**Содержание:**

I Введение

II Материалы и методики

III Результаты испытаний

IV Заключение

**II МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ**

Материалы:

1. Цемент М400
2. Щебень крупностью 40 мм
3. Песок средней крупности МКР = 2,47
4. Вода

Методики:

* + ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ОБРАЗЦОВ БЕТОНА НЕПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ

Объем образца на гидростатических весах определяют взвешиванием его на воздухе и в воде в соответствии со схемой, приведенной на чертеже:

4

2

1

5

3

Объем предварительно насыщенных водой образцов V0 в см3 определяют:

При испытании на гидростатических весах по формуле



где mHAC – масса насыщенного водой образца, определенная взвешиванием в воздухе, г;

 - масса насыщенного водой образца, определенная взвешиванием в воде,г;

 - плотность воды, принимаемая равной 1г/см3

* + ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ

1. Общие требования

1.1. Общие требования к методу определения водопоглощения бетонов – по ГОСТ 12730.0. - 78

2. Аппаратура и материалы

2.1. Для проведения испытания применяют:

весы лабораторные по ГОСТ 24104 – 80 или весы настольные по ГОСТ 23711 – 79;

шкаф сушильный по ГОСТ 13474 – 79;

емкость для насыщения образцов водой;

проволочную щетку или абразивный камень.

1. Подготовка к испытанию

Водопоглощение определяют испытанием образцов. Размеры и количество принимают по ГОСТ 12730.0 – 78.

Поверхность образцов очищают от пыли, грязи и следов смазки с помощью проволочной щетки или абразивного камня.

Испытание образцов производят в состоянии естественной влажности или высушенных до постоянной массы.

Сушку образцов производят по ГОСТ 12730.2 – 78.

1. Проведение испытания

Образцы помещают в емкость, наполненную водой с таким расчетом, чтобы уровень воды в емкости был выше верхнего уровня уложенных образцов примерно на 50 мм.

Образцы укладывают на прокладки так, чтобы высота образца была минимальной (призмы и цилиндры укладывают на бок).

Температура воды в емкости должна быть (202)0 С.

Образцы взвешивают через каждые 24 ч водопоглощения на обычных или гидростатических весах с погрешностью не более 0,1 %.

При взвешивании на обычных весах образцы, вынутые из воды, предварительно вытирают отжатой влажной тканью. Массу воды, вытекшую из пор образца на чашку весов, следует включать в массу насыщенного образца.

Испытание проводят до тех пор, пока результаты двух последовательных взвешиваний будут отличаться не более чем на 0,1 %.

Образцы, испытываемые в состоянии естественной влажности, после окончания процесса водонасыщения высушивают до постоянной массы по ГОСТ 12730.2 – 78.

1. Обработка результатов

5.1. Водопоглощение бетона отдельного образца по массе WM в процентах определяют с погрешностью до 0,1 % по формуле

,

где mC – масса высушенного образца, г;

mB – масса водонасыщенного образца,г.

5.2. Водопоглощение бетона отдельного образца по объему W0 в процентах определяют с погрешностью до 0,1 % по формуле

,

где – плотность сухого бетона, кг/м3;

 – плотность воды, принимаемая равной 1 г/см3.

5.3. Водопоглощение бетона серий образцов определяют как среднее арифметическое значение результатов испытаний отдельных образцов в серии.

5.4. В журнале, в который заносят результаты испытаний, должны быть предусмотрены следующие графы:

маркировка образцов;

возраст бетона и дата испытаний;

водопоглощение бетона образцов;

водопоглощение бетона серии образцов.

* + ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОРИСТОСТИ БЕТОНОВ ПО КИНЕТИКЕ ИХ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ (ДИСКРЕТНЫЙ СПОСОБ)

1. Кинетика водопоглощения бетона характеризуется приращением его массы во времени.
2. Кривые водопоглощения выражаются уравнением

,

где Wt – водопоглощение образца за время t, в процентах по массе;

WМ – водопоглощение образца, определенное по ГОСТ 12730.3 – 78, в процентах по массе;

е – основание натурального логарифма, равное 2,718;

t – время водопоглощения, ч;

 - показатель среднего размера открытых капиллярных пор, равный пределу отношений ускорения процесса водопоглощения к его скорости, определяемый по номограммам, приведенным на чертежах.

