ЦИРОВСКИЙ РАЙОННЫЙ КОМИТЕТ ЛКСМ ЛАТВИИ ГОРОДА РИГИ
ЛАТВИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬСТВА ГОССТРОЯ ЛатвССР
РИЖСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А. Я. ПЕЛЬШЕ
ЛАТВИЙСКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ПРАВЛЕНИЕ НТО
СТРОЙИНДУСТРИИ

КОНФЕРЕНЦИЯ

молодых ученых-строителей города Риги

Тезисы докладов

Рига ЛатНИИстроительства 1986

КИРОВСКИЙ РАЙОННЫЙ КОМИТЕТ ЛКСМ ЛАТВИИ ГОРОДА РИГИ

ЛАТВИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОССТРОЯ ЛАТВССР

РИЖСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.Я. ПЕЛЬШЕ

ЛАТВИЙСКОЕ РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ПРАВЛЕНИЕ НТО СТРОЙИНДУСТРИИ

К О Н Ф Е Р Е Н Ц И Я

МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ-СТРОИТЕЛЕЙ г. РИГИ

(тезисы докладов)

Рига ЛатНИИстроительства 1986

УДК 666.9 + 728.7

В настоящий сборник включены тезисы, представленные на конференцию молодых ученых-строителей г.Риги.

Публикуемые материалы отражают итоги работы молодых ученых в различных областях строительной науки в XI пятилетке.

Сборник предназначен для работников научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий.

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

Алексеенко А.Ю., Митенков С.А., Каргин В.М.

Научные редакторы: д.т.н., проф. Цимерманис Х.Б.
д.т.н., проф. Штакельберг Д.И.

Латвийский научно-исследовательский и экспериментально-технологический институт строительства
Госстроя ЛатвССР

РАЗДЕЛ I

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 691.327:666.972.7

Б.В.Клюевский
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. А.Я.Пельше)

СТРУКТУРНО-ВЛАЖНОСТНОЕ СОСТОЯНИЕ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ ПРИ ДЕСОРБЦИОННОМ ТВЕРДЕНИИ

Изменение влажностного состояния твердеющих дисперсных систем совершается как в результате массообменных процессов при взаимодействии материала с окружающей средой, так и в результате внутреннего стока влаги.

Действие сил, развивающихся в жидкой фазе, направлено на повышение прочности твердеющего материала, т.е. на совершенствование его структуры. В процессе твердения дисперсных систем возможно перераспределение этих сил, приводящее к развитию деструктивных процессов. Эти силы проявляются на разных стадиях развития структуры влажного диспер-

ного капиллярно-пористого тела. Это, прежде всего, капиллярное давление Лапласа P_L, расклинивающее давление Дерягина Π, силы адгезионных взаимодействий влаги и твердой поверхности.

Энергетический уровень связанной влаги в дисперсном капиллярно-пористом теле определяется величиной химического потенциала Гиббса:

$$\mu = \mu_0(T) + RT \ln P_s + P_L v \pm \Pi v, \qquad (I)$$

где $\mu_0 v$ – стандартная часть химического потенциала,
P_s – давление насыщения равновесного водяного пара,
v – удельный молярный объем.

В твердеющем материале влага находится как в объемном, так и в пленочном состояниях. На ранних стадиях твердения (максимальные значения влагосодержания) основная роль принадлежит объемной влаге. Уменьшение влагосодержания за счет внешнего и внутреннего стоков приводит к разрыву объемной жидкости в капиллярах и ее переходу от объемного состояния к пленочному.

Несомненно влияние влажностного состояния на прочность, модуль упругости и другие свойства дисперсных систем. Это влияние объясняется, как указывает Виттман [I], изменением свободной поверхностной энергии и расклинивающего давления. Так, Виттман показал, что понижение прочности при увеличении влажности можно объяснить снижением свободной поверхностной энергии в результате адсорбции воды, которая уменьшает силы Ван-дер-Ваальса. Это имеет место в области низких P/P_s. Понижение прочности в области высоких P/P_s Виттман связывает с расклинивающим давлением.

