

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР

ИНСТИТУТ СООРУЖЕНИЙ

~~Библиотека Института
Филиала А.Н. СССР~~

Р. П. БУРБА

УЛУЧШЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ
МАЛОЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ
ДОБАВКОЙ БЕНТОНИТА

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Библиотека Института
Филиала А.Н. СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК УЗССР

Ташкент — 1952

Придание бетону водонепроницаемости за счет увеличения расхода силикатцемента приводит к повышенному тепловыделению гидратирующимся цементом в теле бетонного массива.

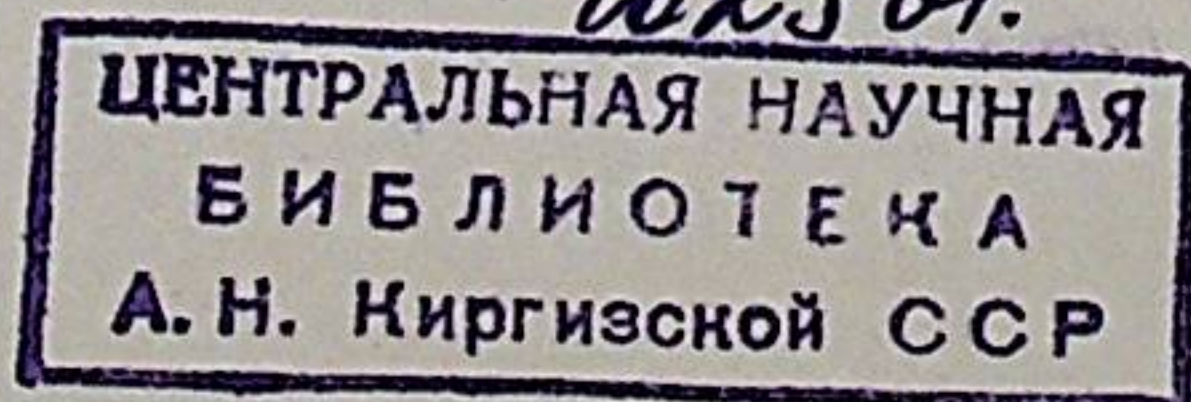
Это тепловыделение, полезное в целом ряде случаев (например, при бетонировании конструкций с значительным модулем поверхности, при низких температурах окружающей среды), совершенно недопустимо для массивного бетона.

В районах Средней Азии, климатические условия которой отличаются высокими летними температурами, небольшой влажностью воздуха и горячими ветрами, применение бетонов с большим расходом силикатцемента особенно противопоказано. Для снижения эффекта тепловыделения в массивном бетоне в последнее время стали выпускать специальные низкотермичные силикатцементы, характеризующиеся повышенным содержанием C_2S и C_4AF и малым содержанием C_3S и C_3A , а также трехкомпонентные гидротехнические цементы, получаемые путем совместного помола силикатцементного клинкера, кислой гидравлической добавки, кварцевого песка и гипса. Применение низкотермичных цементов хотя и снижает эффект тепловыделения, но не избавляет, однако, бетонные массивы от возникновения усадочных деформаций. Кроме того, ограничения расхода цемента в бетоне, установленные из условия плотности бетона, вызывают неоправданный, с точки зрения прочности бетонного сооружения, перерасход цемента. Снижение содержания в бетоне силикатцемента до предела, обусловленного требуемой прочностью, и повышение его водонепроницаемости возможно введением в бетон добавки бентонита в виде водной суспензии.

Основным вопросом реферируемой работы является исследование влияния водной суспензии бентонита на свойства малоцементного бетона. Известно, что в 1946—1948 гг.

102561.

3



в ЦНИИМФ велись работы по изучению влияния бентонита на свойства бетона. Но в виду того, что назначению дозировок бентонита не предшествовало тщательное изучение коллоидной системы „бентонит+вода“, авторам не удалось учесть тех особенностей в поведении этой системы, которые, в основном, обуславливают оптимальную дозировку бентонита и определяют поведение дисперсной системы „цемент+вода+бентонит“. Слишком большое содержание добавки (5% бентонита от веса цемента) принималось авторами за начальную дозировку при изучении основного свойства бетонов—водонепроницаемости.

