой из них устанавливают кольцо и воронку (см.рисунок). Через воронку лунку заполняют до краев кольца одномерным сухим песком средней крупности. Для определения объема лунок и кольца песок засыпают мерными сосудами емкостью 2; I; 0,5; 0,25 л (с делениями).

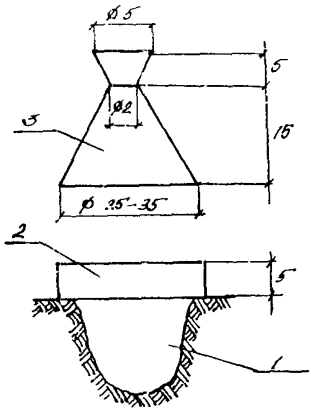
Среднюю плотность свежеуложенного бетона (ρ св.б) вычисляют по формуле:

$$\rho_{\text{св.б}} = \frac{P}{V - V_0}, \quad \text{г/см}^3, \text{ где}$$

P - масса пробы бетона, взятой из лунки, г;

V - объем сухого песка, необходимого для заполнения лунки и кольца, см^3;

V_0 - объем кольца, см^3.



Определение плотности свежеуложенного бетона методом засыпки лунки песком:

I-лунка; 2-кольцо; 3-воронка

2. Определение плотности свежеуложенного бетона с помощью прибора КП-I20.

Для определения плотности свежеуложенного бетона из жесткой бетонной смеси прибором КП-I20 в уложенном слое делают лунки диаметром 25 см, а тщательно выбранную из лунок бетонную смесь помещают в резиновые или целлофановые мешки и взвешивают.

Для определения объема лунок используют прибор КП-I20. Объем лунки, соответствующий объему извлеченного из нее материала, определяют заполнением лунки через резиновый баллон водой

из измерительного цилиндра, вытесняемой избыточным давлением, которое создается в цилиндре насосом. Величина объема лунки находится по разности уровней воды в цилиндре до и после заполнения лунки. Среднюю плотность свежеуложенного бетона ($\rho_{св.б.}$) определяют по формуле

$$\rho_{св.б.} = \frac{P}{V}, \quad г/см^3$$

где P – масса пробы бетона, взятой из лунки, г;
V – объем лунки, определенный прибором КП-120, $см^3$.

Приложение 7

Методика определения жесткости бетонной смеси в полевых условиях

Жесткость бетонной смеси в полевых условиях определяется с помощью прибора Союздорнии для стандартного уплотнения и характеризуется количеством ударов, затрачиваемых для достижения заданной плотности смеси.

Плотностью бетонной смеси задаются 2400 $кг/м^3$.

При подготовке прибора для определения жесткости смеси на стойке с уплотнителем наносится риска, соответствующая верхней плоскости верхнего стакана при положении нижней поверхности стойки с уплотнителем, передающим ударную нагрузку, на верхней плоскости разъемного стакана.

На весах взвешивают навеску бетонной смеси, соответствующую объему разъемного цилиндра, умноженного на заданную плотность бетонной смеси.

Внутреннюю поверхность разъемного цилиндра и верхнего стакана протирают влажной тканью.

Бетонную смесь в цилиндре уплотняют в два слоя.

Половину навески укладывают в разъемный цилиндр, штыкуют 10 раз ножом и уплотняют уплотнителем (гирей 2,5 кг). Для уплотнения первого слоя принимают 60 ударов гири.

Затем стойку с уплотнителем снимают, поверхность уплотненного бетона рыхлят ножом, высыпают вторую половину навески и продолжают уплотнение бетонной смеси до совмещения риски на стойке с уплотнителем с верхней плоскостью верхнего стакана.

По полученному общему количеству ударов с помощью тарировочной кривой определяют дважды жесткость бетонной смеси.

Общее время испытания смеси не должно превышать I5 мин.

Тарировочную кривую (зависимость между различной жесткостью бетонной смеси, определенной на техническом вискозиметре по ГОСТ I0I8I.I-8I, и количеством ударов на приборе Союздорнии для достижения заданной плотности бетона) строят для конкретных составов бетонных смесей в лабораторных условиях. При изменении материалов, входящих в состав бетонной смеси, тарировочная кривая уточняется.