 - показатель однородности размеров открытых капиллярных пор, определяемый по номограммам, приведенным на чертежах.

1. При дискретном способе взвешивание производят через 0,25 и 1,0 ч после погружения высушенного образца в воду, а затем через каждые 24 ч до постоянной массы. Постоянной массой считают массу образца, при которой результаты двух последовательных взвешивании отличаются не более чем на 0,1 %. В конце испытаний производят гидростатическое взвешивание образца. По результатам испытаний рассчитывают относительное водопоглощение по массе в моменты времени t1 = 0,25 и t2 = 1 ч. По этим величинам с помощью номограмм определяют вспомогательный параметр  и параметр , по которым рассчитывают или получают по номограммам параметр .
2. Параметры пористости  и  серии образцов бетона определяют как среднее арифметическое значение результатов испытаний всех образцов серии.
3. Базовыми образцами при определении параметров пористости по кинетике водопоглощения являются куб с ребром 7 см или цилиндр диаметром и высотой 7 см.

**III РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

1. Определение водопоглощения и показателей пористости бетонов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число | Балки (5x5x20 см), г | | | | | | Кубики (7x7x7 см), г | | | | | |
| 51 | 52 | 53 | 61 | 62 | 63 | 51 | 52 | 53 | 61 | 62 | 63 |
| 16.12.02 | В сухом состоянии | | | | | | В сухом состоянии | | | | | |
| 1184 | 1210 | 1205 | 1239 | 1211 | 1217 | 888 | 874,1 | 831,8 | 812,1 | 916,7 | 897,4 |
| 16.12.02 | С парафином | | | | | | Через 15 мин | | | | | |
| 1188,2 | 1211,7 | 1210 | 1240,2 | 1215,2 | 1220 | 897,1 | 884,6 | 841,5 | 821,4 | 927,1 | 906,5 |
| 16.12.02 |  |  |  |  |  |  | Через 1 час | | | | | |
| 901,5 | 889,1 | 846,3 | 826,7 | 932,5 | 911,6 |
| 17.12.02 | 1191,4 | 1219,1 | 1214,1 | 1242,7 | 1219,1 | 1221,6 | 913,5 | 900 | 857,6 | 840,5 | 942,4 | 925,1 |
| 18.12.02 | 1192,7 | 1220,6 | 1215,6 | 1244,1 | 1220 | 1222,9 | 914,2 | 900 | 857,9 | 841,1 | 943,6 | 926,2 |
| 19.12.02 | 1190 | 1219,5 | 1214,5 | 1242,5 | 1219,3 | 1222,1 | 914,8 | 901 | 859,2 | 842,8 | 944,1 | 928,1 |
| 20.12.02 | 1192,1 | 1220 | 1214,7 | 1243,3 | 1219,6 | 1222,5 | 915,7 | 901,5 | 860,3 | 843,8 | 945,9 | 928,9 |
| 20.12.02 |  |  |  |  |  |  | Масса с проволокой | | | | | |
| 915,9 | 902,1 | 860,4 | 844,4 | 946,6 | 929,6 |
| 20.12.02 |  |  |  |  |  |  | Масса в воде | | | | | |
| 540 | 533 | 467 | 467 | 600 | 650 |

2. Определение прочности образцов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид бетона | Прочность образцов RБ ,  в возрасте | | | | |
| 12 ч | 24 ч | 3 суток | 7 суток | 28 суток |
| 1. Контрольный образец   Без добавок, В/Ц = 0,55 | 9 | 25 | 150 | 250 | --- |
| 1. ВНВ + 0,5 % квасцы   В/Ц = 0,41 | 5 | 16 | 330 | 400 | --- |
| 1. ВНВ + 15 % SiO2 +0,5 % квасцы   В/Ц = 0,41 | 10 | 40 | 340 | 500 | --- |

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ:

