



## ДО ПИТАННЯ ВРАХУВАННЯ ЧИННИКА ЗМІНИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО ВОЛОГІСНОГО СТАНУ СУЧАСНИХ БЕТОНІВ ВИСОКОЇ МІЦНОСТІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЇХ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Г. С. Славчева, Е. М. Чернишов**

*Воронежський державний архітектурно-будівельний університет,*

*вул. 20-річчя Жовтня, 84, м. Воронеж, Росія, 394006.*

*E-mail: gslavcheva@yandex.ru, chem@vgasu.vrn.ru*

*Отримана 2 червня 2011; прийнята 24 червня 2011.*

**Анотація.** У статті представлені результати експериментально-теоретичних досліджень впливу вологісного стану на будівельно-технічні властивості високоміцних модифікованих бетонів (High Performance Concrete), отриманих з використанням комплексної добавки МБ-4. Виконаними раніше дослідженнями встановлено, що для високоміцних модифікованих бетонів характерно більш інтенсивний прояв вологісних напруг в порівнянні зі звичайними важкими бетонами. У зв'язку з чим у цій роботі розглянуті прикладні питання обґрунтування значень коефіцієнтів лінійних вологісних деформацій і коефіцієнтів умов роботи високоміцних модифікованих бетонів з урахуванням їх вологісного стану. На підставі аналізу результатів виконаних досліджень розроблені вказівки з призначення величин коефіцієнтів лінійної усадки і набрякання модифікованих бетонів, а також рекомендації щодо визначення коефіцієнтів умов роботи для визначення розрахункових характеристик модифікованих бетонів в залежності від вологісних умов експлуатації конструкцій.

**Ключові слова:** модифіковані бетони високої міцності, вологісні впливи, розрахункові характеристики.

## К УЧЕТУ ФАКТОРА ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВЛАЖНОСТНОГО СОСТОЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Г. С. Славчева, Е. М. Чернышов**

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет,*

*ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, Россия, 394006.*

*E-mail: gslavcheva@yandex.ru, chem@vgasu.vrn.ru*

*Получена 2 июня 2011; принята 24 июня 2011.*

**Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментально-теоретических исследований влияния влажностного состояния на строительно-технические свойства высокопрочных модифицированных бетонов (High Performance Concrete), полученных с использованием комплексной добавки МБ-4. Выполненными ранее исследованиями установлено, что для высокопрочных модифицированных бетонов характерно более интенсивное проявление влажностных напряжений по сравнению с обычными тяжелыми бетонами. В связи с чем в данной работе рассмотрены прикладные вопросы обоснования значений коэффициентов линейных влажностных деформаций и коэффициентов условий работы высокопрочных модифицированных бетонов с учетом их влажностного состояния. На основании анализа результатов выполненных исследований разработаны указания по назначению величин коэффициентов линейной усадки и набухания модифицированных бетонов, а также рекомендации по

определению коэффициентов условий работы для определения расчетных характеристик модифицированных бетонов в зависимости от влажностных условий эксплуатации конструкций.

**Ключевые слова:** высокопрочные модифицированные бетоны, влажностные воздействия, расчетные характеристики.

## THE HIGH-STRENGTH MODIFIED CONCRETE: LAW OF DEVELOPMENT MOISTURED OF DEFORMATIONS

Slavcheva Galina, Chernyshov Yevgeny

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,*

*84, 20 year of October Str., Voronezh, Russia, 394006.*

*E-mail: gslavcheva@yandex.ru, chem@vgasu.vrn.ru*

*Received 2 June 2011; accepted 24 June 2011.*

**Abstract.** The article presents results of experimental theoretical researches of moisture state influence upon building technical characteristics of high strength modified concretes (High Performance Concrete), obtained using complex MB-4. Previous researches stated that high strength modified concretes are characterized with more intensive moisture stress compared to usual hard concretes. According to this applied problems of foundation of coefficient values of linear moisture deformation and operation condition coefficients of high strength modified concretes accounting their moisture state have been examined. On the basis of the results analysis of carried out researches the guidance to determine coefficient values of linear shrinkage and swelling of modified concretes and also recommendations to determine operation condition coefficients have been developed to determine design characteristics according to moisture conditions of structure operation conditions.

**Keywords:** the high-strength modified concrete, the operational environment, moistured deformations, specific deformations, structure parameters.

