

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

РЕДКОЗУБОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСЕЕВИЧ

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ БЕТОНЫ НА НЕКОНДИЦИОННЫХ
КВАРЦЕВЫХ ПЕСКАХ

Специальность : 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков 1996



00754127 (Q)

писью.

...полнена на кафедре технологии
дорожно-строительных материалов Харьковского государственного
автомобильно-дорожного технического университета.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
Ольгинский Александр Георгиевич

Официальные оппоненты – доктор технических наук, профессор
Чернявский Вячеслав Леонидович
– кандидат технических наук, старший
научный сотрудник Спирин Юрий
Александрович

Ведущая организация – Объединение "Харьковаггпромпдорстрой"

Защита диссертации состоится "4" июля 1996 г.
в 11⁰⁰ часов на заседании специализированного совета К.02.17.01
по специальности 05.23.05 "Строительные материалы и изделия"
Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического
университета по адресу:

310078, г. Харьков-78, ул. Петровского, 25.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ХГАДТУ.

Автореферат разослан "31" мая 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета

канд. техн. наук, доцент

А. В. Космин

ЛННБ ім. В. Стефаніка

Харків, Україна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Ограниченность и сокращение запасов кондиционных заполнителей, значительное удорожание перевозок, а также ужесточение требований к охране окружающей среды заставляют искать пути использования в технологии бетона местных материалов. Оценка запасов природных строительных материалов Восточной Украины показала, что на долю мелких и очень мелких песков приходится более 75% общего объема разведанных месторождений. Поэтому в последнее время большое внимание уделяется производству мелкозернистых цементных бетонов. Такие бетоны имеют по сравнению с обычными тяжелыми преимуществами по ряду физико-механических и технологических характеристик. К ним относятся: удобоукладываемость, хорошая формуемость бетонных смесей, высокая прочность бетонов при изгибе, а также возможность отказа от дефицитного в ряде районов крупного заполнителя. К недостаткам относятся высокая удельная поверхность песка, что вызывает повышенный расход цемента и обуславливает повышенную усадку бетона, снижение его трещиностойкости, ухудшение деформативных свойств и др.

Хотя вопросу влияния песчаного заполнителя на свойства мелкозернистого бетона уделено большое внимание, однако недостаточно учтено влияние пылевато-глинистых примесей, а использование известных способов улучшения качества затруднено из-за сложности и дороговизны их реализации. В связи с этим, целесообразна разработка новых технологических приемов использования местных песков.

Цель работы - разработка способов получения мелкозернистых бетонов с улучшенными эксплуатационными свойствами на основе очень мелких кварцевых песков (модуль крупности от 1,0 до 1,5) с высоким содержанием пылевато-глинистых частиц.

Для достижения поставленной цели исследований решались сле-

дующие задачи. 1. Установление влияния природы очень мелкого кварцевого песка на процессы структурообразования мелкозернистых цементных бетонов. 2. Разработка приборного обеспечения измерения электрокинетического потенциала реальных дисперсных материалов. 3. Изучение влияния степени измельчения кварцевого песка на его электрокинетический потенциал. 4. Установление влияния электрокинетического потенциала кварцевых песков, активированных растворами электролитов различных концентраций на прочность мелкозернистых бетонов. 5. Изучение влияния примесей пылеватого кварца и глины каолинит-гидроглинистого состава на физико-механические и эксплуатационные характеристики мелкозернистых бетонов с активированным заполнителем. 6. Определение оптимальных параметров активации песка и введения лигносульфоната технического (ЛСТ). 7. Проведение производственной проверки полученных результатов и внедрение предложенной технологии.

Научная новизна работы:

- теоретически обоснован и экспериментально подтвержден механизм влияния активации песка на процессы контактообразования в мелкозернистых бетонах;

- разработана методика измерения электрокинетического потенциала высокодисперсных материалов природного и технологического происхождения, а также песков с модулем крупности до 1,5. Впервые с помощью метода потенциала протекания проведено непосредственное измерение электрокинетического потенциала природных кварцевых песков в естественном состоянии;

- выявлена корреляция между концентрацией активирующих растворов, электрокинетическим потенциалом зерен песка и прочностью при сжатии мелкозернистых бетонов;

- доказано положительное влияние активированных пылевато-глинистых примесей каолинит-гидроглинистого состава на свой-

ства мелкозернистых бетонов:

- разработан комплекс неаддитивных физико-химических воздействий, заключающийся в активации поверхности кварцевого песка и введении в бетонную смесь ЛСТ;

Достоверность полученных результатов подтверждается большим объемом экспериментальных данных, обработанных методами математической статистики, использованием независимых методов физико-химического анализа объясняющих физико-механические и эксплуатационные свойства мелкозернистых бетонов, а также сопоставимостью экспериментальных данных с результатами промышленной проверки.

Практическое значение:

- получены данные о физико-механических и эксплуатационных свойствах мелкозернистых бетонов на основе активированных очень мелких песков, содержащих до 13% примесей пылевато-глинистых частиц;

- предложена технология получения мелкозернистых бетонов на местных очень мелких загрязненных песках;

- созданы предпосылки расширения сырьевой базы производства мелкозернистых бетонов за счет использования местных некондиционных кварцевых песков.

Реализация результатов работы.

Предлагаемая технология использовалась при производстве дорожных плит, бортового камня, тротуарной плитки и поребрика на УППК Сумского облавтодора. Экономический эффект составил 31575 рублей (в ценах 1984 года).