Исследования формирования структуры цементного камня и бетона при интенсификации процесса твердения, например при сушке материала на стадии изотермического прогрева тепловлажностной обработки [2], показали очевидную взаимосвязь между изменениями влажностных условий твердения и закономерностями повышения прочности.

В процессе этих исследований нами установлен характер

изменения прочности при десорбционном твердении минеральных вяжущих материалов, характеризуемый наличием "плато" замедления роста прочности в диапазоне $\varphi \sim 0{,}9 \div 0{,}4$, после чего прочность резко возрастает. Очевидно, что сушка капиллярно-пористой структуры в области влагосодержаний, меньших $v_{м.г.}$, приводит к разрыву капиллярной влаги, соединяющей твердые поверхности, и выключению соответствующих сил из общего баланса взаимодействий, обусловливающих макроскопическую прочность влажной дисперсной системы. При этом жидкая фаза в порах заменяется газообразной, что создает возможность перехода контактов дальнодействия в контакты ближнедействия, с чем и связано резкое возрастание прочности.

ЛИТЕРАТУРА

I. Wittman F.H. I.Amer.Ceram.Soc.56,409 (I973).
2. Клюевский Б.В. Формирования структуры тяжелого бетона в условиях комбинированной тепловлажностной обработки. Автореф. дисс . .... канд.техн.наук. Л., I983. 2I с.

УДК 536.7.666.9I4

М.Л.Русс
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический инотитут им. А.Я.Пельше)

ТЕРМОХИМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ В ТЕРМОАККУМУЛИРУЮЩЕМ ЭЛЕМЕНТЕ

При квазиравновесном протекании химической реакции, т.е. когда ее сродство $A = -\Delta G = 0$, она характеризуется равновесной степенью завершенности ξ_e [2]:

$$\xi_e = f(T,p). \qquad (I)$$

При P = const

$$\xi_0 = f_2(T), \qquad (2)$$

Функция (I) может быть изображена в виде поверхности в координатах ξ_e, T, p, а функция (2) – в виде кривой в координатах ξ_e, T. Изображенная поверхность или кривая разделяет пространство или плоскость на части, в одной из которых A > 0 и реакция возможна, а в другой A < 0 и реакция невозможна.

В современной технике аккумуляции тепловой энергии чаще всего используют кристаллогидраты $KF \cdot 4H_2O$, $LiNO_4 \cdot 3H_2O$, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, дегидратирующиеся при нагреве и гидратирующиеся при охлаждении.

Путем квазистационарного нагревания и охлаждения $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ экспериментально установлено [3], что реакция дегидратации (прямая) и гидратации (обратная) возможны при одних и тех же значениях $\xi_e = f_2(T)$ только в том случае, если для прямой реакции $T_A > T_{A\xi_e}$, а для обратной $T_B < T_{B\xi_e}$, причем $T_{A\xi_e} \gg T_{B\xi_e}$.

Аналогичное явление хорошо известно в строительном материаловедении при гидратации гипсового вяжущего, клинкерных минералов цементов, промышленных цементов и их дегидратации. Так, если цементы, их клинкерные минералы и гипсовое вяжущее гидратируют при температурах, превышающих температуру замерзания воды в порах, то дегидратация гипса начинается при температурах не ниже 353 К, а для дегидратации цементов необходимо повысить температуру более, чем на 773 К.

По-видимому, причина того, что для перечисленных материалов

$$\xi_{e_A} = f_3(T, p) \qquad (3)$$

и

$$\xi_{e_B} = f_4(T, p) \qquad (4)$$

состоит в том, что они являются структурообразующими системами, в которых обратимая химическая реакция сопряжена с

взаимодействующим процессом структурообразования. В таком случае истинное химико-структурное и структурно-химическое равновесие возможно только тогда, если химико-структурное сродство $A^* = 0$ и структурно-химическое сродство $Z^* = 0$ [4].