### Введение

Реализация потенциала материалов в конструкциях, мера изменения показателей их свойств при эксплуатации в определяющей степени зависит от интенсивности процессов взаимодействия со средой, которая предопределяется структурой бетонов с ее энергетикой твердой фазы и порового пространства. В отношении современных высокопрочных бетонов вследствие модифицирования их структуры мера такого изменения конструкционных свойств (прочности, деформативности, морозостойкости) при влажностных эксплуатационных воздействиях может иметь определенные отличительные и часто весьма существенные особенности по сравнению с бетонами традиционными [1].

Сформировавшаяся в настоящее время общая тенденция совершенствования свойств строительных композитов (бетонов) путем

перехода от грубодисперсных к микро- и ультрамикродисперсным структурам явилась предпосылкой кардинальных изменений в уровне их качества. В частности, наиболее эффективным способом регулирования свойств при создании нового поколения высокопрочных бетонов высоких НРС и ультравысоких УНРС технологий («High Performance Concrete» и «Ultra High Performance Concrete») считается комплексное модифицирование их структуры микро- и нанодисперсными органоминеральными модификаторами. В результате этого бетоны НРС и УНРС обладают высокодисперсной структурой твердой фазы, развитой микропористостью, и поэтому закономерно характеризуются высоким запасом внутренней энергии.

В связи с этим раскрытие закономерностей изменения свойств высокопрочных модифицированных бетонов нового поколения в за-

висимости от их влажностного состояния, разработка технических и технологических решений по управлению их качеством с учетом последствий эксплуатационных влажностных воздействий является актуальной проблемой с точки зрения задач обеспечения надежной работы современных бетонов в конструкциях.

Данная публикация продолжает цикл публикаций в материалах международных конференций по механике разрушения [2, 3] по вопросам изменения строительно-технических свойств бетонов в зависимости от их влажности. Комплексные исследования были реализованы для бетонов на мелком и крупном заполнителе классов по прочности В80, В90, модифицирование структуры которых осуществляется посредством использования комплексной добавки МБ-01 [4] на основе микрокремнезема и суперпластификатора (с составами, применяемыми в современном строительстве согласно рекомендациям специалистов НИИЖБ [5]).

Влияние влажностного состояния на прочность бетонов рассматривалось в рамках действия эффекта Ребиндера. Полагалось, что снижение прочности бетонов при увеличении влажности определяется складывающимся балансом сил, изменением вклада адсорбционных и капиллярных сил в потенциал сопротивления бетона разрушению. По результатам экспериментальных исследований, проведенных для бетонов при широком варьировании параметров их строения, наблюдаются и выявляются три типа зависимостей изменения прочности бетона при увлажнении. Наибольшее снижение прочности обусловлено существенно значимым проявлением действия адсорбционной воды (коэффициент размягчения  $K_p = 0,70-0,75$  – I тип зависимости). Наименьшее снижение наблюдается в случае, когда расщепляющее гидролитическое действие, расклинивающее давление воды адсорбционных слоев, в значительной мере компенсируется силами капиллярного стяжения ( $K_p = 0,85-0,95$  – II тип зависимости). Данные типы зависимостей присущи высокотехнологичным бетонам нового поколения, структура которых отличается развитой поверхностью раздела межзеренных и межфазных границ и преобладанием в структуре пор в нанодиапазоне их размеров. Тип III кривых изме-

нения прочности отличается меньшей выраженностью эффектов действия адсорбционных и капиллярных сил ( $K_p \approx 0,9$ ) и характерен для «традиционных» плотных и макропористых бетонов немодифицированной структуры.

Одновременно с действием влажностного фактора для высокопрочных модифицированных бетонов охарактеризовано влияние температурного фактора в диапазоне от  $-60$  до  $+60$  °C на изменение прочностных характеристик в сухом и водонасыщенном состоянии. Наиболее сильное снижение прочности увлажненного материала в диапазоне действия положительных температур и, напротив, наименьший эффект повышения прочности при замораживании характерны для плотных бетонов с максимальной энергией взаимодействия структуры с водой, параметры которой соответствуют значениям удельной площади поверхности твердой фазы  $300-400$  м<sup>2</sup>/г, удельной ее поверхностной активности (по теплоте смачивания)  $25-27$  кДж/кг, среднего эффективного радиуса пор не более  $10$  нм.

Приведенные результаты исследований подтверждают отличительные признаки проявления свойств современных высокопрочных бетонов при изменении их температурно-влажностного состояния. В связи с этим в данной публикации рассматриваются прикладные вопросы обоснования значений коэффициентов линейных влажностных деформаций и коэффициентов условий работы высокопрочных модифицированных бетонов с учетом их влажностного состояния.

