КРЫМСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДООХРАННОГО И КУРОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

На правах рукописи

СВИЩ ИГОРЬ СТАНИСЛАВОВИЧ

УДК 624.072.233

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЛЕГКИХ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ

Специальность 05.23.01 - строительные конструкции, здания и сооружения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

г. Симферополь, 1996

Работа выполнена в Крымском институте природоохранного и курортного строительства

Научные руководители - действительный член Академии строительства Украины, профессор А.П. ТРОЩЕНОВСКИЙ
кандидат технических наук, доцент С.Ф. КРИСАНОВ

Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Н.В. Савицкий,
кандидат технических наук, доцент Ю.П. Линченко

Ведущая организация - Проектно-изыскательский конструкторско-технологический институт "Крымстройпроект".

Защита диссертации состоится "12" июля 1996 года. в 11. час. на заседании специализированного совета К20.04.01 в Крымском институте природоохранного и курортного строительства по адресу: г. Симферополь, ул. Киевская,181, ауд. 227.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Крымского института природоохранного и курортного строительства.

Автореферат разослан "12" июня 1996 г.

Ученый секретарь Специализированного совета
кандидат, доцент А.А. Рубель

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность настоящей работы обусловлена необходимостью расширения области применения шлакощелочных вяжущих для легких бетонов на различных заполнителях и номенклатуры конструкций на их основе с одновременным решением вопросов охраны окружающей среды.

Целью диссертационной работы является выявление особенностей работы и уточнение расчета конструкций из легких шлакощелочных бетонов (ЛШЩБ).

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- изучено влияние расхода вяжущего и заполнителей, раствор-шлакового отношения на прочностные и деформативные характеристики ЛШЩБ с различными легкими заполнителями при действии кратковременных нагрузок;
- исследовано изменение прочностных и деформативных характеристик ЛШЩБ во времени;
- проверено влияние этих характеристик на действительную работу и расчет железобетонных конструкций.

Научную новизну работы составляют:

- экспериментальные результаты по влиянию технологических факторов на прочность легких шлакощелочных бетонов;
- экспериментальные результаты по влиянию технологических факторов на деформативные характеристики легких шлакощелочных бетонов;
- закономерности изменения прочностных и деформативных характеристик ЛШЩБ классов В12,5...В20 при кратковременном и длительном действии нагрузки;
- особенности расчета конструкций из ЛШЩБ с учетом его проч-

ностных и деформативных характеристик.

Автор защищает:

- результаты экспериментальных и теоретических исследований влияния технологических факторов на прочностные и деформативные характеристики ЛПЦБ при действии кратковременных и длительных нагрузок;
- полученные закономерности изменения прочностных и деформативных характеристик ЛПЦБ классов В12,5...В20 от его состава и пределы их назначения при действии кратковременных и длительных нагрузок;
- особенности расчета конструкций из ЛПЦБ с учетом его прочностных и деформативных характеристик.

Практическое значение работы состоит в использовании полученных результататов для прогнозирования прочности ЛПЦБ, их деформативных характеристик с достаточной степенью точности и повышении надежности проектирования конструкций на их основе.

Реализация результатов исследования выполнена на заводе ЖБИ Феодосийского строительного комбината, а также в ряде малых предприятий и кооперативов Крыма. Экономический эффект составил свыше 500 млн. крб.

Апробация работы проведена на научно-технических конференциях и семинарах: "Промышленные отходы - резерв строительного производства", г. Севастополь, 1990,1992 г.г.; "Вопросы надежности оптимизации строительных конструкций, машин и механизмов", г. Севастополь, 1989, 1992 г.г.; международной "Материалы для строительства", г. Днепропетровск, 1993 г., а также на научно-технических конференциях Крымского института природоохранного и курортного строительства в 1990-1996 гг.

По теме диссертации опубликовано 6 работ, получено авторско

свидетельство.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, списка литературы из 125 наименований, приложений.

