

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
КИЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

На правах рукописи



НЕГМАТОВ Замон Юнусович

**БЕЗУСАДОЧНЫЕ И РАСШИРЯЮЩИЕСЯ
ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ ВЯЖУЩИЕ
И БЕТОНЫ НА ИХ ОСНОВЕ**

**Специальность: 05.23.05.— Строительные
материалы и изделия**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев 1995



00777928 (1)

К защите представляется рукопись

Работа выполнена в научном исследовательском институте веществ и материалов им. В. Д. Глуховского при Киевском государственном техническом университете строительства и архитектуры и на кафедре строительных материалов, в отраслевой научно-исследовательской лаборатории Самаркандского государственного архитектурно-строительного института им. М. Улугбека.

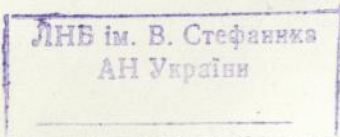
- Научный руководитель — академик АИНУ, доктор технических наук, профессор П. В. Кривенко.
- Официальные оппоненты — академик АИНУ, доктор технических наук, профессор В. П. Сербин.
— кандидат технических наук,
А. С. Загайчук.
- Ведущая организация — Корпорация «Укрстрой», м. Київ.

Защита диссертации состоится «29» марта 1995 г. в 13 часов на заседании специализированного совета К 068.05.06 при Киевском государственном техническом университете строительства и архитектуры.

Адрес: 252037, г. Киев-37, Воздухофлотский проспект, 31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КГТУСиА.

Автореферат разослан «27» февраля . . . 1995 г.



Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук,
доцент

В. А. Ракша

Актуальность проблемы. Экономия топлива и электроэнергии, использование вторичного сырья промышленных предприятий для получения материалов и изделий, а также снижение загрязнения окружающей среды и сохранение природных богатств - это актуальные задачи, стоящие перед промышленностью строительных материалов.

Весьма эффективны в этом плане щелочные цементы, в частности шлакощелочные, высокая активность и долговечность которых позволила вовлечь в сферу строительного производства широко распространенные вещества, в том числе и побочные продукты промышленности.

Расширение областей применения этих цементов, в частности получение на их основе низкоэнергетических безусадочных и расширяющихся цементов, сырьевая база которых в настоящее время весьма ограничена, представляется актуальной научной и практической задачей.

Цель диссертационной работы. Разработка и исследование безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих и бетонов на их основе.

Автор защищает:

- теоретически обоснованную и экспериментально доказанную возможность получения безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих и бетонов на их основе путем введения в их состав расширяющих добавок;

- результаты исследований направленного формирования в фазовом составе продуктов твердения расширяющихся фаз;

- разработанные составы безусадочных и расширяющихся вяжущих М400-800, напрягающих М400-500, бетонов на их основе В20-50 и способы направленного регулирования их строительно-технических свойств;

- результаты экспериментальных исследований деформативных и строительно-технологических свойств разработанных материалов;

- производственный опыт получения и экономическую эффективность безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих и бетонов.

Научная новизна работы:

- доказана возможность направленного синтеза в продуктах твердения шлакощелочных вяжущих, расширяющихся в объеме при кристаллизации фаз в виде высокосульфатной формы гидросульфаломина кальция;

- установлено оптимальное соотношение и технология получения расширяющей добавки, представляющей собой гипсо-известковый спек, обожженный при температуре 1050° С;

- установлена взаимосвязь свойств вяжущих с фазовым составом цементного камня и показана возможность управления процессом их структурообразования в зависимости от вида шлака, природы щелочного компонента, количества и вида расширяющей добавки, а также условий твердения;

- построены модели для получения безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих на основе электротермофосфорного шлака и содосульфатной смеси.

Новизна разработок подтверждена 2 авторскими свидетельствами

Практическая ценность работы. На основании выполненных исследований разработана технологическая схема получения безусадочных и расширяющихся вяжущих, которая опробована в условиях производства. Расширен ассортимент вяжущих за счет эффективных безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих. Рекомендованы низкоэнергоемкие безусадочные и расширяющиеся шлакощелочные вяжущие и бетоны на их основе с высокими физико-механическими характеристиками и долговечностью в сравнении с традиционными цементами.

