

№ 160  
«25» 01 2017г.

Свидетельство о  
состоянии  
измерений  
в лаборатории  
№ 104-15

Директору ООО «АгроТермал»  
Кикоть М.А.

### Протокол № 59

результатов определения влияния добавки МБЦ (базовая) для бетона на прочность после тепловлажностной обработки, выполненных ООО «ЛИАЦ «Качество» для ООО «АгроТермал»

#### Задачи:

1. Определить влияние добавки МБЦ (базовая) в количестве 10 % от массы цемента, введенной в бетонную смесь с расходом цемента от  $153 \text{ кг/м}^3$  до  $360 \text{ кг/м}^3$ , изготовленной на гравии и щебне, с подвижностью 5 см (П-2) после ТВО  $50^{\circ}\text{C}$ , ТВО  $80-85^{\circ}\text{C}$  на прочность бетона.

Добавка МБЦ (базовая) вводилась в бетонную смесь в сухом виде. Бетонные смеси изготавливались на цементе с нормальной плотностью цементного теста равной 31 %.

2. Дополнительно были изготовлены составы на щебне с добавкой МБЦ (базовая) в количестве 10 % от массы цемента, с расходом цемента  $220 \text{ кг/м}^3$  и  $240 \text{ кг/м}^3$  с подвижностью бетонной смеси 5 см (П-2) и 10 см (П-3). Добавка МБЦ (базовая) вводилась в бетонную смесь в сухом виде. Бетонные смеси изготавливались на цементе с нормальной плотностью цементного теста равной 28,8 %.

#### Ход работы:

##### 1. Подготовка исходных материалов

1.1 Изготовление бетонов производилось на инертных материалах, предварительно высушенных до постоянной массы.

Все исходные материалы: цемент, песок, щебень фр. 5-20 мм, гравий сортированный фр. 5-20 мм были испытаны и соответствуют требованиям ГОСТ 26633 -2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия»

Все вышеперечисленные добавки были доставлены из г. Омск от ООО «АгроТермал»

##### 2. Анализ качества исходных материалов

###### 2.1 Цемент.

-2.1.1. Портландцемент ЦЕМ I 42,5 Б ЗАО «Хайдельбергер Цемент Волга», г. Вольск. Партия №472/1 дата отгрузки 07.11.2016г.

Нормальная плотность цементного теста -31,0 %. Средняя прочность на сжатие через 28 суток - 49,3 МПа.

-2.1.2. Портландцемент ЦЕМ I 42,5 Б ЗАО «Хайдельбергер Цемент Волга», г. Вольск. Партия №420/1 дата отгрузки 28.11.2016г.

Нормальная плотность цементного теста -28,85 %. Средняя прочность на сжатие через 28 суток - 52,84 МПа.

## 2.2 Щебень из плотных горных пород фракции 5-20 мм

Испытания произведены по ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний».

Зерновой состав щебня

Показатели	Зерновой состав (частные и полные остатки в %), на ситах			
	20	10	5	прошло через сито 5
Размеры сит, мм				
частные остатки	3,4	70,43	25,57	0,6
полные остатки	3,4	73,83	99,4	100
Требования по ГОСТ 8267-93 (полный остаток на контрольном сите)	D до 10	0,5 (d+D) От 30 до 60 по ГОСТ 26633-2015 60-75 %	d от 90 до 100 по ГОСТ 26633-2015 25-40 %	

Месторождение: Челябинская область, г. Сатка. Марка по дробимости M1200, потеря массы -7,9 %. Насыпная плотность в сухом состоянии -1500 кг/м<sup>3</sup>. Насыпная плотность в естественном состоянии -1510 кг/м<sup>3</sup>. Влажность -0,5 %. Содержание пылевидных и глинистых частиц -0,3 %. Глина в комках отсутствует. Органические примеси отсутствуют. Щебень соответствует требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ» и ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия» по зерновому составу.

## 2.3 Гравий сортированный фракции 5-20 мм

Волжско - Камское месторождение

Испытания произведены по ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний».