Объем работы 159 страниц, в том числе, 38 таблиц и 26 рисунков, и приложения на 11 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приводится обзор исследований легких бетонов на основе шлакощелочных вяжущих.

Шлакощелочной бетон - искусственный каменный материал, получаемый при твердении рационально подобранной и уплотненной смеси шлакощелочного вяжущего, заполнителей и воды.

Теоретические основы щелочных и щелочноземельных алюмосиликатных вяжущих были развиты В.Д. Глуховским, а также дополнены в работах Пашкова И.А., Пахомова В.А., Гончарова В.В., Кривенко П.В., Скурчинской Ж.В., Сикорского О.Н., Ростовской Г.С., и др.

В результате выполненных исследований установлено, что активность шлакощелочного вяжущего может достигать 80-120 МПа при использовании различных шлаков и щелочных компонентов. При этом можно использовать местные некондиционные, запыленные, со значительным содержанием глинистых частиц заполнители. Использование легких бетонов на ШЩВ в ограждающих конструкциях позволит улучшить теплотехнические показатели зданий и сооружений. Применение ЛШЩБ является реальным путем к внедрениб безотходных технологий в стройиндустрии.

В качестве пористых заполнителей используют керамзит, аглопарит, аргиллит, доменный гранулированный шлак, шлаковую пемзу. Эти заполнители активно взаимодействуют со шлакощелочным вяжущим

и вокруг них образуется контактная зона, служащая "обоймой" и обеспечивающая выравнивание напряжений и деформаций в структурных элементах конгломерата. Это снижает степень влияния неоднородности прочности гранул заполнителя на прочность бетона.

Основными новообразованиями контактной зоны в начальный период являются низкоосновные гидросиликаты, кальцит, а в более поздний период - вещества сложного щелочного и смешанного щелочно-щелочноземельного состава, типа геленита. Основная особенность этих видов бетонов - пористый заполнитель. Для него характерен влагообмен с окружающей оболочкой из цементного камня. Другой особенностью таких бетонов является повышенное сцепление пористого заполнителя с растворной частью.

На структуру бетона большое влияние оказывают следующие факторы:

- расход вяжущего;
- соотношение мелкого заполнителя к сумме заполнителей;
- плотность щелочного раствора и его вид;
- водоцементное отношение;
- качество приготовления и способы укладки и уплотнения, и т.д.

Существуют различные теории влияния структурообразования легких бетонов на прочностные свойства. В работах отечественных ученых Н.А.Попова, И.А.Рыбьева, И.А.Иванова, Н.Я.Спивака и др. приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований в этой области.

Особенности влияния состава на усадку и ползучесть легких цементных бетонов развиты и исследованы в работах К.П.Деллоса, А.Б.Пирадова, И.А.Рыбьева, М.З.Симонова, И.Н.Серегина, Г.А.Бужевича, Р.Л. Серых, А.П.Трощеновского, С.П.Тихонова, В.А.Пахомова,

С.Ф.Крисанова и др.

Перечисленные исследования позволили обосновать влияние на качество таких бетонов расходов вяжущего, заполняющих частей, вида и формы заполнителей, водоцементного отношения, плотности раствора щелочного компонента, температуры и влажности окружающей среды, относительного напряжения.

Основываясь на этом, был разработан способ приготовления легкого шлакощелочного бетона на керамзитовом гравии.

Во второй главе приведена программа и методика экспериментальных исследований физико-механических свойств исходных материалов и полученных на их основе ЛШЩБ.

Применяли шлакощелочное вяжущее, изготавливаемое помолом доменного гранулированного шлака Запорожского металлургического завода. Его удельная поверхность составляла 290-350 $м^2$/кг. Щелочной компонент вводили в бетонную смесь в виде водного раствора технической кальцинированной соды или содощелочного плава различной плотности.