В таком случае при любом значении $\xi_{e_A} = \text{const}$ ($\xi_{e_B} = I - \xi_{e_A} = \text{const}$) мы должны иметь изменение химико-структурного сродства A^* и структурно-химического сродства Z^*, изображенного на рис.I.

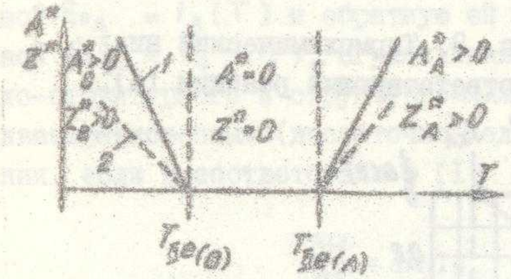


Рис. I. Схема изменения структурно-химического сродства A в зависимости от T при $\xi_{e_A} = \text{const}$ и $\xi_{e_B} = I - \xi_{e_A} = \text{const}$: I – A^* ; 2 – Z^*.

В термоаккумулирующем элементе, наполненном кристаллогидратом любой из обычно применяемых солей (перечисленных выше), в процессе аккумуляции и отдачи тепла должен совершаться обратимый в химическом смысле (в соответствии со стехиометрическим уравнением реакции) термохимический цикл, изображенный на рис.2.

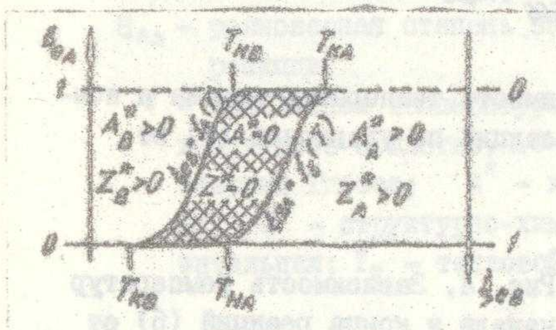


Рис. 2. Схема теоретического термохимического цикла в термоаккумулирующем элементе:

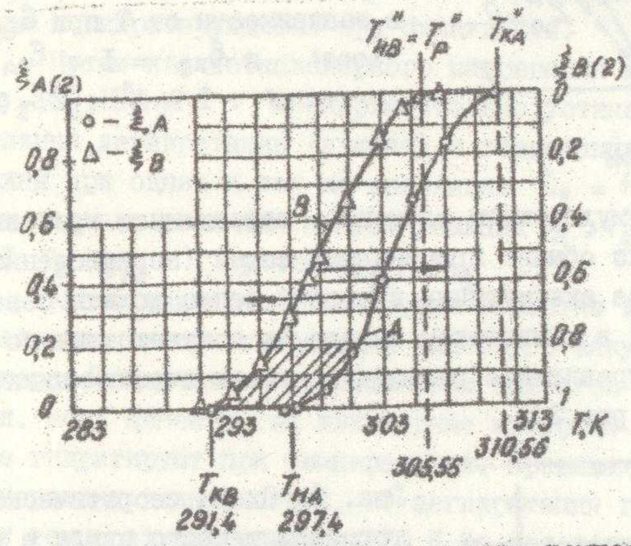
T_{HA} и T_{KA} – температуры начала и конца реакции дегидратации (A); T_{HB} и T_{KB} – температуры начала и конца реакции гидратации (B).