### 1. К уточнению величины коэффициентов линейных влажностных деформаций

Согласно общепризнанным представлениям [6] в конструкциях из бетона класса В20-В25 при изменении его влагосодержания  $\Delta W$  на 1 % величина влажностных напряжений составляет  $4-10$  МПа. Величина этих напряжений в конструкциях из высокопрочных бетонов, вызываемых изменением их влажности, очевидно может быть существенно выше. Во-первых, на изменение значений указанных напряжений могут повлиять выявленные в наших работах [1, 7] отличительные особенности развития влажностных деформаций усадки и

набухания высокопрочных модифицированных бетонов. При этом принципиально значимым является тот факт, что по полученным данным (табл. 1, рис. 1) существенно изменяются не столько абсолютные значения деформаций набухания-усадки, сколько мера деформирования на единицу изменения относительной влажности, комплексным критерием оценки которой являются [6] коэффициенты линейной усадки  $\beta$  и набухания  $\eta$ .

Во-вторых, возрастание влажностных напряжений закономерно связано с более высокими значениями модуля упругости высокопрочных бетонов ( $42 \cdot 10^3 \dots 47 \cdot 10^3$  МПа для бетонов классов В60-В80 [8]) по отношению к

их величине для обычных классических бетонов классов В20...В40 ( $25 \cdot 10^3 \dots 35 \cdot 10^3$  МПа).

Коэффициенты линейной усадки  $\beta$  и набухания  $\eta$  применяются для расчета влажностных напряжений согласно соотношениям [6]:

1) для напряжений от усадки  $\sigma_y$ ,

$$\sigma_y = \beta E \Delta W ; \quad (1)$$

2) для напряжений от набухания  $\sigma_n$

$$\sigma_n = \eta E \Delta W ; \quad (2)$$

где  $E$  – модуль упругости бетона,  $\beta$  и  $\eta$  – коэффициенты линейной усадки и набухания соответственно, представляющие собой удельные относительные деформации бето-

Таблица 1. Величина влажностных деформаций высокопрочных модифицированных бетонов классов В80, В90

Относительные деформации	Вид бетона	Величина деформаций для условий эксплуатации					
		в среде с относительной влажностью воздуха				при контакте с водой	под водой
		30–35 %	50–55 %	70–75 %	≈100 %		
усадки $\varepsilon_y \times 10^5$	на мелком заполнителе	75–90	55–70	30–40	–	–	–
	на крупном заполнителе	70–80	50–65	25–35	–	–	–
набухания $\varepsilon_n \times 10^5$	на мелком заполнителе	–	50–60	60–80	80–90	60–70	60–70
	на крупном заполнителе	–	10–15	30–40	35–45	30–40	30–40

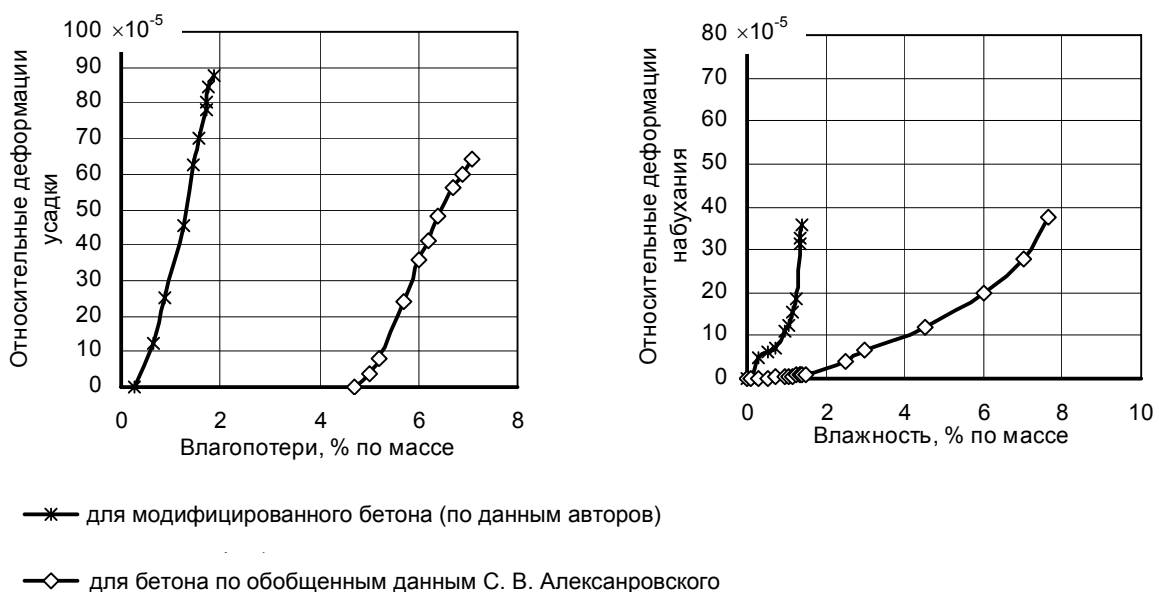


Рисунок 1. Сопоставление деформаций усадки и набухания бетонов в эксплуатационном диапазоне изменения влагосодержания.