В качестве крупных заполнителей использован керамзит Керченского завода строительных материалов (фракция - 10-20 мм, средняя плотность в зерне - 0,81 т/$м^3$, средняя насыпная плотность - 0,525 т/$м^3$, прочность - 2,91 МПа); керамзит Бахчисарайского керамзитового завода (фракция - 10-20 мм, средняя плотность в зерне - 0,82 т/$м^3$, средняя насыпная плотность - 0,493т/$м^3$, прочность - 1,79 МПа); краснодарский аргиллит (фракция - 10-20 мм, средняя плотность - 0,610 т/$м^3$, прочность - 1,51 МПа).

Мелким заполнителем служил речной песок.

Оптимизацию составов бетонов решали методом математического планирования эксперимента (МПЭ). При этом использовали близкий к D-оптимальному план типа В-4 для четырех факторов, варьируемых на

трех уровнях с последующей статистической обработкой.

Исследованы: растворошлаковое отношение (X_1), расход тонкомолотого гранулированного доменного шлака (X_2), соотношение мелкого заполнителя к сумме заполнителей (X_3), плотность щелочного раствора (X_4).

Бетонные смеси готовили в смесителе принудительного действия. Затем изготавливали стандартные образцы-кубы с размером ребра 15 см. Уплотнение бетонной смеси проводили на виброплощадке. Для всех составов использовали пригруз в виде металлических пласти.

Отформованные образцы подвергали тепловлажностной обработке по режиму 4+8+4 и при температуре изотермической выдержки 80±5°С.

Для изучения прочностных и деформативных свойств бетонов проведены кратковременные и длительные испытания лабораторных образцов с целью изучения:

- кубиковой и призменной прочности;
- деформаций усадки и ползучести;
- основных параметров протекания этих явлений во времени, обуславливающих поведение конструкций при длительных нагрузках.

Определение прочностных и деформативных характеристик ЛШБ при кратковременном статическом сжатии проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 24452-80.

По результатам кратковременных испытаний определяли: прочность при сжатии - кубиковую R_m, призменную - $R_{вm}$; начальный модуль упругости бетона при сжатии - $E_в$; коэффициент Пуассона - μ.

Исследование прочностных и деформативных характеристик бетона при длительном действии статической одноосной сжимающей нагрузки проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 24544-81 на

образцах-призмах размером 10x10x40 см.

Ползучесть ЛПШБ исследовали путем нагружения образцов призм длительно действующей нагрузкой в специальных пружинных установках с максимальным сжимающим усилием 400 кН. Уровень загружения составлял 0,3 - 0,5 $R_в$. Температуру и влажность воздуха в помещении контролировали с помощью психрометра.

В третьей главе представлены результаты экспериментально-аналитических исследований влияния состава бетона на его прочность. Установлена значимость следующих факторов: растворошлаковое отношение, расход вяжущего, агрегатно-структурного показателя, вида щелочного компонента и плотности его раствора, кроме того учитывался вид крупного заполнителя.

Пределы и уровни варьируемых факторов представлены в табл.1.

Таблица 1

Пределы и уровни варьируемых факторов

Код	Значение кода	Значение факторов X_1	X_2	X_3	X_4
Основной уровень	0	0,50	500 (300)	0,58	1,16
Интервал варьирования	ΔX	0,05	50	0,02	0,02
Верхний уровень	+	0,55	550 (350)	0,60	1,18
Нижний уровень	-	0,45	450 (250)	0,56	1,14

