

Баранова Галина Павловна

**СМЕШАННЫЕ ВЯЖУЩИЕ
НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИЙ ЦЕМЕНТОВ
С СУЛЬФОБЕЛИТОАЛЮМИНАТНЫМИ
И МИКРОКРЕМНЕЗЕМИСТЫМИ ДОБАВКАМИ**

05.17.11. – Технология силикатных и тугоплавких
неметаллических материалов

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Красноярск 2004

Работа выполнена на кафедре “Строительные материалы и изделия”
Красноярской государственной архитектурно-строительной академии

Научный руководитель :
кандидат технических наук,
доцент

Василовская Н.Г.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ

Бердов Г.И.

кандидат технических наук,
доцент

Смиренская В.Н.

Ведущая организация:

ОАО “Научно-технический прогресс”, г. Красноярск

Защита состоится “___” _____ 2004 г. в _____ часов на заседании
диссертационного совета Д 212.269.08 при Томском политехническом университете
по адресу: 634034, г. Томск, пр. Ленина, 30, корп. 2, ауд. 117.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке
Томского политехнического университета.

Автореферат разослан “___” _____ 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета,
кандидат технических наук, доцент

Петровская Т.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Растущая потребность различных отраслей народного хозяйства в эффективных строительных материалах, специальных видах цементов требуют от цементной промышленности не только увеличения выпуска вяжущего, но и расширения его ассортимента, в частности, разработки новых более эффективных видов специальных цементов, предназначенных для индустриальных методов строительства.

Весьма перспективными в этом плане являются особо быстротвердеющие и расширяющиеся цементы.

В цементной промышленности расширяющиеся цементы производятся на основе глиноземистых цементов, ресурсы которых в стране ограничены, а стоимость велика.

Быстротвердеющие портландцементы, производимые в настоящее время, имеют недостаточную скорость нарастания прочности и требуют пропаривания при изготовлении изделий на заводах железобетонных конструкций. Поэтому изыскание простых в технологическом исполнении и сравнительно дешевых способов получения смешанных вяжущих, каждый компонент которых играет определенную роль в процессах гидратации и структурообразования, является актуальной задачей.

Возможности большей утилизации промышленных отходов Братского алюминиевого завода, Железногорского кремниевого завода (микрокремнезема) и Красноярского химико-металлургического завода (белитового шлама), использования в производстве высокопрочных и высокопластичных бетонов на рядовом цементе, приводят к снижению энергозатрат при получении строительных материалов и возможности переориентации действующих предприятий на прогрессивную технологию.

Работа выполнялась в рамках научно-исследовательских работ КрасГАСА по НТП “Архитектура и строительство” и межвузовской региональной НТП “Вузовская наука - регионам” (4Р “Экология и новые технологии Красноярского края” (раздел “Строительство”)).

Целью работы является разработка составов и технологии смешанных вяжущих на основе рядовых цементов, кремнеземистой и белитсодержащих добавок для активации структурообразования при получении быстротвердеющих и высокопрочных бетонов.

Для достижения цели **решались поставленные задачи:**

- обоснование выбора добавок, обеспечивающих формирование центров кристаллизации при твердении вяжущих;
- исследование процессов гидратации смешанных вяжущих;
- исследование процессов твердения и формирования кристаллических фаз в композициях рядового цемента с сульфобелитоалюминатной добавкой;
- исследование процессов твердения и формирования кристаллических фаз в композициях рядового цемента с микрокремнеземистой добавкой;
- исследование цементного камня;
- разработка практических рекомендаций для завода ЖБИ.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- установлено, что введение сульфобелитоалюминатной добавки в количестве 12% способствует образованию равномерно распределенного по объему этtringита на более ранних стадиях схватывания и твердения портландцемента, что в сочетании с вторично протекающими процессами образования этtringита приводит к сокращению сроков твердения смешанных вяжущих на 50 %;
- установлено, что введение сульфобелитоалюминатной добавки в количестве 12% приводит к формированию более прочной структуры цементного камня, что обусловлено микроармирующим эффектом игольчато-кристаллической структуры гидросульфалюмината кальция;
- установлено, что микрокремнеземистая добавка в количестве до 20% в составе бетонной смеси обеспечивает образование активного монослоя на поверхности заполнителя, что приводит к формированию низкоосновных гидросиликатов в контактной зоне заполнитель-цементный камень и увеличивает прочность на 50-75%.

Практическая значимость работы:

- разработаны составы смешанных вяжущих: композиций рядового цемента с сульфобелитоалюминатной добавкой, обеспечивающих ускорение процессов твердения цементного камня и формирования его прочной структуры и предложены высокопластичные бетоны на их основе;
- разработаны составы смешанных вяжущих: композиций рядового цемента с микрокремнеземистой добавкой и предложены высокопрочные бетоны на их основе;
- предложены составы и технологические режимы получения высокопрочных бетонов (М700) на основе смешанных композиций, что обеспечило снижение энергозатрат на 50% и расхода цемента на 25%;
- разработаны рекомендации для завода ЖБИ.

На защиту выносятся:

- результаты исследований фазового состава новообразований и структуры цементного камня высокопрочного бетона на основе смешанных композиций;
- положение об образовании и росте игольчатых кристаллов этtringита в продуктах твердения композиционных вяжущих с сульфобелитоалюминатной добавкой, обеспечивающей уменьшение линейных деформаций, увеличение прочности и т.д.;
- положение об образовании низкоосновных гидросиликатов кальция в продуктах твердения с добавкой микрокремнезема, способствующего увеличению прочности бетона (цементного камня);
- составы смешанных вяжущих на основе композиций рядовых цементов с сульфобелитоалюминатными или микрокремнеземистыми добавками;
- составы и технология производства высокопластичных бетонов на основе смешанных вяжущих, содержащих сульфобелитоалюминатную добавку;
- составы и технология производства высокопрочных бетонов на основе смешанных вяжущих, содержащих микрокремнеземистую добавку.

Апробация: основные положения работы докладывались на конференциях:

Международная научно-практическая конференция “Строительство в XXI веке. Проблемы и перспективы” - Москва, 2001 год;

Международная научно-практическая конференция “САКС - 2002” – Красноярск, 2002 год;

Всероссийская научно-практическая конференция “Достижение науки и техники – развитию сибирских регионов” – Красноярск, 2003 год.