А п р о б а ц и я р а б о т ы. Основные положения диссертации доложены на научно-технических конференциях: "Ресурсосберегающие технологии и материалы в строительстве и строительной индустрии", г. Харьков, 1992г.: "Пути повышения эффективности дорож-

ного хозяйства Украины в новых условиях хозяйствования", г. Киев, 1994: "Теория и практика строительства и строительных материалов", г. Сумы, 1994 г.: "Ресурсосбережение и экология промышленного региона", г. Макеевка, 1995г.: "Проблемы архитектурно-строительного материаловедения и ресурсосберегающие технологии производства изделий и конструкций", г. Белгород, 1995г.: "Розвиток технічної хімії в Україні", г. Харьков, 1995г.: "Моделирование и вычислительный эксперимент в материаловедении", г. Одесса, 1996г.

П у б л и к а ц и и. По материалам диссертации опубликовано 15 печатных работ.

С т р у к т у р а и о б ъ е м р а б о т ы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Работа содержит 182 страницы машинописного текста, 16 таблиц, 28 рисунков, 2 приложения и список использованной литературы из 187 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Действующими нормативными документами ограничивается содержание пылевато-глинистых примесей и модуль крупности песков для цементных бетонов. В Украине, наиболее распространенными являются кварцевые пески с модулем крупности от 1,0 до 1,5, - содержащие до 15% пылевато-глинистых примесей. Пылевато-глинистые примеси состоят в основном из частиц кварца и агрегатов различных глинистых минералов (преимущественно каолинит-гидроокисидного состава на Восточной Украине).

Использованию мелких песков и положительному влиянию минеральных наполнителей, в частности глинистых добавок, на физико-механические свойства и долговечность бетонов посвящены работы Ю. М. Баженова, А. Г. Бунакова, С. С. Гордона, Н. Г. Гранковского,

И. М. Грушко, Б. В. Гусева, И. М. Красного, Н. Н. Круглицкого, О. П. Мчедлова-Петросяна, Ф. Д. Овчаренко, А. Г. Ольгинского, В. И. Соломатова, Г. И. Ступакова, В. Л. Чернявского, В. М. Юнга и других ученых. Обладая на несколько порядков более высокой, чем у песка, удельной поверхностью, пылеватые и глинистые частицы способны повышать степень гидратации вяжущего, выполнять роль центров кристаллизации гидратов, образовывать с ними фазовые контакты.

В мелких песках обычно возрастает содержание пылевато-глинистых примесей, которые в виде агрегатов покрывают поверхность зерен песка и при перемешивании неравномерно распределяются в бетонной смеси.

Степень агрегирования пылевато-глинистых частиц во многом зависит от запаса свободной энергии на их поверхности (от степени их электризации). При уменьшении электризации пылевато-глинистых частиц, можно ожидать диспергацию агрегатов на составляющие частицы. Для большинства глин рН изозлектрической точки около 5. При активации пылевато-глинистых примесей растворами электролитов с рН в пределах 5 произойдет уменьшение степени электризации глинистых частиц, что будет способствовать их дезагрегации.

Поверхность заполнителя и кварцевых частиц, находящихся в составе пылевато-глинистых примесей, покрыта различными пленками и налетами, поэтому их реакционная способность довольно низка, что оказывает отрицательное действие на процессы контактообразования в бетонах. Плохое контактообразование цементных гидратов с поверхностью мелких кварцевых песков объясняется главным образом неплотным прилеганием гидратирующегося вяжущего к поверхности песка еще на этапе приготовления бетонной смеси, а также плохим смачиванием, которое вызвано наличием различных налетов и пленок на поверхности зерен песка.

В работах В. И. Бабушкина, Ю. М. Мельника, А. Г. Ольгинского,

Арх. Н. Плугина, М. М. Сычева, Ю. А. Спирина и других исследователей указывается на важную роль электрического состояния поверхности твердой и жидкой фаз в бетоне на различных стадиях твердения. Отмечается, что определяющими на ранних стадиях твердения являются электростатические и межмолекулярные взаимодействия, управляя которыми путем обработки растворами электролитов, можно активно воздействовать на процессы структурообразования в цементных бетонах. Однако, использование в модельных системах измельченных минералов, которые значительно отличаются от реальных, а также различие в направлениях и критериях определения необходимых концентраций электролитов не дают возможности однозначно подходить к вопросу определения оптимальных концентраций активирующих растворов.

Гидроксидирование поверхности кремнекислородных тетраэдров обуславливает отрицательный электрокинетический потенциал кварцевых песков. Согласно теории ДЛЮ на отрицательно заряженной поверхности кварца должны адсорбироваться преимущественно положительно заряженные продукты гидратации цемента — гидроалюминаты или гидросульфалюминаты кальция. При перезарядке поверхности кварца, будет обеспечиваться и коагуляция отрицательно заряженных гелевых частиц гидросиликатного состава. Меньшие размеры этих частиц обеспечат дополнительное уплотнение структуры зоны контакта. Таким образом, обеспечение плотного контакта гидратов с заполнителем возможно за счет создания на его поверхности заряда противоположного знака. Перезарядку поверхности зерен песка можно осуществить путем смачивания его растворами электролитов, содержащих ионы Fe^{3+} и Al^{3+} .

Бетонные смеси на мелких песках обладают повышенной водопотребностью, что существенно отражается на процессах структурообразования. Для уменьшения водо-цементного отношения в бетонные смеси вводят поверхностно-активные вещества, которые также положи-

тельно влияют на прочность и долговечность бетонов.