Получены шесть уравнений регрессии влияния технологических факторов на прочность ЛПШБ:

$$Y_{шк1} = 150,4 - 3,34X_1 + 27,13X_2 - 2,28X_3 + 10,95X_4 - 13,6X^2_1 - 17,6X^2_2 + 7,9X^2_3 + 3,4X^2_4 - 1,75X_1X_2 - 5,5X_1X_4 - 2X_2X_3 + + 2,06X_2X_4 + 1,5X_3X_4; \quad (1)$$

$$Y_{шк2} = 152 - 3,75X_1 + 29,21X_2 - 1,94X_3 + 16,50X_4 - 11,30X^2_1 - 16,90X^2_2 + 9,2X^2_3 + 2,7X^2_4 - 1,17X_1X_2 - 7,10X_1X_4 - 1,81X_2X_3 + 2,44X_2X_4 + 1,9X_3X_4; \quad (2)$$

$$Y_{шА3} = 158 - 9,8X_1 + 12,4X_2 - 5X_3 + 7,8X_4 - 2,5X^2_1 - 23,5X^2_2 + 2X^2_3 - 2,5X^2_4 - 5,1X_1X_4; \quad (3)$$

$$Y_{шА4} = 135,4 + 23,6X_2 + 3,6X_4 + 11,3X^2_1 - 11,2X^2_2 + 6,3X^2_3 - 6,2X^2_4 - 12,1X_1X_2 + 6,1X_2X_3; \quad (4)$$

$$Y_{шк5} = 152 + 6,8X_4 + 11X^2_1 + 5X^2_2 - 17,3X^2_3 - 18,5X^2_4 - 9,3X_1X_2; \quad (5)$$

$$Y_{шк6} = 129 + 6,76X_2 + 7,47X_3 - 0,95X^2_1 + 0,6X^2_2 - 3,85X^2_3 - 2,75X^2_4 - 4,82X_1X_3 - 4,73X_2X_3 + 5,14X_3X_4; \quad (6)$$

Примечание: где $Y_{шк1}$, $Y_{шк2}$ - прочность бетона при расходе шлака 500 кг на керамзитовом гравии; $Y_{шА3}$, $Y_{шА4}$ - прочность бетона при расходе шлака 300 кг на аргиллитовом щебне; $Y_{шк5}$, $Y_{шк6}$ - прочность расхода бетона при расходе шлака 500 кг на керамзитовом гравии.

Анализ полученных уравнений показал, что влияние факторов неоднозначно, и их можно расположить в следующий ряд по степени влияния: расход шлака, агрегатно-структурный показатель, плотность щелочного раствора и растворошлаковое отношение. На основа-

нии полученных результатов экспериментов построены номограммы зависимости прочности ЛШЩБ от исследуемых факторов при использовании различных видов щелочных компонентов и легких заполнителей, которые рекомендованы для применения в производстве.

Определены кубиковая и призменная прочность по шести составам ШК-1,2,5,6 и ША-3,4, а также коэффициенты вариации и однородности. Надо отметить, что прирост прочности ЛШЩБ в возрасте 1 года по отношению к 28 суточному различных составов отличается. Так для составов ШК-1,2 прирост прочности бетона составил 17,1-18,4%, для составов ШК-5,6 - соответственно 6,2-7,8%. Это объясняется влиянием таких факторов, как расход шлака, а также видом и плотностью щелочного раствора. В составах ШК-1,2 расход шлака был 550кг/м^3, а в составах ШК-5,6 - соответственно 310кг/м^3. Затворяли шлаки растворами кальцинированной соды и содощелочного плава ρ = 1180 кг/м^3. В целом же, практически для всех бетонов абсолютный прирост за 1 год составил 5,1...14,3%.

<u>В четвертой главе</u> представлены результаты исследования деформативности ЛШЩБ при длительных испытаниях.

Полные предельные относительные деформации (ε_{BU}) составили в среднем $240 \cdot 10^{-5}$, относительные деформации быстронатекающей ползучести (ε_{pl}) достигли значений $(44-58) \cdot 10^{-5}$ и составили 20,3-26,7% от полных, что превышает деформации обычных бетонов.