Апробация работы. Основные положения работы были доложены и обсуждены на Всесоюзной конференции "Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции" - г. Киев, 1989; Всесоюзной конференции "Ресурсосбережение и экология" - г. Ижевск, 1990; Всесоюзном семинаре "Новые вяжущие материалы и их применение" - г. Новосибирск, 1991; Международной конференции "Снижение материалоемкости продукции строительной индустрии" - г. Ташкент, 1992; Международной симпозиуме "Экология, энерго- и ресурсосбережение" - г. Самарканд, 1993; I Международной конференции "Шлакощелочные цементы и бетоны" - г. Киев, 1994; Работа экспонировалась на ВДНХ УзССР в 1991 г. и

награждена дипломом II степени.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 22 работы, в числе которых 2 изобретения.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов по главам и общих выводов, списка литературы из 150 наименований, 4 приложений, содержит 186 страниц машинописного текста, включающих 16 таблиц и 34 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Разработке и исследованию безусадочных, расширяющихся и напрягающих цементов на основе портландцемента, глиноземистого цемента и гипса посвящены работы В.В.Михайлова, П.П.Будникова, И.В.Кравченко, Т.В.Кузнецовой, А.А.Пашенко, О.П.Мчедлова-Петросяна, В.И.Бабушкина, К.С.Кутателадзе, А.Е.Шейкина, а также Г.Лосье, П.К.Мета, М.Поливка, Г.Л. Ка- лусека и многих др. исследователей.

Высокая стоимость и энергоемкость, сложность изготовления традиционных безусадочных, расширяющихся и напрягающих цементов на основе портландского и глиноземистого цемента предопределяют необходимость разработки эффективных безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих на основе отходов промышленности.

Шлакощелочные вяжущие, идея создания которых принадлежит В.Д.Глуховскому, характеризуются низкими затратами теплоты и электроэнергии на их производство, высокими физико-механическими показателями, долговечностью, твердеют при повышенных и отрицательных температурах. По строительно-техническим свойствам шлакощелочные вяжущие не уступают традиционным клинкерным цементам, а по ряду свойств превосходят их.

Выявленная П.В.Кривенко взаимосвязь специальных свойств щелочных цементов с фазовым составом продуктов твердения и определение условий синтеза и свойств искусственного камня создали предпосылки для разработки безусадочных шлакощелочных цементов.

Было показано, что одним из путей разработки безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих является направленный синтез в составе продуктов твердения щелочных гидро-

люмосиликатных соединений с высокой степенью закристаллизованности, модификация новообразований ионами SO_4^{2-} или введение в состав вяжущих расширяющих добавок.

На основе известных данных, полученных в области шлакощелочных вяжущих и бетонов, результатов исследований, свидетельствующих о влиянии на формирование структуры вяжущих расширяющих добавок, была выдвинута следующая гипотеза: принципы направленного регулирования фазового состава продуктов твердения вяжущей системы $\text{Me}_2\text{O}-\text{MeO}-\text{Me}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ позволяют предположить возможность синтеза безусадочных и расширяющихся низкоэнергетических вяжущих за счет формирования в составе продуктов твердения расширяющихся фаз в виде одной из разновидностей гидросульфата алюмината кальция.

В качестве основного сырья для проведения исследований использовали гранулированный электротермофосфорный (ЭТФ) шлак чимкентского П/О "Фосфор" с $M_0-1,13$. Для сравнения результатов использовали гранулированные доменные шлаки, в том числе: запорожский с $M_0-1,19$, карагандинский с $M_0-0,89$, чувсовской с $M_0-0,89$, а также шлак цветной металлургии никелевый уфалейский с $M_0-0,53$ в виде молотых порошков с удельной поверхностью по ПСХ-2 300-310 m^2/kg . С целью увеличения алюминатных фаз в ЭТФ-шлак дополнительно вводили электросталеплавильный шлак с $M_0-1,45$, содержащий 10,6% Al_2O_3 .

В виде расширяющей добавки в состав безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих были введены специально синтезированные гипсо-известковые добавки с соотношением $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}:\text{CaCO}_3$ соответственно 1:1 (Д-1); 2:1 (Д-2); 3:1 (Д-3), обожженные при температуре 1050°C в количестве 11% от массы вяжущего.