Заштрихованной на рис.2 области соответствует истинное химико-структурное и структурно-химическое равновесие. На рис. 3 представлен экспериментально полученный термохимический цикл обратимой реакции в термоаккумулирующем элемен-

те на основе мирабилита ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), соответствующий стехиометрическому уравнению

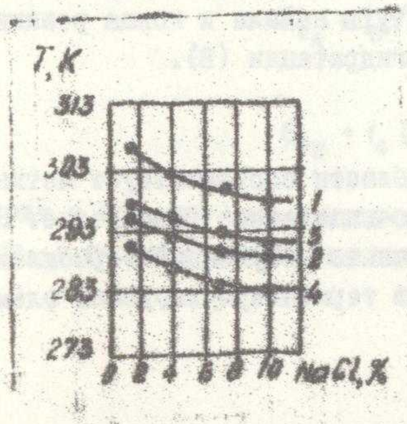
$$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O \underset{B}{\overset{A}{\rightleftharpoons}} Na_2SO_4 + 10H_2O. \qquad (5)$$

Рис. 3. Термохимический цикл, соответствующий реакции (5).



а рис. 4 приведена зависимость температур начала и конца прямой (А) и обратной (В) реакций по уравнению (5) от содержания в смеси NaCl .

Рис. 4. Зависимость температур начала и конца реакций (5) от содержания в смеси NaCl : I – T_{KA} ; 2 – T_{HA} ; 3 – T_{KB}; 4 – – T_{HB} .



Как видно из рис. 4, введение в мирабилит небольшого количества NaCl позволяет снизить характерные температуры равновесной степени завершенности прямой и обратной реакции (5) и при 5%-ном содержании этой добавки довести до значений T_{KB} = 283,8 К > 283,36 К = $T_{рос}$ и T_{HA} = 293,8 К < $T_{внут}$ = 297,16 К, где $T_{рос}$ и $T_{внут}$ – допустимые в условиях эксплуатации температуры росы и максимальная температура внутренней поверхности ограждающей конструкции.

Провести термохимическую реакцию дегидратации А по кривой $\xi_{e_A} = f_3(T)$ и обратную ей реакцию гидратации В по кривой $\xi_{e_B} = f_4(T)$, ограничивающим область истинного химико-структурного и структурно-химического равновесия, можно квазиравновесным (достаточно медленным) изменением энтальпии, если в соответствии с [I]

$$\frac{\partial H}{\partial \tau} = \operatorname{div} I_q \qquad (6)$$

поток тепла I_q при нагреве и охлаждении термоаккумулирующего элемента будет ограниченным, что соответствует реальным условиям работы термоаккумулирующего элемента в качестве вставки во внутреннем слое наружных ограждающих конструкций.

Условные обозначения:

ξ_{e_A} – равновесная степень завершенности химической реакции;

T – абсолютная температура, p – давление; A – химическое сродство, ΔG – изменение свободной энергии Гиббса; A^* – химико-структурное сродство; Z^* – структурно-химическое сродство; H – энтальпия; I_q – тепловой поток; τ – время.

Литература

I. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. М.: Госэнергоиздат, I963. 535 с.

2. Пригожин И., Дефей Р. Химическая термодинамика: Пер. с англ. Новосибирск: Наука, I966. 5I0 с.

3. Русс М.Л. Термоаккумулирующие элементы для наружных стен из гипсовых материалов. – В кн.: Высокопрочный гипс в индустриальном строительстве. Рига: ЛатНИИстроительства, 1984, с. 82-86.
4. Русс М.Л. Химико-структурное и структурно-химическое сродства в структурообразующей системе с химическими реакциями. – В наст. сб., с. 10.

УДК 536.7

М.Л.Русс
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. А.Я.Пельше)

ХИМИКО-СТРУКТУРНОЕ И СТРУКТУРНО-ХИМИЧЕСКОЕ СРОДСТВА В СТРУКТУРООБРАЗУЮЩЕЙ СИСТЕМЕ С ХИМИЧЕСКИМИ РЕАКЦИЯМИ

В рассматриваемой термодинамической системе скорости взаимодействующих процессов химической реакции и структурообразования выражены следующей системой уравнений [4,5]:

$$I_\xi = L_{\xi\xi}\frac{A}{T} + L_{\eta\xi}\frac{Z}{T}, \qquad (1)$$

$$I_\eta = L_{\eta\xi}\frac{A}{T} + L_{\eta\eta}\frac{Z}{T}. \qquad (2)$$

Согласно соотношению Онзагера [3]

$$L_{\xi\eta} = L_{\eta\xi}. \qquad (3)$$

В [6] показано, что

$$\frac{L_{\eta\xi}}{L_{\xi\xi}} = e_\xi^* \qquad (4) \quad \text{и} \quad \frac{L_{\xi\eta}}{L_{\eta\eta}} = e_\eta^* \qquad (5)$$

