

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА СИЛИКАТНОГО КАМНЯ ИЗ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

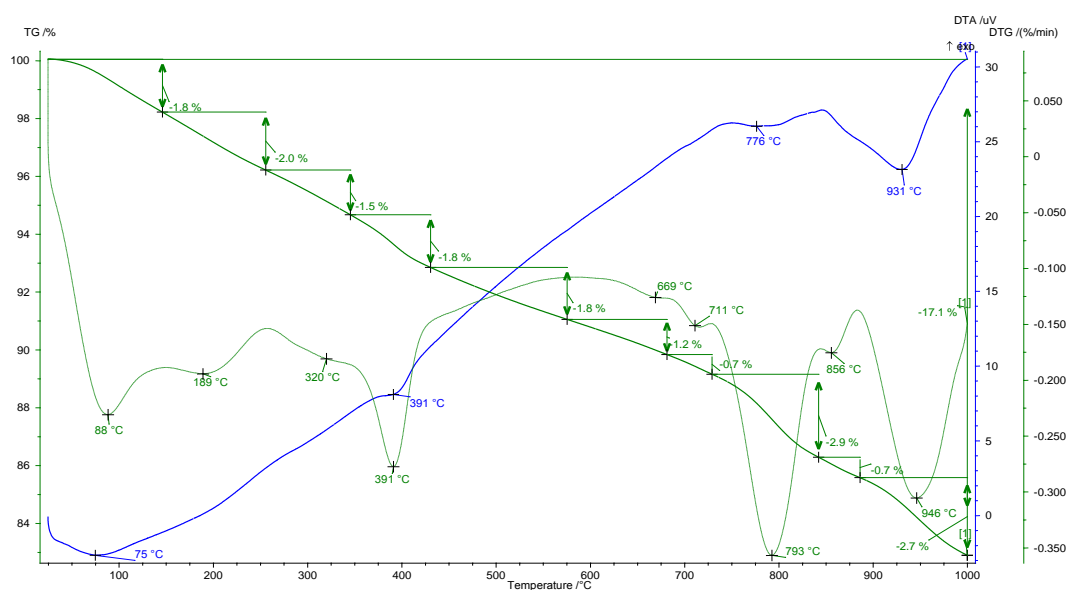


Рисунок 5 – Термограмма автоклавированного зольно-кварцевого образца

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчаренко Г.И. Зола углей КАТЭКа в строительных материалах. Изд-во Красноярского ун-та, 1991. – 180 с.
2. Овчаренко Г.И. Газобетоны на основе высококальциевых зол ТЭЦ / Г.И. Овчаренко, Ю.В. Щукина, К.П. Черных; АлтГТУ им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – 233 с.
3. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ: Учеб. пособ. – М.: Высш. шк., 1981. – 335 с.

4. Рамачандран В.С. Применение дифференциального термического анализа в химии цементов. Перевод с англ. – М.: Стройиздат, 1977. – 408 с.

Овчаренко Г.И. – д.т.н., профессор,
Фомичев Ю.Ю. – аспирант, **Францен В.Б.** – к.т.н., доцент, Алтайский государственный технический университет, E-mail: egogo1980@mail.ru.

УДК 666.972

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОРИСТОСТЬ БЕТОНА

Л.Г. Плотникова, А.П. Пичугин, Ю.А. Веригин

В статье изложены результаты исследования влияния условий твердения бетона на его пористость, как общую, так и открытую. Показано, что пропаривание бетона увеличивает пористость бетона, особенно открытую, в бетонах разных марок по прочности и удобоукладываемости.

Ключевые слова: бетонная смесь, бетон, тепловая обработка, плотность, пористость, водопоглощение.

ВВЕДЕНИЕ

Тепловая обработка бетона является эффективным средством ускорения производства и широко применяется в технологии сборного железобетона. Она во многом определяет конечные физико-технические свойства бетона. При выборе режима тепловой обработки следует исходить не только из необходимости в ускорении процессов гидрата-

ции, но и учесть его влияние на формирование структуры материала, его пористости.