Зерновой состав гравия

Показатели	Зерновой состав (частные и полные остатки в %), на ситах			
	20	10	5	прошло через сито 5
Размеры сит, мм				
частные остатки	8,07	48,9	39,53	3,5
полные остатки	8,07	56,97	96,5	100
Требования по ГОСТ 8267-93 (полный остаток на контрольном сите)	D до 10	0,5 (d+D) От 30 до 60 по ГОСТ 26633-2015 60-75 %	d от 90 до 100 по ГОСТ 26633-2015 25-40 %	

Марка по дробимости М1000, потеря массы -5,3 %. Насыпная плотность в сухом состоянии - 1600 кг/м<sup>3</sup>. Насыпная плотность в естественном состоянии -1675 кг/м<sup>3</sup>. Влажность -2,5 %. Содержание пылевидных и глинистых частиц -0,8 %. Глина в комках отсутствует. Органические примеси отсутствуют. Гравий соответствует требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ» и ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия» по зерновому составу.

### 2.3 Песок обогащенный

Месторождение: Волжско- Камское

Испытания проведены в соответствии с ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний».

#### Зерновой состав песка:

Размеры сит, мм	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16	прошло ч/з сито яч. 0,16	модуль крупности
Частные остатки песка	0	3,2	21,8	12,9	13,7	38,0	12,4	1,2	-
Полные остатки песка	0	3,2	21,8	34,7	48,4	86,4	98,8	100	2,9
Требования по ГОСТ 8736-2014	0,5	5	-	-	45-65	-	-	до 5	2,5-3,0 крупный

Песок относится к I классу, группа песка «крупный». Насыпная плотность в сухом состоянии -1590 кг/м<sup>3</sup>. Влажность -3,3 %. Содержание пылевидных и глинистых частиц -0,7 %. Глина в комках отсутствует. Органические примеси отсутствуют. Песок обогащенный соответствует требованиям ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия».

### 2.4 Вода

При изготовлении бетонов применялась вода, соответствующая требованиям ГОСТ 23732-2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия»

### 2.5 Добавки

При изготовлении бетонов применялась добавка: МБЦ (базовая) в количестве 10 % от массы цемента. Добавка вводилась в бетонную смесь в сухом виде.

## 3. Изготовление бетонов

Бетон изготавливался на сухих материалах. Перемешивание бетонной смеси производилось в лабораторной мешалке открытого типа принудительного действия.

Подвижность бетонной смеси определялась для каждого состава и составляла 5 см (П-2) и дополнительного состава - 10 см(П-3).

Контрольные образцы – кубы после ТВО 80-85<sup>0</sup> С, ТВО 50<sup>0</sup> С через 4 часа после остывания были испытаны, после ТВО 80-85<sup>0</sup> С, ТВО 50<sup>0</sup> С для дальнейшего хранения 27 суток, были распалублены и помещены в камеру нормального твердения, обеспечивающую условия твердения бетона при температуре +20±2<sup>0</sup>С и относительной влажности воздуха 95±5 %..

Составы бетонов и результаты определения пределов прочности при сжатии после ТВО 80-85<sup>0</sup> С, ТВО 80-85<sup>0</sup> С + 27 суток, ТВО 50<sup>0</sup> С, ТВО 50<sup>0</sup> С + 27 суток приведены в Приложении №1: Таблица №1, Таблица №2 на 4 листах.

Тепловлажностная обработка (ТВО) при температуре 80-85<sup>0</sup>С производилась по режиму:

-выдержка – 2 часа

- равномерный подъем температуры до (80-85)<sup>0</sup>С – (180±10) мин.

- изотермический прогрев при температуре (80-85)<sup>0</sup>С – (360±) мин.

-остывание образцов при отключенном прогреве - (120±10) мин.

Тепловлажностная обработка (ТВО) при температуре 50<sup>0</sup>С производилась по режиму:

-выдержка – 2 часа

- равномерный подъем температуры до 50<sup>0</sup>С – (180±10) мин.

- изотермический прогрев при температуре 50<sup>0</sup>С – (360±) мин.

-остывание образцов при отключенном прогреве - (120±10) мин.