1. Определение водопоглощения

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Время, дни | Водопоглощение балок, % | | | | | | Время | | Водопоглощение кубиков, % | | | | | | | | |
| 51 | 52 | 53 | 61 | 62 | 63 | 51 | | 52 | | 53 | 61 | 62 | | 63 |
| 1 | 0,27027 | 0,61157 | 0,34025 | 0,20178 | 0,32205 | 0,13147 | 15 мин | | 1,02477 | | 1,20124 | | 1,16615 | 1,14518 | 1,1345 | | 1,01404 |
| 2 | 0,380068 | 0,73554 | 0,46473 | 0,31477 | 0,39637 | 0,23829 | 1 час | | 1,52027 | | 1,71605 | | 1,74321 | 1,79781 | 1,72357 | | 1,58235 |
| 3 | 0,152027 | 0,64463 | 0,37344 | 0,18563 | 0,33856 | 0,17256 | 1 день | | 2,87162 | | 2,96305 | | 3,10171 | 3,49711 | 2,80353 | | 3,08669 |
| 4 | 0,329392 | 0,68595 | 0,39004 | 0,2502 | 0,36334 | 0,20542 | 2 дня | | 2,95045 | | 2,96305 | | 3,13777 | 3,57099 | 2,93444 | | 3,20927 |
|  | | | | | | | | 3 дня | | 3,01802 | 3,07745 | 3,29406 | | 3,78032 | | 2,98898 | 3,42099 |
| 4 дня | | 3,11937 | 3,13465 | 3,4263 | | 3,90346 | | 3,18534 | 3,51014 |

Средние значения водопоглощения (%) кубиков и балок в зависимости от вида добавок

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Время | Балки (5x5x20см) | | Время | Кубики (7x7x7 см) | |
|  | ВНВ,  0,5% КВАСЦЫ,  В/Ц = 0,41 | ВНВ,  15% SiO2,  0,5% КВАСЦЫ,  В/Ц = 0,41 |  | ВНВ,  0,5% КВАСЦЫ,  В/Ц = 0,41 | ВНВ,  15% SiO2,  0,5% КВАСЦЫ,  В/Ц = 0,41 |
| 1 день | 0,407363 | 0,218431 | 15 мин | 1,13072 | 1,09791 |
| 2 дня | 0,526778 | 0,316476 | 1 час | 1,65984 | 1,70124 |
| 3 дня | 0,390033 | 0,232251 | 1 день | 2,97879 | 3,12911 |
| 4 дня | 0,468461 | 0,272987 | 2 дня | 3,01709 | 3,23823 |
|  |  |  | 3 дня | 3,12984 | 3,39677 |
| 4 дня | 3,22678 | 3,53298 |



1. Определение показателей пористости бетона

Объем предварительно насыщенных водой образцов (кубики) V0 ,см3:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 51 | 52 | 53 | 61 | 62 | 63 |
| 375,7 | 368,5 | 393,3 | 376,8 | 345,9 | 278,9 |

Относительное водопоглощение по массе,%

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t,ч | 51 | 52 | 53 | 61 | 62 | 63 |
| 0,25 | 1,02477 | 1,20124 | 1,16615 | 1,14518 | 1,1345 | 1,01404 |
| 1 | 1,52027 | 1,71605 | 1,74321 | 1,79781 | 1,72357 | 1,58235 |



Относительное водопоглощение по массе,%

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t,ч | ВНВ, 0,5% квасцы, В/Ц = 0,41 | | | ВНВ, 15% SiO2, 0,5% квасцы,  В/Ц = 0,41 | | |
| 0,25 | 1,02477 | 1,20124 | 1,16615 | 1,14518 | 1,1345 | 1,01404 |
| 1 | 1,52027 | 1,71605 | 1,74321 | 1,79781 | 1,72357 | 1,58235 |

Кубики с добавками ВНВ, 0,5% квасцы, В/Ц = 0,41

WM = 2,979 %



W0 = = 6,822 %

%

%



%

%

0,4





Кубики с добавками ВНВ, 0,5% квасцы, 15 % кремнезем SiO2, В/Ц = 0,41

WM = 3,12911 %



W0 = = 6,822 %

%

%



%

%

0,5







Распределение пор образцов по размерам



Анализируя полученный график можно прийти к выводу, что два вида образцов с добавками имеют меньший объем пор по сравнению с образцом без добавок.

Добавки привели к исчезновению макропор в обоих образцах с добавками, что оказывает положительное влияние на такие характеристики, как проницаемость, морозостойкость и морозосолестойкость.

Добавка с 15 % кремнезема приводит к смещению пористости образцов в область микропор, уменьшению объема переходных пор и макрокапилляров.