Степень заполнения объема бетона твердым веществом является его существенной физической характеристикой, от которой зависят почти все основные технические свойства – прочность, морозостойкость, водонепроницаемость, коррозионная стойкость, теплопроводность[1].

Однако показатель общей пористости мало говорит о структуре бетона и не определяет полностью какого-либо из перечисленных свойств. Важным показателем для оценки структуры бетона является характер пористости, определяемый размерами пор, их формой и степенью замкнутости. Имеющиеся в бетоне поры можно разделить: на открытые, или сообщающиеся между собой в виде капиллярных ходов, каналов и полостей; и закрытые и полужамкнутые (труднодоступные), изолированные друг от друга, в виде мельчайших воздушных пузырьков или более крупных ячеек, заполненных воздухом.

Открытая пористость – это пористость насыщения. Объем таких пор в бетоне свидетельствует о возможной степени его насыщения газом, водой или другой жидкостью. Сообщающиеся поры количественно оцениваются водопоглощением по объему и свидетельствуют о способности бетона к фильтрации жидкости или газа. Общая пористость бетона и его проницаемость – понятия неоднозначные. Бетон может обладать достаточной пористостью и то же время иметь малую водопроницаемость.

Величина общей пористости бетона, а также форма и диаметры капилляров в значительной степени зависят от условий твердения бетона. Применение тепловой обработки для ускорения твердения бетона в производственных условиях приводит к увеличению общей пористости бетона и созданию направленной капиллярной пористости. Причин здесь несколько.

Во-первых, бетон представляет собой композит, состоящий из разнородных материалов: цемента, воды, крупного и мелкого заполнителей. При этом каждый материал имеет свой коэффициент температурного расширения. Вода расширяется в десятки раз больше, чем твердый скелет, что приводит к разрыхлению первоначальной структуры бетонной смеси. А после затвердевания и охлаждения она не может вернуться в первоначальное состояние.

Во-вторых, миграция воды при нагревании от открытой поверхности вглубь изделия, а при охлаждении – а обратном направлении создает большое количество направленных капиллярных пор.

Степень влияния этих факторов на пористость бетона зависит от многих факторов и, в первую очередь, от режима тепловой обработки, а также от содержания воды в бетонной смеси, или от ее марки по удобоукладываемости.

В данной статье рассматривается только один аспект этой проблемы – влияние удобоукладываемости бетонной смеси на пористость бетона, при постоянных показателях других факторов.

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В работе использовались:

Цемент – портландцемент М400 Д20 Голухинского цементного завода, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия».

Песок - полевошпатовый с поймы р. Обь с модулем крупности 1,3 и количеством глинистых и илистых примесей 2,4%. Насыпная плотность составляет 1390 кг/м³, истинная – 2,69 г/см³.

Щебень - Верх-катунский, дробленный из гравия, с показателем дробимости Др8, фракции 5-20. Содержание пылеватых, илистых и глинистых 0,8%, зерен неправильной формы – 12%. Истинная плотность равна 2,727 г/см³, насыпная – 1510 кг/м³.

Вода водопроводная питьевая.

Эксперимент выполнялся на бетонах наиболее часто используемых марок М200 и М300 с разной удобоукладываемостью бетонной смеси. Проектирование состава бетона производилось методом абсолютных объемов. Применение пластифицирующих добавок не предусматривалось. В таблице 1 приведены составы исследуемых бетонов. Из бетонных смесей требуемой удобоукладываемости формовались образцы 100x100x100 мм. Половина из них твердела в нормальных условиях. Другая половина образцов подвергалась пропариванию по режиму 3+6+3 часа, с двухчасовой предварительной выдержкой. Температура изотермической выдержки 80°С. После тепловой обработки образцы хранились в камере нормального твердения вместе с образцами нормального твердения. Испытанию и те и другие образцы подвергались в возрасте 28 суток.