Публикации: основные результаты опубликованы в одиннадцати печатных работах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, изложена на 157 страницах машинописного текста, содержит 40 рисунков, 45 таблиц, списка литературных источников из 129 наименований и 3 приложений на 11 страницах.

Автор приносит благодарность д.т.н., профессору Верещагину В.И. за ценные замечания, советы и консультации при подготовке диссертации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность рассматриваемой темы, изложены цели и задачи диссертационных исследований, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе изложено состояние вопроса и сформулированы задачи исследования. Внимание российских и зарубежных ученых (Т.В. Кузнецова, П.П. Будников, И.В. Кравченко, В.Э. Лейрих, В.В. Михайлов, Б.Г. Скрамтаев, Э.З. Юдович, Ц. Шиндлер, А. Гутман, Г. Лоссье и др.) все больше привлекают исследования, направленные на получение высокопрочных, расширяющихся цементов специального назначения.

Анализ известных способов получения расширяющихся цементов свидетельствует о том, что большинство из них основано на образовании кристаллов высокосульфатной формы гидросульфоалюмината кальция или гидрата окиси магния, увеличивающихся в объеме в процессе структурообразования, что приводит к расширению твердеющего цемента.

Преобладающее большинство способов получения расширяющихся цементов основано на кристаллизации гидросульфоалюмината кальция при взаимодействии сульфата кальция с вводимыми в цемент или образующимися при его гидратации гидроалюминатами кальция. Хотя по выполнению эти способы различны, все они сводятся к использованию глиноземистого или сульфоалюминатного цемента в смеси с портландцементом, известью, гипсом или в других сложных композициях.

В последнее время широкое распространение получили исследования влияния различных добавок в производстве высокопрочных бетонов, использование которых позволяет расширить сырьевую базу для их

приготовления, используя рядовые цементы и заполнители пониженной прочности.

Из проведенного анализа научной литературы видно, что для получения бетона с заданными свойствами наиболее эффективно использовать комплексные добавки, введение которых позволяет регулировать состав бетона и бетонной смеси и изменить в требуемом направлении свойства бетона.

В соответствии с изложенным, практическая направленность работы заключается в разработке технологического решения, обеспечивающего получение высокопрочного и пластичного бетонов на основе композиционных вяжущих.

Во второй главе дана структурно-методологическая схема и представлены методы научных исследований. Приведены основные характеристики сырьевых материалов, используемых в диссертационных исследованиях. Для проведения экспериментальных исследований были использованы сырьевые материалы, которые применяются на предприятиях Красноярского края и Иркутской области.

В качестве вяжущего использовался портландцемент М 400, выпускаемый Красноярским и Ачинским цементными заводами.

В качестве мелкого заполнителя использовали песок Березовского карьера.

В качестве крупного заполнителя использовали щебень из Березовского гравия карбонатной породы.

В третьей главе приводятся результаты исследований физико-химических, технологических и технических свойств смешанных вяжущих, полученных с использованием побочных продуктов.

Рассмотрены особенности формирования структуры цементного камня на основе смешанных вяжущих. Для этого рассматривались составы, в один из которых количество сульфобелитоалюминатной добавки вводили до 15%, а в другой вводили микрокремнеземистую добавку в количестве до 25%.

Исследовалось влияние добавок на водопотребность цементного теста и сроки схватывания.

Анализ полученных результатов показал, что водопотребность смешанных вяжущих увеличилась на 10% в случае добавления сульфобелитоалюминатной добавки. Сроки схватывания смешанных вяжущих сократились в 2,8 раза при использовании сульфобелитоалюминатной добавки, а при введении микрокремнеземистой добавки сроки схватывания увеличились на 50 мин.

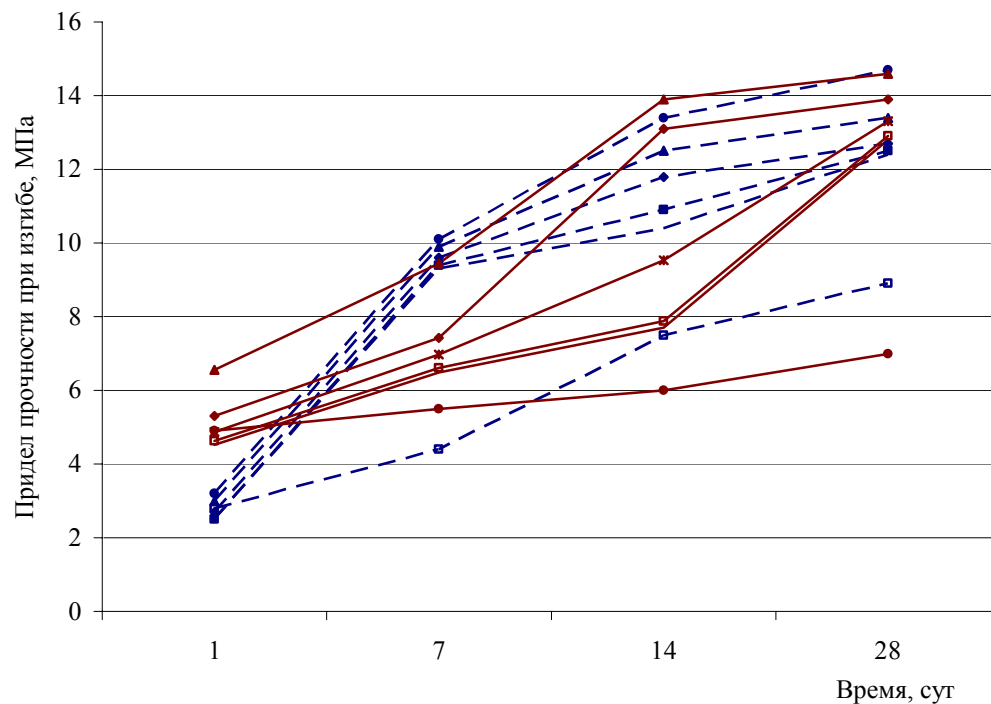
Прочность цементного камня определяется его структурой, видом и количеством кристаллов гидратных соединений, объемным содержанием геля, размером и объемом пор, стабильностью образующихся фаз и скоростью их выделения. Выявлены основные качественные закономерности процессов образования гидросиликатов и набора прочности в разные сроки твердения. В табл. 1, 2 и рис. 1-4. представлены результаты исследований.