Начальный модуль упругости (E_B) определяли в соответствии с ГОСТ 24452-80. Он составил $(10,1-14,8) \cdot 10^3$ МПа. Также проводили теоретический расчет E_B по зависимости:

$$E_B = 3130 \cdot \rho \cdot (R)^{0.33} \qquad (7)$$

где E_B - модуль упругости бетона, МПа;

R - кубиковая прочность бетона (15x15x15 см), МПа;

ρ - средняя плотность бетона, кг/м^3.

Обработка результатов методами математической статистики показала, что среднеквадратическое отклонение расчетных значений от экспериментальных составило 0,075, доверительный интервал при обеспеченности 0,95 равен 0,029 $E_в$.

Определены коэффициент упругости и коэффициент поперечных деформаций, а также определены структурные характеристики ЛШЩБ (R^o_{crc} - нижний и R^v_{crc} - верхний пределы микротрещинообразования).

Обработка экспериментальных данных показала, что нижний предел для состава ШК-1 составил η^o_T = 0,66; для ШК-2 η^o_T = 0,69; для ША-3,4 η^o_T = 0,72; для ШК-5,6 η^o_T = 0,5.

А верхний предел микротрещинообразования η^v_T= 0,8-0,95 $R_в$, отличие только в составе ШК-5, где η^v_T = 0,73.

Исследование усадки проводили для бетонов ШК-1,2,5,6 и ША-3,4. Испытаниям подвергали призмы размером 10x10x40 см с возраста 1-3 суток. Наблюдения проводили в течение 1-4 лет.

В исследованных составах керамзитовых шлакощелочных бетонов увеличение количества вяжущего с 310 до 550 кг вызвало возрастание усадочных деформаций на 16-20%. В зависимости от формы легкого заполнителя деформации усадки также отличаются. Так относительные деформации усадки составов на аргиллитовом щебне составляют (29-32)·10^{-5}, составы на керамзите показали (55-68)·10^{-5}.

Также на деформации усадки существенное влияние оказывает вид щелочного компонента. Так деформации усадки бетона на кальцинированной соде в среднем на 17% больше, чем на содощелочном плаве. Затухание деформаций усадки происходило в возрасте 190-240 суток.

Немаловажную роль для расчета конструкций играет возможность прогнозирования предельных значений деформаций усадки и изменения их во времени. Расчетные значения деформаций усадки определяли по формуле:

$$e_{slm} = e_{sln} \cdot \xi^{y}_{3} \cdot \xi^{y}_{4} \qquad (8)$$

где ε_{sln} - нормативное значение деформаций, представляющее собой усадку произвольного состава в принятых исходных условиях, определяемое по формуле:

$$\varepsilon_{sln} = K_y \cdot B \cdot (Ц)^{0.5} \qquad (9)$$

где K_y - коэффициент равный $0,125 \cdot 10^{-6}$;

В - количество воды затворения (истинное);

ξ^{y}_{3}, ξ^{y}_{4} - безразмерные коэффициенты, учитывающие влияние размеров элемента и температурно-влажностного режима на величину усадки.

Деформации усадки керамзитовых ЛШЦБ выше, чем у портландцементных бетонов в среднем на 10-15%. Отличие составляют аргиллитовые ЛШЦБ. Эти деформации у них не отличаются от портландцементных бетонов.

Деформации ползучести определяли исключением из полных деформаций $\varepsilon_в(t)$ упруго-мгновенных ε_e и деформаций усадки $\varepsilon_{sl}(t)$:

$$\varepsilon_{pl}(t) = \varepsilon_в(t) - \varepsilon_e(t) - \varepsilon_{sl}(t) \qquad (10)$$

Удельные деформации ползучести ЛШЦБ в произвольный момент t определяются по формуле:

$$C(t) = 0,95 \cdot 10^{-5} (Ц/В)^{0.5} \left[0,182 + \frac{3,3(t-\tau)}{160 + 3,4(t-\tau)} \right] \cdot \xi^{n}_{1} \cdot \xi^{n}_{2} \cdot \xi^{n}_{3} \cdot \xi^{n}_{4} \cdot \xi^{n}_{5} \qquad (11)$$

Изменение деформаций ползучести, характеристики удельной ползучести во времени свидетельствуют, что затухание деформаций ползучести происходит для составов ШК-1,2,5,6 - в возрасте 190-230 суток, ША-3,4 - в возрасте 230-260 суток.