В качестве щелочных компонентов использовали: содосульфатную смесь (ССС), щелочной отход производства капролактама; соду техническую кальцинированную и метасиликат натрия. Щелочные компоненты применялись в виде водных растворов.

Испытания физико-механических и строительно-технических свойств вяжущих и бетонов выполнены в соответствии со стандартами и специальными методиками.

Физико-химические исследования выполнены с помощью рентгенофазового, дериватографического, ИК-спектрографического

анализов.

Физико-химические особенности формирования структуры безусадочного и расширяющегося вяжущего исследованы в системе "шлак-щелочной компонент-расширяющая добавка".

Рентгенофазовый анализ образцов нормального твердения на основе ЭТФ-шлака, ССС и добавки свидетельствует об образовании высокосульфатной формы гидросульфатоалюмината кальция (ГСАК) $d=0,331; 0,279; 0,266$ нм и кальцита $d=0,303; 0,228; 0,210$ нм. Отсутствие рефлексов тоберморита объясняется ранним сроком твердения и нахождением гидросиликата кальция в гелевидном состоянии.

О наличии тоберморита в продуктах твердения свидетельствует экзотермический эффект на кривых ДТА при $820-870^{\circ}\text{C}$, относящийся к кристаллизации волластонита. Эндотермические эффекты при $150-240$ и $680-820^{\circ}\text{C}$ соответствуют дегидратации ГСАК и декарбонизации кальцита.

На ИК-спектрограмме полосы поглощения 1190 и 1080 см^{-1} подтверждают появление ГСАК. Низкоосновным гидросиликатам кальция тоберморитовой группы соответствуют полосы поглощения $2890, 2310, 1890, 630, 520, 480\text{ см}^{-1}$. Широкие полосы при $1450, 1500\text{ см}^{-1}$ характерны для карбоната кальция, а полоса 860 см^{-1} - для натрий-кальциевых гидроалюмосиликатов, которые не отмечены на рентгенограммах. Наблюдаемые полосы при 1620 см^{-1} свидетельствует о наличии воды в виде молекул H_2O (кристаллизационная и в некоторых случаях адсорбированная), а полосы $3670, 3420\text{ см}^{-1}$ характеризуют присутствие воды в виде OH-групп.

Аналогичные новообразования идентифицированы в исследованных композициях на основе доменных шлаков.

Комплексные исследования продуктов твердения исследуемых вяжущих показали, что их фазовый состав определяется видом шлака, природой щелочного компонента, составом расширяющей добавки, условиями твердения.

ГСАК кристаллизуется в различные сроки твердения: в вяжущих на основных шлаках через 3-7, на нейтральных и кислых шлаках - через 7-14 сут.

Наблюдение за процессами структурообразований исследуемой системы показало, что сразу после контакта цемента с

раствором содосульфатной смеси интенсивно воарастают амплитудно-частотные характеристики, свидетельствующие о формировании коллоидной структуры исследуемой шлакощелочной дисперсии и об увеличении дисперсности системы, что является результатом деструкции поверхностных слоев цемента при воздействии на него дисперсионной среды.

По истечении 10-15 мин с момента затворения вяжущих с добавкой наблюдается уменьшение амплитудно-частотных характеристик резонанса, что вызвано быстрой коагуляцией коллоидных частиц в присутствии расширяющей добавки.

Изменение величины амплитуды резонанса в начальной стадии структурообразования в присутствии расширяющей добавки, по видимому, связано с ускорением во времени кристаллизации термодинамически менее устойчивых, чем в случае отсутствия в системе добавки, форм новообразований за счет наличия дополнительных центров кристаллизации:

Изучение кинетики структурообразования шлакощелочных вяжущих на доменных и ЗТФ-шлаках в присутствии расширяющей добавки показало, что введение последней приводит к ускорению кристаллизации вяжущей системы. При этом в первую очередь образуются кристаллы гидросульфатоалюмината кальция.

Результаты исследования линейных расширений показывают, что введение в состав вяжущего расширяющих добавок Д-1, Д-2 и Д-3 в количестве 7% от массы ЗТФ-шлака вызывает незначительное расширение. При этом в зависимости от вида добавки в композициях на СССР расширение составляет 0,255-0,308; на соде - 0,043-0,184; на метасиликате натрия - 0,031%.