При введении в бетонную смесь анионоактивного ПАВ следует ожидать усиления эффекта активации. При этом, адсорбция ПАВ на пылевато-глинистых примесях сопровождается сольватацией их поверхности, приводящей к появлению раскливающего давления. Это способствует дальнейшей дезагрегации примесей и уменьшению внутреннего трения, что повышает пластичность бетонной смеси. Следует подчеркнуть, что в результате адсорбции анионоактивных ПАВ положительно заряженная поверхность СЗА и С4АГ приобретает гидрофильность. В результате, поверхность всех цементных частиц будет заряжена отрицательно, что воспрепятствует флокуляции цементных частичек при смешивании с водой, а также уменьшит вязкость бетонной смеси. Это даст возможность уменьшить водо-цементное отношение. Кроме того, при перезарядке заполнителя с последующим введением в смесь анионоактивного ПАВ, его адсорбция может осуществляться не только частицами цемента и пылевато-глинистых примесей, а и активированной поверхностью зерен кварцевого песка. Это будет способствовать дополнительной дезагрегации пылевато-глинистых примесей и дальнейшему удалению пленок и налетов с поверхности кварцевых зерен, а также повышению пластичности бетонной смеси. При уменьшении водо-цементного отношения, уменьшится расстояние между кварцевыми зернами, а электрическая сила притяжения цементных гидратов к поверхности кварцевых зерен значительно возрастет. При этом может произойти слияние зон контакта рядом расположенных зерен заполнителя и уплотнение цементного бетона в целом.

Исследования электроповерхностных свойств дисперсных материалов производили на усовершенствованной установке для измерения потенциала протекания порошковых диаграмм. Ее отличие от известных состоит в использовании стандартных хлорсеребряных элект-

тродов ЭВЛ-1М1 или ЭВЛ-1М3, а также в том, что для создания устойчивых режимов работы электродов электродные пространства разделены сосудами с заливными кранами из стандартного комплекта.

В результате проведенных исследований определены рабочие параметры диафрагмы как для тонкодисперсных материалов (цемента, лессового грунта, глины, зол уноса), так и для грубодисперсных (кварцевых песков с модулем крупности до 1,5).

Исследования проводили на портландцементе марки 400 Балаклеевского завода и песке с модулем крупности 1,1...1,27, содержащих пылевато-глинистых примесей до 13%. Для проверки использовали цемент Белгородского завода марки 400 и песок с модулем крупности 1,15, содержащим 14% пылевато-глинистых примесей. В качестве микрозаполнителей использовали глину каолинит-гидролюдитового состава и измельченный мытый песок с размером зерен 15...30мкм.

Зерна кварцевого песка часто покрыты глинистыми, железистыми и карбонатными налетами, пленками органических веществ. При измерениях электрокинетического потенциала роль этих поверхностных образований значительна. Являясь показателем электрической природы минералов, слагающих песок, электрокинетический потенциал представляет собой интегральную характеристику, суммирующую различное соотношение величин поверхностного заряда (с определенным знаком), площадей, занятых минеральной поверхностью самого зерна песка и различных поверхностных примесей. При измельчении это соотношение нарушается.

Исследовано влияние длительности выдержки измельченного песка на его электрокинетический потенциал и зависимость от этого прочности цементного бетона (рис.1). Относительную прочность определяли на образцах-кубиках 20х20х20мм в возрасте 28 суток нормального твердения, изготовленных из бетонного раствора с отно-

шением песчаного заполнителя и цемента 3:1. В качестве заполнителя применяли измельченный в агатовой ступке мытый кварцевый песок до размера зерен 15...30мкм (удельная поверхность около $2200\text{см}^2/\text{г}$). Измерения электрокинетического потенциала и приготовление бетонных образцов начинали через 15 минут после измельчения песка. Измельченный песок хранился в лабораторных условиях при $t = 19...22^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 50...60%. Полученные зависимости подтвердили предположение, что измельчение значительно влияет на свойства кварцевого песка. Относительная стабилизация электрокинетического потенциала и приближение его значений к таковым для неизмельченного песка наблюдается лишь к 28 суткам. Поэтому, для дальнейших исследований использовали микрозаполнитель, выдержанный в течение не менее 28 суток.

На основании полученных зависимостей изменения прочности при сжатии мелкозернистых цементных бетонов от концентрации активирующих растворов хлорида алюминия и величины электрокинетического потенциала песка (рис. 2), можно заключить, что концентрация активирующего раствора электролита зависит от минерального состава песка и поверхностных минеральных комплексов, покрывающих его поверхность. Наблюдается зависимость прочности при сжатии от электрокинетического потенциала мытого песка, с достижением максимума при наиболее высоком положительном значении. Необходимо отметить также влияние снижения степени электризации пылеато-глинистых частиц на прочность бетона. При активации песка раствором хлорида алюминия максимальный прирост прочности соответствует величине электрокинетического потенциала немытого песка очень близкой к изоэлектрической точке. Активация песка раствором хлорида алюминия приводит к тому, что поверхность зерен кварца перезаряжается, а частички глины приобретают величину электрокинетического потенциала, близкую к изоэлектрическому состоянию.