Анализируя полученные результаты необходимо отметить, что с увеличением влажности окружающей среды уменьшается ползучесть бетонов и возрастает с увеличением расхода вяжущего. Это хорошо просматривается на составах ШК-1 и ШК-5,6. Расход шлака в составах ШК-1 и ШК-5,6 соответственно 310 кг. Удельная ползучесть состава ШК-1 - $3,51 \cdot 10^{-5}$ $МПа^{-1}$, а составов ШК-5,6 - $2,43 \cdot 10^{-5}$ и $2,27 \cdot 10^{-5}$ $МПа^{-1}$. С ростом прочности удельная ползучесть уменьшается. Так при равных расходах всех компонентов прочность состава ШК-1 - 18,2 МПа, а ШК-2 - 15,2 МПа, удельная ползучесть соответственно $2,55 \cdot 10^{-5}$ и $3,51 \cdot 10^{-5}$ $МПа^{-1}$.

Призмы, исследованные на усадку и ползучесть, были испытаны затем кратковременной нагрузкой. Прирост прочности преднапряженных образцов до 6%, а незагруженных - до 3% по отношению к 28 суточной прочности. Полные деформации образцов после окончания измерений на ползучесть составили в среднем $246 \cdot 10^{-5}$, а после испытаний на усадку - $264,3 \cdot 10^{-5}$, деформации быстронатекающей ползучести составили для этих образцов $15,4 \cdot 10^{-5}$ и $8,2 \cdot 10^{-5}$ соответственно. Таким образом, у легкого шлакощелочного бетона с возрастом наблюдается изменение упругих свойств. Их проявление под длительно действующей нагрузкой должно учитываться при проектировании конструкций.

<u>В пятой главе</u> представлены особенности расчета конструкций из легких шлакощелочных бетонов.

Нормативную призменную прочность определяли по зависимости:

$$R_{вп} = R^{п}(0,95 - 0,004 \cdot \bar{R}) \qquad (12)$$

Коэффициент призменной прочности:

$$K_{в} = R_{вп}/R^{п} \qquad (13)$$

Расчетную призменную прочность:

$$R_B = R_{Bn}/\gamma_{Bc} \qquad (14)$$

Нормативные и расчетные прочностные характеристики ЛПЦБ на осевое растяжение определяли по формулам:

$$R_{Btn} = \bar{R}_{Bt}(1 - 1,64 \cdot V) \qquad (15)$$

$$R_{Bt} = R_{Btn}/\gamma_{Bc} \qquad (16)$$

Прочностные показатели арматурной стали определены в соответствии с ГОСТ 12004-81. Испытано 65 образцов арматурной стали класса AIII диаметром 12,14,16 мм. Нормативные прочностные характеристики арматурной стали определены по зависимости:

$$\sigma_{sn} = \sigma(1 - 1,64 \cdot V) \qquad (17)$$

Общий случай расчета железобетонных элементов из ЛПЦБ по прочности сечений нормальных к продольной оси элементов, так же как и для цементных бетонов, производят в зависимости от значений относительной высоты сжатой зоны бетона $\xi = x/h_0$ и значением граничной высоты сжатой зоны бетона ξ_R, при котором предельное состояние элемента наступает с достижением в растянутой арматуре напряжения, равного расчетному сопротивлению R_s с учетом соответствующих коэффициентов условий работы арматуры (для высокопрочной арматуры γ_{s6}). Известно так же, что характеристика сжатой зоны бетона ξ_R, как и коэффициент полноты эпюры ω, зависит, главным образом, от деформативных свойств бетона, что определяет специфику расчета конструкций из бетона разного вида и классов.