на на единицу изменения его относительного влагосодержания,  $\Delta W$  – диапазон эксплуатационного изменения влагосодержания бетона.

В настоящее время для расчета влажностных напряжений рекомендованы к использованию средние значения коэффициентов линейного деформирования:  $\beta = 3 \cdot 10^{-2}$  (мм/мм)/(г/г);  $\eta = 5 \cdot 10^{-3}$  (мм/мм)/(г/г) [6, 9], величина которых установлена еще в середине 80-х годов на основании обобщения значительного объема экспериментальных данных о закономерностях влажностного деформирования плотных бетонов в зависимости от основных параметров их состава и структуры (В/Ц, расход цемента, вид и гранулометрия заполнителей). Нами показано, что при изменении влажности высокопрочных модифицированных бетонов (с составами, применяемыми в современном строительстве) величина данных коэффициентов может быть при развитии усадки в 1,5 раза, а при набухании в 4–5 раз выше, чем у обычного бетона (рис. 2). Поэтому весьма вероятно, что увлажнение-высыхание в эксплуатационном диапазоне изменения влагосодержания (табл. 2) может сопровождаться существенным увеличением уровня напряжений в конструкциях из данных видов бетонов. В связи с этим, если не были предусмотрены меры по блокированию влагообмена бетона со средой, усадку и набухание высокопрочных модифицированных бетонов представляется це-

лесообразным учитывать в расчетах конструкций во всем диапазоне влажностных режимов их эксплуатации: под водой, при периодическом контакте с водой, при влажности воздуха окружающей среды 30–100 %.

Исходя из данных исследований, предлагается принимать следующие значения коэффициентов линейного деформирования для высокопрочных модифицированных бетонов:

- при обезвоживании и развитии усадки  $\beta = 4,5 \cdot 10^{-2}$  (мм/мм)/(г/г),
- при увлажнении и развитии набухания  $\eta = 2,5 \cdot 10^{-2}$  (мм/мм)/(г/г).

## 2. К уточнению коэффициентов условий работы высокопрочных модифицированных бетонов с учетом их влажностного состояния

Согласно СНиП 2.03.01-84\* при определении нормативных сопротивлений бетона в перечне факторов, обуславливающих введение  $i$ -того коэффициента условий работы, фактор влажности как постоянно действующий (учитываемый введением коэффициента  $\gamma_{br}$ ) в расчетах конструкций из плотных бетонов не рассматривается. И это является закономерным, так как значение данного коэффициента определяется мерой снижения прочностных характеристик материала при увлажнении. Для плотных цементных бетонов величина данного коэффициента обычно составляет  $K_p \approx 0,80–0,95$

