

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии строительных материалов и изделий

А.А.МАКАЕВА, А.И.КРАВЦОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ БЕТОНА ДЛЯ ДОРОЖНЫХ И АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО
КУРСУ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ. ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»



Оренбург 2003

ББК 38.3я7
М – 54
УДК 69(076.5)

Рецензент
кандидат технических наук, доцент Солдатенко Л.В.

Макаева А.А., Кравцов А.И.
М-54 **Определение основных свойств бетона для дорожных и аэродромных покрытий: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Материаловедение. Технология конструкционных материалов».- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003.-19 с.**

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по курсу «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 291000 – «Автомобильные дороги и аэродромы» для всех форм обучения.

М $\frac{3306000000}{6Л9-01}$

ББК 38.3я7

©МакаеваА.А.,Кравцов А.И., 2003
©ГОУ ОГУ, 2003

Введение

Цементобетонные покрытия и основания автомобильных дорог и аэродромов – это одно из наиболее долговечных типов конструкций.

Расчётный срок службы таких конструкций по зарубежным данным составляет 30...40 лет и более при минимальных эксплуатационных затратах на содержание. В России расчётный срок службы цементобетонных покрытий составляет не менее 20...25 лет / 1 /.

Дорожный цементобетон – разновидность тяжелого бетона – применяют для устройства покрытий на автомобильных дорогах, аэродромах, дорогах промышленных предприятий, городских улицах и проездах. Бетон дорожных покрытий работает в неблагоприятных условиях, так как подвергается не только воздействию транспортных средств, но и атмосферных осадков, в особенности многократно повторяющемуся увлажнению и высушиванию, замораживанию и оттаиванию, поэтому к нему предъявляют повышенные требования по прочности на изгиб, морозо- и износостойкости.

В дорожном строительстве применяют также песчаные бетоны, в которых заполнителем используют крупнозернистые пески с предельной крупностью 5 мм. В соответствии со стандартами на дорожный бетон (СНиП 2.05.02-85 (1997) Автомобильные дороги) выбор и значение марок по показателю прочности бетона должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Для обеспечения требуемой морозостойкости бетонные смеси для устройства цементобетонных покрытий должны содержать в своём объёме определенное количество вовлеченного воздуха, формирующего в бетоне систему условно-замкнутых пор. Объём вовлеченного воздуха в бетонной смеси для однослойных и верхнего слоя двухслойных покрытий должен составлять 5...6 %, для нижнего слоя двухслойных покрытий – 3,5...4,5 %. Марка дорожного бетона по морозостойкости должна быть не ниже F100 (районы средней полосы России) и F200 (северные районы). Для устройства оснований разрешается бетон F50. Морозостойкость бетона обеспечивается применением морозостойкого щебня, специального портландцемента и созданием однородной структуры при оптимальном расходе цемента и минимальном водоцементном отношении, а также введением в смесь гидрофобных и воздухововлекающих добавок. Рекомендуется принимать водоцементное отношение не более 0,5 для верхних слоев и 0,6 – для нижних слоев двухслойных покрытий.

Важным показателем дорожного бетона является износостойкость, которая зависит от структуры и состава верхнего слоя дорожной плиты. Износ увеличивается при использовании подвижных бетонных смесей с большим водоцементным отношением, так как после их уплотнения на поверхности образуется слой недостаточно прочного раствора. При твердении бетона в условиях низких температур и недостаточной влажности среды износостойкость также снижается.

Таблица 1- Требования по прочности к дорожным покрытиям

Категория дороги	Назначение бетона	Минимальные проектные классы(марки) бетона по прочности на растяжение при изгибе	Минимальные проектные классы бетона прочности на сжатие	Минимальные проектные марки бетона по морозостойкости для районов со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца, °С		
				От 0 до минус 5	От минус 5 до минус 15	ниже минус 15
I, II	Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия	$V_{brb} 4,0$ (Rи50)	B30	100	150	200
	Нижний слой двухслойного покрытия	$V_{brb} 3,2$ (Rи40)	B22,5	50	50	100
III	Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия	$V_{brb} 3,6$ (Rи45)	B27,5	100	150	200
	Нижний слой двухслойного покрытия	$V_{brb} 2,8$ (Rи35)	B20	50	50	100
I-V	Однослойное или верхний слой двухслойного покрытия	$V_{brb} 3,2$ (Rи40)	B25	100	150	200
	Нижний слой двухслойного покрытия	$V_{brb} 2,4$ (Rи30)	B15	50	50	100
IV	Основание	$V_{brb} 1,2$ (Rи15)	B5	25	50	50