Назначение добавки бентонита в процентах от веса цемента, при разных составах бетона, не позволяло авторам сохранить постоянной концентрацию водной суспензии бентонита. При изучении одного какого-нибудь свойства бетонов с разным расходом цемента, различная концентрация водной суспензии бентонита оказывала различное действие на изучаемое свойство, вследствие чего не наблюдалось идентичности в действии на бетон суспензии бентонита. Эти обстоятельства не позволили авторам обнаружить благоприятное действие водной суспензии бентонита на свойства бетона.

На основании наблюдений за свойствами и поведением суспензий бентонита различной концентрации автор диссертационной работы пришел к выводу, что положительное действие на бетон этих суспензий можно ожидать при концентрациях в 1%, 1,5%, 2,5% и 3,5%. Методика же расчета количества бентонита заключалась в том, что дозировка добавки велась не от количества цемента на 1 м³ бетона, а от количества воды затворения. Это давало возможность сохранить постоянство концентрации суспензии при изучении ее действия на бетоны с разным расходом цемента.

Реферлируемая работа состоит из трех глав.

В первой главе дается краткий обзор наиболее употребительных микронаполнителей, встречающихся в Средней Азии, приводятся результаты действия их на свойства бетонов и излагаются теоретические объяснения физических свойств бентонита и его водной суспензии, а также предположения о характере их воздействия на бетон.

Бентонит представляет собой вид глины, образовавшейся в результате расстекловывания и химического изменения стекловидных частиц вулканического пепла или туфа.

Особое строение частиц монтмориллонита (основного минерала, составляющего бентонит), характерное для одномерных коллоидов, определяет структурообразование и тиксотропное поведение водной суспензии бентонита.

Обладая высокой степенью дисперсности, большой поверхностной энергией, бентонит способен адсорбционно связывать большое количество воды и прочно ее удерживать.

Особое строение кристаллической решетки (подвижность ее), а также состав обменных катионов диффузного слоя монтмориллонита (Na⁺ ионы) способствуют при соприкосновении с водой сильному набуханию частиц бентонита.

Указанные свойства бентонита и его водной суспензии должны улучшить свойства малоцементного бетона в следующих направлениях:

а) водная суспензия бентонита должна придать цементному тесту, а значит и бетонной смеси, ярко выраженные тиксотропные свойства, способствующие лучшей укладке бетонной смеси;

б) структурообразование системы вода—бентонит придаст седиментационную устойчивость цементной суспензии;

в) наличие большой поверхностной энергии частиц бентонита сведет к минимуму водоотделение—основную причину большой водопроницаемости малоцементных бетонов.

Предположения относительно воздействия на бетон водной суспензии бентонита полностью подтвердились экспериментальными данными, которые приводятся во второй главе диссертации.

Эта глава, состоящая из четырех разделов, посвящается экспериментальной части работы.

В первом разделе содержатся исследования влияния водной суспензии бентонита на свойства цементного теста и раствора.

Во втором разделе описаны исследования по влиянию водной суспензии бентонита на свойства бетонной смеси и затвердевшего бетона.

Третий раздел посвящен изучению влияния обработанного содой (Na₂CO₃) бентонита, введенного в виде водной суспензии, на подвижность бетонной смеси и основные свойства бетона. Обработкой бентонита содой предполагалось заместить Са ионы, находящиеся в диффузном слое бентонита, на Na⁺ ионы.

Проверялось замещение сравнением данных анализа поглощенных оснований естественного бентонита и обработанного.

Четвертый раздел содержит исследования по вопросу влияния на свойства бетона бентонита, введенного в виде тонкомолотого порошка.

Результаты всех этих исследований приведены в таблицах 1—17.

Таблица 1

Влияние водной суспензии бентонита на седиментационную устойчивость цементной суспензии.