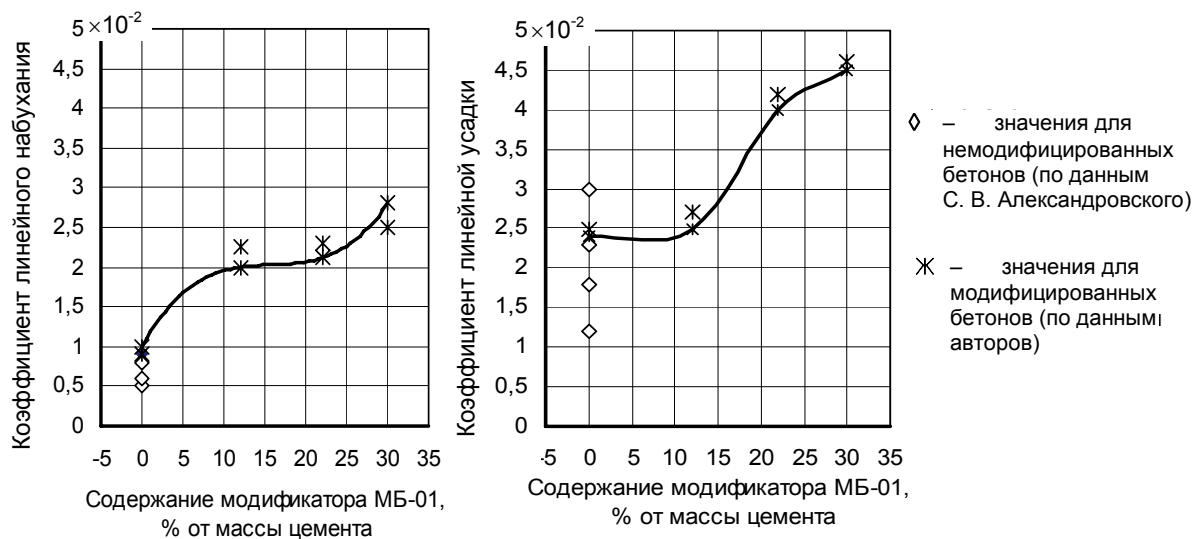


Рисунок 2. Сопоставление коэффициентов линейного деформирования бетонов.

**Таблица 2.** Прогнозируемое влажностное состояние высокопрочных модифицированных бетонов в различных условиях эксплуатации

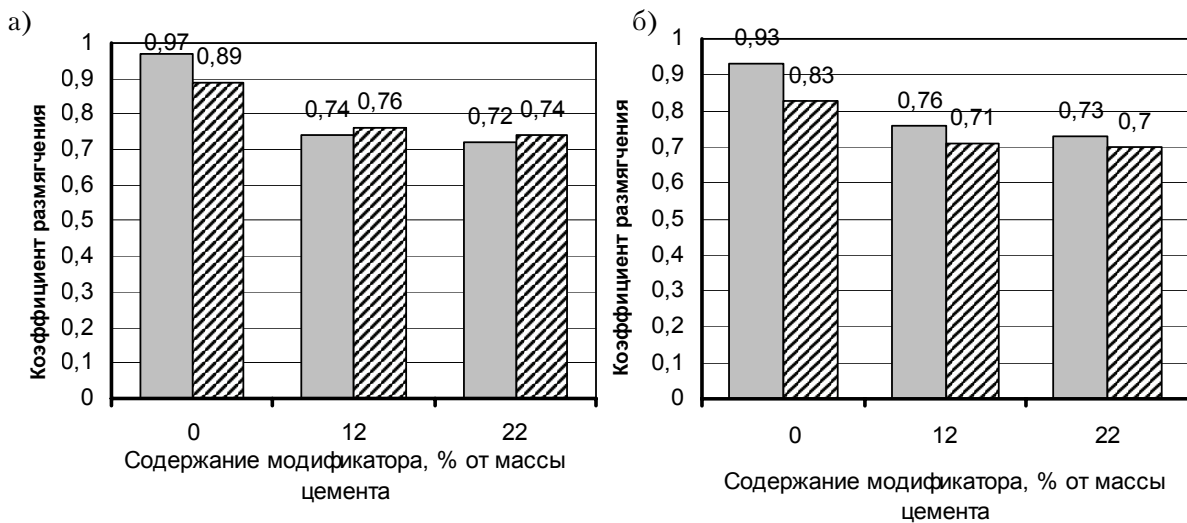
Вид бетона	Равновесная влажность бетона, % по массе					
	в среде с относительной влажностью воздуха				после капиллярного насыщения	после водонасыщения
	30–35 %	50–55 %	70–75 %	≈100 %		
На мелком заполнителе	2,10±0,30	3,5±0,50	4,45±0,65	5,85±0,95	5,70±0,90	5,55±0,85
На крупном заполнителе	1,30±0,15	2,30±0,30	3,10±0,45	5,45±0,85	5,35±0,90	4,90±0,80

во всем диапазоне изменения его влажностного состояния от гигроскопического до водонасыщенного; максимальное размягчение бетона до  $K_p \approx 0,8$  возможно только при его полном водонасыщении [9]. В реальных условиях возведения и работы сооружений исключается как маловероятная возможность полного водонасыщения сразу после одновременного приложения всей нагрузки. Поэтому в настоящее время признается целесообразным учитывать понижение прочности бетона, водонасыщаемого в загруженном состоянии, назначением  $\gamma_{b13} = 0,8$  только при учете кратковременных воздействий при высокой скорости его водонасыщения.



На основании обобщения полученных для высокопрочных модифицированных бетонов экспериментальных данных при формулировке практических рекомендаций по определе-

нию их расчетных сопротивлений целесообразно учесть следующее. Для бетонов с модифицированной структурой характерно существенно более значительное снижение их прочностных характеристик при увлажнении, чем для классических бетонов. Коэффициент размягчения в диапазоне температур  $0...+60$  °С оценивается величинами 0,70–0,76 (рис. 3, табл. 3). При этом мера снижения прочности возрастает при повышении удельной поверхностной энергии твердой фазы и уменьшении среднего эффективного радиуса пор, что соотносится с повышением содержания модификатора в составе бетона.