Соотношение жесткостей, определенных различными методами, приведено в таблице.

Метод определения	Жесткость, с.						
ГОСТ I0I8I-76	4	9	I3	I8	22	27	3I
ГОСТ I0I8I.I-8I	I3	27	40	64	67	80	93
По упрощенному способу	20	40	60	80	I00	I20	I40

Приложение 8

Толщины конструктивных слоев дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на основании из цементобетона

Таблица I

Значения расчетной амплитуды на поверхности асфальтобетонного покрытия

Наименование областей	Значения амплитуды на покрытии для весны, ^{o}C
I	2
I. Мурманская обл., Ненецкий национ.округ	II,5
2. Архангельская, Ленинградская, Псковская, Горьковская, Кировская, Костромская, Ярославская, Камчатская, Коми АССР, Карельская АССР	I3,0
3. Новгородская, Вологодская, Пермская, Калининградская, Калининская, Московская, Смоленская, Брянская, Тульская, Орловская, Ульяновская, Магаданская, Марийская АССР, Мордовская АССР,	

I	2
Чувашская АССР, Башкирская АССР, Хабаровский край	I5
4. Калужская, Рязанская, Курская, Белгородская, Воронежская, Тамбовская, Пензенская, Саратовская, Куйбышевская, Свердловская, Челябинская, Новороссийская, Томская, Бурятская АССР, Якутская АССР (юг), Приморский край.	I5,5
5. Ростовская, Волгоградская, Астраханская, Оренбургская, Курганская, Омская, Кемеровская, Иркутская, Амурская, Сахалинская, Северо-Осетинская АССР, Дагестанская АССР, Красноярский край, Алтайский край.	I6,5
6. Читинская, Краснодарский край, Ставропольский край, Чечено-Ингушская АССР	7,5
7. Горно-Алтайская авт.область	I9,5

Таблица 2

Амплитуда колебания температуры на поверхности покрытия, °С	Марка бетона М 75 интенсивность движения, авт/сут.[xx]									
	2-3 полосы движения					4 и более полос движения				
	200	500	I000	3000	5000	7000	I0000	I5000	20000	30000	40000
	Толщина конструктивных слоев, см[x]									
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I0			9 26	I0,5 26	I0,5 27	9 29	9,5 29	I0,5 29	I0,5 30	I0,5 30	II,5 29
II	9,5 23	I0 24	9 27	I0 28	I2 26	II 27	II,5 27	I2 27	I2,5 27	I3 27	I3,5 27
I2	I0 23	I0 25	II 25	I2,5 25	I2 27	I3,5 24	I0,5 30	I4 25	I2 29	I5 25	I3 29
I3	I0 24	I0 26	II,5 25	I2,5 26	I4,5 24	I3,5 25	I4 25	I4 26	I5 25	I5 26	I6 25
I4	I0,5 24	I3 22	II 27	I2,5 27	I5 24	I4 25	I4 26	I4,5 26	I5,5 25	I5,5 26	I6 26
I5	I0,5 25	I3,5 22	I4,5 22	I6 22	I5,5 24	I4 26	I4,5 26	I4 28	I5,5 26	I5,5 27	I6,5 26

Продолжение прил.8, табл.2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I6	I4 20	I4 22	I5 22	I6,5 22	I6 24	I7 22	I7,5 22	I8 22	I6 26	I9 22	I7 26
I7	I5 I9	I5 2I	I6 2I	I7 22	I7 23	I8 2I	I8,5 2I	I8,5 22	I6,5 26	I9,5 22	I7,5 26
I8	I2,5 24	I6 20	I7 20	I8 2I	I7,5 23	I9 20	I9,5 20	I9,5 2I	I7,5 25	20,5 2I	I8,5 25
I9	I4 22	I6,5 20	I8 I9	I9 20	I8,5 22	I7,0 24	I7,5 24	20,5 20	I8,5 24	I8 26	I9,5 24
20	I5,5 20	I7,5 I9	I8,5 I9	20 I9	I9,5 2I	I8,5 22	I8,5 23	I8,5 24	I9,5 23	I9,5 24	20,5 23