Важнейшим свойством дорожного бетона является деформативность, характеризующая способность бетона деформироваться под действием нагрузки и температуры. Эти свойства оцениваются показателями модуля упругости (деформации), коэффициента линейного температурного расширения, коэффициента Пуассона, используемыми при расчете бетонных покрытий и оснований. В технологии дорожных бетонов важно учитывать усадку, которая при неблагоприятных условиях может достигать 0,6 мм/м. Деформативность свежееуложенного бетона снижается с уменьшением водосодержания, увеличением количества песка и воздуха и бетонной смеси. В этом случае используют бетонные смеси с пониженным содержанием щебня и стремятся, чтобы в смеси вовлеченный воздух был в пределах 4 – 6 %. Это также способствует увеличению морозостойкости бетона.

Материалы для приготовления дорожного бетона должны быть высокого качества. Используют портландцемент для дорожных и аэродромных покрытий, пластифицированный и гидрофобный марки не менее 400, а для оснований не ниже 300. Цемент не должен содержать молотых минеральных добавок. Не разрешаются шлакопортландцемент и пуццолановые портландцементы вследствие их пониженной морозостойкости. Песок для дорожного цементобетона используется преимущественно природный крупно-, средне- и мелкозернистый, иногда искусственный песок, высевки, причем щебень и песок одного минералогического состава. Применение мелкозернистых песков возможно, но с добавкой крупнозернистых высевок. Особое внимание обращают на чистоту песка; содержание пылевато-глинистых примесей не должно превышать 2 %, органические примеси не допускаются. Щебень изготавливают из прочных пород, морозостойкость должна быть не ниже марки по морозостойкости дорожных цементобетонов. Щебень применяют с оптимальным зерновым составом, а предельная крупность щебня: 40 мм для однослойного и нижнего слоя двухслойного покрытия и 20 мм для верхнего слоя двухслойного покрытия. Гравий применяется только для бетонов нижних слоев покрытий. Пылевато-глинистых примесей в щебне и гравии не должно быть более 1 %. В технологии дорожных бетонов широко используются поверхностно-активные вещества (пластификаторы С-3, ЛСТ, ЛСТМ; воздухововлекающие добавки – СНВ), а также электролиты в условиях зимней кладки бетона, например хлориды натрия и калия /2/.

1 Подбор состава и определение свойств дорожного бетона

1.1 Приборы и материалы

Формы для изготовления образцов 7х7х28 см и 7х7х7 см по ГОСТ 22685-89. Лабораторная виброплощадка типа 435А или СМЖ 539 по ТУ 22- 4419 , СМЖ 739 по ТУ 22-109-24. Камера нормального твердения. Весы технические по ГОСТ 24104-88. Линейка стальная ГОСТ 427-75. Прессы для испытания на сжатие. Кельмы типа КБ по ГОСТ 9533-81. Противень для приготовления смеси. Цилиндрические металлические сосуды по ГОСТ 10181.2-2000 объемом 1 , 2 и 5 дм³. Мерные цилиндры емкостью 500 , 1000 мл. Прибор-конус для определения подвижности бетонной смеси по ГОСТ 10181.1-2000. Стержень для штыкования по ГОСТ 10181.1-2000. Гладкий металлический лист размером не менее 100х100 мм. Форма размером 200х200х200 мм по ГОСТ 22685-89. Прибор конструкции Красного по ГОСТ 10181.1-2000.

Материалы для бетона дорожных покрытий и оснований должны соответствовать требованиям ГОСТ 26633 - 91.

1.2 Исходные данные

В зависимости от назначения бетона и конструктивных требований задаются: средняя прочность, удобоукладываемость (осадка конуса в сантиметрах, или жесткость в секундах), способ уплотнения.