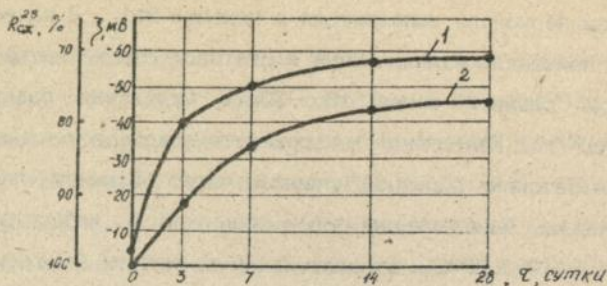


Рис. 1 - Влияние длительности выдержки микрозаполнителя после его измельчения на электрокинетический потенциал и прочность цементного бетона. 1 - электрокинетический потенциал; 2 - относительная прочность.

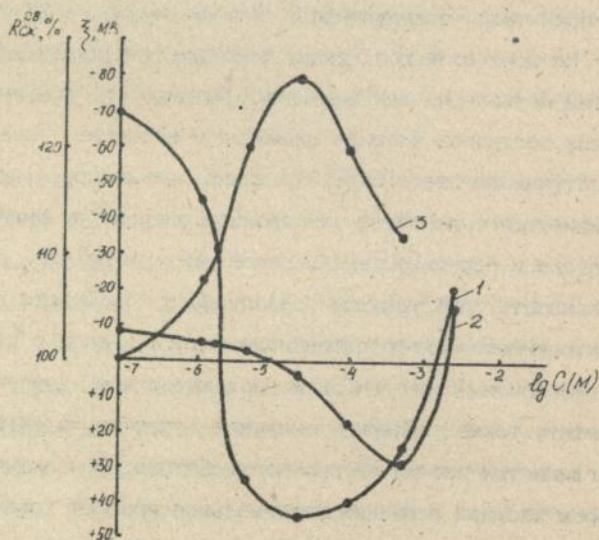


Рис. 2 - Зависимость прочности при сжатии мелкозернистого бетона на активированном заполнителе и электрокинетического потенциала заполнителя от концентрации раствора $AlCl_3$. 1 - мытый песок; 2 - немывтый песок; 3 - относительная прочность при сжатии мелкозернистого бетона на активированном песке.

Таким образом, создаются благоприятные условия для контактообразования кварцевых зерен с гидратами цементного камня, имеющими суммарный отрицательный электрокинетический потенциал, обеспечивается дезагрегация пылевато-глинистых частиц, покрывающих зерна песка.

Для приготовления бетонной смеси вначале песок при непрерывном перемешивании смачивали активирующим раствором электролита (в количестве, соответствующим водопотребности песка). После добавления цемента и воды затворения смесь перемешивали окончательно.

Установлено, что оптимальным количеством добавки ЛСТ для бетонных смесей на неактивированном и активированном песке является 0,25 и 0,30% от массы цемента соответственно. Некоторое увеличение расхода добавки в смесях на активированном песке подтверждает, что адсорбция ЛСТ происходит не только на цементных частицах, но и на активированном песке.

Исследования показали, что оптимальное количество микронаполнителя постоянно для бетонов контрольного состава, на активированном заполнителе без добавки и с добавкой 0,3% ЛСТ, и находится в пределах 13%. Суммарный эффект от введения 13% микронаполнителя с последующей активацией заполнителя и введением в смесь 0,3% ЛСТ повышает прочность мелкозернистых бетонов на 50%.

Изучено влияние добавок глины каолинит-гидрослюдистого состава на изменения прочности мелкозернистого бетона на мытом заполнителе с оптимальной добавкой микронаполнителя. Установлено, что бетон, содержащий 0,5% глины обладает повышенной прочностью. При этом, допустимое количество глины - до 1%. При использовании активированного заполнителя оба значения возрастают на 0,5%. Дополнительное применение пластификатора также способствует дезагрегации глинистых частиц, что приводит к увеличению допустимого

количества глины (более 2%).

Определение влияния добавок глины на расход цемента в бетонах на активированном заполнителе с добавками кварцевого наполнителя (13%) и ЛСТ исследовали при расходах цемента 500, 400 и 300 кг/м³. Установлено, что с увеличением количества глины соответственно 0,5; 1,0; 1,5% расход цемента уменьшается. Это свидетельствует о глине, как о достаточно активном минеральном наполнителе.

С целью оптимизации многообразия факторов, влияющих на прочность мелкозернистого бетона, использовали математическое планирование эксперимента. В качестве переменных факторов активного эксперимента выбраны следующие количественные показатели: X₁ - количество глины каолинит-гидроалюминатного состава (% от массы заполнителя); X₂ - количество кварцевого микронаполнителя (% от массы заполнителя); X₃ - количество ЛСТ (% от массы цемента). Остальные технологические параметры (вид и расход цемента, условия приготовления и формовки смесей, особенности активации заполнителя) в эксперименте оставались постоянными.

После обработки результатов эксперимента на ЭЕМ получена следующая математическая модель:

$$R_{ож} = 38,02 + 0,78X_1 + 0,28X_2 + 0,28X_3 - 4,02X_1X_2 + 1,48X_1X_3 - 1,02X_2X_3 - 2,52X_1^2 - 8,02X_2^2 - 2,02X_3^2$$

Оптимальные содержания добавок микронаполнителей и ЛСТ в составе на активированном заполнителе: глины - 1,25%, кварцевого микронаполнителя - 12,5%, добавки ЛСТ - 0,3%

Анализ полученных данных пластической прочности цементных паст свидетельствует о том, что добавка ЛСТ значительно (до 3,54) замедляет периоды коагуляционного и кристаллизационного структурообразования цемента, а раствор хлорида алюминия существенно их ускоряет. Последовательные активация кварцевого микронаполнителя

и введение раствора ЛСТ приводят к тому, что коагуляционный период и начало кристаллизации новообразований цемента незначительно замедляются.