Предельные деформации сжатия ЛПЦБ превышают предельные деформации легких цементных бетонов. Это позволяет учитывать большее перераспределение напряжений в бетоне сжатой зоны элемента.

Для определения характеристики сжатой зоны получена зависимость:

$$\omega = 0,8 - 0,006R_B \qquad (18)$$

Расчетные схемы предварительно напряженных конструкций из ЛПШБ, в общем, те же, что и для обычных бетонов. Однако, главной особенностью расчета являются потери предварительного напряжения в арматуре при изготовлении конструкций.

Расчетное значение быстронатекающей ползучести $б_6$ находили по формуле:

$$б_6 = K_1(б_в/R_в) \qquad (19)$$

где K_1 принимали равным 20.

Потери предварительного напряжения от усадки определяли по формуле:

$$б_8 = \varepsilon_s l(t) \cdot E_s \qquad (20)$$

Они находятся в пределах 60-85 МПа.

Расчетные значения потерь предварительного напряжения от ползучести $б_9$ проводили по формуле:

$$б_9 = K_2(б_в/R_в) \qquad (21)$$

при K_2=80 и $б$<0,75

Повышенная деформативность конструкций из ЛПШБ влияет на жесткость, т.е. прогиб увеличивается. Однако, повышенная прочность на растяжение $R_{вт}$ ЛПШБ, в какой-то мере, компенсирует это явление до момента появления трещин. В то же время, большие деформации усадки и ползучести приводят к большей кривизне, вызванной выгибом от действия предварительного обжатия. Поэтому, в целом, это приводит к уменьшению полной кривизны элементов и к более позднему моменту появления трещин.

Таким образом, на различных этапах, т.е. при изготовлении, транспортировании, монтаже и при эксплуатационной нагрузке возникают разные стадии напряженно-деформированного состояния конструкций. Так, при монтаже, конструкция несет нагрузку от собственного веса и именно в этот период происходит интенсивный рост де-

формаций усадки и ползучести. В течение следующего промежутка времени конструкция догружается эксплуатационной нагрузкой. При этом, наступает относительная стабилизация деформаций усадки и ползучести.

Проведенные испытания предварительно напряженных многопустотных плит перекрытия подтвердили предложенные рекомендации к методике расчета конструкций из ЛШЦБ.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

- установлено, что расход вяжущего и щелочного компонента, заполнителей и их вид, растворошлаковое отношение оказывают существенное влияние на прочностные и деформативные характеристики легких шлакощелочных бетонов;

- разработана методика оценки влияния этих факторов на прочностные характеристики бетонов на основе математического планирования многофакторного эксперимента со статистической оценкой результатов с доверительной вероятностью 0,95;

- получены уравнения регрессии (1...6), описывающие влияние основных технологических факторов на прочность;

- установлено, что влагопотери ЛШЩБ меньше, чем у клинкерных бетонов и составляют 3,1-5,7%; поэтому ЛШЩБ обладают достаточно высокой однородностью прочности, что подтверждают коэффициенты вариации однородности прочности, которые значительно ниже нормативных;

- выявлено, что на деформативность ЛШЩБ оказывает влияние расход вяжущего, вид, форма и прочность пористого заполнителя, а также вид и плотность щелочного раствора;

- рекомендованы для включения в нормы характеристики R_b и R_{bt} с учетом упруго-пластических свойств ЛШЩБ;

- уточнена количественная оценка потерь предварительного напряжения для предварительно напряженных конструкций из ЛШЩБ, в арматуре σ_{loc}, с учетом характеристики сжатой зоны бетона w и относительной граничной высоты сжатой зоны ξ_R;

- комплекс выполненных исследований и разработок обеспечивает качественно новый уровень теоретической оценки несущей способности, трещиностойкости и деформаций конструкций из легких шлакощелочных бетонов.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Крисанов С.Ф., Свищ И.С. Оптимизация структуры композитных материалов. В сб.: Вопросы надежности и оптимизации строительных конструкций, машин и механизмов. Севастополь, 1989, с. 93-94.