Остальные данные для расчета получают по результатам входного контроля исходных материалов. Для цемента: наименование; активность при испытании на изгиб $R_{ц}$; истинная плотность $\rho_{ц}$; насыпная плотность $\rho_{нц}$. Для песка: истинная плотность песка $\rho_{п}$. Для щебня средняя плотность щебня $\rho_{сщ}$; насыпная плотность щебня $\rho_{нщ}$, наибольшая крупность щебня $D_{наиб}$; пустотность щебня $V_{пуст}$, которая определяется по формуле:

$$V_{пуст} = \left(1 - \frac{\rho_{нщ}}{\rho_{сщ}}\right) \quad (1)$$

где $\rho_{нщ}$ – насыпная плотность щебня, кг/м³,
 $\rho_{сщ}$ - средняя плотность щебня, кг/м³.

1.3 Порядок расчета состава дорожного бетона

Подбор состава дорожного бетона осуществляется расчетно-экспериментальным методом, при этом предполагается, что объем составляющих с учетом воздухововлечения составляет 1000 л /1, 2, 9/.

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + В + \frac{П}{\rho_{п}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} + V_{в} = 1000 \quad (2)$$

где Ц, В, П и Щ - расходы цемента, воды, песка и щебня, кг;

$\rho_{ц}, \rho_{п}, \rho_{щ}$ - соответствующие плотности цемента, песка, щебня, кг / м³;

V_в - объем вовлеченного воздуха, л.

Расчетным путем определяется ориентировочное значение водоцементного отношения (В/Ц) для получения бетона заданной марки по прочности на растяжение при изгибе R_{изг} для данного цемента:

$$\frac{В}{Ц} = \frac{A R_{ц}}{(R_{бизг} + A 0,1 R_{ц})} \quad (3)$$

A – коэффициент, учитывающий наличие и вид добавок (в среднем 0,36).

R_ц – активность при испытании на растяжение, кгс/см²;

R_{бизг} – требуемая прочность бетона при изгибе, кгс/см²;

Для заданной подвижности смеси на месте укладки (ОК = 1-3 см) определяют ориентировочный расход воды в бетонной смеси по таблице 2 - В.

Таблица 2- Расход воды для бетонных смесей со стандартными химическими добавками на различных заполнителях

Мелкий заполнитель	Расход воды на крупных заполнителях, л/м ³			
	Щебень		Гравий	
	5-20 мм	5-40 мм	5-20 мм	5-40 мм
Средний и крупный кварцево-полевошпатовый песок.	160	150	145	140
Мелкий песок	165	155	150	145

Расход крупного и мелкого заполнителя вычисляют исходя из условия, что пустоты между крупным заполнителем в бетонной смеси должны быть заполнены цементно-песчаным раствором с учетом некоторой раздвижки зерен $\alpha > 1$

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + В + \frac{П}{\rho_{п}} = \frac{Щ}{\rho_{щ}} * V_{пуст} * \alpha \quad (4)$$

где Ц, В, П и Щ - расходы цемента, воды, песка и щебня, кг

$\rho_{щ}$ - насыпная плотность щебня, кг / м³

$\rho_{ц}, \rho_{п}, \rho_{щ}$ - соответствующие плотности цемента, песка, щебня, кг / м³

α - коэффициент раздвижки зерен щебня раствором (для мелких песков с M_{кр}=1,5 - 2, $\alpha=1,7 - 1,9$; для средних с M_{кр} = 2 - 2,5, $\alpha=1,8 - 2$; для крупных с M_{кр}>2,5 $\alpha=1,9 - 2,1$)

V_{пуст} - пустотность щебня в относительных единицах.

Решая совместно уравнения (2,4) относительно расхода щебня, получаем (без учета воздухововлечения):

$$\mathbf{\Psi = 1000 / (V_{нуст} \alpha / \rho_{нщ} + 1 / \rho_{сщ})} \quad (5)$$

где - условные обозначения см. уравнение (2 и 4) .

Далее определяют расход песка по формуле:

$$\mathbf{\Pi = (1000 - (\Psi / \rho_{ц} + \mathbf{B} + \Psi / \rho_{щ} + V_{в})) \rho_{п}} \quad (6)$$

где- $V_{в}$ - объем вовлеченного воздуха, назначаем по таблице 3

Таблица 3 -Значения $V_{в}$ для дорожных бетонов

Назначение бетона	Наименование добавки	Объем вовлеченного воздуха в литрах на 1м ³ бетона
Для однослойных и верхнего слоя двух-слойных покрытий	Воздухововлекающая или комплексная	50-60
	Газообразующая или комплексная	30-40
Для нижнего слоя двухслойных покрытий	Воздухововлекающая или комплексная	35-45
	Газообразующая или комплексная	20-25
Для оснований под асфальтобетонные покрытия	Пластифицирующая ЛСТ	10-15
	Без добавок ПАВ	5-10