Кинетика нарастания прочности бетонов во времени на активированном заполнителе показывает, что повышение прочности в начальный период твердения (до 14 суток) происходит интенсивно, т.к. бетонные образцы в этом возрасте набирают до 75% марочной прочности. После 28 суток твердения в нормальных условиях прочность увеличивается незначительно, а к 180 суткам - практически прекращается. Добавка ЛСТ несколько замедляет процесс твердения в начальные сроки, однако активация заполнителя интенсифицирует этот процесс. Прочность при сжатии на 28 сутки нормального твердения уже значительно выше чем у контрольного состава (до 45%), а на 180-е сутки при сжатии - до 50%, при изгибе - до 60%.

Особенности структуры мелкозернистых бетонов исследовали методами люминесцентной дефектоскопии, микротвердомерии, оптической и электронной микроскопии. Исследование фазового состава бетона проводились методами рентгеновской дифрактометрии и инфракрасной (ИК) спектроскопии.

Установлено, что общая макропористость образцов мелкозернистых бетонов контрольного состава, твердевших в нормальных условиях, составляет от 6,69 до 7,10%; образцов мелкозернистых бетонов на заполнителе, обработанном раствором хлорида алюминия - от 6,40 до 6,88%; образцов мелкозернистых бетонов на активированном заполнителе с добавкой ЛСТ - от 5,20 до 5,60%. Установлено, что разрыхленная зона контакта и нарушенное микротрещинами сцепление гидратов с заполнителем в бетонах на неактивированном заполнителе после его активации сменяется общим уплотнением зоны контакта гидратов с заполнителем, формированием расплывчатой границы между ними. Введение ЛСТ усиливает этот эффект, повышает степень

гидратации вяжущего с 29 до 36%. Гидраты в зоне контакта и связующей массе приобретают тонковолокнистую однородную микроструктуру, что также подтверждается результатами микротвердости.

При этом, значительных качественных фазовых изменений в мелкозернистых бетонах не наблюдается. По сравнению с контрольным составом после активации песка повышается степень гидратации вяжущего, судя по изменению индивидуальной линии трехкальциевого силиката $d=2,73\text{\AA}$. При этом, содержание кристаллического гидроксида кальция значительно сокращается. После дополнительного введения ЛСТ степень гидратации вяжущего незначительно возрастает, уменьшается и содержание гидроксида кальция.

По данным ИК-спектроскопии в составах на активированном заполнителе и после дополнительного введения 0,3% ЛСТ по сравнению с контрольным составом заметно возрастает интенсивность поглощения в области $800...1700\text{см}^{-1}$, что указывает на образование большого количества низкоосновных гидросиликатов кальция и не исключает присутствие карбонатизированного гидроксида кальция. При этом, соответственно возрастает содержание скрытокристаллического гидроксида кальция в первом составе почти в два раза, а во втором - в три раза, судя по увеличению поглощения при 3644см^{-1} . Интенсивность поглощения с максимумом при 1430см^{-1} почти соответствует по величине интенсивности при 1000см^{-1} , что может свидетельствовать об относительно высоком отношении $\text{CaO/SiO}_2 > 1,5$ в гидросиликатах, образующихся во всех сравниваемых составах. Наличие максимума поглощения для контрольного состава и на активированном заполнителе при 3468см^{-1} свидетельствует о наличии в обоих случаях поверхностных гидроксильных групп, связанных водородной связью друг с другом в количестве около 70%. После дополнительного введения ЛСТ максимум поглощения смещается к 3452см^{-1} , что указывает на некоторое уменьшение (на 10...15%) содержания повер-

кностных гидроксильных групп. В то же время, появление на этом же ИК-спектре более четкого поглощения при 3380см^{-1} вероятно указывает на появление других, кристаллически более совершенных, типов гидросиликатов кальция. Это же подтверждается и четкими более высокими поглощениями при 2860 и 2930см^{-1} , связанными с деформационными колебаниями групп О-Н. Об увеличении количества адсорбированной воды в составах на активированном заполнителе и в составах с дополнительным введением 0,3% ЛСТ можно судить по возросшему поглощению при 1640см^{-1} .

Таким образом, активация кварцевого песка, содержащего пылевато-глинистыми примеси и введение ЛСТ приводят к увеличению степени гидратации вяжущего и значительному сокращению кристаллического гидрата кальция, что указывает на участие в процессах гидратации частиц, слагающих пылевато-глинистые примеси.

Установлено, что морозостойкость бетонов на активированном заполнителе с введением 0,3% ЛСТ увеличивается на две - три марки. Коэффициент коррозионной стойкости в растворе сульфата натрия через 12 месяцев составил: 1,0 при сжатии, 0,97 при изгибе. Величина усадки сокращается до 0,12 мм/м.

Для проверки эффекта активации кварцевого песка и введения в смесь ЛСТ применялся песок с меньшим модулем крупности и большим содержанием пылевато-глинистых частиц, а портландцемент с более высокой маркой и алкминатностью.