Вид смеси	Видимый объем осадка в см ³ после отстаивания в течение минут:				
	0	15	30	45	60
Цемент—вода	250	50	25	25	25
Цемент—вода + 2,5% бентонита	250	245	245	245	245

Из табл. 1 видно, что водная суспензия бентонита придает хорошую седиментационную устойчивость цементной суспензии.

Таблица 2

Влияние водной суспензии бентонита на водоотделение цементного теста, раствора и бетона

Добавка бентонита в % от веса воды	Коэффициент водоотделения (в %)		
	цементного теста	Раствора состава 1:4	бетона состава 1:3, 75:3,65
0	30,4	13,3	5,35
2,5	4,35	3,34	0

Из рассмотрения данных табл. 2 видно, что водная суспензия бентонита, связывая воду, значительно сокращает водоотделение цементного теста, растворной и бетонной смеси. Коэффициент водоотделения цементного теста, приготовленного на суспензии бентонита, снижается в 7 раз, раствора—в 4 раза и бетона—в 5 раз.

* v_1 —объем видимого осадка в начале опыта,
 v_2 —объем видимого осадка после 3-часового отстаивания.

Таблица 3

Влияние водной суспензии бентонита на расплыв конуса растворной смеси состава 1:4 при встряхивании.

Добавка бентонита в % от веса воды	осадка конуса (в см)	Диаметр расплыва конуса при встряхивании (в мм)
0	1,4 3,0	190 240
2,5	1,5 3,0	245 270

Таблица 4

Влияние водной суспензии бентонита на расплыв конуса бетонной смеси состава 1:2, 7:7, 25 при встряхивании (при постоянном В/Ц=0,85).

Добавка бентонита в % от веса воды затворения	Осадок нормального конуса (в см)	Диаметр расплыва нормального конуса при встряхивании (в мм)
0	11,0	500
2,5	3,6	550

Из таблиц 3 и 4 видно, что водная суспензия бентонита, обладая тиксотропными свойствами, придает эти свойства бетонной и растворной смеси, увеличивая их растекаемость при встряхивании, что видно из сравнения диаметров расплыва конусов, раствора и бетона.

Таблица 5

Влияние водной суспензии бентонита на испарение воды затворения из смеси раствора состава 1:4 с В/Ц=1,0 при T=+34°C.

Добавка бентонита в % от веса воды	Количество испарившейся воды в % от первоначального веса за время испарения от начала опыта в минутах						
	0	30	60	90	120	150	180
0	—	13,5	31,0	53,0	71,0	75,0	80,0
2,5	—	6,0	16,5	31,0	42,0	46,5	55,0

Из табл. 5 видно, что бентонит является хорошей водоудерживающей добавкой, препятствующей испарению воды из бетона и раствора в условиях высоких летних температур.

Таблица 6

Влияние водной суспензии бентонита на капиллярный подсос и деформацию набухания образцов из раствора состава 1:4 при В/Ц = 1,0 (призмы размером 20×20×250 мм).

Добавка бентонита в % от веса воды	подъем воды за первые 4 часа (в мм)	Подъем воды за 8 часов (в мм)	Подъем воды за сутки (в мм)	Подъем воды за двое суток (в мм)	Относительное удлинение призмы за трое суток в мм/м.
1,5	25,0	40,0	45,0	52,0	—
2,5	8,0	14,0	25,0	35,0	0,086
3,5	25,0	35,0	50,0	90,0	—

Таблица 7

Влияние водной суспензии бентонита на водопоглощение раствора состава 1:4 при В/Ц = 1,0.

Количество бентонита в % от веса воды	Количество воды, поглощенной образцом, в см ³ за:			Водопогл.- в % к эталонному образцу, принятому за 100%
	одни сутки	двое суток	трое суток	
0	13,8	22,2	22,2	100
1,5	6,4	12,3	12,3	56,0
2,5	4,92	7,4	7,4	33,7
3,5	18,0	24,5	24,5	111,0

Из данных таблиц 6 и 7 видно, что водная суспензия бентонита снижает капиллярный подсос в растворах и их водопоглощение. Наибольшее снижение капиллярного подсоса и водопоглощения наблюдается при 2,5-процентной добавке бентонита от воды затворения.