Фактическая плотность бетонной смеси устанавливалась непосредственно на отформованных образцах. Плотность бетона определялась в соответствии с ГОСТ 12730.1-78.

Водопоглощение определялось с учетом капиллярного подсоса. Для этого образцы вначале погружались в воду на 1/3 объема на 24 часа, затем, на 2/3 - также на сутки, далее образцы полностью погружались в воду и

Таблица 1 – Составы бетонов исследуемых марок и удобоукладываемостей

Марка бетона		Расход компонентов, кг на 1м ³				Плотность бетонной смеси, кг/м ³
По прочности	По удобоукладываемости	цемент	песок	щебень	вода	
M200	П3	287	611	1267	215	2380
	П2	267	651	1287	200	2405
	П1	253	670	1306	190	2419
	Ж1	233	707	1327	175	2442
	Ж2	220	737	1337	165	2459
M300	Ж3	213	745	1348	160	2466
	П2	351	597	1269	200	2417
	П1	333	624	1284	190	2431
	Ж1	307	670	1300	175	2452
	Ж2	290	689	1323	165	2467

Таблица 3 – Результаты испытания бетонной смеси и бетона

Марка бетона		Бетонная смесь			Бетоны нормального твердения			Бетоны после пропаривания		
По прочности	По удобоукладываемости	фактическая плотность, кг/м ³	коэффициент уплотнения	Истинная плотность бетона, кг/м ³	фактическая плотность, кг/м ³	общая пористость, %	водопоглощение по объему (открытая пористость), %	фактическая плотность, кг/м ³	общая пористость, %	водопоглощение по объему (открытая пористость), %
П2	2317	0,963	2635	2190	16,9	12,8	2148	18,5	15,8	
П1	2391	0,988	2674	2257	15,6	12,2	2203	17,6	15,0	
Ж1	2383	0,976	2680	2283	14,8	11,3	2227	16,9	14,1	
Ж2	2368	0,963	2681	2300	14,2	10,6	2255	15,9	12,9	
Ж3	2354	0,955	2643	2284	13,6	9,9	2210	16,4	12,9	
M300	П2	2390	0,989	2662	2263	15,0	11,6	2215	16,8	14,6
	П1	2378	0,979	2662	2273	14,6	10,8	2228	16,3	13,8
	Ж1	2386	0,973	2667	2307	13,5	9,8	2251	15,6	13,0
	Ж2	2418	0,980	2667	2328	12,7	9,1	2288	14,2	11,2

выдерживались до полного насыщения (до постоянной массы). Результаты испытания бетонной смеси и бетона приведены в таблице 2.

Для определения общей пористости бетона необходимо знать его истинную плотность. Точное определение этого показателя затруднительно, т.к. требуется измельчить в тонкий порошок большую среднюю пробу бетона.

С достаточной для практических целей точностью можно ограничиться определением истинной плотности по сумме абсолютных объемов всех твердых компонентов, содержащихся в единице объема бетона, включая и химически связанную воду [2].

В данной работе истинная плотность бетона рассчитывалась на фактический состав конкретного бетона, исходя из плотности уложенной бетонной смеси. В таблице 3 приведен пример такого расчета.

Таблица 3 – Расчет истинной плотности бетона марки M200 с удобоукладываемостью смеси П3

Сырьевые компоненты	Состав бетонной смеси, кг на 1 м ³		Бетон		
	расчетный	фактический	Масса компонентов, кг	Абсолютный Объем компонентов, м ³	Истинная плотность, кг/м ³
Цемент	287	284	327*	0,135*	2666
Песок	611	605	605	0,225	
Щебень	1267	1255	1255	0,460	
Вода	215	213	-	-	
Сумма	2380	2357	2187	0,820	

Примечание: *- масса и абсолютный объем цементного камня

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе результатов эксперимента видно, что общая пористость бетона, подвергнутого пропариванию (рисунок 1, б), существенно выше пористости бетона естественного твердения (рисунок 1, а). Увеличение составляет от 1,5 до 2,8% абсолютных значений пористости (или на $10,3 \pm 21,6\%$ - относительно пористости непропаренных бетонов).