Зафиксированное снижение прочности имеют значение не только для работы модифицированных бетонов в водонасыщенном состоянии, но и при их эксплуатации в средах, соответствующих достижению гигроскопи-



**Рисунок 3.** Значения коэффициента размягчения высокопрочных модифицированных бетонов: а) при температуре  $t=+20$  °С; б) при температуре  $t=+40$  °С.

Обозначено:  – данные для бетона на крупном заполнителе;  
 – данные для бетона на мелком заполнителе.

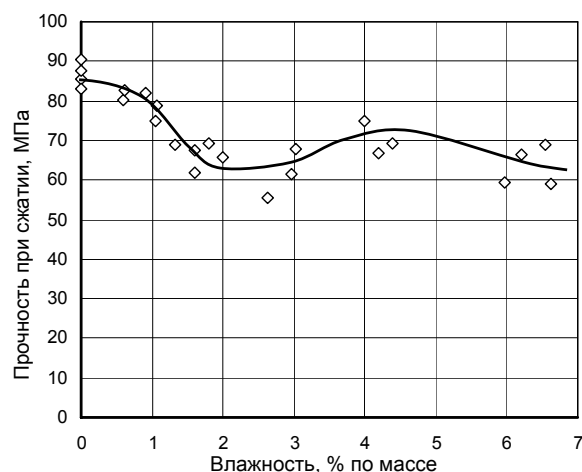
**Таблиця 3.** Мера зниження прочності модифіцированих бетонів в водонасиченому стані з урахуванням температури

Вид бетону	Коефіцієнт размягчення $K=R_{срх}/R_W$ при температурі, °С			
	0	+20	+40	+60
На мелком заполнителе	0,78±0,02	0,76±0,02	0,72±0,02	0,70±0,02
На крупном заполнителе	0,82±0,03	0,75±0,03	0,75±0,03	0,74±0,03

ческого влагосодержания, то есть содержанию воды адсорбционной и капиллярной форм связи. Одновременно имеет значение и то обстоятельство, что равновесная гигроскопическая влажность при определенных значениях влажности эксплуатационной среды для модифицированных бетонов может быть равна и даже выше их влагосодержания, достигаемого в результате водонасыщения (табл. 2). Понижение прочності модифицированных бетонов (рис. 4, табл. 4) наиболее значительно при изменении их влажности в диапазоне от 1% до 2,5%, когда влагосодержание в большей степени определяется наличием в структуре преимущественно адсорбционной воды. При содержании в структуре бетона преимущественно капиллярной воды (2,5-5 %) прочность под действием сил капиллярного стяжения несколько повышается, а при дальнейшем водонасыщении вновь уменьшается. Таким образом, основное снижение прочності модифицированных бетонов в эксплуатационных условиях может происходить при изменении влажности в гигроскопическом диапазоне влагосодержания.

Поэтому логично учесть возможное понижение прочності модифицированных бетонов не только при водонасыщении, но и при изменении их влагосодержания в гигроскопическом диапазоне. Условия же эксплуатации высокопрочных модифицированных бетонов под водой, при влажности воздуха окружающей среды свыше 75 %, вероятно, можно не рассматривать в качестве факторов, способствующих нарастанию прочності. В соответствии с этим для учета снижения предела длительного сопротивления возможно целесообразно использовать коэффициент условий работы  $\gamma_{b2} = 0,9$ , так же, как и в других случаях, предусмотренных СНиП 2.03.01-84\*. При этом фактор влажности при эксплуатации

высокопрочных бетонов возможно отнести к постоянным воздействиям и оценивать его использованием коэффициента условий работы  $\gamma_{b11}$  (см. табл.15 СНиП 2.03.01-84). На основании полученных нами экспериментальных данных при определении расчетных сопротивлений  $R_b$  и  $R_{bt}$  можно, по-видимому, использовать значения коэффициента условий работы  $\gamma_{b11}$ , представленные в таблице 5.