Из табл. 8 видно, что водная суспензия бентонита практически не изменяет прочности растворов на сжатие и растяжение.

Таблица 8

Влияние водной суспензии бентонита на прочность образцов раствора состава 1:4 при В/Ц = 1,0.

Добавка бентонита в % от веса воды затворения	Предел прочности при сжатии в кг/см ²		Предел прочности при растяжении в кг/см ² в возрасте 28 дней
	через 7 дней	через 28 дней	
0	29,5	50,0	16,7
2,5	23,4	55,3	17,0

Водная суспензия бентонита придает хорошую связность бетонной и растворной массе.

Связность бетонной массы характеризовалась коэффициентом связности, определенном при помощи прибора, предложенного автором. Прибор для определения связности представляет собой железную ванну с перпендикулярно приваренными к ее дну железными прутьями по двум concentрическим окружностям с диаметрами: меньшим — 200 мм, большим — 250 мм. Расстояние в свету между прутьями внутренней окружности принято 50 мм; прутья на внешней окружности располагаются в шахматном порядке по отношению к прутьям внутренней окружности. Определение коэффициента связности основано на преодолении сил сцепления бетонной массы при прохождении между металлическими прутьями и разделении ее при укладке вибрированием.

Устанавливая нормальный конус на круг, образованный внутренними прутьями, и вибрируя бетонную смесь после снятия конуса, получим: d_c и d_p , где

d_c — диаметр расплыва бетонной смеси (насыщенной крупным наполнителем);

d_p — диаметр расплыва отделившегося раствора.

По формуле $K_{cs} = \frac{d_c}{d_p}$ определяем коэффициент связности

бетона. Коэффициент связности, характеризующий удобоукладываемость бетонной смеси, для состава бетона 1:2,7:7,25 без добавки бентонита, был равен $K_{cs} = 0,65$, а с добавкой 2,5% бентонита от веса воды $K_{cs} = 0,97$.

Т а б л и ц а 9

Влияние водной суспензии бентонита на предел прочности при сжатии бетона состава 1:2,7:7,25 при постоянном диаметре расплыва бетонной смеси. $d = 50 - 55$ см и влажном хранении.

Добавка бентонита в % от веса воды	Предел прочности бетона при сжатии (в кг/см ²)			
	влажное хранение		воздушное хранение	
	7 дней	28 дней	7 дней	28 дней
0	67,0	113,0	58,0	68,0
2,5	76,0	115,0	58,0	100,0

Т а б л и ц а 10

Влияние водной суспензии бентонита на предел прочности бетона при сжатии состава 1:2,7:7,25 при одинаковом водоцементном отношении В/Ц = 0,93 и влажном хранении.

Добавка бентонита в % от веса воды	Предел прочности при сжатии (в кг/см ²)			
	образцов, изготовленных штыкованием		образцов, изготовленных вибрированием	
	через 28 дней	через 3 месяца	через 28 дней	через 3 месяца
0	103	116,0	107,0	120,0
2,5	110	118,0	115,0	135,8

Т а б л и ц а 11

Влияние водной суспензии бентонита на предел прочности бетона при сжатии для состава 1:2,7:7,25 при постоянной подвижности бетонной смеси и влажном хранении.

Добавка бентонита в % от веса воды	Предел прочности при сжатии (в кг/см ²) через		
	28 дней	3 месяца	8 месяцев
0	120,0	140,0	234,5
2,5	105,0	135,0	237,0

Т а б л и ц а 12

Влияние вида хранения на предел прочности при сжатии бетона с добавкой бентонита от веса воды при постоянной осадке конуса.