Еще более значительное влияние тепловая обработка оказывает на величину открытой пористости, то есть пористости доступной для проникновения воды в бетон. Фильтрация воды в бетоне средней плотности может происходить главным образом в обход цементного камня по микрополостям в местах контактов цементного камня и заполнителей. Эти полости образуются в результате внутреннего водоотделения при седиментации цементного теста или неравномерных усадочных напряжений, которые возникают при нагревании и охлаждении изделий притепловой обработки.

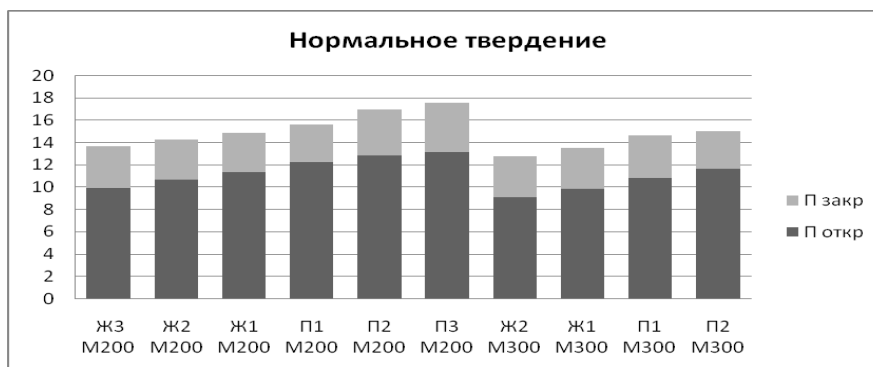
Открытая пористость в пропаренных бетонах возросла в среднем на 26,4% (от 21,7 а)

до 32,7) относительно такого же бетона, не подвергавшегося тепловой обработке. В абсолютных значениях это увеличение составляет от 2,1 до 4,1%.

Следует отметить увеличение влияния тепловой обработки на структуру пористости бетона с увеличением количества воды в бетонной смеси, и уменьшение влияния – при увеличении расхода цемента, т.е. марки бетона, при этом открытая пористость возрастает на 20-30%, относительно того же бетона, твердевшего в нормальных условиях.

2. Степень влияния пропаривания на пористость бетона зависит от марки бетонной смеси по удобоукладываемости, и в меньшей степени от содержания цемента в бетоне.

3. При выборе тепловой обработки в качестве способа ускорения твердения бетона необходимо учитывать ее влияние на структуру бетона и как следствие на его эксплуатационные характеристики.



б)

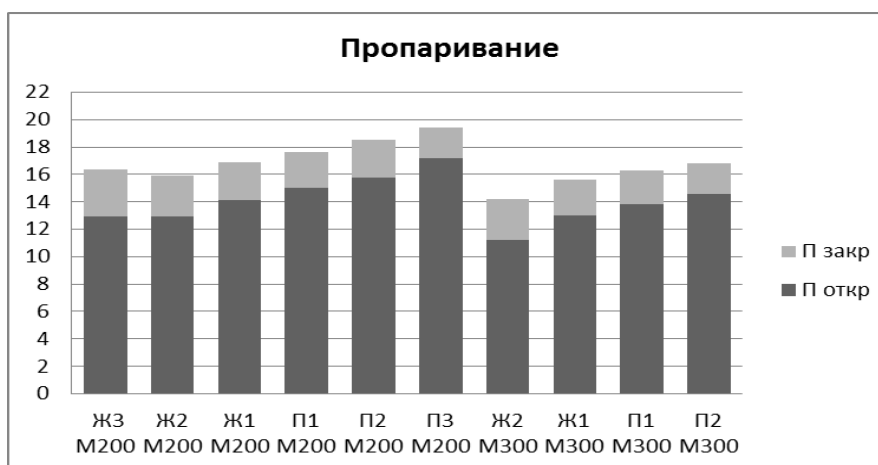


Рисунок 1 – Зависимость общей и открытой пористости от удобоукладываемости смеси: а) для бетонов нормального твердения; б) для бетонов, подвергнутых пропариванию