2. Крисанов С.Ф., Свищ И.С. Применение шлакощелочных вяжущих в составах легких бетонов. - Севастополь, Материалы конференции "Промышленные отходы - резерв строительного производства", 1990, с. 144-147.

3. Крисанов С.Ф., Свищ И.С. Промышленные отходы - резерв строительного производства. - Киев, общество "Знание" УССР, 1990, - 19 с.

4. Свищ И.С., Канаева Н.Н. Оптимизация составов легких шлакощелочных бетонов и ее влияние на деформации усадки. - Севастополь, В сб.: "Вопросы надежности и оптимизации строительных конструкций и машин", 1992, с. 78-79.

5. Свищ И.С. Влияние технологических факторов на деформативные характеристики легких шлакощелочных бетонов.- Симферополь, Материалы конференции "Строительство и проблемы экологии", 1992г.

6. Крисанов С.Ф., Свищ И.С. Усадка и ползучесть шлакощелочных легких бетонов. - Днепропетровск. Тезисы докладов II-Международной конференции "Материалы для строительства", 1993, с.142.

7. Трощеновский А.П., Крисанов С.Ф., Свищ И.С. Авторское свидетельство N1759822. Способ приготовления легкобетонной смеси. Госкомизобретений. - М.: 1989.

Свіщ J.C. Вплив технологічних факторів на міцность та деформаційность конструкцій із легких шлаколужних бетонів.

Дисертація у вигляді рукопису на здобуття наукового ступеня кандидата техничних наук із спеціальності 05.23.01 - будівельні конструкції, будівля і споруди, Кримский інстітут природоохоронного та куротного будівництва, Симферополь, 1996 р.

Захищається дісертаційна робота, що містить результаты теоретичних та практичних дослідив вплив технологічних факторів, у часті составов легких шлаколужних бетонів на їх міцні та деформативні властивості при дії коротко- та довгочастних навантажень, а також вплив ціх характеристик на дійну роботу та розрахунок залізобетонних конструкцій.

Одержані справи змінення міцних та деформативних характеристик легких шлаколужних бетонів классов В12,5...В20 й межи їх назначення при дії коротко- та довгочастніх навантажень.

Зтворенні рекомендації до методи розрахування залізобетонних конструкцій з легких шлаколужних бетонів.

Ключеві слова: фактор, міцность, деформаційность, шлак, лужний, бетон, навантаження, характеристика, конструкція.

Swishch I.S. The influence of texnological factors on strength and deformability of constructions made of light-weigh slag-alkaline concrete. Thesis for candidate degree in Engineering. Speciality 05.23.01 - conctruction engineering, building and structures. The Crimean Institute of Nature Protection and Resort Development, Simferopol, 1996.

The tesis suggests theoretical and practical reseches for the influence of technological factors, in particular propotions of light-weight slag-alkaline concrete mix, on the strength and deformation characteristics, in case of momentary and sustained load, and also influence of these characteristics on actual operation analysis of reinforced concrete constructions.

The mechanism of changing of strength and deformability characteristics for light-weight and slag-alkaline concrete (class B12,5...B20) and the limits of their applying in case of momentary and sustained load were obtained.

The methodological recomendations on the analysis of reinforeed concrete constructions made of light-weight and slag-alkaline concrete were elaborated with due regard of particular strength and deformability characteristics.

Сдано в набор 10.06.96. Подписано в печать 10.06.96. Формат 60x84 1/16.
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,7. Усл. кр.-отт. 1,93.
Тираж 100 экз. Заказ № 1648. Бесплатно.
Гортипография, 333000, г. Симферополь, ул. Горького, 8.