Добавка бентонита в % от веса воды	Состав бетона 1:2,7:7,25					
	предел прочности при сжатии (в кг/см ²)					
	влажное хранение		воздушное хранение		комбинированное хранение	
	28 дней	3 месяца	28 дней	3 месяца	28 дней	3 месяца
0	120,0	140,0	58,0	71,0	135,0	161,0
1,5	120,0	133,0	60,0	70,8	135,0	159,0
2,5	105,0	135,0	72,0	79,5	115,0	153,0
3,5	103,0	112,0	69,0	73,5	118,0	148,0

Т а б л и ц а 13

Влияние водной суспензии бентонита на прочность сцепления арматуры с бетоном.

Добавка бентонита в % от веса воды	выдавливающие усилия (в кг)	временное сопротивление (в кг/см ²)
0	390	153,0
1,5	410	160,0
2,5	520	205,0

Приведенные в таблицах 9—13 данные показывают, что:
а) благодаря хорошей водоудерживающей способности бетон с добавкой бентонита оказывается более воздухоустойчивым. Предел прочности при сжатии бетона в 28-дневном возрасте, затворенного на суспензии бентонита, при воздушном хранении составляет 68% от прочности бетона того же возраста при влажном хранении, а предел прочности бетона при воздушном хранении без добавки бентонита составляет для того же возраста 48% от прочности бетона при влажном хранении;

б) бетонная смесь с добавкой бентонита, обладая повышенными тиксотропными свойствами, при вибрировании укладывается плотнее бетонной смеси без добавки бентонита, вследствие чего предел прочности при сжатии вибрированного бетона с добавкой бентонита выше предела прочности при сжатии вибрированного бетона без добавки бентонита;

в) предел прочности бетона с добавкой бентонита, в количестве 2,5% от веса воды, при влажном хранении образцов и при постоянном водоцементном отношении, несколько выше прочности бетона без добавки бентонита при всех равных прочих условиях;

г) прочность сцепления арматуры с бетоном, характеризуемая пределом прочности сцепления при выдавливании арматурного стержня из образца бетона, увеличивается при добавке бентонита, что также характеризует более плотное строение бетона.

Т а б л и ц а 14

Влияние водной суспензии бентонита на морозоустойчивость бетона состава 1:2,7:7,25 с В/Ц = 0,8.

Добавка бентонита (в % от веса воды)	Предел прочности при сжатии контрольных образцов (в кг/см ²)	Предел прочности при сжатии образцов бетона после 150 циклов замораживания и оттаивания	Потеря прочности бетоном после 150 циклов замораживания и оттаивания (в % от прочности контрольных образцов)
0	175	78,2	56,0
2,5	170	108,5	36,5

Т а б л и ц а 15

Влияние водной суспензии бентонита на начало фильтрации при испытании бетона на водонепроницаемость при постоянной осадке конуса = 4,0 см.

Состав бетона	Добавка бентонита в % от веса воды	Давление воды в атм, выдержанное образцом до начала фильтрации			
		влажное хранение		комбинированное хранение	
		появление капель	поверхность залита водой	появление капель	поверхность залита водой
1:2,7:7,25	0	5,0	6,5	6,5	7,0
"	1,5	7,0	8,5	7,5	8,5
"	2,5	10,5	12,5	10,0	12,0
1:3,75:9,65	3,5	9,0	12,0	9,5	11,5
"	0	1,5	2,5	1,0	2,5
"	1,5	4,0	5,0	4,0	5,0
"	2,5	8,5	10	7,5	9,0
"	3,5	5,5	7,5	4,5	5,5

Из таблицы 14 видно, что добавка бентонита в бетон в количестве 2,5% от веса воды затворения повышает морозоустойчивость бетона.

Из таблицы 15 видно, что водная суспензия бентонита значительно повышает водонепроницаемость бетонов. Особый эффект от добавки бентонита получается в малоцементных бетонах (1:3,75:9,65, Ц=170 кг/м³).

Влияние добавки бентонита на скорость фильтрации воды через бетонные образцы (h=15 см; d=15 см) состава 1:3,75:9,65 с осадкой конуса=4,0 см, при увеличении давления от 1 до 10 атмосфер (при выдерживании под каждой ступенью давления в течение 1 часа) показано в табл. 16.