Расход материалов на лабораторный замес определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \mathbf{\Psi_v} &= \mathbf{1,2 V \Psi * 0,001} \\ \mathbf{B_v} &= \mathbf{1,2 V B * 0,001} \\ \mathbf{\Psi_v} &= \mathbf{1,2 V \Psi * 0,001} \\ \mathbf{\Pi_v} &= \mathbf{1,2 V \Pi * 0,001} \end{aligned} \quad (7)$$

где $\Psi_v, B_v, \Psi_v, \Pi_v$ - расход материалов на опытный замес, кг

Ψ, B, Ψ, Π - расход материалов на 1 м³ бетонной смеси, кг ;

V - объем бетонной смеси для лабораторного замеса, дм³;

1,2- коэффициент запаса бетонной смеси;

0,001- переходный коэффициент

Бетонная смесь изготавливается в предварительно смоченных противнях. Сначала перемешиваются заполнители (щебень и песок), затем добавляются цемент и вода и вновь производится перемешивание до полной гомогенизации смеси в течение 2-4 минут .

После приготовления смеси определяют ее реологические характеристики (подвижность, жесткость).

1.4 Приготовление пробного замеса, определение удобоукладываемости и корректировка состава бетонной смеси

1.4.1 Определение подвижности бетонной смеси

Подвижность бетонной смеси характеризуется величиной осадки в сантиметрах конуса (ОК), отформованного из бетонной смеси.

Для подготовки конуса и приспособлений к испытаниям все соприкасающиеся с бетонной смесью поверхности очищают и протирают влажной тканью.

Конус устанавливают на металлический лист и заполняют его бетонной смесью через воронку в три слоя одинаковой высоты. Каждый слой уплотняют штыкованием металлическим стержнем 25 раз, плотно прижимая конус к листу.

После уплотнения избыток смеси срезают, конус плавно снимают и устанавливают рядом с бетонной смесью. Осадку конуса определяют, укладывая металлическую линейку ребром на верх конуса и измеряя расстояние от нижней грани линейки до верха бетонной смеси с погрешностью 0,5 см. Определение производят дважды на одной и той же смеси в течение не более 10 мин.

Осадку конуса вычисляют с округлением до 1,0 см, как среднее арифметическое результатов двух определений осадки конуса из одной пробы, отличающихся между собой не более чем: на 1 см при $ОК \leq 4$ см; на 2 см при $ОК = 5-9$ см; на 3 см при $ОК \geq 10$ см.

При большем расхождении испытывают новую пробу смеси.

Если полученная осадка конуса будет равна нулю, смесь признают не обладающей подвижностью, и она должна характеризоваться жесткостью.

1.4.2 Определение жесткости бетонной смеси

Жесткость бетонной смеси (Ж) характеризуется временем вибрации (в секундах), необходимым для выравнивания и уплотнения предварительно отформованного конуса бетонной смеси в приборе для определения жесткости. Методов (приборов) для определения существует несколько, их использование приемлемо с учетом поправочных коэффициентов, указанных в ГОСТ 10181.1-2000 или определенных экспериментально. Для стандартного прибора и прибора Красного (в формах 100 x 100 x 100 мм) - коэффициент 1; технического вискозиметра - 0,45; способа Скрамтаева в формах 200 x 200 x 200 мм - 0,7.

Для определения жесткости в формах размерами 200 x 200 x 200 мм в закрепленную на виброплощадке форму вставляют конус и заполняют его бетонной смесью, как указано в пункте 1.4.1. Затем конус осторожно снимают и включают виброплощадку, одновременно включая секундомер. Вибрирование и замер времени производят до тех пор, пока бетонная смесь не заполнит все углы формы, а поверхность ее не станет горизонтальной. Полученное время (в

секундах) умноженное на усредненный переводной коэффициент 0,7, характеризует жесткость бетонной смеси.

Для определения жесткости в формах 100 x 100 x 100 мм закрепленную на виброплощадку форму заполняют на всю высоту. После этого погружают в бетонную смесь ножки прибора Красного до соприкосновения диска со смесью. Затем включают одновременно виброплощадку и секундомер. Вибрирование производят до тех пор, пока не начнется выделение цементного молока из любых двух отверстий диска. В этот момент выключают виброплощадку и секундомер. Полученное время (в секундах) характеризует жесткость бетонной смеси.