Применение цемента с большей активностью позволяет получать равнопрочные мелкозернистые бетоны с меньшим расходом цемента (до 425кг/м^3). При этом прочность бетонов на активированном заполнителе при сжатии повышается на 20%, а при изгибе на 30%. При активации заполнителя с введением в смесь 0,3% ЛСТ увеличение прочности составляет более 40%.

Разработанная технология получения мелкозернистых бетонов

И. В. Стефанюк
АН України

путем предварительной активации загрязненного кварцевого песка хлоридом алюминия и введения в смесь 0,3% ЛСТ внедрялась на УПТК Сумского облавтодора с использованием существующей технологической линии приготовления добавок.

Технологический процесс состоял из следующих этапов. Первый заключался в приготовлении промежуточного раствора хлорида алюминия с концентрацией 0,1 г-моль/л. В специальную емкость вводился порошкообразный хлорид алюминия из расчета 133г на 1 литр воды и перемешивался. Затем производилась подача промежуточного раствора в расходный бак, где происходило его разбавление до рабочей концентрации (с учетом естественной влажности песка). Полученным раствором смачивался песок находящийся в смесителе. Количество раствора корректировалось с учетом водопотребности песка. После этого производилось перемешивание в течение 1...2мин. Затем при непрерывающемся перемешивании добавлялся цемент. После этого дозировалась оставшая вода затворения с добавкой 0,3% ЛСТ от массы цемента. Смесь окончательно перемешивалась до получения однородного состава. В целом цикл приготовления бетонной смеси не удлинялся за счет более качественного предварительного смешения компонентов.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Предложено принципиально новое решение актуальной проблемы использования очень мелких кварцевых песков с высоким содержанием пылеато-глинистых примесей в мелкозернистых бетонах путем физико-химической активации заполнителя растворами солей поливалентных металлов и введения в смесь добавки ЛСТ.

2. Разработана методика определения оптимальных концентраций растворов электролитов для активации кварцевого песка с высо-

ким содержанием пылевато-глинистых примесей. Методика позволяет определить электрокинетический потенциал песков с модулем крупности до 1,5, на основании которого устанавливается оптимальная концентрация активирующего раствора.

3. Установлена корреляция величины электрокинетического потенциала активированного кварцевого песка и прочности мелкозернистого бетона как на мытом песке, так и на содержащем пылевато-глинистые примеси. Это позволяет использовать электрокинетический потенциал в качестве критерия активации песчаного заполнителя и определения оптимальных концентраций активирующих растворов, соответствующих максимальной положительной величине электрокинетического потенциала мытого песка.

4. Показана роль активированных пылевато-глинистых примесей песка, выполняющих роль активного микрозаполнителя в структурообразовании мелкозернистых бетонов.

5. С привлечением методов математического планирования эксперимента определено оптимальное содержание пылевато-глинистых примесей в активированных очень мелких песках и добавки ЛСТ в мелкозернистых бетонах.

6. Установлено, что мелкозернистые бетоны на очень мелких песках, содержащих до 13% пылевато-глинистых примесей каглинит-гидрослюдистого состава, активированных раствором хлорида алюминия с добавкой 0,3% ЛСТ обладают высокими показателями прочности и долговечности. Прочность мелкозернистого бетона увеличивается до 50% при изгибе и до 40% при сжатии, морозостойкость возрастает на две-три марки, коррозионная стойкость - в 1,3 раза.

7. Независимыми методами физико-химического анализа установлено улучшение структуры зоны контакта, выражающееся в ее уплотнении, уменьшении микродефектов, повышении степени гидратации вяжущего при большей доле низкоосновных гидросиликатов кальция.

8. Разработана технология изготовления мелкозернистых бетонных смесей, предусматривающая применение стандартного оборудования и отличающаяся последовательностью смешения компонентов.

9. Подтверждена эффективность изготовления бетонных и железобетонных изделий из мелкозернистого бетона при внедрении разработки на УПК Сумского облавтодора. Эффективность разработки выражается в использовании местных некондиционных кварцевых песков вместо привозного дорогостоящего заполнителя.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Ольгинский А. Г., Редкозубов А. А. Использование отходов промышленности для активации заполнителей цементных бетонов /Тезисы докладов научно-технической конференции // Ресурсосберегающие технологии и материалы в строительстве и строительной индустрии, г. Харьков, 1992. - с. 47-48.
2. Кожушко В. П., Редкозубов А. А., Ольгинский А. Г., Кожушко В. В. Повышение морозостойкости бетонов на местных каменных материалах. Автошляховик України, N 3, 1994. - с. 28-29.
3. Ольгинский А. Г., Редкозубов А. А. Активирующие растворы электролитов, как фактор регулирования качества цементных бетонов /Тезисы доклада на научно-технической конференции // Пути повышения эффективности дорожного хозяйства Украины в новых условиях хозяйствования, г. Киев, 1994 г. - с. 84.
4. Ольгинский А. Г., Редкозубов А. А., Ша Ая Минь. Электрохимические эффекты при укреплении лессового грунта /Труды международного семинара // Теория и практика строительства и строительных материалов, г. Сумы, 1994 г. - с. 57.
5. Ольгинский А. Г., Редкозубов А. А. Мелкозернистые цементные бетоны с активированным заполнителем /Труды международного семинара // Теория и практика строительства и строительных мате-