Т а б л и ц а 16

Добавка бентонита в % от веса воды	Количество профильтрованной воды (в см ³) по достижении давления				
	2 атм	4 атм	6 атм	8 атм	10 атм
0	30	95	157	210	313
1,5	0	0	23	60	80
2,5	0	0	0	0	35
3,5	0	0	10	45	33

Табл. 16 показывает значительное снижение фильтрационной способности малоцементного бетона.

Добавка 2,5% бентонита снизила количество воды, профильтрованной в течение 10 часов через образцы бетона, почти в 9 раз.

Водная суспензия обработанного содой бентонита, а также введение бентонита в бетон в виде тонкомолотого порошка, показали худшие результаты в отношении действия на бетон, по сравнению с водной суспензией необработанного бентонита. Поэтому соответствующие экспериментальные данные в автореферате не приведены.

17. В третьей главе диссертации дается теоретическое обоснование действию водной суспензии бентонита на свойства бетона.

Основными свойствами бетонной смеси, влияющими на водонепроницаемость отвердевшего бетона, являются водоотделение, связность бетонной массы, равномерное распределение в смеси вяжущего материала, удобоукладываемость.

Бетон представляет собой дисперсную систему, в которой дисперсной фазой является цемент, заполнитель и воз-

дух, а средой—вода. Водоотделение есть внешнее проявление явлений, происходящих на границе дисперсной фазы и дисперсионной среды. При затворении бетона водой происходит адсорбция молекул воды поверхностью твердого тела. Адсорбционная способность материалов, составляющих твердую фазу бетона, не одинакова, так как не одинаков их минералогический состав, дисперсность и другие свойства. Из всех составляющих твердую фазу бетона только 1/6 часть, принадлежащая цементу (для обычных бетонов), обладает способностью связывать воду, увеличиваясь при этом в объеме за счет образования мощной диффузной оболочки.

Остальная часть твердой фазы бетона (песок, гравий) не способна удерживать на своей поверхности большего количества воды, чем это требуется для смачивания. Необходимое количество воды, обеспечивающее требуемую подвижность бетонной смеси, превышает то количество воды, которое может удержать твердая фаза бетона. Эта излишняя вода, за исключением той ее части, которая удерживается в межмицеллярных пространствах и микрокапиллярах цемента, отделяется бетоном, собирается под нижними поверхностями заполнителей, препятствуя сцеплению цемента с заполнителем и, после испарения, оставляет массу пор, по которым, в основном, и происходит фильтрация. Сказанное подтверждается приведенными в диссертации микрофотографиями затвердевшего бетона.

Бентонит, характеризуемый чрезвычайно развитой удельной поверхностью, обладает большой адсорбционной способностью и является хорошей водоудерживающей добавкой в бетоне. Кроме того, сплетение мощных гидратных оболочек, образованных частицами бентонита, препятствует выводу воды и способствует равномерному ее распределению в бетоне, что видно из микрофотографии строения цементной пленки в бетоне с добавкой бентонита. Связность бетонной смеси и равномерное распределение вяжущего материала является необходимым условием, обеспечивающим водонепроницаемость затвердевшего бетона.

Связность бетонной и растворной смеси обуславливается, в основном, физико-химическими процессами, происходящими на поверхности раздела твердое тело—жидкость. Бетоны, содержащие большое количество цемента, частицы которого при соприкосновении с водой образуют на своей поверхности коллоидные пленки, обладают хорошей связностью. Помимо связывающего действия, коллоидные пленки на поверхности частиц оказывают смазочное действие. Малоцементные бетонные смеси почти не обладают связностью,

в них наблюдается резкое внешнее и внутреннее расслаивание. Внутреннее расслаивание бетонной смеси, протекающее вслед за внешним и заключающееся в оседании крупных и более мелких частиц цемента, продолжается вплоть до полного загустевания или схватывания цементного теста.

Вначале осаждаются крупные и мелкие зерна песка, а затем уже между ними и поверх них осаждаются крупные и мелкие зерна цемента.