Тогда вместо (I) и (2) мы можем записать

$$I_\xi = L_{\xi\xi}\frac{A}{T} + e_\xi^* L_{\xi\xi}\frac{Z}{T} \qquad (6)$$

и

$$I_\eta = e_\eta^* L_{\eta\eta}\frac{A}{T} + L_{\eta\eta}\frac{Z}{T}, \qquad (7)$$

откуда

$$I_\xi = \frac{L_{\xi\xi}}{T}(A + e_\xi^* Z), \qquad (8)$$

$$I_\eta = \frac{L_{\eta\eta}}{T}(e_\eta^* A + Z). \qquad (9)$$

В полученной системе уравнений (8) и (9) мы выразили скорости взаимодействующих процессов химической реакции и структурообразования через собственные коэффициенты одного процесса, не осложненного взаимодействующим процессом, и соответствующие критерии взаимодействия, введенные в [6].

В первой части уравнений (8) и (9) в скобках содержатся выражения новых сродств:

химико-структурного

$$A^* = A + e_\xi^* Z \qquad (10)$$

и структурно-химического

$$Z^* = Z + e_\eta^* A. \qquad (11)$$

С учетом полученных соотношений для химико-структурного и структурно-химического сродств (10) и (11) исходная система феноменологических уравнений (I) и (2) преобразуется к простейшему виду

$$I_\xi = L_{\xi\xi}\frac{A}{T} \quad , \tag{I2}$$

$$I_\eta = L_{\eta\eta}\frac{Z}{T} \quad , \tag{I3}$$

где скорости химической реакции и структурообразования выражены только через собственные кинетические коэффициенты.
Из (I2) и (I3) для условий истинного химико-структурного равновесия в рассматриваемой системе

$$A^* = A + e^*_\xi Z \quad , \tag{I4}$$

$$Z^* = Z + e^*_\eta A \, . \tag{I5}$$

Следовательно, в условиях истинного равновесия в системе имеем

$$A = - e^*_\xi Z \quad , \tag{I6}$$

или

$$A = - \frac{1}{e^*_\eta} Z \quad , \tag{I7}$$

откуда получаем соотношение для критериев взаимодействия

$$e^*_\xi = \frac{1}{e^*_\eta} \quad , \tag{I8}$$

показывающее, что они являются пропорциональными.

Этот вывод существенно упрощает экспериментальное определение кинетических коэффициентов, ибо на основании (4) и (5) с учетом (3) получаем

$$e^*_\xi L_{\xi\xi} = e^*_\eta L_{\eta\eta} \, , \tag{I9}$$

откуда с учетом (I8) следует

$$L_{\xi\xi} = e^{*2}_\eta \, L_{\eta\eta} \, , \tag{20}$$

или

$$L_{\eta\eta} = e^{*2}_\xi \, L_{\xi\xi} \, . \tag{2I}$$

Таким образом, мы получили уравнения для определения собственного коэффициента одного из двух взаимодействующих процессов по известному собственному кинетическому коэффициенту другого процесса.

Кроме того, соотношение (I8) позволяет для условий истинного химико-структурного равновесия определить значение химического сродства A^* в структурообразующей системе по значению структурного сродства Z, если известен любой из названных критериев взаимодействия: e^*_η или e^*_ξ.

Полученные выше новые термодинамические соотношения для химико-структурного и структурно-химического сродства являются характерными для рассмотренных взаимодействующих процессов химической реакции и структурообразования в реальных системах, какими являются гидратирующиеся строительные материалы, а также теоретической основой исследования термохимических процессов в термоаккумулирующих элементах наружных ограждающих конструкций, наполненных кристаллогидратами солей [6].