#### Вывод:

По результатам испытаний бетонов после ТВО 50<sup>0</sup>С на гравии прочность бетона составила от 10,0 МПа до 42,0 МПа, после ТВО 50<sup>0</sup>С +27 суток прочность бетона составила от 18,1 МПа до 53,2 МПа.

По результатам испытаний бетонов после ТВО 80-85<sup>0</sup>С на гравии прочность бетона составила от 14,8 МПа до 44,8 МПа. После ТВО 80-85<sup>0</sup>С + 27 суток прочность бетона составила от 20,1 МПа до 53,1 МПа.

По результатам испытаний бетонов после ТВО 50<sup>0</sup>С на щебне прочность бетона составила от 10,6 МПа до 42,0 МПа, после ТВО 50<sup>0</sup>С +27 суток прочность бетона составила от 19,3 МПа до 57,8 МПа.

По результатам испытаний бетонов после ТВО 80-85<sup>0</sup>С на щебне прочность бетона составила от 16,3 МПа до 48,2 МПа. После ТВО 80-85<sup>0</sup>С + 27 суток прочность бетона составила от 21,0 МПа до 58,0 МПа.

По результатам испытаний дополнительных составов бетонов на цементе с нормальной плотностью цементного теста 28,8 %, с подвижностью 5см (П-2) - на щебне, с расходом цемента 220 кг/м<sup>3</sup>, 240 кг/м<sup>3</sup> после ТВО 50<sup>0</sup>С прочность бетона составила от 16,9 МПа до 19,2 МПа, после ТВО 50<sup>0</sup>С +27 суток прочность бетона составила от 37,2 МПа до 39,5 МПа.

По результатам испытаний бетонов после ТВО 80-85<sup>0</sup>С прочность бетона составила от 31,0 МПа до 33,0 МПа. После ТВО 80-85<sup>0</sup>С + 27 суток прочность бетона составила от 37,5 МПа до 40,5 МПа.

По результатам испытаний дополнительного состава бетона с расходом цемента 220 кг/м<sup>3</sup> с подвижностью бетонной смеси 10 см (П-3) после ТВО 50<sup>0</sup>С прочность бетона составила 20,7 МПа, после ТВО 50<sup>0</sup>С +27 суток прочность бетона составила 33,0 МПа.

После ТВО 80-85<sup>0</sup>С прочность бетона составила от 28,6 МПа. После ТВО 80-85<sup>0</sup>С + 27 суток прочность бетона составила 33,8 МПа.

Генеральный директор ООО «ИПАЦ «Качество»

Начальник ИЛ строительных материалов



Калеев Е.Н.

Красулина Н.К.

Режимы тепловлажностной обработки:

1. При  $T^0=50^{\circ}\text{C}$ :

- выдержка 3 часа,
- подъем до  $50^{\circ}\text{C}$  -3 часа,
- ТВО при  $50^{\circ}\text{C}$  -6 часов,

2. При  $T^0=80^{\circ}\text{C}-85^{\circ}\text{C}$ :

- выдержка 3 часа,
- подъем до  $80^{\circ}\text{C}-85^{\circ}\text{C}$  -3 часа
- ТВО при  $80^{\circ}\text{C}-85^{\circ}\text{C}$  -6 часов,

- отключение пропарочной камеры и термосное выдерживание образцов в камере.