С увеличением количества добавки до 11% линейное расширение увеличивается и составляет в композициях на СССР 0,328-0,416; на соде - 0,186-0,252; на метасиликате натрия - 0,092%.

При увеличении количества добавки до 15% линейное расширение увеличивается и составляет в композициях на СССР 0,348-0,426; на соде - 0,202-0,369; на метасиликате натрия 0,116%. Однако к 28 сут твердения в образцах с 15% добавки стабилизация линейного расширения не наблюдается.

При комбинированных условиях твердения (вода-воздух) по истечении 21 сут в нормальных и водных средах наблюдается

снижение линейного расширения, в этом случае величина его близка первоначальному расширению.

Твердение на воздухе сопровождается снижением степени расширения, образцы воздушно-сухого хранения во всех случаях претерпевают усадочные деформации в пределах 0,040-0,246%, особенно при использовании метасиликата натрия.

Аналогичные результаты получены при введении расширяющих добавок Д-2 и Д-3, отличающихся большим содержанием CaSO_4 .

Сравнительный анализ прочности при сжатии образцов на основе ЭФ-шлака и ССС показал, что с увеличением количества вводимой добавки прочностные показатели незначительно уменьшаются и при содержании 7% добавки составляют 41,3-43,4; 11% - 40,0-42,2; и 15% - 39,6-40,8 МПа соответственно, в зависимости от условий твердения. С увеличением содержания CaSO_4 в добавке (Д-2 и Д-3) прочность увеличивается.

Прочность композиций на основе ЭФ-шлака и соды выше на 10-15% по сравнению с показателями составов на ССС и составляет 41,5-52,6 МПа; прочность составов на метасиликате натрия - 77,6-82,8 МПа. Наиболее благоприятными условиями твердения для вяжущих на основе ССС и соды являются нормальные, на метасиликате натрия - водные. Прочность образцов во времени повышается и составляет к 720 сут: в образцах на ЭФ-шлаке - 97,1-116,5, на доменных шлаках - 110,9-123,7 МПа.

Результаты экспериментов по определению линейных деформаций, самонапряжения и прочности цементного камня при длительном твердении свидетельствуют, что все композиции, содержащие 15% расширяющей добавки, к 56 сут твердения характеризуются спадом прочности, а в дальнейшем, к 90-180 сут полным разрушением цементного камня. Разрушение наступает вследствие замедленной гидратации расширяющейся добавки, которая приводит к росту ГСАК в более поздние сроки твердения в достаточно прочном камне.

Сроки и величина расширения вяжущих композиции зависят от вида шлака и щелочного компонента, условий твердения, состава и количества расширяющей добавки. Установлены общие закономерности изменения во времени прочности, расширения и самонапряжения исследуемого вяжущего. Первый период тверде-

ния (от начала затворения до 7-14 сут в зависимости от вида шлака и добавки) характеризуется быстрым ростом прочности, а также незначительным расширением и самоупругением, второй период (до 14-21 сут) - незначительным ростом прочности, существенным увеличением расширения и медленным ростом самоупругения структуры. В третьем периоде (более 14-21 сут) наблюдается рост прочности, стабилизация расширения и самоупругения твердеющего камня (рис. 1, 2).

Расширяющиеся цементы с высокой степенью расширения обладают и свойством развивать усилия самоупругения. Наилучшие показатели самоупругения характерны для образцов на ЭТФ-шлаке с ССС и содой, содержащих добавку в количестве 11%, когда обеспечивается получение безусадочного вяжущего с энергией самоупругения 0,57-0,65 МПа. В образцах на основе доменных шлаков усилия самоупругения находятся в диапазоне 0,68-0,81 МПа. Со стабилизацией линейного расширения также стабилизируется процесс самоупругения.

Оптимизация составов безусадочных и расширяющихся вяжущих проведена с помощью метода математического планирования эксперимента, позволяющего осуществить качественный и количественный контроль за строительно-технологическими свойствами безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих. Изучено влияние температуры обжига, содержания и количества вводимой расширяющей добавки на линейные деформации и прочностные показатели. Установлено, что оптимальной является добавка, дегидратированная при 1050°C с соотношением $\text{CaSO}_4:\text{CaO}$ -1:1 в количестве 11% от массы вяжущего (рис. 3).