Таблица 3

Амплитуда колебания и температуры на поверхности покрытия, °С	Марка бетона М 100 интенсивность движения, авт/сут.[xx]										
	2-3 полосы движения					4 и более полос движения					
	200	500	1000	3000	5000	7000	10000	15000	20000	30000	40000
	Толщина конструктивных слоев, см[x]										
I	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12
10	6,5 22	7 23	8,0 23	9,5 23	9,5 24	8,0 26	8,5 26		9,0 26	10,0 25	10,0 26	11,0 25
11	6,5 23	8,5 22	10 21	9,5 24	11 23	10 24	10,5 24		11 24	12 23	12 24	13 23
12	8,5 21	9 22	10 22	11,5 22	11,5 23	10 25	10,5 25		13 22	11,5 25	12 25	13 24
13	9 21	9 23	10 23	11,5 23	13,5 21	12,5 22	13 22		13,5 22	14 22	14,5 22	15 22
14	9 22	11,5 20	12,5 20	12 23	14 21	13 22	13,5 22		13,5 23	14,5 22	15 22	15,5 22
15	11,5 19	12 20	13,5 19	14,5 20	14,5 21	13,5 22	14 22		14 23	15 22	15 23	16 22

Продолжение прил.8,табл.3

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I6	I2,5 I8	I3 I9	I4 I9	I5,5 I9	I5 2I	I4 22	I4,5 22	I7 I9	I5,5 22	I8 I9	I6,5 22
I7	I3 I8	I3,5 I9	I4,5 I9	I6 I9	I6 20	I7 I8	I7,5 I8	I7,5 I9	I8,5 I8	I6,5 22	I7,5 2I
I8	I4 I7	I4,5 I8	I5,5 I8	I7 I8	I7 I9	I5,5 2I	I6 2I	I8,5 I8	I7 2I	I9,5 I8	I8 2I
I9	I5 I6	I5,5 I7	I6,5 I7	I8 I7	I7,5 I9	I6,5 20	I7 20	I9,5 I7	I8 20	20,5 I7	I9 20
20	I4 I8	I6,5 I6	I7,5 I6	I9 I6	I8,5 I8	I7,5 I9	I8 I9	I8 20	I9 I9	I9,5 I9	20 I9

x – В числителе – толщина асфальтобетонного покрытия, см;
в знаменателе – то же цементобетонного основания, см

xx – Перспективная интенсивность движения автотранспортных средств с осевой нагрузкой $\geqslant$ 4,0 тыс.с.

Таблица 4

Амплитуда колебания температуры на поверхности покрытия, °С	Марка бетона М 150 интенсивность движения, авт/сут.										
	2-3 полосы движения					4 и более полос движения					
	200	500	1000	3000	5000	7000	10000	15000	20000	30000	40000
	Толщина конструктивных слоев, см [x]										
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	6,5 20	7 21	8 21	8,0 23	10 21	9,0 22	9,5 22	11,5 20	10,5 22	11,0 22	11,5 22
11	8,5 18	9 19	10 19	10 21	11,5 20	10,5 21	11 21	11,5 21	12,0 21	12,5 21	11,5 23
12	8,5 19	9 20	10,5 19	12 19	12 20	12,5 19	13 19	13,5 19	12,5 21	14,5 19	13,5 21
13	9 19	9,5 20	10,5 20	12 20	14 18	13 19	13,5 19	13,5 20	14,5 19	15 19	15,5 19
14	9,5 19	11,5 18	13 17	12,5 20	14,5 18	13,5 19	14 19	14 20	15 19	15 20	16 19
15	10 19	12 18	13,5 17	15 17	15 18	14 19	14,5 19	16,5 17	15,5 19	17,5 17	16,5 19