Таблица 1

Прочность продуктов твердения портландцементов марки 400
с сульфобелитоалюминатной добавкой при нормальных условиях твердения

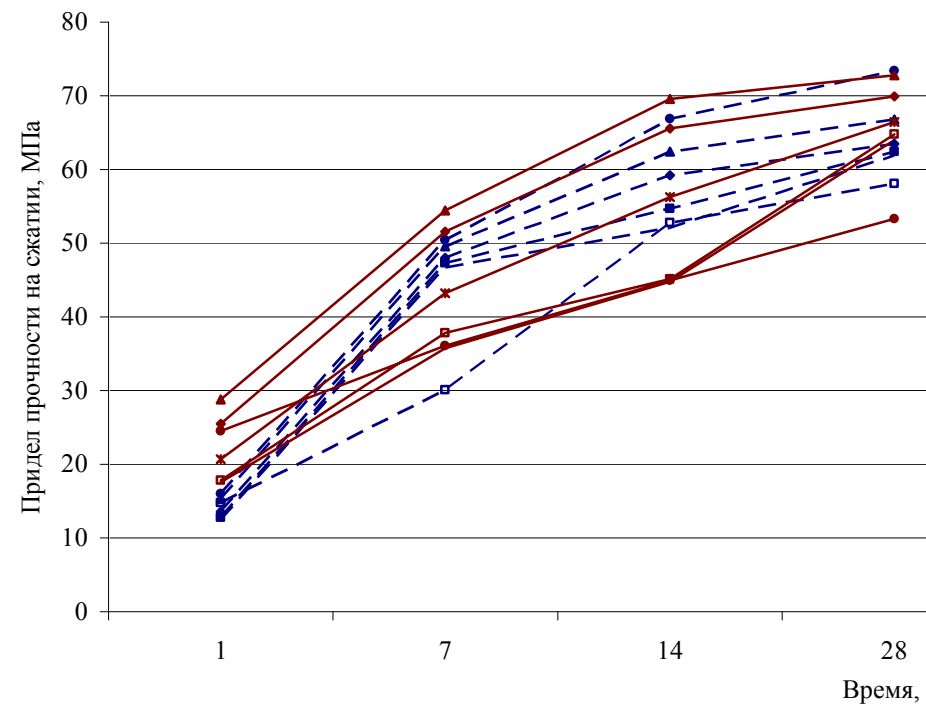
Вид вяжущего	СБАД, %	Предел прочности при изгибе, МПа				Предел прочности при сжатии, МПа			
		Испытание в возрасте, сут				Испытание в возрасте, сут			
		1	7	14	28	1	7	14	28
ачинский	-	2,5	9,3	10,4	12,4	12,4	46,7	52,1	61,9
	5	2,5	9,4	10,9	12,5	12,8	47,3	54,7	62,4
	7	2,7	9,6	11,8	12,7	13,6	48,0	59,2	63,5
	9	3,0	9,9	12,5	13,4	15,2	49,6	62,4	66,8
	12	3,2	10,1	13,4	14,7	16,0	50,4	66,9	73,4
	15	2,8	4,4	7,5	8,9	14,8	30,1	52,8	58,1
красноярский	-	4,52	6,48	7,7	12,8	17,6	35,7	44,8	64,0
	5	4,62	6,61	7,88	12,9	17,8	37,8	45,1	64,8
	7	4,87	6,98	9,53	13,3	20,4	43,2	56,3	66,4
	9	5,31	7,42	13,1	13,9	25,5	51,6	65,6	69,9
	12	6,55	9,45	13,9	14,6	28,8	54,4	69,6	72,8
	15	4,9	5,5	6,0	7,0	24,5	36,1	45,0	53,3

Примечание: Испытания проводились на цементных образцах нормальной густоты.



- — Ачинский портландцемент без добавки
- ■ — 5% СБАД
- ◆ — 7% СБАД
- ★ — 9% СБАД
- ◆ — 12% СБАД
- ◆ — 15% СБАД
- — Красноярский портландцемент без добавки
- ■ — 5% СБАД
- ★ — 7% СБАД
- ◆ — 9% СБАД
- ★ — 12% СБАД
- ◆ — 15% СБАД

Влияние сульфобелитоалюминатной добавки на прочность продуктов твердения портландцемента М400 при изгибе, теста нормальной густоты



- — Ачинский портландцемент без добавки
- ■ — 5% СБАД
- ◆ — 7% СБАД
- ★ — 9% СБАД
- ◆ — 12% СБАД
- ◆ — 15% СБАД
- — Красноярский портландцемент без добавки
- ■ — 5% СБАД
- ★ — 7% СБАД
- ◆ — 9% СБАД
- ★ — 12% СБАД
- ◆ — 15% СБАД

Рис.1.

Рис.2. Влияние сульфобелитоалюминатной добавки на прочность продуктов твердения портландцемента М400 при сжатии, теста нормальной густоты

Анализ данных позволяет заключить, что максимальная прочность при изгибе и при сжатии соответствует композиции состава: портландцемент 88%, сульфобелитоалюминатная добавка 12%. По результатам исследования, можно заключить, что сульфобелитоалюминатная добавка в смешанном вяжущем является ускорителем твердения и, одновременно, приводит к повышению прочности.