Изучение физико-механических и деформативных характеристик бетонов на основе разработанных вяжущих показали, что линейное расширение образцов на основе ЭТФ-шлака и ССС на 28 сут твердения составляет 0,204, на 720 сут - 0,211%, при использовании соды соответственно - 0,121 и 0,131%.

Прочность бетонов этого же состава в возрасте 28 сут составляет 38,6-65,6, к 720 сут - 70,2-79,6 МПа; на соде соответственно - 46,4-69,8 и 79,6-84,8 МПа в зависимости от условий твердения.

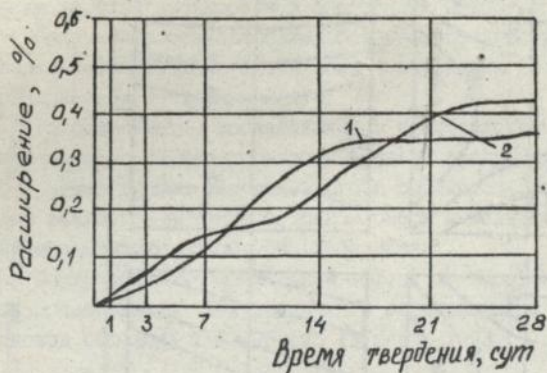


Рис. 1. Изменение деформации расширения шлакощелочных вяжущих при твердении в нормальных условиях:
1 - шлак доменный; 2 - ЭТФ-шлак.

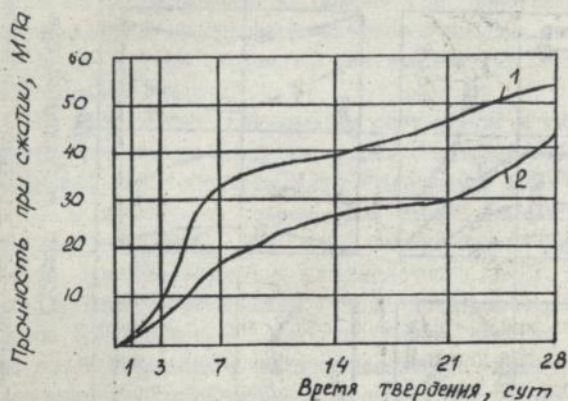


Рис. 2. Кинетика набора прочности расширяющихся шлакощелочных вяжущих при твердении в нормальных условиях (обозначение согласно рис. 1).