**Рисунок 4.** Обобщенные данные о зависимости прочності модифицированных бетонов от влажности.

## Выводы

1. Для высокопрочных модифицированных бетонов характерно увеличение силы связи их структуры с водой за счет меньшего радиуса пор, повышенной площади суммарной поверхности и поверхностной энергии составляющих твердой фазы. Это определяет рост величины удельных влажностных деформаций усадки-набухания на 1 % изменения влажности в 1,5–2,5 раза по сравнению с традиционными плотными бетонами. В результате таких особенностей высокопрочных бетонов уровень напряжений в конструкциях может существенно возрасти

**Таблица 4.** Мера снижения прочности модифицированных бетонов классов В80, В90 в зависимости от их влажности.

Диапазон влагосодержания бетона	1,0–1,5 %	1,5–2,5 %	2,5–5,0 %	> 5,0 %
Коэффициент размягчения $K_p = R_{сух} / R_{И}$	0,88±0,05	0,70±0,05	0,82±0,05	0,70±0,05

**Таблица 5.** Рекомендуемые значения коэффициентов условий работы для высокопрочных модифицированных бетонов классов В80, В90.

Условия эксплуатации	Влажность воздуха			Под водой
	30–50 %	50–75 %	свыше 75 %	
Влажность бетона	1,5–3,0 %	3–5,0 %	4,5–5,5 %	> 5,0 %
Коэффициент $\gamma_{b11}$	0,75	0,85	0,85	0,8

даже при незначительном изменении их эксплуатационного влагосодержания. В связи с этим для расчета напряжений от изменения влажности бетона в конструкциях предлагается использовать значения коэффициентов линейной усадки  $\beta = 4,5 \cdot 10^{-2}$  (мм/мм)/(г/г), набухания  $\eta = 2,5 \cdot 10^{-2}$  (мм/мм)/(г/г).

- Для высокопрочных модифицированных бетонов изменение влажности на проч-

ность настолько значительно, что их размягчение оказываются существенно выше, чем для традиционных бетонов –  $K_p = 0,72–0,85$  при  $t = (+60 \div 0) ^\circ\text{C}$ . На основании этого при определении расчетных сопротивлений фактор влияния влажности предлагается учитывать использованием коэффициента условий работы:  $\gamma_{b11} = 0,85$  для влажности бетона  $W=3–5\%$  и  $\gamma_{b11}=0,8$  для влажности бетона  $W > 5\%$ .

## Литература

- Славчева, Г. С. Структура высокотехнологичных бетонов и закономерности проявления их свойств при эксплуатационных влажностных воздействиях : дис. ... докт. техн. наук / Славчева Галина Станиславовна. – Воронеж, 2009. – 373 с.
- Славчева, Г. С. Влияние температурно-влажностного состояния на закономерности изменения показателей сопротивления разрушению бетонов / Г. С. Славчева // Вестник гражданских инженеров. – 2010. – № 1(22). – С. 12–14.
- Славчева, Г. С. Закономерности изменения прочностных характеристик бетонов в различном влажностном состоянии / Г. С. Славчева, Е. М. Чернышов // Вестник ОГАСА. – 2010. – Вып. 39, том 2. – С. 255–260.
- Технические условия. Модификатор бетона МБ-01 : ТУ 5743-073-46854090-98. – Введ. 1998-01-09. – М. : Госстандарт России, 1998. – 16 с.

## References

- Slavcheva, G. S. Structure of high-tech concretes and mechanism of their features development at operation wet influences: thesis of D. Sc. Voronezh, 2009. 373 p. (in Russian)
- Slavcheva, G. S. Influence of temperature and moisture upon the changing of mechanism of destruction resistance. *Bulletin of Civil Engineers*, 2010, No. 1(22), p. 12–14. (in Russian)
- Slavcheva, G. S.; Chernyshov, E. M. Mechanism of changing durability characteristics of concretes in different wet states. *Bulletin of OSASEA*, 2010, Vol. 39, T. 2, p. 255–260. (in Russian)
- Technical conditions. Concrete modifier MB-01: TC 5743-073-46854090-98. Moscow: Gosstandart Rossii, 1998. 16 p. (in Russian)
- Modifiers of series MB and concretes with high operational features: technical bulletin. Compilers: S. S. Kapriellov, A. A. Sheinfeld. 2001. 32 p. (in Russian)