Подставим в (I0) значение химического сродства, выраженного согласно [2] суммой стандартного сродства $A^{\phi}_{(T,p)}$ и функцией смешения A^M, т.е.:

$$A = A^{\phi}_{(T,p)} + A^M \, . \tag{22}$$

Тогда

$$A^* = A^{\phi}_{(T,p)} + A^M + e^*_\xi Z \, . \tag{23}$$

Согласно [2] функция смешения определяется через активность компонента a_i, т.е.

$$A^M = - \sum_i \nu_i RT \ln a_i \, , \tag{24}$$

причем активность чистой (идеальной) жидкости и чистого твердого тела (идеального кристалла) принимается за I [7].

Тогда

$$A^{M} = -\sum_{i} \nu_i RT \ln I = 0 . \qquad (25)$$

По своему физическому смыслу функция смешения - это работа, которую необходимо совершить, чтобы чистый кристалл при постоянной массе ($m = const$) превратился в идеальную жидкость, в которой молекулы продукта реакции не взаимодействуют между собой или наоборот: работа, которую необходимо совершить, чтобы идеальную жидкость при постоянной массе ($m = const$) превратить в чистый кристалл. В такой интерпретации функция смешения химического сродства соответствует определению структурного сродства Z [4] , как интенсивного параметра структурообразования, измеряемого работой, которую необходимо совершить при постоянной массе ($m = const$), чтобы перевести систему с невзаимодействующими частицами (т. е. идеальную жидкость) в типичное капиллярно-пористое тело (чистый кристалл).

При этом в начальном и конечном состояниях процесса $Z = 0$ [4] . Следовательно, для структурообразующих систем функцию смешения химического сродства A^{M} и структурное сродство можно предположить тождественными , т.е.

$$A^{M} = Z . \qquad (26)$$

Тогда с учетом (26) выражение химико-структурного сродства (25) преобразуется к виду

$$A^{*} = A^{\phi}_{(T,p)} + (1 + e^{*}_{\xi}) Z , \qquad (27)$$

или с учетом (I8)

$$A^{*} = A^{\phi}_{(T,p)} + (1 + \frac{1}{e^{*}_{\eta}}) Z . \qquad (28)$$

Аналогично для структурно-химического сродства из (II) получим

$$Z^{*} = e^{*}_{\eta} A^{\phi}_{(T,p)} + (1 + e^{*}_{\eta}) Z , \qquad (29)$$

или

$$Z^{*} = \frac{1}{e^{*}_{\eta}} A^{\phi}_{(T,p)} + (1 + \frac{1}{e^{*}_{\eta}}) Z . \qquad (30)$$

Таким образом, мы получили выражения для химико-структурного и структурно-химического сродства, содержащие стандартное сродство, определяемое по известным таблицам практически для всех химических реакций [2, I], и структурное сродство , определяемое экспериментально по сравнительно несложной методике [4] .

Условные обозначения:

T - абсолютная температура; A и Z - химическое и структурное сродство; $L_{\xi\xi}$ и $L_{\eta\eta}$ - собственные кинетические коэффициенты химической реакции и структурообразования; $L_{\xi\eta}$ и $L_{\eta\xi}$ - перекрестные кинетические коэффициенты химической реакции и структурообразования; I_{ξ} и I_{η} - скорости (тензоры нулевого ранга) химической реакции и структурообразования; e_{ξ} и e_{η} - критерии взаимодействия, обусловленные химической реакцией и структурообразованием; $A^{\phi}_{(T,p)}$ - стандартная функция химического сродства; A^{M} - функция смешения химического сродства; a_i - коэффициент активности; ν_i - стехиометрический коэффициент.

Литература

I. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. М.: Стройиздат, I972. 352 с.

2. Пригожин И., Дефей Р. Химическая термодинамика: Пер. с англ. Новосибирск: Наука, I966. 5I0 с.