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Технология бетона : учеб.для вузов по строит. специальностям / Ю. М. Баженов. - М.: Изд-во Ассоц. строит.вузов, 2002. – 499 с.
2. Лермит Р. Проблемы технологии бетона / Роберт Лермит; пер. с фр. В. И. Контовта; под ред. и с предисл. А. Е. Десова. – Изд. 3-е. – М.: Изд-во Ассоц. строит.вузов, 2006. – 135 с.

Плотникова Л.Г. – к.т.н., профессор, Алтайский государственный технический университет, E-mail: egogo1980@mail.ru, Пичугин А.П. – д.т.н., профессор, Новосибирский государственный аграрный университет, Веригин Ю.А. – д.т.н., профессор, Алтайский государственный технический университет.

УДК 69 + 624.131.6 (0.8374)

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПРИЧИНЫ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БАРНАУЛА

О.Н. Романенко, Л.Н. Амосова, В.С. Ревякин, А.В. Ван

Приводятся гидрогеологические условия территории и причины повышения уровня грунтовых вод. Возможности ГИС-технологий при исследовании изменений гидрогеологической обстановки на территории города. Рекомендуемые мероприятия по поддержанию санитарного и экологического состояния городских территорий.

Ключевые слова: грунт, подземные воды, уровень грунтовых вод, процесс подтопления, источники питания, водоносный горизонт, геоинформационные системы, геоэкологические исследования.

На территории г. Барнаула выделяют следующие подземные воды, залегающие первыми от поверхности и оказывающие влияние на инженерно-геологические условия:

- подземные воды типа «верховодка»;
- грунтовые воды аллювиальных отложений пойм р.Оби, рек Барнаулки и Пивоварки (aQ_{IV});
- грунтовые воды аллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ^1_{III});
- грунтовые воды аллювиальных отложений второй надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ^2_{III});
- грунтовые воды аллювиальных отложений третьей надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ^3_{II});
- водоносный комплекс красnodубровской свиты ($Q_{I-II} kgd$).

Подземные воды типа «верховодка»

Имеют локальное распространение в зоне аэрации и встречаются на различных элементах рельефа. Они имеются на 2-ой и 3-ей надпойменных террасах р. Барнаулки, в долине р. Пивоварки, на водораздельных пространствах и склонах Приобского плато.

«Верховодки» образуются на участках, где в зоне аэрации водопроницаемые грунты подстилаются грунтами с пониженными фильтрационными свойствами. Питание «верховодки» осуществляется за счет инфильтрации дождевых и талых вод, а также утечек из водонесущих коммуникаций. Интенсивное пополнение запасов «верховодки» происходит весной в период снеготаяния.

В пределах второй и третьей надпойменных террас р. Барнаулки, а также на её левом коренном склоне «верховодка» встречается в песках и приурочена к понижениям рельефа, часто имеющим замкнутый характер. Этому способствует дюнно-рядовой рельеф золотых песков с замкнутыми котловинами. Водоупорами являются суглинки, супеси и пачки песков с частыми прослоями суглинков и супесей (переслаивание)

В долине р. Пивоварки «верховодка» встречается от ул.Северо-Западной вверх по долине. На Приобском плато «верховодка» приурочена к замкнутым понижениям рельефа (западины), где скапливаются талые и дождевые воды. Такие западины