Расход добавки «МБЦ – базовая» составлял 10 % от массы цемента  
Таблица №1

Цемент	Расход материалов на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг			Плотность бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>	Подвижность бетонной смеси ОК, см	В/В	В/Ц	Расход добавки кг	Предел прочности при сжатии, МПа после ТВО (Класс бетона)			
	песок	гравий	вода						$R_{\text{ТВО}} 50^{\circ}\text{C}$	$R_{\text{ТВО}} 80-85^{\circ}\text{C}$	$R_{\text{ТВО}} 50^{\circ}\text{C}+27$ суток	$R_{\text{ТВО}} 80-85^{\circ}\text{C}+27$ суток
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
153	934	1064	151	2318	5 (П-2)	0,90	0,99	15,3 (добавка вводилась в сухом виде)	10,2 9,9 ср. 10,0	15,0 14,7 ср. 14,8	17,9 18,3 ср. 18,1	20,5 19,4 ср. 20,1
173	943	1059	146	2338	5 (П-2)	0,77	0,84	17,3 (добавка вводилась в сухом виде)	11,4 11,8 ср. 11,6	16,0 15,7 ср. 15,8	20,2 21,0 ср. 20,6	22,0 21,2 ср. 21,6
197	928	1035	141	2321	5 (П-2)	0,65	0,72	19,7 (добавка вводилась в сухом виде)	16,4 16,0 ср. 16,2	25,3 24,5 ср. 24,9	31,7 29,3 ср. 30,5	30,9 30,7 ср. 30,8
219	919	1033	147	2339	5 (П-2)	0,61	0,67	21,9 (добавка вводилась в сухом виде)	17,3 18,4 ср. 17,9	26,4 27,6 ср. 27,0	33,0 32,6 ср. 32,8	35,0 34,8 ср. 34,9
227	908	1026	141	2325	5 (П-2)	0,56	0,62	22,7 (добавка вводилась в сухом виде)	18,4 17,7 ср. 18,0	27,3 27,2 ср. 27,3	32,2 33,6 ср. 32,9	34,7 35,9 ср. 35,0
238	905	1029	140	2335	5 (П-2)	0,53	0,59	23,8 (добавка вводилась в сухом виде)	19,6 20,5 ср. 20,0	28,9 30,6 ср. 29,8	33,2 33,7 ср. 33,5	37,0 36,6 ср. 36,8
250	902	1027	143	2348	5 (П-2)	0,52	0,57	25,0 (добавка вводилась в сухом виде)	24,5 24,6 ср. 24,6	31,9 32,2 ср. 32,1	36,4 36,8 ср. 36,6	40,4 39,5 ср. 40,0
260	894	1027	145	2353	5 (П-2)	0,51	0,56	26,0 (добавка вводилась в сухом виде)	27,0 26,8 ср. 26,9	34,9 33,8 ср. 34,4	38,4 37,6 ср. 38,0	41,9 42,0 ср. 42,0
280	882	1027	141	2358	5 (П-2)	0,46	0,50	28,0 (добавка вводилась в сухом виде)	30,6 29,8 ср. 30,2	35,2 35,0 ср. 35,1	44,3 44,9 ср. 44,6	46,1 44,5 ср. 45,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
300	864	1020	142	2354	5 (П-2)	0,43	0,47	30,0 (добавка вводилась в СУХОМ ВИДЕ)	33,5 <b>34,3 ср.33,9</b>	36,7 <b>37,4 ср.37,1</b>	45,6 <b>45,8 ср.45,7</b>	49,0 <b>48,4 ср.48,7</b>
360	820	1002	145	2363	5 (П-2)	0,37	0,40	36,0 (добавка вводилась в СУХОМ ВИДЕ)	41,8 <b>42,1 ср.42,0</b>	44,9 <b>44,7 ср.44,8</b>	53,8 <b>52,6 ср.53,2</b>	53,2 <b>53,0 ср.53,1</b>

**Режимы тепловлажностной обработки:**

**1. При  $T^0=50^0C$ :**

- выдержка 3 часа,
- подъем до  $50^0C$  -3 часа,
- ТВО при  $50^0C$  -6 часов,

**2. При  $T^0=80^0C-85^0C$ :**

- выдержка 3 часа,
- подъем до  $80^0C-85^0C$  -3 часа
- ТВО при  $80^0C-85^0C$  -6 часов,

- отключение пропарочной камеры и термосное выдерживание образцов в камере.