3. Русс М.Л. Термоаккумулирующие элементы для наружных стен из гипсовых материалов. - В кн.: Высокопрочный гипс в индустриальном строительстве. Рига: ЛатНИИстроительства, I984, с. 82-86.

4. Цимерманис Л.-Х.Б. Термодинамика влажностного состояния и твердения строительных материалов. Рига: Зинатне, I985. 247 с.

5. Штакельберг Д.И. Термодинамика структурообразования водносиликатных дисперсных материалов. Рига: Зинатне, 1984. 200 с.
6. Штакельберг Д.И. Тепловые эффекты и условия взаимодействия диссипативных процессов в открытой структурообразующей системе. – В кн.: Термодинамические основы интенсификации сушки строительных материалов и изделий. Челябинск: УралНИИстромпроект, 1974, с. 21–23.
7. Onsager L. Phys. Rev., vol. 37, 1931, p. 405.

РАЗДЕЛ 2

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ)

УДК 666.7.017:620.178

А.Б.Горин
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. А.Я. Пельше),
В.Б.Арончик
(ЛатНИИстроительства)

ИНВАРИАНТНОСТЬ МИКРОТВЕРДОСТИ КОНТАКТНЫХ ЗОН В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Контактная зона между высокомодульными и низкомодульными наполнителями в цементном камне, в композиционном материале, является определяющей при оценке его долговечности. При исследовании микротвердости контактных зон в современных композиционных материалах применяют, как правило, известную методику [2,3].

При анализе экспериментальных данных наибольший интерес представляет разница в показателях микротвердости контактной зоны с низко- и высокомодульными наполнителями. Некоторые противоречия возникают ввиду различного подхода к природе самого явления изменения микротвердости контактной зоны. Так, учитывая физико-химическую природу изменения микротвердости [4,5], нами предложена новая трактовка физико-механического взаимодействия наполнителя и материала матрицы. В частности, при измерении микротвердости контактной зоны в бетоне между растворной частью и наполнителем, а также контактной зоны "бетон-арматура" путем внедрения индентора происходит кажущееся увеличение сопротивления индентору за счет влияния повышенной жесткости зон, прилегающих к заполнителю или арматуре. Напротив, при внедрении индентора в зону, близкую к поре (в том числе заполненной веществом с низким модулем упругости) происходит кажущееся падение сопротивления внедрению индентора.

Цель настоящей работы заключается в повышении точности определения микротвердости контактной зоны материала матрицы. На основе результатов работы составлена методика определения микротвердости контактной зоны композиционного материала. Отличительной чертой данной методики является предварительное удаление из исследуемой зоны образца высоко- и низкомодульных включений, вступающих в непосредственное соприкосновение с материалом контактной зоны. Образовавшиеся полости или поры заполняют бузусадочным материалом; модуль упругости которого выбирают равным модулю упругости материала образца.

Изложенное физико-механическое влияние изменения микротвердости контактной зоны [1] было экспериментально апробировано при различных комбинациях наполнителя: высокомодульный – стальная арматура, гранитный щебень; низкомодульный – пенопласт, резиновая крошка и т.д. Ниже приводятся результаты исследования микротвердости контактной зоны в керамзитобетоне на гипсоцементнопуццолановом вяжущем (ГЦПВ), армированном стальным стержнем.

Изготовлен образец – куб 150х150х150 мм с центрально-расположенным стержнем из стали 40ХА. Из средней части вынилена пластина, толщиной 2 мм, перпендикулярно оси стержня.