1.4.3 Корректировка состава бетонной смеси и изготовление образцов

Корректировка состава бетонной смеси для получения требуемой удобоукладываемости производится следующим образом.

Если удобоукладываемость бетонной смеси меньше требуемой (подвижность меньше, жесткость больше) - увеличивают расход воды и цемента, не изменяя их соотношения (В / Ц) на 5-10 % каждого.

Если удобоукладываемость смеси больше требуемой (подвижность больше, жесткость меньше) - увеличивают расход песка и щебня, не изменяя их соотношения (П / Щ) на 5-10 % каждого.

Эти мероприятия производятся до получения требуемой удобоукладываемости, но не дольше 30 мин со времени затворения смеси.

Результаты определения удобоукладываемости и корректировки состава бетонной смеси заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты корректировки состава бетонной смеси

Материал	Расчетный расход материалов, кг		Изменение расхода материалов при корректировке		
	на 1 м ³	на пробный замес	1	2	3
Цемент					
Песок					
Щебень					
Вода					
Удобоукладываемость:					
ОК					
Ж					
Суммарный расход материалов					

Для определения прочности на растяжение при изгибе и при раскалывании применяют призмы квадратного сечения размером 100X100X400 мм, 150X150X600 мм, 200X200X800 мм, допускается применять призмы размером 70X70X280 мм.

В зависимости от удобоукладываемости бетона и способа уплотнения опытные образцы изготавливаются следующим образом.

Перед использованием внутренние поверхности форм покрывают тонким слоем смазки, не влияющей на внешний вид и свойства поверхностного слоя бетона. Избыточное количество смазки может замедлить твердение бетона, снизить прочность и исказить результаты эксперимента.

Смесь с подвижностью более 10 см укладывают в формы слоями не более 100 мм штыкованием стальным стержнем диаметром 16 мм с закругленным концом.

При подвижности менее 10 см и жесткости менее 11 с смесь уплотняют вибрированием до прекращения выделения пузырьков воздуха и появления тонкого слоя цементного теста на поверхности.

При жесткости смеси более 11 с используют вибрирование с пригрузом (давление 0,04 кгс/см²).

Непосредственно после изготовления на каждый образец должна быть нанесена маркировка, отражающая номер группы, номер образца, дату изготовления.

1.5 Испытание образцов на растяжение при изгибе

Образцы, предназначенные для твердения в нормальных условиях, до распалубки хранят в формах, покрытых материалом, исключающим возможность испарения из них влаги при температуре воздуха (20 ± 5)°C. Распалубка производится для бетонов класса В 7,5 и выше не ранее, чем через 24 ч, класса В 5 и ниже не ранее, чем через 48-72 ч. Распалубленные образцы хранят при температуре (20 ± 3)°C и влажности воздуха (95 ± 5) %.

Испытание опытных образцов производится по истечении нормативного времени твердения (для естественного твердения обычно 28 суток). Предварительно образцы выдерживают при температуре (20 ± 5)°C и влажности воздуха не менее 33 % в течение 4 часов. Перед испытанием образцы подвергают осмотру, устанавливая наличие дефектов (трещины, околы ребер глубиной более 10 мм, раковины диаметром более 10 мм и глубиной более 5 мм, следы расслоения, недоуплотнения), при их наличии образцы испытанию не подлежат.

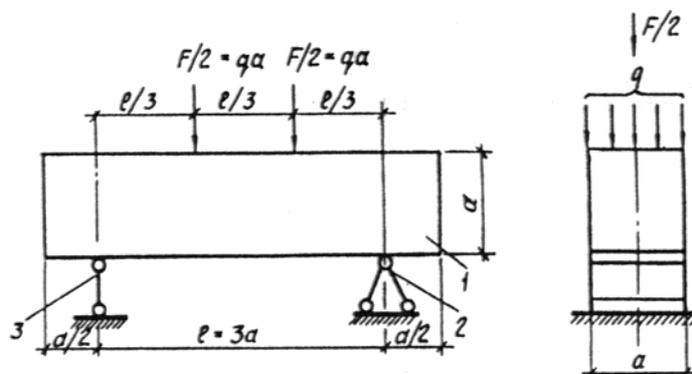
На образцах выбирают и отмечают грани, к которым должны быть приложены усилия в процессе нагружения. Плоскость изгиба образцов-призм при испытании на растяжение при изгибе должна быть параллельна слоям укладки.