5. Модификаторы серии МБ и бетоны с высокими эксплуатационными свойствами : технический бюллетень / составители С. С. Каприелов, А. А. Шейнфельд. – 2001. – 32 с.
6. Александровский, С. В. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на изменения температуры и влажности с учетом ползучести бетона / С. В. Александровский. – М. , 2004. – 712 с.
7. Славчева, Г. С. Влажностные деформации модифицированного цементного камня / Г. С. Славчева, С. Н. Чемоданова // Строительные материалы. – 2008. – № 5. – С. 70–72.
8. Влияние органоминерального модификатора МБ-50С на структуру и деформативность цементного камня и высокопрочного бетона / С. С. Каприелов, А. В. Шейнфельд, Н. И. Карпенко, Н. И. Кузнецов // Бетон и железобетон. – 2003. – № 3. – С. 2–7.
9. Прокопович, И. Е. Влияние водонасыщения на кратковременное длительное сопротивление бетона / И. Е. Прокопович // Бетон и железобетон. – 1988. – № 3. – С. 11–12.
10. Серых, Р. Л. Влияние водонасыщения на прочность бетона при сжатии / Р. Л. Серых // Бетон и железобетон. – 1982. – № 8. – С. 16–17.
11. Серых, Р. Л. Качественные показатели бетона при увлажнении / Р. Л. Серых // Бетон и железобетон. – 2000. – № 6. – С. 4–5.
6. Aleksandrovskii, S. V. Design of concrete and reinforced concrete structure due to temperature and moisture changing accounting creep of concrete. Moscow, 2004. 712 p. (in Russian)
7. Slavcheva, G. S.; Chemodanova, S. N. Moisture deformations of modified cement stone. *Building materials*, 2008, No. 5, p. 70–72. (in Russian)
8. Kapriyelov, S. S.; Sheinfeld, A. V.; Karpenko, N. I.; Kuznetsov N. I. Influence of organic mineral modifier MB-50C upon the structure and deformation ability of cement stone and of high strength concrete. *Concrete and reinforced concrete*, 2003, No. 3, p. 2–7. (in Russian)
9. Prokopovich, I. E. Water saturation influence upon short-time continuous concrete resistance. *Concrete and reinforced concrete*, 1988, No. 3, p. 11–12. (in Russian)
10. Seryh, R. L. Water saturation influence upon concrete durability during compression. *Concrete and reinforced concrete*, 1982, No. 8, p. 16–17. (in Russian)
11. Seryh, R. L. Quality rating of concrete during damping. *Concrete and reinforced concrete*, 2000, No. 6, p. 4–5. (in Russian)

**Славчева Галина Станіславівна** – доктор технічних наук, професор кафедри технології будівельних виробів і конструкцій Воронежського державного архітектурно-будівельного університету. Наукові інтереси: проблеми взаємодії будівельних композитів з водяною парою і водою експлуатаційного середовища; розвиток науково-практичних основ управління структурою і властивостями будівельних композитів з врахуванням експлуатаційних дій вологості.

**Чернишов Євген Михайлович** – академік російської академії архітектури і будівельних наук, доктор технічних наук, професор Воронежського державного архітектурно-будівельного університету, директор Академічного науково-творчого центру «Архстройнаука». Наукові інтереси: розвиток науково-практичних основ управління хіміко-технологічними процесами структуроутворення та якістю неорганічних в'язучих речовин; розробка концепції, методології і науково-інженерних рішень з комплексної і глибокої переробки техногенних продуктів в технології будівельних матеріалів.

**Славчева Галина Станіславівна** – доктор технічних наук, професор кафедри технології будівельних виробів і конструкцій Воронежського державного архітектурно-будівельного університету. Наукові інтереси: проблеми взаємодії будівельних композитів з водяною парою і водою експлуатаційного середовища; розвиток науково-практичних основ управління структурою і властивостями будівельних композитів з врахуванням експлуатаційних дій вологості.

**Чернышов Евгений Михайлович** – академик российской академии архитектуры и строительных наук, доктор технических наук, профессор Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, директор Академического научно-творческого центра «Архстройнаука». Научные интересы: развитие научно-практических основ управления химико-технологическими процессами структурообразования и качеством неорганических вяжущих веществ; разработка концепции, методологии и научно-инженерных решений по комплексной и глубокой переработке техногенных продуктов в технологии строительных материалов.

**Slavcheva Galina** – Doctor of engineering sciences, professor of the Technologies of Building Products and Structures Department of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Scientific interests: mechanism of behavior changing of high strength concretes according to their moisture conditions, development of technical and technological solutions to manage the concrete quality according to the consequences of operation moisture influences.

**Chernyshov Yevgeni** – Doctor of engineering sciences, professor of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, an academician of Russian Academy of Architecture and Building Sciences, the head of the Academic Scientific Creative Center «Archstroynauka». Scientific interests: development of scientific practical basis of managing chemical technological processes of structure forming and quality of non organic astringents; development of concept, methodology and scientific engineering solutions about complex and integrated recycle of induced products in building material technology.