Такое расслаивание способствует неравномерному распределению цемента в массе бетона и создает водопроницаемые прослойки, по которым, в основном, идет фильтрация. Степень внутреннего расслаивания определяется скоростью и полнотой осаждения зерен цемента в воде, т. е. седиментационной устойчивостью цементно-водных суспензий. Малая устойчивость цементно-водной суспензии приводит к тому, что до начала схватывания происходит распадление цементно-водных суспензий внутри бетона.

Частицы суспензированного бентонита, имеющие размеры одномерных коллоидов, способны к образованию на своей поверхности мощных адсорбционных пленок диффузного характера с высокой структурной вязкостью и плотностью.

Значительная толщина диффузного слоя, образованного частицами бентонита, объясняется большим содержанием ионов Na^+ в обменном комплексе.

Диффузные слои, образованные частицами бентонита, создавая расклинивающее действие, способствуют седиментационной устойчивости суспензии цемент—вода+бентонит.

Добавка бентонита, увеличивая суммарную поверхность коллоидных пленок, способствует хорошей связности малоцементного бетона. Хорошая связность бетонной и растворной массы с добавкой бентонита объясняется еще и седиментационной устойчивостью суспензии цемент—вода+бентонит.

Явно выраженное структурообразование, наблюдаемое в бетоне с добавкой бентонита, обусловленное особой формой частиц бентонита, также способствует связности бетонной смеси. Водная суспензия бентонита, придавая структурную вязкость системе цемент—вода+бентонит, обеспечивает ее полную стабильность. Хорошая седиментационная устойчивость суспензии цемент—вода+бентонит, устраняя внутреннее разделение бетонной смеси, обеспечивает равномерное распределение цемента во всей массе бетона. Для подтверждения вышесказанного, в диссертации даются микрофотограммы, показывающие распределение цемента в бетоне с добавкой бентонита и без добавки.

Хорошая связность бетонной смеси с добавкой бентонита, отсутствие водоотделения при достаточной подвижности бетонной смеси, являются факторами, обеспечивающими хорошую удобоукладываемость бетона.

Водная суспензия бентонита, увеличивая связность бетонной массы, не уменьшает ее подвижности.

Подвижность бетонной массы—растекание ее при механическом уплотнении (вибрировании), обеспечивается ярко выраженными тиксотропными свойствами, приобретаемыми бетонной смесью при добавке бентонита.

Из основных внутренних факторов, зависящих от природы и состояния дисперсной фазы и определяющих тиксотропное поведение тонко-дисперсных систем, можно выделить следующие: 1) состав дисперсной фазы, 2) степень дисперсности (размер частиц), 3) форма частиц, 4) способность к набуханию, 5) толщина гидратных оболочек вокруг частиц. В зависимости от того, какой из факторов определяет тиксотропное поведение дисперсной системы и в какой степени этот фактор действует,—будет меняться скорость структурообразования и прочность структуры, т. е. предельное напряжение сдвига.

Природа и механизм тиксотропных превращений различен для разных дисперсных систем. Некоторые дисперсные системы обладают слабо выраженными тиксотропными свойствами с образованием слабой структуры, другие дисперсные системы, как суспензия бентонита, обладают ярко выраженными тиксотропными свойствами с образованием прочной структуры. Бетонная смесь обладает, как и многие коллоидные растворы, структурной вязкостью, изменяющейся со скоростью сдвига или со скоростью колебаний, но тиксотропные свойства ее, обусловленные наличием гидратной оболочки на частицах цемента, выражены очень слабо.

Недостаточная толщина гидратных оболочек, образованных цементом при его затворении, не может обеспечить ярко выраженную способность к структурообразованию свежеприготовленной бетонной смеси, что подтверждается недостаточной седиментационной устойчивостью цементно-водной суспензии.