Таблица 2

Влияние микрокремнеземистой добавки на прочность цементных образцов

Количество микрокремнезема, %	Вид вяжущего		Предел прочности при изгибе, МПа				Предел прочности при сжатии, МПа			
	Ачинский портландцемент М 400	Красноярский портландцемент М 400	1	7	14	28	1	7	14	28
-	-	+	2,5	6,48	7,7	12,8	12,4	36,07	42,78	48,77
5	-	+	2,6	6,61	7,88	13,0	12,9	47,3	54,7	62,4
10	-	+	3,0	6,98	9,53	13,3	14,1	48,0	59,8	63,5
20	-	+	3,4	9,45	13,1	14,6	16,5	54,4	69,6	72,8
25	-	+	2,7	6,8	10,1	12,6	13,8	48,2	58,7	61,9
-	+	-	4,52	8,34	9,25	12,5	12,8	39,15	58,67	57,8
5	+	-	5,0	9,4	10,9	13,4	17,1	49,6	62,4	66,8
10	+	-	5,8	9,9	12,5	13,4	18,4	51,6	65,6	69,9
20	+	-	6,8	10,1	13,9	15,6	19,7	54,6	70,8	78,1
25	+	-	5,2	9,7	12,3	13,1	17,6	50,8	63,9	69,4

Анализ полученных результатов показал, что с введением микрокремнезема количество новообразований значительно больше в продуктах твердения смешанного вяжущего на красноярском цементе, чем на ачинском. Это подтверждается рентгеновским анализом. Новообразования на дифрактограммах имеют большую интенсивность, что говорит о большем их количестве.

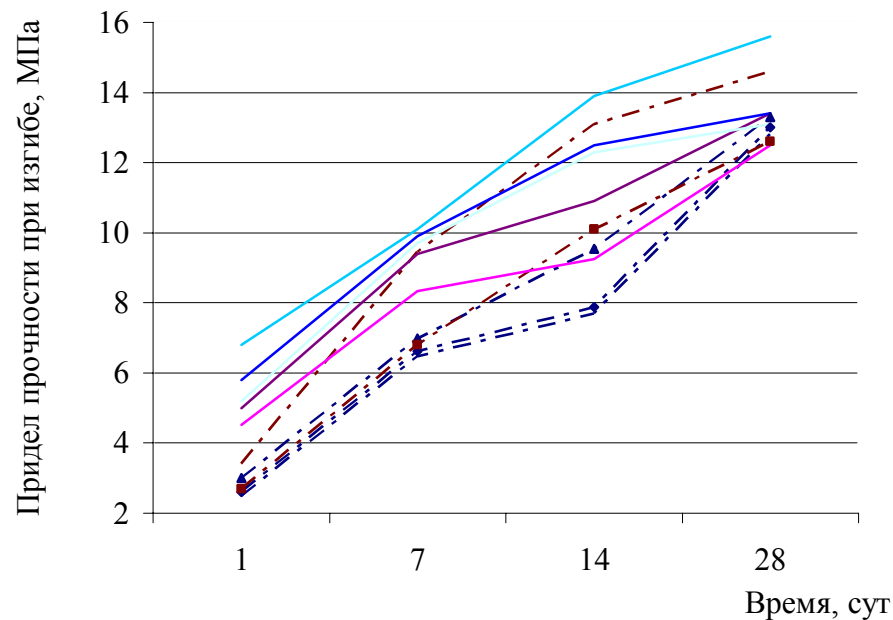


Рис.3. Влияние микрокремнеземистой добавки на прочность продуктов твердения портландцемента М400 при изгибе, теста нормальной густоты

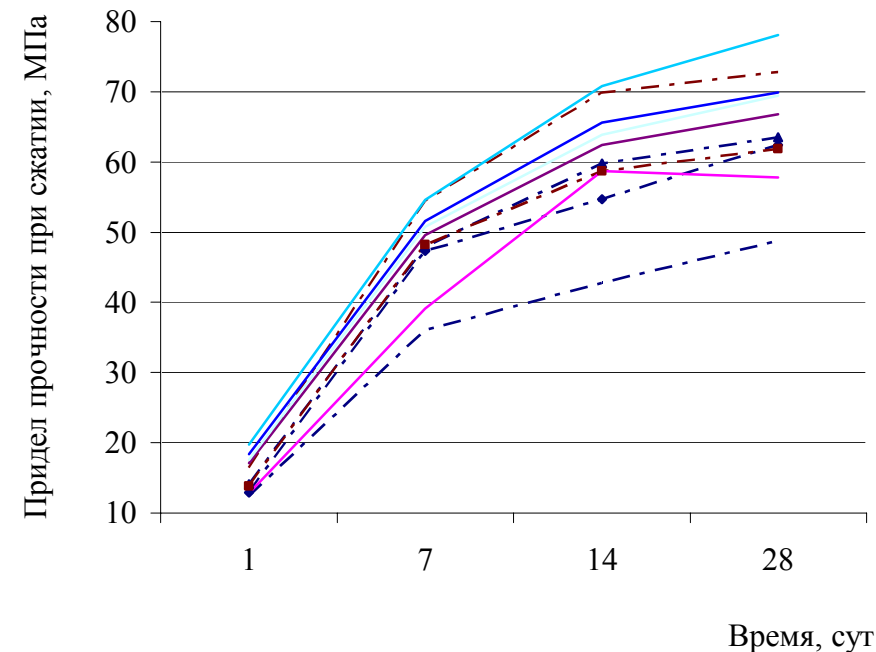


Рис.4. Влияние микрокремнеземистой добавки на прочность продуктов твердения портландцемента М400 при сжатии, теста нормальной густоты

Исследования продуктов гидратации смешанного вяжущего (портландцемент 88%, 12% сульфобелитоалюминатной добавки), сульфобелитоалюминатной добавки, чистого портландцемента проведены методом петрографического анализа. Гидратация была рассмотрена на примере ачинского цемента.

Наблюдения за гидратацией сульфобелитоалюминатной добавки, затворенной водой, показали, что через 2 часа вокруг отдельных ее зерен появились кристаллы гидросульфоалюмината кальция. Через 3 часа гидросульфоалюминат трехсульфатной формы в виде иголок заполнил мелкозернистое пространство, в основном, вокруг зерен негидратированного сульфобелитоалюминатного цемента.

В препарате ачинского портландцемента по истечении 10 часов гидратации появляются игольчатые кристаллы размером 2-3 мкм, покрывающие поверхность отдельных зерен. К этому времени все без исключения частички цемента покрываются тонким слоем геля.