Расход добавки «МБЦ – базовая» составил 10 % от массы цемента

Таблица № 2

цемент	песок	щебень	вода	Плотность бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>	Подвижность бетонной смеси ОК, см	В/В	В/Ц	Расход добавки кг	Предел прочности при сжатии, МПа после ТВО (Класс бетона)			
									$R_{TBO}^{50^0C}$	$R_{TBO}^{80-85^0C}$	$R_{TBO}^{50^0C+27^0C}$	$R_{TBO}^{80-85^0C+27^0C}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
160	983	1092	165	2415	5 (П-2)	0,94	1,03	16 (добавка вводилась в сухом виде)	10,2 11,0 ср. 10,6	16,6 16,0 ср. 16,3	19,6 19,0 ср. 19,3	20,5 21,5 ср. 21,0
178	966	1090	159	2410	5 (П-2)	0,81	0,89	17,8 (добавка вводилась в сухом виде)	13,8 14,0 ср. 13,9	17,2 17,2 ср. 17,2	24,0 23,4 ср. 23,7	25,1 26,2 ср. 25,6
201	964	1085	160	2429	5 (П-2)	0,72	0,80	20,1 (добавка вводилась в сухом виде)	16,3 17,0 ср. 16,6	25,9 27,1 ср. 26,5	32,6 30,9 ср.	29,4 30,9 ср. 30,2
219	948	1073	157	2420	5 (П-2)	0,65	0,72	21,9 (добавка вводилась в сухом виде)	17,2 17,9 ср. 17,6	26,9 27,9 ср. 27,4	31,6 32,6 ср. 32,1	33,9 34,6 ср. 34,2
231	947	1078	155	2433	5 (П-2)	0,61	0,67	23,1 (добавка вводилась в сухом виде)	18,1 18,8 ср. 18,5	28,2 29,6 ср. 28,9	32,8 33,7 ср. 33,2	35,8 34,8 ср. 35,3
241	943	1078	157	2443	5 (П-2)	0,59	0,65	24,1 (добавка вводилась в сухом виде)	21,8 21,8 ср. 21,8	31,5 31,9 ср. 31,7	38,3 38,7 ср. 38,5	38,7 39,2 ср. 39,0
250	939	1079	158	2450	5 (П-2)	0,57	0,63	25,0 (добавка вводилась в сухом виде)	26,6 26,4 ср. 26,5	34,8 35,0 ср. 34,9	41,4 43,0 ср. 42,2	42,7 43,8 ср. 43,3
260	931	1079	155	2451	5 (П-2)	0,54	0,60	26,0 (добавка вводилась в сухом виде)	28,1 28,0 ср. 28,1	35,2 34,9 ср. 35,0	42,8 41,5 ср. 42,2	43,2 44,9 ср. 43,8
280	919	1073	151	2451	5 (П-2)	0,49	0,54	28,0 (добавка вводилась в сухом виде)	32,8 32,0 ср. 32,4	35,6 35,6 ср. 35,6	48,9 50,4 ср. 49,7	50,9 49,8 ср. 50,4
300	900	1064	154	2447	5 (П-2)	0,47	0,51	30,0 (добавка вводилась в сухом виде)	37,8 37,4 ср. 37,6	43,0 42,8 ср. 42,9	52,5 52,0 ср. 52,2	55,7 55,5 ср. 55,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
360	860	1062	149	2466	5 (П-2)	0,38	0,41	36,0 (добавка вводилась в сухом виде)	41,8 42,1 <b>ср.42,0</b>	48,6 47,8 <b>ср.48,2</b>	57,9 57,7 <b>ср.57,8</b>	58,1 58,0 <b>ср.58,0</b>
220 ИПЦТ= 28,8	950	1055	159	2406	10 (П-3)	0,66	0,72	22 (добавка вводилась в сухом виде)	20,7 20,6 <b>ср.20,7</b>	28,6 28,4 <b>ср.28,6</b>	33,0 33,1 <b>ср.33,0</b>	33,6 33,9 <b>ср.33,8</b>
220 ИПЦТ= 28,8	968	1090	146	2447	5 (П-2)	0,60	0,66	22 (добавка вводилась в сухом виде)	16,5 17,3 <b>ср.16,9</b>	30,5 31,4 <b>ср.31,0</b>	37,9 36,5 <b>ср.37,2</b>	37,4 37,6 <b>ср.37,5</b>
240 ИПЦТ= 28,8	960	1095	145	2464	5 (П-2)	0,55	0,60	24 (добавка вводилась в сухом виде)	19,3 19,1 <b>ср.19,2</b>	32,8 33,8 <b>ср.33,0</b>	39,6 39,4 <b>ср.39,5</b>	40,7 40,3 <b>ср.40,5</b>