Продолжение прил.8,табл.4

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I6	I2,5 I6	I3 I7	I4 I7	I5,5 I7	I5,5 I8	I4,5 I9	I5 I9	I7 I7	I6 I9	I6,5 I9	I7 I9
I7	I3 I6	I3,5 I7	I5 I6	I6 I7	I8 I5	I7 I6	I7,5 I6	I8 I6	I7 I8	I9 I6	I8 I8
I8	I4 I5	I4,5 I6	I5,5 I6	I7 I6	I7 I7	I6 I8	I6,5 I8	I8,5 I8	I7,5 I8	I8 I8	I8,5 I8
I9	I5 I4	I5,5 I5	I6,5 I5	I8 I5	I8 I6	I7 I7	I7,5 I7	I9,5 I5	I8,5 I7	20,5 I5	I9,5 I7
20	I4 I6	I6 I5	I7,5 I4	I7 I7	I9 I5	I8 I8	I3,5 I6	I8,5 I7	I9,5 I6	I9,5 I7	20,5 I6

Таблица 5

Амплитуда колебания температуры на поверхности покрытия, °С	Марка бетона М 200 интенсивность движения, авт/сут										
	2-3 полосы движения					4 и более полос движения					
	200	500	I000	3000	5000	7000	I0000	I5000	20000	30000	40000
	Толщина конструктивных слоев, см, см[x]										
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I0	5,5 I9	6 20	7 20	9 I9	9 20	8 2I	8,5 2I	9 2I	9,5 2I	I0 2I	I0,5 2I
II	5,5 20	8 I8	9 I8	9 20	I0,5 I9	9,5 20	I0 20	I0,5 20	II,5 I9	II,5 20	I2,5 I9
I2	7,5 I8	8 I9	9 I9	II I8	II I9	II,5 I8	I2 I8	I2,5 I8	II,5 22	I2 20	I2,5 20
I3	9,5 I6	I0 I7	9,5 I9	II I9	I3 I7	I2 I8	I2,5 I8	I3 I8	I3,5 I8	I4 I8	I4,5 I8
I4	I0 I6	I0,5 I7	II,5 I7	II,5 I9	I3,5 I7	I2,5 I8	I3 I8	I5 I6	I4 I8	I4,5 I8	I5 I8
I5	I0,5 I6	II I7	I2,5 I6	I4 I6	I4 I7	I3 I8	I3,5 I8	I5,5 I6	I4,5 I8	I5 I8	I5,5 I8

Окончание прил.8,табл.5

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2
I6	II I6	I3,5 I4	I3 I6	I4,5 I6	I4,5 I7	I3,5 I8	I4 I8	I6 I6	I5 I8	I5,5 I8	I8 I5
I7	I2 I5	I2,5 I6	I3,5 I6	I5 I6	I5 I7	I6 I5	I6,5 I5	I7 I5	I6 I7	I8 I5	I7 I7
I8	I3 I4	I3,5 I5	I4,5 I5	I6 I5	I6 I6	I5 I7	I5,5 I7	I7,5 I5	I6,5 I7	I7 I7	I7,5 I7
I9	I3,5 I4	I4 I5	I5,5 I4	I7 I4	I7 I5	I6 I6	I6,5 I6	I8,5 I4	I7,5 I6	I8 I6	I8,5 I6
20	I2,5 I6	I5 I4	I6 I4	I6 I6	I8 I4	I7 I5	I7,5 I5	I7,5 I6	I8,5 I5	I8,5 I6	I9,5 I5

Приложение 9

Технико-экономическая эффективность применения жестких бетонных смесей

Пример расчета экономической эффективности применения жестких бетонных смесей для устройства покрытия на дороге IУ категории

За расчетную принята технология строительства покрытия из жестких смесей с применением распределителя щебня. В качестве эталона для сравнения принята технология строительства покрытия из пластичных смесей с применением комплекта машин, перемещаемых по рельс-формам.

Исходные данные, принятые для расчета, приведены в табл. I.