Введение в состав портландцемента 12% сульфобелитоалюминатной добавки приводит к возникновению в нем большого количества игольчатых кристаллов высокоосновного сульфоалюмината и гидроалюминатов кальция. Сферолиты различных размеров заполняют межзерновое пространство, а кристаллы ножевидной формы и гексагональные пластинки "пронизывают" отдельные скопления гелеобразной массы. Установлено, что первые кристаллы этtringита образовались через 3 часа с момента затворения водой.

К 24 часам увеличилось количество новообразований во всех препаратах.

Результаты петрографического исследования представлены на рис. 5,6,7.

Анализ данных исследований позволяет отметить, что смешанное вяжущее характеризуется образованием при его гидратации повышенного количества гелеобразной и тонкозернистой фаз, показывает более высокую прочность.

Качественный фазовый рентгенографический анализ (рис. 8, 9) показал, что рентгенограммы содержат те же новообразования, которые были зафиксированы петрографическим анализом.

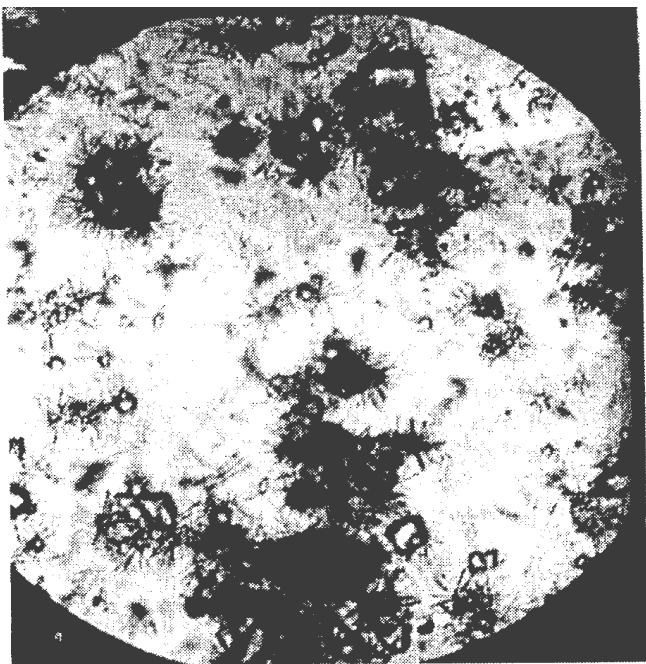


Рис. 5. Микрофотография продуктов гидратации (портландцемент + СБАД) в возрасте суток (1 - этtringит) x 900

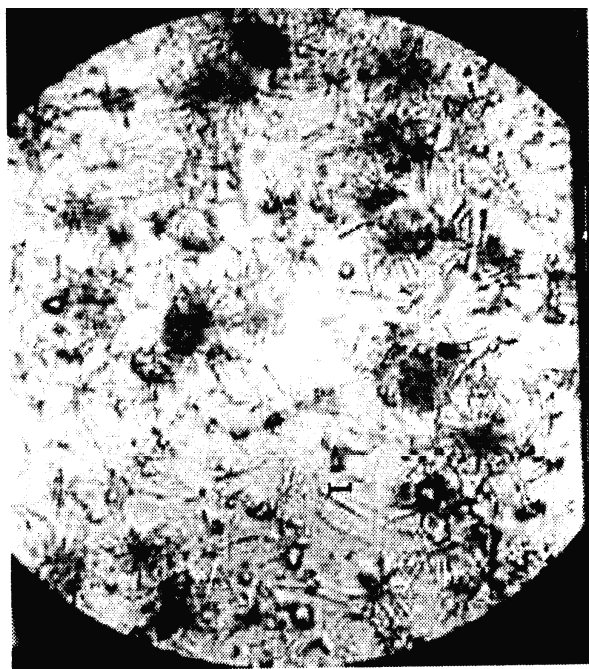


Рис. 6. Микрофотография продуктов гидратации (портландцемент + СБАД) в возрасте трех суток (1 - этtringит) x 900

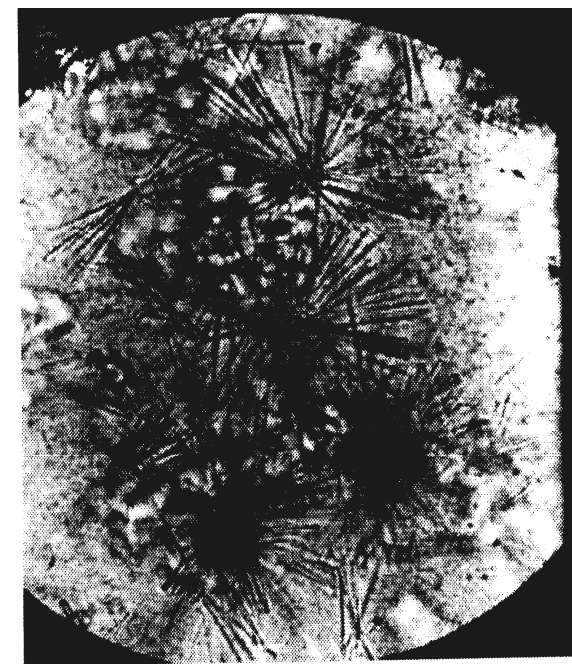


Рис. 7. Микрофотография продуктов гидратации (портландцемент + СБАД) в возрасте двадцати восьми суток (1 - этtringит) x 900