Перед испытанием образцы измеряют и взвешивают с целью определения их средней плотности. Все образцы должны быть испытаны в расчетном возрасте в течение не более 1 ч.

Предварительно, исходя из предполагаемой прочности бетона, определяют требуемую мощность испытательной машины и скорость нагружения из условия, что ожидаемое значение разрушающей нагрузки должно быть в ин-

тервале 20-80 % максимальной нагрузки, а скорость нагружения должна составлять $(0,05 \pm 0,02)$ МПа/с при испытаниях на изгиб, при этом время нагружения одного образца должно быть не менее 30 с.

Образцы-призмы устанавливают в испытательное устройство по схеме (рисунок 1) и нагружают до разрушения.



1 — образец; 2 — шарнирно неподвижная опора; 3 — шарнирно подвижная опора

Рисунок 1 - Схема испытания на растяжение при изгибе

Если образец разрушился не в средней трети пролета или плоскость разрушения образца наклонена к вертикальной плоскости более, чем на 15° , то при определении средней прочности бетона серии образцов этот результат испытания не учитывают.

Прочность бетона, МПа (кгс/см^2), следует вычислять с точностью до 0,01 МПа ($0,1 \text{ кгс/см}^2$) при испытаниях на растяжение для каждого образца по формуле:

$$R_{\text{r}} = \delta \frac{Fl}{ab^2} \quad (6)$$

где F — разрушающая нагрузка, Н (кгс);

a, b, l — соответственно ширина, высота поперечного сечения призмы и расстояние между опорами при испытании образцов на растяжение при изгибе, мм (см);

δ — масштабный коэффициент, для образцов призм сечением 70, 100, 150, 200, 300 мм равен соответственно 0,86; 0,92; 1,00; 1,15; 1,34

Прочность бетона (кроме ячеистого) в серии образцов определяют как среднее арифметическое значение в серии:

из двух образцов — по двум образцам;

из трех образцов — по двум наибольшим по прочности образцам;

из четырех образцов — по трем наибольшим по прочности образцам;

из шести образцов — по четырем наибольшим по прочности образцам.

При отбраковке дефектных образцов прочность бетона в серии образцов определяют по всем оставшимся образцам, если их не менее двух. Результаты испытания серии из двух образцов при отбраковке одного образца не учитывают.

1.6 Обработка и оценка результатов

Прочность бетона МПа (кгс/см^2) вычисляют с точностью до 0,1 МПа, результат испытаний заносят в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты испытаний образцов тяжелого бетона.

Параметр	Номер образца		
	1	2	3
Дата изготовления образцов			
Дата испытания			
Заданная средняя прочность кгс/см^2 , МПа			
Масса образца, г			
Размер образца, см			
Номер испытательной машины, шкала			
Разрушающая нагрузка (кгс)			
Средняя прочность образца в момент испытания $R = F_l / ab^2$, кг/см^2			
Прочность бетона, приведенная к базовому образцу $R = \delta F_l / ab^2$, кг/см^2			

2 Определение истираемости дорожного бетона

2.1 Оборудование и материалы

Круг истирания типа ЛКИ-3 (рисунок 2), весы технические по ГОСТ 24104-88,

штангенциркуль по ГОСТ 166-89, стальные линейки по ГОСТ 427-75, шлифзерно 16 по ГОСТ 3647-80 или абразивный материал с учетом переводных коэффициентов по ГОСТ 13087-81.

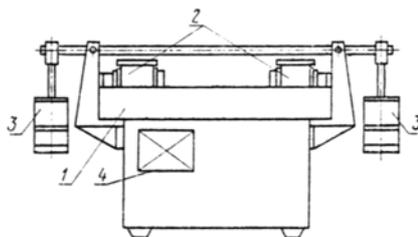
2.2 Определение истираемости бетона

2.2.1 Круг истирания имеет съемный, вращающийся в горизонтальной плоскости, истирающий диск, изготовленный из серого чугуна твердостью по Шере 30-50 ($185-215 \text{ кН/см}^2$). На поверхности истирающего диска не допускаются выбоины и углубления шириной более 5 мм и глубиной более 0,5 мм. Скорость вращения истирающего диска под нагрузкой (30 ± 1) об/мин.