Таблица I

Показатель	Базовая техника	Новая техника
	Покрытия:	
	из пластичного бетона	из жестких бетонных смесей с одиночной поверхностной обработкой и черного щебня
Ширина покрытия, L м	6	6
Толщина слоя покрытия, h, см	I6	I6
Объем смеси для строительства I км покрытия, V, $м^3$ в плотном теле	960	960
Расход смеси на I км покрытия, P, т $P = \rho_0 V$	2,4.960=2304	2,4I.960 =23I3,6
Дальность возки смеси от ЦБЗ до места укладки, км	I5	I5
Часовая проектная мощность завода, $м^3/ч$	30	60
Сменная производительность завода, $м^3$	I44	267
Сменная производительность завода, т	(345,6)	(643,5)
Число смен в году	90	90
Продолжительность рабочей смены, ч	8,2	8,2

Окончание табл.I

I	2	3
Производительность отряда машин в смену, м	I50	278
Годовой объем строительства, км	I3,5	25

Таблица 2

Себестоимость устройства I км покрытия

Показатель	Базовая техника (пластичный бетон)	Новая техника (жесткий бетон)	Обоснование
I	2	3	4
I. Производительность отряда машин, км			
в смену	0,I50	0,278	Расчет по коэффициенту использования ведущих машин в отряде и загруженности завода
в год	I3,5	25	
2. Количество рабочих в смену, чел.	46	46	По расчету
3. Общая заработная плата в смену, руб.	280,44	279,78	-"-
в том числе основная заработная плата, руб.	I3I,97	I09,46	-"-
4. Прямые затраты в смену, руб.:			
на эксплуатацию машин, руб.	79I,II	I388,05	-"-
на основную заработную плату	I3I,97	I09,46	-"-
на материалы	4474,35	8047,29	-"
Итого:	5397,43	9544,80	-"-
5. Прямые затраты на I км, руб.	35982,87	34333,8I	-"-
6. Общая заработная плата, руб.	I869,6	I006,40	-"-
7. Общие затраты труда на I км, чел-дн.	306,7	I65,47	-"-

Окончание табл.2

I	2	3	4
8. Накладные расходы, руб, условно постоянные	3094,53	2952,7I	п.5 х 0,086
зависящие от трудоемкости	582,73	3I4,39	п.7 х I,9
зависящие от заработной платы	280,44	I50,96	п.6 х 0,I5
Итого:	3957,70	34I8,06	
9. Себестоимость I км, руб.	39940,57	3775I,87	
Приведенные затраты П=С+Ен х К			
К, руб.			
К/L , руб/км	8057,78	7677,20	
Итого	4II49,24	38903,45	

Экономический эффект на I км покрытия

Э = 4II49,24 - 38903,45 = 2245,79 руб.

С увеличением толщины слоя будет увеличен объем бетона при неизменности толщины поверхностной обработки и экономический эффект будет выше.

Таблица 3

Сравнение трудозатрат рабочих и механизмов при устройстве слоя покрытия из различных видов бетона

Вид бетона	Затраты		Экономия затрат по сравнению с пластичным бетоном	
	чел.-дней	маш.-смен	чел.-дней	маш.-смен
Жесткий	94,25	35,4I	I24,05	8,55
Пластичный	2I8,3	43,96	-	-

Перечень нормативно-технической документации

I. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги.

2. ВСН-I39-80. Инструкция по строительству цементобетонных покрытий автомобильных дорог .

3. СНиП 2.05.II-83. Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях и организациях".

4. Рекомендации по устройству дорожных оснований из тощего бетона , Гипродорнии, М, I975.

5. ГОСТ 3I0.I + 3I0.4-8I. Цементы. Методы испытаний .

6. ГОСТ 7473-85. Смеси бетонные.Технические условия .

7. ГОСТ 8267-82. Щебень из естественного камня для строительных работ.

8. ГОСТ 8268-82. Гравий для строительных работ .

9. ГОСТ 8269-76. Щебень из естественного камня, гравия и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытаний .

I0. ГОСТ 8735-75. Песок для строительных работ.Методы испытаний .

II. ГОСТ 8736-85. Песок для строительных работ. Технические условия .

I2. ГОСТ I0I78-85. Портландцементы и шлакопортландцементы.Технические условия .