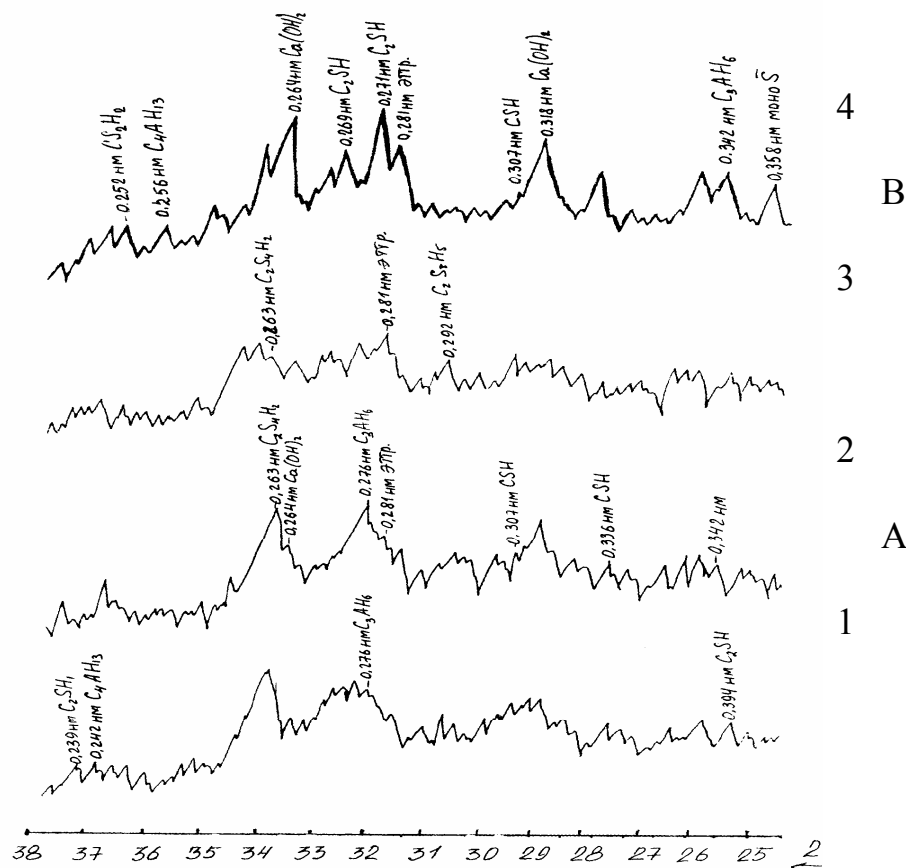


Рис. 8. Рентгенограмма продуктов гидратации смешанного вяжущего с сульфобелитоалюминатной добавкой (нормального твердения)

А- в возрасте 7 суток: 1- портландцемент; 2- портландцемент 88%, сульфобелитоалюминатная добавка 12%.

В- в возрасте 28 суток: 3- портландцемент; 4- портландцемент 88%, сульфобелитоалюминатная добавка 12%.

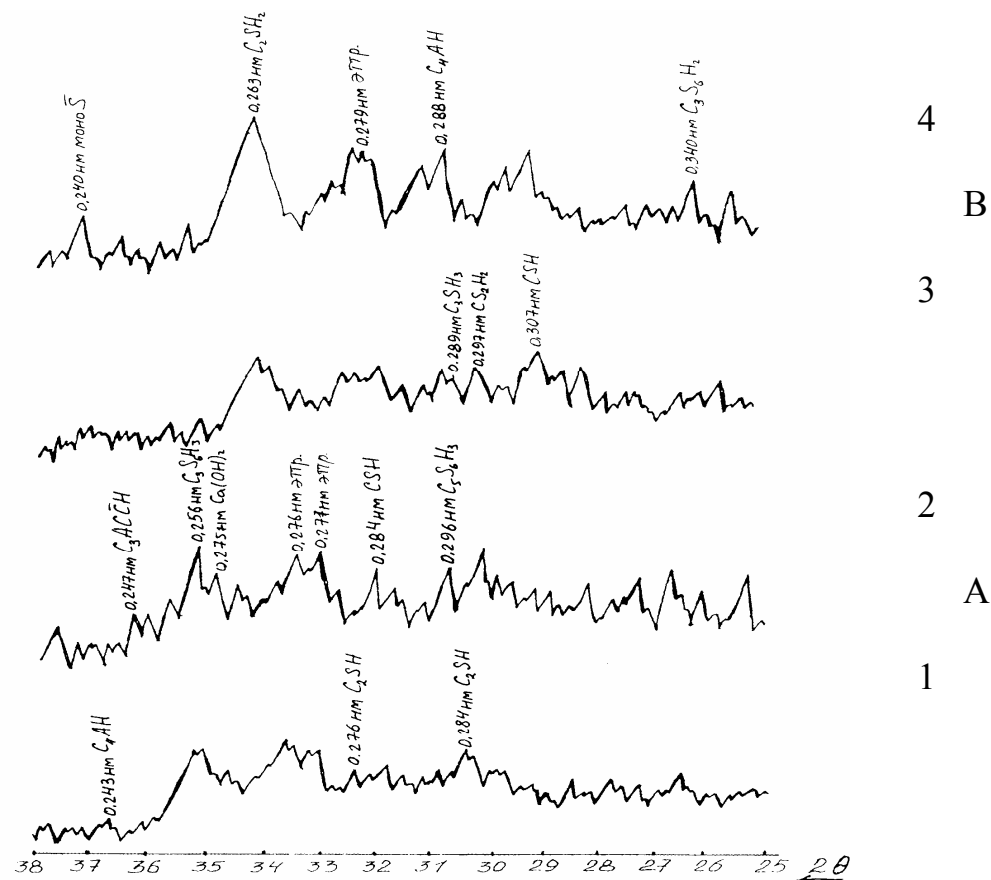


Рис. 9. Рентгенограмма продуктов гидратации смешанного вяжущего с сульфобелитоалюминатной добавкой (после пропаривания)

А- в возрасте 7 суток: 1- портландцемент; 2- портландцемент 88%, сульфобелитоалюминатная добавка 12%.

В- в возрасте 28 суток: 3- портландцемент; 4- портландцемент 88%, сульфобелитоалюминатная добавка 12%.

Гидратация цемента сопровождается выделением тепла, что может быть установлено методом фиксации изменения температуры твердеющего цементного теста. Для этого красноярский портландцемент, сульфобелитоалюминатный портландцемент и композицию, состоящую из 88% портландцемента и 12% сульфобелитоалюминатной добавки испытывают поочередно. Исследуемый цемент затворяют водой, после чего помещают в термос.

Количество выделяющегося тепла зависит от тонкости помола цемента. Сульфобелитоалюминатная добавка (рис. 10 кривая 3) отличается повышенным тепловыделением в первые сроки схватывания.