Круг истирания оборудован приспособлениями для свободной (в вертикальной плоскости) установки образцов и их загрузки вертикальной нагрузкой, а также счетчиком оборотов с автоматическим выключением истирающего диска через каждые 30 м пути истирания.

2.2.2 Шлифзерно 16 по ГОСТ 3647-80 с насыпной плотностью ($1,72 \pm 0,05$) г/см³ должно соответствовать требованиям к маркам 23А или 24А по ОСТ 2 МТ 71-5-78. Допускается применение вместо шлифзерна 16 или абразивного материала с учетом переводных коэффициентов по ГОСТ 13087-81.

В этом случае следует экспериментально устанавливать переводные коэффициенты.



1 - истирающий диск; 2 - испытываемые образцы; 3 - нагружающее устройство; 4 - счетчик оборотов

Рисунок 2 - Круг истирания типа ЛКИ-3

2.2.3 Образцы для испытаний на круге истирания должны иметь форму куба с ребром длиной 70 мм или цилиндра диаметром и высотой 70 мм.

2.2.4 При определении истираемости бетона с зернами заполнителя крупностью до 20 мм образцы изготавливают в формах. Если бетон имеет зерна заполнителя крупностью более 20 мм, то образцы для испытаний должны выпиливаться или выбуриваться из изделий или бетонных образцов большего размера.

2.2.5 Испытание бетона на круге истирания проводят на воздушно-сухих образцах, предварительно выдержанных не менее 2 сут в помещении с температурой воздуха $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ и относительной влажностью $(50 \pm 20)\%$.

2.2.6 Истиранию подвергают нижнюю грань образца. Перед испытанием образцы взвешивают и измеряют площадь истираемой грани. Массу образцов и их размеры определяют с погрешностью 0,2 %. Неплоскостность поверхности истираемой грани образцов не должна превышать 0,05 мм на 100 мм длины. Результаты измерений образцов заносят в таблицу 6.

2.2.7 Боковые грани образцов-кубов, перпендикулярные истираемой грани, перед испытанием нумеруют цифрами 1, 2, 3, 4 и в последовательности этой нумерации образец поворачивают при проведении испытаний.

2.2.8 К каждому образцу (по центру) прикладывают сосредоточенную вертикальную нагрузку величиной (300 ± 5) Н, что соответствует давлению (60 ± 1) КПа. Такой величины нагрузку можно обеспечить, подвесив на рычаге, на концевой выточке, груз массой 5,52 кг.

2.2.9 На истирающий диск равномерным слоем насыпают первую порцию (20 ± 1) г шлифзерна 16 (на первые 30 м пути истирания каждого образца).

2.2.10 Одновременно на круге истирания типа ЛКИ-3 испытывают два образца.

После установки образцов и нанесения на истирающий диск абразива включают привод круга (предварительно убедившись в том, что он заземлен) и проводят истирание. Через каждые 30 м пути истирания, пройденного образцами (28 оборотов на истирающем круге типа ЛКИ-3), истирающий диск останавливают. С него удаляют остатки абразивного материала и истертого в порошок бетона и насыпают на него новую порцию абразива и снова включают привод истирающего круга. Указанную операцию повторяют 5 раз, что составляет 1 цикл испытаний (150 м пути испытания).

После каждого цикла испытаний образцы вынимают из гнезда, поворачивают на 90° в горизонтальной плоскости (вокруг вертикальной оси) и проводят следующие циклы испытаний. Всего проводят 4 цикла испытаний для каждого образца (общий путь истирания равен 600 м).

После 4 циклов испытания образцы вынимают из гнезд.

Воздушно-сухие образцы обтирают сухой тканью и взвешивают.

2.3 Обработка результатов

2.3.1 Истираемость бетона на круге истирания G_i в $\text{г}/\text{см}^2$, характеризующую потерей массы образца, определяют с погрешностью до 0,1 $\text{г}/\text{см}^2$ для отдельного образца по формуле

$$G_i = \frac{m_1 - m_2}{F},$$

(8)

где m_1 - масса образца до испытания, г;

m_2 - масса образца после 4 циклов испытания, г;

F - площадь истираемой грани образца, см^2 .