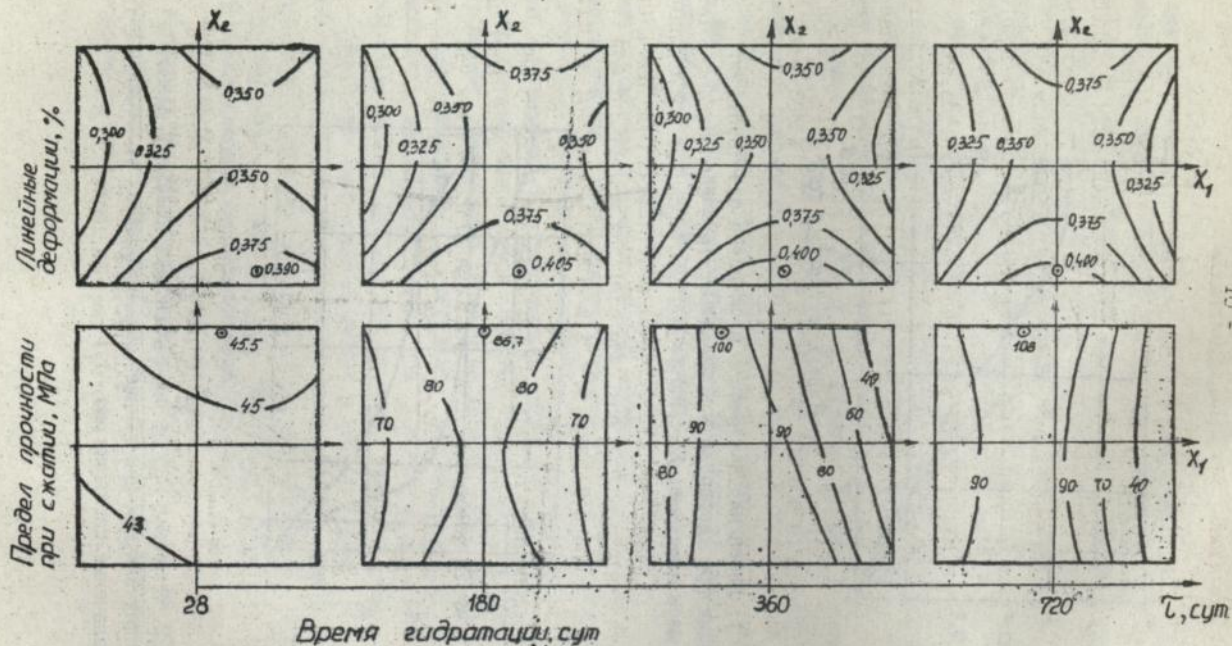


Рис. 3. Изопараметрические диаграммы изменения линейных деформации (%) и прочности при сжатии (МПа) образцов вяжущего на основе ЭТШ-шлака и СОС во времени.

Работанные бетоны обладают высокой водонепроницаемостью (W12-W16), повышенной морозостойкостью (F400-F500), а также высокой стойкостью в агрессивных средах, $K_c=1.009-1.063$.

Полученные безусадочные бетоны характеризуются высокими физико-механическими свойствами в сравнении с бетонами на традиционном портландцементе.

По результатам исследований в производственных условиях мини-завода научно-производственного предприятия "Мухандис" произведен выпуск безусадочного и расширяющегося шлакощелочного вяжущего, а также бетонной смеси и железобетонных изделий при Самаркандском ДСК (Узбекистан).

Фактический экономический эффект от внедрения результатов исследования безусадочных и расширяющихся шлакощелочных бетонов составил 2143795 руб (в ценах 1993 г.).

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Теоретически обоснована и экспериментально установлена возможность получения безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих за счет синтеза в составе продуктов их твердения расширяющихся в объеме при кристаллизации фаз, представленных гидросульфаломинатом кальция высокосульфатной формы, путем введения в вяжущую систему специально синтезированной добавки.

2. Установлено оптимальное соотношение и технология получения расширяющей добавки, представляющей собой гипсо-известковый спек, обожженный при температуре 1050°C.

3. С применением современных физико-химических методов исследований - РФА, ДТА, ИКС, а также метода резонанса исследован процесс твердения шлакощелочного камня. Установлено, что введение расширяющей добавки приводит к ускорению процессов кристаллизации новообразований вяжущей системы. В процессе твердения в составе цементного камня наряду с традиционными новообразованиями шлакощелочного вяжущего - низкоосновными гидросиликатами кальция, кальцитом и натриево-кальциевым гидроалюмосиликатом синтезируется гидросульфаломинат кальция трехсульфатной формы.

4. Установлена взаимосвязь свойств вяжущих с фазовым составом цементного камня и показана возможность управления процессом структурообразования в зависимости от вида шлака, природы щелочного компонента, количества и вида расширяющей добавки, а также условий твердения.

5. С помощью метода математического планирования эксперимента построены модели для получения безусадочных и расширяющихся вяжущих на основе ЭТФ-шлака и ССС. Определено, что оптимальной является добавка, обожженная при температуре 1050°C с соотношением $\text{CaSO}_4:\text{CaO}=1:1$ и введенная в количестве 11% от массы вяжущего.

6. Разработаны безусадочные и расширяющиеся вяжущие на основе ЭТФ-шлака: М400-600 с линейным расширением 0,184-0,416%, напрягающие М400-500 с усилием самонапряжения 0,57-0,65 МПа; на основе доменных шлаков: М400-800 с линейным расширением 0,200-0,596%, напрягающие М400-500 с усилием самонапряжения 0,68-0,81 МПа.

7. Изучены основные физико-механические и деформативные свойства вяжущих во времени. Установлено, что растворопотребность теста нормальной густоты составляет 0,27-0,38; начало и конец схватывания находятся в диапазоне 17-220 и 45-370 мин соответственно. Длительные наблюдения за состоянием разработанных вяжущих показали, что линейное расширение и усилие самонапряжения образцов стабилизируются к 56 сут твердения, прочностные показатели во времени возрастают. К 720 сут твердения прочность образцов вяжущей композиции М400-600 на основе ЭТФ-шлака составляет 97,1-102,6 МПа, на основе доменных шлаков М400-800 - 114,5-123,7 МПа, соответственно.