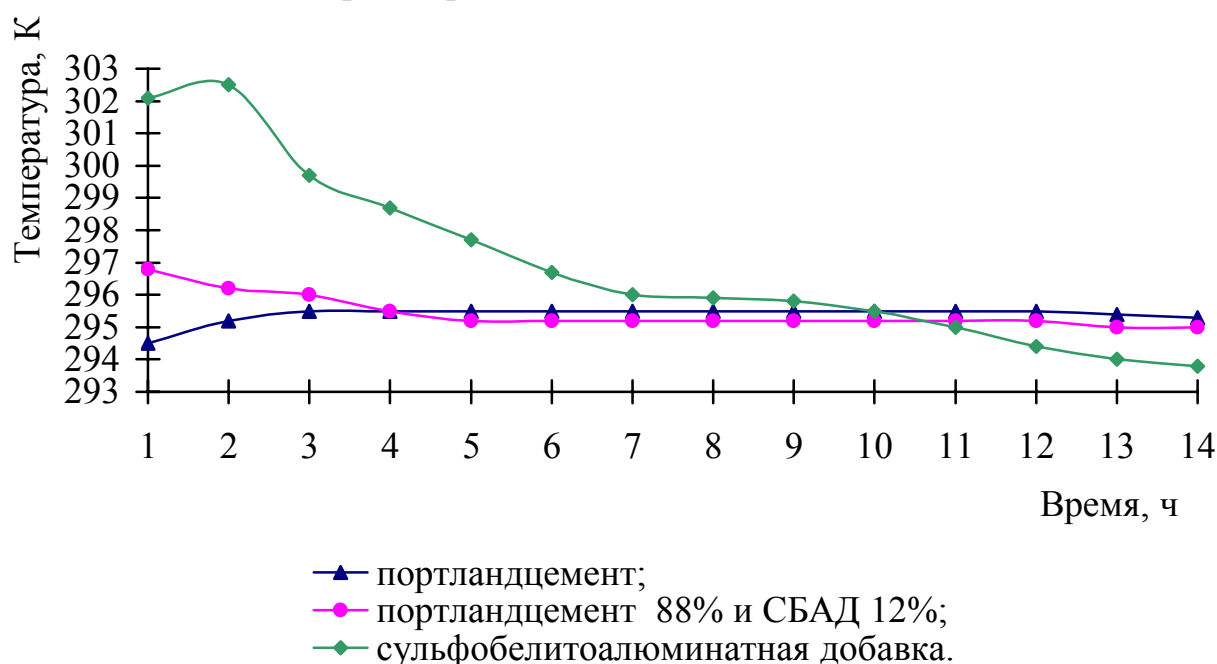


Рис. 10. Тепловыделение цементного теста нормальной густоты

Анализируя полученные результаты, видим, что тепловыделение состава портландцемент 88% и сульфобелитоалюминатная добавка 12% начинается раньше, чем у обычного портландцемента. Максимальная температура, достигающаяся в процессе экзотермического прогрева, примерно одинакова для этих цементов (рис. 10 кривая 1 и 2), а количество тепла, выделяемого во время твердения, у композиционного состава немного меньше.

Отсюда можно сделать вывод о том, что сульфобелитоалюминатная добавка в композиции (88% портландцемента и 12% сульфобелитоалюминатной добавки), действует как добавка-активатор твердения, и способствует ускорению тепловыделений.

В четвертой главе рассмотрены составы бетонов на основе предлагаемых смешанных вяжущих. Исследованы физико – механические, технологические и строительно-технические свойства бетонов.

Полученные результаты показывают, что:

- прочность бетонов на смешанном вяжущем выше прочности бетонов на портландцементе на 50 % если в составе смешанного вяжущего

сульфобелитоалюминатная добавка и на 60 %, если в составе смешанного вяжущего микрокремнеземистая добавка.

В первые минуты после затворения водой частицы сульфобелито-алюминатной добавки дают "цементный клей", который при вибрации бетонной смеси служит смазкой, облегчая ее уплотнение. Если вибрационного воздействия не происходит, "цементный клей" увеличивает видимую прочность бетонной смеси. За счет этого эффекта текучесть пластичной бетонной смеси на смешанном вяжущем при виброуплотнении превышает текучесть бетонной смеси на обычном портландцементе, поэтому в пластичных бетонных смесях на основе смешанного вяжущего следует применять осадку стандартного конуса на 1-2 см меньше, чем на обычном цементе.

Бетоны на смешанном вяжущем обладают более высокой плотностью (табл. 3), имеют наименьшие показатели по величине водопоглощения (бетоны на портландцементе имеют водонасыщение 2,4 %, а на смешанном вяжущем 1,1 %), что, видимо, связано с образованием более плотной или мелкопористой структуры.

Таблица 3

Влияние комплексной добавки на водопоглощение бетонных образцов
на основе смешанного вяжущего

Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				Количество добавки, %	Масса образца, кг		Водопоглощение, %	Плотность бетона, кг/м ³
Цемент	Песок	Щебень	Микрокремне- земистая добавка	С-3	сухого	насыщенного		
500	550	1182	-	-	2,35	2,433	2,4	2396
400	550	1182	100	0,6	2,403	2,456	1,13	2438
400	550	1182	100	0,8	2,411	2,496	1,09	2483

Полученные данные, позволяют сделать вывод, что у бетонов на основе смешанного вяжущего и пластифицирующей добавки величина водонасыщения имеет наименьшие показатели, это, видимо, связано с образованием более плотной или мелкопористой структуры, а также, возможно, связано с изменением состава твердой фазы цементного камня.

- вследствие более плотной структуры суммарное содержание $\text{Ca}(\text{OH})_2$ за период 28 суток на поверхности цементного камня ниже, чем на поверхности бетона;

- введение сульфобелитоалюминатной добавки вызывает расширение цементного теста, что способствует уплотнению структуры и снижению высолообразования; так на поверхности бетона с сульфобелитоалюминатной добавкой высолообразование ниже на 25%, чем в бетоне без сульфобелитоалюминатной добавки; аналогично на поверхности цементного камня с сульфобелитоалюминатной добавкой оно ниже на 10%;

- исследованные высокопластичные бетоны на смешанном вяжущем (портландцемент с сульфобелитоалюминатной добавкой) отвечают морозостойкости МРЗ 100;

- соответствующие бетоны без сульфобелитоалюминатной добавки имеют морозостойкость ниже 100.