Истираемость бетона серии образцов \bar{G}_c определяют с погрешностью до 0,1 г/см² как среднее арифметическое значение результатов определения истираемости отдельных образцов серии по формуле:

$$\bar{G}_c = \frac{\sum_{i=1}^n G_i}{n}, \quad (9)$$

где n - число образцов в серии.

При вычислении средней истираемости серии образцов следует производить проверку выпадающих результатов по п.2.4.

Результаты испытаний заносят в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты испытаний

№ образца	Дата		Масса образца m, кг	Объём образца V, см ³	Истирание отдельного образца бетона, г/см ²	Истирание серии образцов, г/см ²	
	изготовления	испытания				всех	после отбраковки
1							
2							
3							
4							

2.4 Правила отбраковки выпадающих результатов

Результат испытания G_i признается выпадающим и исключается при вычислении средней истираемости серии образцов, если величина $T_i = \frac{\bar{G}_c - G_i}{S}$ превышает критическое значение T_k , приведенное в таблице 7.

Таблица 7- Критическое значение T_k ,

Число образцов в серии n	3	4	5	6
T_k	1,15	1,48	1,72	1,89

Среднее квадратическое отклонение истираемости бетона S в серии рассчитывается по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (G_c - G_i)^2}{n-1}} \quad (10)$$

При исключении выпадающего результата пересчитывают по оставшимся результатам среднюю истираемость бетона в серии образцов.

3 Контрольные вопросы

1. Что такое бетон и железобетон?
2. В чем особенность дорожного бетона?
3. Как производится подбор состава дорожного бетона?
4. Какие требования предъявляются к сырьевым компонентам для
5. дорожного бетона?
6. Назовите основные свойства бетонной смеси.
7. Как определяют подвижность, жесткость бетонной смеси?
8. Какие способы применяют для уплотнения бетонной смеси?
9. Влияние температуры на твердение бетона.
10. Какие основные факторы влияют на прочность бетона?
11. Как определяется истираемость дорожного бетона?
12. Что предпринимают, если при подборе состава удобоукладываемость бетонной смеси отличается от заданной (больше или меньше)?
13. Методы зимнего бетонирования.

Список использованных источников

1. Шейнина А.М. Цементобетон для дорожных и аэродромных покрытий.- М.: Транспорт, 1991.- 151 с.
2. Дорожно-строительные материалы: Учебник для автомобильно-дорожных институтов/ И.М.Грушко, И.В.Королев, И.М.Борщ, Г.М.Мищенко.- М.: Транспорт, 1983.- 383 с.
3. ГОСТ 26633-91 (СТСЭВ 1406 - 78). Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Heavy-weight and sand concretes. Specifications.-Взамен ГОСТ 10268-80; Введ 01.01.92-М.: Изд-во стандартов, 1992 – 23 с.: ил . УДК 691.32:006.354.Группа Ж 13.СССР.
4. Диковский И.А., Кравцов А.И. Механические свойства бетона: Учебное пособие для строительных специальностей вузов. - Оренбург.1998.-159 с.
5. Смеси бетонные: (Сборник): ГОСТ 10181.0-2000 - ГОСТ 10181.4- 2000.-М.: Изд-во стандартов , 2000 - 28 с.
6. ГОСТ 10180-90 (СТСЭВ 3918- 83) . Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам . = Concretes Methods for strength determination using reference specimens.-Взамен ГОСТ 10180-78 ; Введ 01.01.91-М.: Изд-во стандартов, 1990 – 45 с.: ил . УДК 691.32:620.001.4:006.354.Группа Ж 19.СССР.
7. Кальгин А.А., Сулейманов Ф.Г. Лабораторный практикум по технологии бетонных и железобетонных изделий .- М.: Высш. шк., 1994 .-272 с .: ил .
8. Ферронская А.В., Стамбулко В.И. Лабораторный практикум по курсу «Технология бетонных и железобетонных изделий»: Учеб. Пособие для вузов по спец. «Производство строительных изделий и конструкций». - М. : Высш. шк. , 1988 - 223 с.: ил.
9. Баженов Ю.М. Способы определения состава бетона различных видов: Учеб. пособие для вузов - М.: Стройиздат , 1975.- 268 с.
10. ГОСТ 27006-86 .Бетоны. Правила подбора состава .=Concretec. Rules for mix proportioning.-Введен 25.03.86- М.: Изд-во стандартов, 1986 – 9 с.: ил . УДК 691.32:620.113:006.354.Группа Ж 13.СССР.