8. Подобраны оптимальные составы бетона и изучены их свойства. Линейное расширение бетона на основе ЭТФ-шлака составляет: на ССС - 0,204%, на соде - 0,121%, к 720 сут твердения - 0,211 и 0,131% соответственно. Прочность образцов составляет на ССС - 49,3 МПа, на соде - 54,5 МПа, и через 720 сут естественного твердения - 78,5 и 84,8 МПа, соответственно.

Водонепроницаемость бетона соответствует маркам W12-W16, морозостойкость - F400-F500. Коррозионная стойкость после

хранения в течение 12 месяцев в 5-10% растворах Na_2SO_4 , MgSO_4 и NaCl составляет $K_C - 1,009 - 1,063$.

9. Экономический эффект от разработки и использования безусадочного и расширяющегося шлакощелочного вяжущего составил за счет снижения себестоимости 1 м^3 : бетонной смеси - 4175,38 руб/ м^3 ; изделий - 23819,94 руб/ м^3 (в ценах на 09.1993 г.).

Основные положения диссертации изложены в работах:

1. Негматов З.Ю., Султанов А.А., Кривенко П.В. Особенности твердения шлакощелочных безусадочных и расширяющихся цементов // Научно-теоретические и практические исследования в области строительства и архитектуры: Сб. науч. статей.- Самарканд, 1991.- С. 36-39.

2. Негматов З.Ю., Султанов А.А., Кривенко П.В. Разработка шлакощелочных вяжущих специального назначения // Исследования в области архитектуры, организации и планирования строительства: Сб. науч. статей.- Самарканд, 1991.- С. 21-23.

3. Султанов А.А., Негматов З.Ю., Курбанов Т.Ю. Свойства специальных шлакощелочных цементов и бетонов с учетом характеристик их строения // Научно-теоретические и практические исследования ученых СамГАСИ: Сб. науч. статей.- Самарканд, 1992.- С. 51-56.

4. Негматов З.Ю., Султанов А.А., Кривенко П.В. Физико-химические основы твердения расширяющихся и напрягающих цементов // Научные исследования в области архитектуры, организации и планирования строительства: Сб. науч. статей.- Самарканд, 1993.- С. 44-48.

5. А.с. 1609761 МКИ⁵ С 04 В 7/153. Вяжущее / А.А.Султанов, А.А.Азимов, З.Ю.Негматов и др. (СССР) // Открытия. Изобретения.- 1990.- N 44.

6. А.с. 1761706 МКИ⁵ С 04 В 7/153. Вяжущее / А.А.Султанов, З.Ю.Негматов, П.В.Кривенко и др. (СССР) / Открытия. Изобретения.- 1992.- N 34.

7. Негматов З.Ю., Султанов А.А., Курбанов Т.Ю. Безусадочные и расширяющиеся шлакощелочные цементы // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тез. докл. III-Всесоюз. конф.- Киев, 1989.- С. 189-190.

8. Кривенко П.В., Султанов А.А., Негматов З.Ю. Направленный синтез безусадочных и расширяющихся шлакощелочных вяжущих // Строительству высокий научный и технико-экономический уровень: Тез. докл. респуб. научно-практ. и техн. конф. - Самарканд, 1990. - С. 40.

9. Негматов З.Ю., Султанов А.А., Курбанов Т.Ю. Безусадочные вяжущие на основе отходов промышленности // Ресурсосбережение и экология: Тез. докл. Всесоюз. конф. - Ижевск, 1990. - С. 5-6.

10. Султанов А.А., Негматов З.Ю., Кривенко П.В., Курбанов Т.Ю. Вяжущие и бетоны на основе отходов промышленности // Использование химических добавок в производстве сборного и монолитного бетона и железобетона: Тез. докл. Всесоюз. научно-тех. семинара. - Свердловск, 1991. - С. 114-116.

11. Негматов З.Ю., Султанов А.А., Кривенко П.В. Эффективные безусадочные шлакощелочные цементы // Утилизация промышленных отходов для производства экологически чистых и эффективных строительных материалов: Тез. докл. Всесоюз. научно-практ. конф. - Ровно, 1991. - С. 94.