В пятой главе приведены сведения о практической реализации результатов исследования, экономические обоснования организации производства высокопрочного бетона с добавкой микрокремнезема, а так же производства пластичного бетона на основе композиционного вяжущего с сульфобелитоалюминатной добавкой для монолитного домостроения и кассетной технологии.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Основными закономерностями протекания физико-химических процессов в смешанных вяжущих с сульфобелитоалюминатной добавкой является образование эттрингита в возрасте 14 суток, количество которого увеличивается к 28 суткам, что приводит к уплотнению структуры и повышению прочности.

2. Сульфобелитоалюминатная добавка к портландцементу изменяет кинетику формирования структуры смешанного вяжущего. В начальный период образования эттрингита позволяет перевести в максимальной степени свободную воду в кристаллизационную, а образовавшийся сросток уплотняется гидросиликатами кальция.

3. Оптимальный состав смешанного вяжущего: портландцемент 88%, сульфобелитоалюминатная добавка 12% подтверждает на практике получение бетонов со сниженным расходом портландцемента М 400 в бетоне М 300 на 37% (с 550 до 347 кг).

4. Коэффициент эффективности портландцемента марки «400» (то есть отношение прочности образца, твердеющего в нормальных условиях твердения) для бетонов на смешанном вяжущем с сульфобелитоалюминатной добавкой в среднем 1,08 (в обычных 0,96), достигается за счет активизации процессов гидратации.

5. Использование в качестве вяжущего смешанного вяжущего с сульфобелитоалюминатной добавкой дает возможность сократить время тепловлажностной обработки изделий на 50 %, а стабильный рост прочности бетона на основе композиции дает возможность расформовывать изделия сразу после тепловлажностной обработки.

6. Изготовленные в производственных условиях стеновые панели на основе смешанного вяжущего с сульфобелитоалюминатной добавкой

экспериментально подтвердили возможность получения высокопластичного бетона марки «300», в котором расход портландцемента снижен на 43 %. Экономический эффект на 1м³ бетона составил 190,278 руб. по сырью.

7. Основными закономерностями протекания физико-химических процессов смешанных вяжущих с микрокремнеземистой добавкой являются взаимодействие аморфного кремнезема с гидросиликатом кальция, которое приводит к образованию низкоосновного гидросиликата кальция, что увеличивает прочность цементного камня.

8. Оптимальный состав смешанного вяжущего с микрокремнеземистой добавкой (портландцемент 80%, микрокремнеземистая добавка 20%) обеспечивает получение бетона с высокой воспроизводимостью основных свойств.

9. Выпущенные в полупромышленных условиях опытные образцы высокопрочного бетона на основе смешанного вяжущего с добавкой микрокремнезема экспериментально подтвердили возможность получения бетона М 700. Экономический эффект на 1м³ бетона за счет экономии дорогостоящих материалов составил 77,239 руб. Одновременно решается экологическая проблема охраны окружающей среды.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах:

1. Васильовская Н.Г. Бетоны повышенной морозостойкости/ Н.Г. Васильовская, **Г.П. Баранова**, М.О. Жуковская /Сборник тезисов докладов краевой межвузовской конф. “Интеллект - 2001”.- Красноярск, 2001.С.62

2. Васильовская Н.Г., **Баранова Г.П.** Изучение структуры высокопрочного бетона с комплексными добавками// Материалы Третьей Всероссийской науч.-практ. Конференции с международным участием.- Красноярск, 2001. Часть 3 С.156-158

3. Васильовская Н.Г., **Баранова Г.П.** Влияние различных добавок на свойства литых бетонов// Межд. науч.-практ. конф.-выставка. Москва, 2001. С. 94

4. Васильовская Н.Г. Повышение прочности и морозостойкости дорожных бетонов с сульфобелитоалюминатной добавкой/ Н.Г. Васильовская, **Г.П. Баранова**, А.Е. Зайцева / Межд. науч.-практ. конф. «САКС-2001». Красноярск, 2001. С. 160-161

5. **Баранова Г.П.** Влияние сульфобелитоалюминатной добавки на тепловлажностную обработку железобетонных конструкций// Сборник тезисов докладов “Молодежь и наука – третье тысячелетие”. – Красноярск, 2001. С. 98-99

6. Васильовская Н.Г., **Баранова Г.П.** Структура образования бетона при тепловой обработке// Материалы международной конференции “САКС-2002” – Красноярск, 2002 С.307 - 308

7. Васильовская Н.Г., **Баранова Г.П.** Изучение структуры и свойств смешанных вяжущих//Международный сборник научных трудов “Структура и

свойства искусственных конгломератов” – Новосибирск, 2002-2003гг. – С.118-120

8. Васильевская Н.Г. Структура прочности бетона с добавкой на основе микрокремнезема и суперпластификатора/ Н.Г. Васильевская, **Г.П.Баранова**, Е.Ю. Самохина / Материалы Всероссийской нпк “Достижения науки и техники – развитию сибирских регионов”.- Красноярск, 2003. Часть 3. С.257-258

9. **Баранова Г.П.** Свойства бетонов из полужестких смесей на основе смешанных композиций //Сборник научных трудов, посвященных 25-летию Саяно-Шушенской ГЭС “Вестник КрасГАСА”. – Красноярск, 2003. Выпуск 6. С. 244-248.

10. Васильевская Н.Г., **Баранова Г.П.** Структура высокопрочного бетона с комплексными добавками / Труды НГАСУ. – Новосибирск: НГАСУ, 2003. – Т.6, № 2 (23). –С 78-81.

11. Васильевская Н.Г. Изучение структуры высокопрочного бетона с комплексными добавками /Н.Г. Васильевская, **Г.П. Баранова**, И.С. Рубайло, Н.С. Табакова /Сборник научных трудов “Вестник КрасГАСА”. – Красноярск, 2003. Выпуск 4.С. 48-53.

Красноярская государственная архитектурно-строительная академия.
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82. Отпечатано на ризографе КрасГАСА
Заказ №