- риалов, г.Сумы, 1994 г. - с.84-85.
6. Ольгинский А.Г., Редкозубов А.А., Кожушко В.П., Кожушко В.В. Электрокинетический потенциал песков и его связь с прочностью мелкозернистых цементных бетонов /Труды международного семинара //Теория и практика строительства и строительных материалов, г.Сумы, 1994 г. - с.98-103;
 7. Ольгинский А.Г., Редкозубов А.А., Кожушко В.П., Кожушко В.В. Мелкозернистые цементные бетоны на местных некондиционных заполнителях /Труды международного семинара //Теория и практика строительства и строительных материалов, г.Сумы, 1994 г. - с.104-107;
 8. Редкозубов А.А., Яценко Я.Н., Толмачев С.Н. Структурная активация дорожных смесей. - Харьков, 1994. - 9с. - Рукопись представлена в ГНТБ. Деп. в ГНТБ Украины, 07.12.1994 г., N 2317 - Ук 94.
 9. Редкозубов А.А. Активация некондиционных заполнителей в цементных бетонах. - Харьков, 1994. - 8с. - Рукопись представлена в ГНТБ. Деп. в ГНТБ Украины, 07.12.1994 г., N 2318 - Ук 94.
 10. Редкозубов А.А. Использование отходов промышленности для активации мелкозернистых кварцевых заполнителей /Ресурсосбережение и экология промышленного региона //Международная научно-техническая конференция. т.1. - Макеевка, 1995. - с.118.
 11. Ольгинский А.Г., Редкозубов А.А., Мартыненко Л.С. Эффективное использование некондиционных песков / Тезисы докладов Международной конференции //Проблемы архитектурно-строительного материаловедения и ресурсосберегающие технологии производства изделий и конструкций. Часть 3, - г.Белгород, 1995. - с.87.
 12. Ольгинский А.Г., Редкозубов А.А. Изменение дзета-потенциала некондиционных песков при физико-химической активации /Тезисы

- докладов Международной научно-технической конференции //Розвиток технічної хімії в Україні, Випуск 1, - г.Харьков, 1995. - с.90-91.
13. Ольгинский А.Г., Толмачев С.Н., Редкозубов А.А. Цементные бетоны на местных некондиционных заполнителях для сельского строительства, с использованием побочных продуктов промышленности /Материалы Международного сборника научных трудов //Эффективные материалы и конструкции для сельскохозяйственного строительства. - г.Новосибирск, 1995. - с.79-82.
 14. Ольгинский А.Г., Редкозубов А.А. Оптимизация состава мелкозернистого бетона на активированном некондиционном кварцевом песке /Моделирование и вычислительный эксперимент в материаловедении //Материалы к XXXV международному семинару по проблемам моделирования и оптимизации композитов. - г.Одесса, 25-26 апреля 1996. - с.123-124.
 15. Ольгинский А.Г., Редкозубов А.А. Регулирование прочности мелкозернистых цементных бетонов по электрокинетическому потенциалу заполнителя. Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета, Випуск N 3. - Харьков, 1996. - с.42-45.

Л и ч н ы й в к л а д. Разработан комплекс неаддитивных воздействий, заключающийся в физико-химической активации кварцевого песка и введении в бетонную смесь ЛСТ. Установлено оптимальное количество пылеватого кварца и глины каолинит-гидрослюдистого состава в минеральных примесях к песчаному заполнителю. Предложена технология получения мелкозернистых бетонов на некондиционных песках.

Редкозубов О.О. Дрібнозернисті цементні бетони на некондиційних кварцевих пісках.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за фахом 05.23.05 - "Будівельні матеріали та виробництво". Харківський державний автомобільно-дорожній технічний університет, Харків, 1996 р.

У дисертації розроблені засоби отримання довговічних дрібнозернистих цементних бетонів на основі дуже дрібних кварцевих пісків з високим вмістом пилювато-глинястих домішок каолінит-гідроксидного складу. Теоретично обґрунтовані і підтверджені механізми впливу активації піска розчинами солей полівалентних металів на структуру бетонів.

Визначені оптимальні вміст пилювато-глинястих домішок і домішки ЛСТ у дрібнозернистих бетонах на активованих пісках з використанням засобів математичного планування експеримента. Вивчені: електроповерхневі властивості мінеральних складових бетонної суміші, вплив пилювато-глинястих домішок на властивості бетонів: пластична міцність, морозо- та корозійна стійкість, усадка бетонів, а також розшарування і об'єм утягнутого повітря у бетонній суміші.

Засобами оптичної мікроскопії, мікротвердості, люмінесцентної дефектоскопії, рентгенівської дифрактометрії та інфрачервоної спектроскопії досліджені особливості структури і фазового складу бетонів на активованому піску.

Розроблена технологія одержання дрібнозернистих бетонів на активованих пісках з введенням у суміш ЛСТ. Результати досліджень підтверджені промисловою перевіркою і впровадженням у виробництво.

Ключові слова: ДРІБНОЗЕРНИСТІ БЕТОН, ПИЛУВАТО-ГЛИНЯСТІ ДОМІШКИ, АКТИВАЦІЯ, ГІДРОЛІЗУЮЧІ СОЛІ ПОЛІВАЛЕНТНИХ МЕТАЛІВ, ЕЛЕКТРОКІНЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ.

Redkozubov A. A. Fine aggregate cement concrete on off-grade quartz sand.

Thesis for the Master's degree on the specialization 05.23.05 "Construction materials and products". Kharkov Automobile and Highway Technical University, Kharkov, 1996.