12. Султанов А.А., Негматов З.Ю., Курбанов Т.Ю. Особенности твердения шлакощелочных цементов и специальные цементы на их основе // Снижение материалоемкости продукции строительной индустрии: Тез. докл. I Международ. научно-техн. конф. - Ташкент, 1992. - С. 62-63.

13. Негматов З.Ю., Султанов А.А. Безусадочные и расширяющиеся цементы на основе отходов промышленности // Экология, энерго- и ресурсосбережение: Тез. докл. Международ. симпозиума. - Самарканд, 1993. - С. 33-35.

14. Султанов А.А., Негматов З.Ю., Курбанов Т.Ю. Кенгаювчи ва зурикувчи шлакишкорли цементларни ички тузилиши // Архитектурная и строительная наука в развитии экономики республики Узбекистан: Тез. докл. международ. симпозиума. - Ташкент, 1994. - С. 61.

15. Sultanov A.A., Negmatov Z.J. Expanding and self-stressing slag alkaline cements // Alkaline cements and concretes: first international conference. - 1994 Kiev, Ukraine. - pp. 221-227.

Исмаилов З.Ю. Безусадні та розширні шлаколувні в'язучі і бетони на їх основі.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук із спеціальності 05.23.05 "Будівельні матеріали та вироби", Київський державний технічний університет будівництва та архітектури, Київ, 1995.

Захищається робота, що містить результати досліджень в області розробки безусадкових і розширюючих шлаколувних в'язучих і бетонів на їх основі.

Розроблені безусадкові та розширні в'язучі на основі електротермофосфорного шлаку: М 400-600 з лінійним розширенням 0,184- 0,416%, що напружують М 400-500 з усиллям самонапруження 0,57-0,65 МПа; на основі доменних шлаків: М400-800 з лінійним розширенням 0,200- 0,596%, що напружують М400-500 з усиллям самонапруження 0,68- 0,81 МПа.

Лінійне розширення бетону на основі електротермофосфорного шлаку складає: на сульфатній суміші - 0,204%, на соді - 0,121%. Міцність зразків складає: на сульфатній суміші - 49,3, на соді - 54,5 МПа.

Виробничий випуск в'язучого здійснений в науково-виробничому підприємстві "Мухандіс", бетонної суміші та плити покриття ПКН-4 при Самаркандському ДБК.

Економічний ефект від впровадження результатів досліджень складає 2143795 крб. (в цінах 1993 р.).

Ключові слова: безусадкові і розширючі шлаколувні в'язучі та бетони, лінійне розширення, самонапруження.

**Negmatov Z.Yu. Shrinkage-free and expanding slag
alkaline binders and concretes.**

Ph.D. Research Work

Speciality No. 05.23.05 "Building materials and products". Kiev State Technical University of Construction and Architecture.

The work covers the results of investigation in the field of developing shrinkage-free and expanding slag alkaline binders and concretes.

The shrinkage-free and expanding binders composed from electrothermal phosphorous slag: of brands 400-600 with linear expansion 0.184-0.416 %, self-stressing of brands 400-500 with self-stress 0.57-0.65 MPa; composed from blast-furnace slags: of brands 400-800 with linear expansion 0.200-0.596 %, stressing of brands 400-500 with self-stress 0.68-0.81 MPa have been formulated.

The linear expansion of a concrete based on electrothermal phosphorous slag was: if using a soda-sulphate blend-0.204 %, soda-0.121 %. The compressive strength was 49.3 and 54.5 MPa, respectively.

The binder was put into practice at the Scientific-production Enterprise "Mukhandiz", the concrete and floor slabs at of Samarkand House Building Enterprise.

The economic efficiency was 2143795 roubles (in prices of 1993).

Key words: shrinkage-free and expanding slag alkaline binders and concretes, linear expansion, self-stress.

Підп. до друку 24.01.95. Формат 60×84^{1/16}.
Папір друк. № 3. Спосіб друку офсетний. Умовн. друк. арк. 0,23
Умовн. фарбо-відб. 1,04. Обл.-вид. арк. 1,0
Тираж 100. Зам. № 5-113

Фірма «ВІПОЛ»
252151, Київ, вул. Волинська, 60.

ЛНБ ім. В. Стефанька
АН України

AB 32.121