I3. ГОСТ I0I80-78. Бетоны.Методы определения прочности на сжатие и растяжение .

I4. ГОСТ I0I8I.I-8I. Смеси бетонные. Методы определения удобоукладываемости .

I5. ГОСТ I0260-82. Щебень из гравия для строительных работ .

I6. ГОСТ I0268-80. Бетон тяжелый. Технические требования к заполнителям .

I7. ГОСТ I0834-76. Жидкость гидрофобизирующая I36-4I .

I8. ГОСТ 22733-77. Грунты. Методы лабораторного определения максимальной плотности.

I9. ГОСТ 23558-79. Материалы щебеночные,гравийные и песчаные обработанные неорганическими вяжущими. Технические условия .

20. ГОСТ 24640-8I. Добавки для цементов. Классификация .

2I. ГОСТ 25607-83. Материалы нерудные для щебеночных и гравийных оснований и покрытий автомобильных дорог. Технические условия.

22. ГОСТ 26633-85. Бетон тяжелый. Технические условия .

23. ОСТ I3-I83-83. Лигносульфонаты технические .

24. ТУ 6-02-I-430-83 Минхимпром. Жидкость кремнийорганическая II9-2I5.

25. ТУ 8I-05-75-74. Минбумпром. Смола нейтрализованная воздухововлекающая. Технические требования .

26. СН 25-74. Инструкция по применению грунтов, укрепленных вяжущими материалами, для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов .

27. ВСН I84-75. Технические указания по устройству оснований дорожных одежд из каменных материалов не укрепленных и укрепленных неорганическими вяжущими .

28. ВСН I97-83. Инструкция по проектированию жестких дорожных одежд. Минтрансстрой.

29. ГОСТ I2.0.004-79. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения .

30. Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог, М, I979 .

3I. Рекомендации по расчету и конструированию асфальтобетонных покрытий на цементобетонных основаниях. М., Гипродорнии, I985.

32. Авт.свидетельство № I284965.

33. Методические рекомендации по подбору ,составу бетона,Союздорнии, М., I978.

СОДЕРЖАНИЕ

С.

I. Общие положения 3
2. Конструкции дорожных одежд 3
3. Требования к бетону 5
4. Требования к бетонной смеси 6
5. Требования к материалам 6
6. Проектирование состава бетона 9
6.I. Проектирование состава бетона методом абсолютных объемов 9
6.2. Проектирование состава бетонов по максимальной плотности I2
7. Технология производства работ I5
7.I. Приготовление и транспортирование жесткой бетонной смеси I5
7.2. Устройство покрытия и основания из жесткой бетонной смеси методом укатки I6
8. Контроль качества I8
9. Требования безопасности I9

Приложение I. Пример расчета состава бетона из жесткой смеси методом абсолютных объемов 2I
Приложение 2. Пример подбора состава бетона из жесткой смеси по максимальной плотности 22

Приложение 3. Методика изготовления образцов при подборе бетонной смеси и лабораторном контроле 24
Приложение 4. Методика определения водосодержания жестких бетонных смесей 25
Приложение 5. Способ устройства швов в свежеуложенном бетоне из жесткой смеси 25
Приложение 6. Определение плотности свежеуложенного бетона... 26
Приложение 7. Методика определения жесткости бетонной смеси в полевых условиях 28
Приложение 8. Толщины конструктивных слоев дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на основании из цементобетона 29
Приложение 9. Технико-экономическая эффективность применения жестких бетонных смесей 39
Перечень нормативно-технической документации 42

Рекомендации

по конструкциям и технологии строительства автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями и основаниями из смесей повышенной жесткости

Ответственный за выпуск Л.Б.Каменецкий
Редактор В.В.Конкина

Д-85599 от 28.05.87 г. Формат бумаги 60x84 1/16. Печать плоская.
Уч.-изд.л. 2,4. Печ.л. 3,0. Тираж 500 экз. Изд. № 4776. Зак. 159

Ротапринт ЦБНТИ Минавтодора РСФСР: Москва, Зеленодольская, 3

gost.e-ecolog.ru