In Thesis developed the methods to obtain the durable fine aggregate cement concrete on the base of very fine quartz sand with high content of dusty-clay impurity of porcelain clay-hydratable composition. Theoretically substantiated and confirmed the mechanism of influence of sand activation by the salt solutions of polyvalency of metals on the structure of concrete.

With the use of the methods of mathematical design, determined the optimum content of dusty-clay impurity and the additive LST in the fine aggregate concrete on activated sand. Studied: the electro-surface properties of mineral components of concrete mix, the influence of dusty-clay impurity on the property of concrete, plasticity strength, and also the separation and the volume of air entrainment in concrete mix.

Studied the peculiarities of the structure and the phase composition of concrete on activated sand by the methods of optical microscopy, microhardness, electronic microscopy, fluoroscopic flaw detection, X-ray diffractometry and infra-red spectroscopy.

Developed the technology of production of fine aggregate concrete on activated sand with the introduction of additive LST on mix. The results of study were confirmed by industrial test and integration in production.

Key words: FINE AGGREGATE KONKRETE, DUSTY-CLAY IMPURITY, AKTIVATION, HYDROLIZING SALTS OF POLYVALENCY METALS, ELEKTROKINETIC POTENTIAL.

Bezh

Ответственный за выпуск к.т.н., ст.науч.сотр. Кондратьева И.Г.

Подп. к печ. 22.05.96

Формат А5

Бумага офсетная

Отпечатано на ризографе

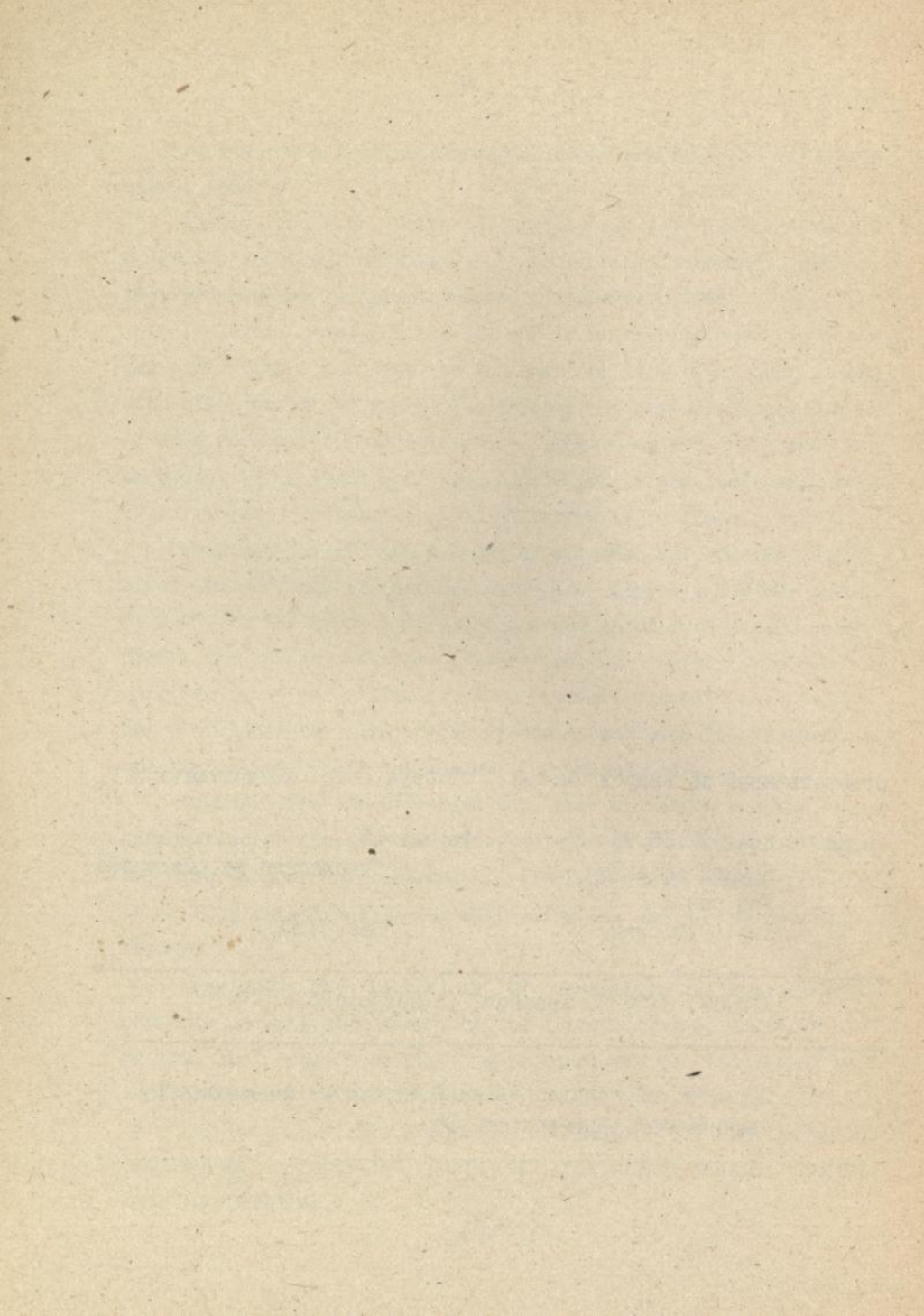
Усл.печ.л. I

Тир. 130 экз.

Зак. 431.

УГАДПУ, 310078, Харьков, ул.Петровского, 25

Харьковский государственный автомобильно-дорожный
технический университет, РИО



436515

AB 35.200

AB 35.200