Водная суспензия бентонита, имея все вышеперечисленные предпосылки для структурообразования, увеличивает число факторов, определяющих тиксотропное поведение бетонной смеси и усиливает степень их действия, благодаря чему бетонная смесь с добавкой бентонита обладает ярко выраженными тиксотропными свойствами. На более сильную тиксотропную способность бетона и раствора с добавкой бентонита указывает больший диаметр расплыва конуса,

полученный при встряхивании растворов смесей состава 1:4 одинаковой подвижностью по осадке конуса (табл. 3):

Ярко выраженные тиксотропные свойства бетонной смеси способствуют лучшему уплотнению ее при вибрировании.

Более плотная укладка бетона является существенным фактором, повышающим водонепроницаемость отвердевшего бетона.

Водонепроницаемость малоцементного бетона с добавкой бентонита объясняется также и тем обстоятельством, что стенки пор и микропор отвердевшего бетона покрыты коллоидной пленкой бентонита.

Наличие пленки бентонита приводит к образованию мощного диффузного слоя воды, адсорбированной на поверхности стенок капилляров.

Диффузный слой воды стесняет или полностью перекрывает слоем малоподвижных молекул жидкости живое сечение капилляра.

Возможно, что в случае водного хранения образцов бетона, наличие бентонитовой пленки несколько задерживает скорость химических реакций, происходящих при гидратации цементных зерен, препятствуя нормальному течению диффузии между частицами цемента, но некоторая задержка химических реакций, обусловленная присутствием пленки водной суспензии бентонита, компенсируется увеличением площади контактов между составляющими твердую фазу бетона, которое нужно предполагать в бетонах с добавкой бентонита вследствие их лучшей укладки и уменьшенного водоотделения.

При воздушном хранении образцов бетона с добавкой бентонита пленка бентонита, удерживая на своей поверхности большое количество адсорбционно связанной воды, замедляет своим присутствием водоотдачу цементного геля.

Выводы

1. Рассматривая физические явления, происходящие на границе твердой фазы бетона и воды, можно сказать, что вода, имеющая особую структуру с наличием значительного дипольного момента, характеризуется высокой активностью.

Коллоидные пленки образованные действием воды на поверхности зерен цемента и бентонита способствуют связности бетонной смеси.

2. Добавка в бетон, не более определенного количества (2,5% от веса воды), бентонита снижает водоотделение, увеличивает связность бетонной смеси, устраняет внешнее и

внутреннее расслаивание и повышает водонепроницаемость малоцементного бетона.

3. Более плотная укладка бетона с добавкой бентонита, при вибрированном методе уплотнения, приводит к повышению его прочности.

4. Мощные диффузные оболочки, образованные частицами бентонита вокруг зерен цемента, несколько предохраняют гель цемента от испарения воды затворения, благодаря чему обеспечивается большая воздухоустойчивость бетона с добавкой бентонита (во всяком случае, при нормальных воздушно-сухих условиях хранения).

5. Добавка бентонита более 2,5% от веса воды лишает бетонную смесь тиксотропных свойств.

Заключение

Добавка бентонита в бетон в виде водной суспензии в количестве 2,5% от веса воды является эффективным средством, улучшающим свойства бетонов с малым расходом цемента и значительно повышающим его водонепроницаемость. Применение добавки бентонита может быть рекомендовано для бетонных сооружений, требующих высокой водонепроницаемости и не требующих высокой прочности, так как особенно эффективна эта добавка в бетонах с малым расходом цемента.

Придание водонепроницаемости малоцементным бетонам расширит область их применения, а также даст возможность уменьшить экзотермию бетона при сооружении больших массивов, что особенно важно при производстве бетонных работ в условиях Средней Азии. Территориально тяготеющие к зоне строительства Главного Туркменского канала залежи Джебельских бентонитов допускают возможность широкого использования их для получения водонепроницаемого бетона на низкокачественных мелких заполнителях (барханные пески).

Распространенность залежей бентонита, незначительная его стоимость, простой способ приготовления суспензии обеспечивают практическое применение этой добавки.

Р00344. Подписано к печати. 6/III—52 г. Бумага 60×92 $\frac{1}{16}$ —0,63
бум.—1,25 печ. л. Изд. л. 1,25. Тираж 100

Типография Из-ва АН УзССР. Заказ 139. Ташкент—1952 г.