Пластина фрагментирована на зоны: для исследования контактной зоны отобрана центральная часть размерами 60х60х2 мм, в центре которой находится отрезок стержня и зерно керамзита диаметром 8 мм. Для выявления границ включений фрагмент предварительно отшлифовывается и затем из него изготавливаются аншлифы. Высоко- и низкомодульные включения арматуры и керамзита удалили электроискровым (эрозионным) методом и бормашиной. Поры, образовавшиеся в местах вынимки включений, заделываются безусадочным материалом с модулем упругости, равным модулю упругости образца. Контроль модуля упругости материала заделки и растворной части бетона производился на образцах-призмах 40х40х160 мм при сжатии. Измерения проведены тензометром Гугенбергера на базе 50 мм. На подготовленных образцах стандартным методом замеряли микротвердость. Одновременно с этим определялась микротвердость на образцах без удаления включений. Каждое значение микротвердости вычислялось как среднее из 6 измерений, среднее квадратичное отклонение составляло от ±5% в объеме до ±I3% в контактной зоне. Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица

Характер изменения микротвердости границ систем "ГЦПВ-сталь" и "ГЦПВ-керамзит" как функция расстояния от плоскости контакта

№№ пп	Расстояние до включения, мкм	Микротвердость зоны "ГЦПВ-сталь", МПа		Микротвердость зоны "ГЦПВ-керамзит", МПа	
		стандарт	предл. способ	стандарт	предл. способ
I	360	590	590	590	590
2	200	6I0	600	600	6I0
3	I00	650	620	680	760
4	50	700	630	750	880
	25	800	650	900	II50

Анализ результатов, полученных при определении микротвердости контактной зоны, например, "ГЦПВ-сталь", показал,

что микротвердость, определенная в контактной зоне по стандартной методике без специальной обработки аншлифа является кажущейся, так как при этом не учитывается сопротивление индентору зоны с повышенной жесткостью из-за присутствия в упругой зоне включений из стали.

Микротвердость, определенная по предложенному способу, показывает действительную величину, так как при этом устранено влияние более жесткого включения, а материал зоны остался прежним. Действительная величина существенно ниже кажущейся (650 против 800 кг/мм^2).

Аналогичен принцип рассуждений, используемый при анализе действительной величины микротвердости зоны "ГЦПВ-керамзит". В этом случае результат противоположен предыдущему; действительная величина микротвердости выше кажущейся (II50 против 900 кг/мм^2), так как устранено влияние низкомодульного включения, занижающее показания истинной микротвердости основного материала в контактной зоне.

Проведенный анализ результатов измерений микротвердости позволяет сделать вывод о том, что предложенный способ определения микротвердости (рис.I) может быть эффективно применен в условиях заводских лабораторий как экспресс-метод исследования процессов формирования структуры композиционных материалов.

Рис.I. Схема подготовки аншлифа для определения микротвердости по предлагаемому способу.

Литература

I. Горин А.Е., Арончик В.Б. Способ определения микротвердости контактной зоны. А.с. I060986. - Б.И., I983, №46.
2. Курасова Л.П. Методика измерения микротвердости цементного камня и бетона. - Тр. НИИЖБ Госстроя СССР. Физико-химические исследования цементного камня и бетона. М., I972, с. 64-68.
3. Лебедев С.И. Определение микротвердости минералов. М.: Изд-во АН СССР, I963. 203 с.
4. Любимова Т.Ю. Влияние состояния поверхности и дисперсности кварцевого заполнителя на кристаллизационное твердение цемента и свойства цементного камня в зоне контакта. - Коллоидный журнал. I967, т.29, № 4, с. 544-553.
5. Любимова Т.Ю., Ребиндер П.А. Особенности кристаллизационного твердения цементов в зоне контакта с различными твердыми фазами (заполнителями). ДАН СССР, I965, т. I63, № 6. Химическая технология, с. I439-I44I.

УДК 69I.55.328.92

А.Б.Горин
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. А.Я.Пельше)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВИБРОПЕРЕМЕШИВАНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ГИПСА, МИКРОАРМИРОВАННОГО СТЕКЛЯННЫМИ МОНОВОЛОКНАМИ

Одним из наиболее сложных и принципиальных, по нашему мнению, вопросов при производстве стеклофиброгипсов (СФГ) является обеспечение равномерного распределения элементарных макроармирующих волокон по объему смеси, а не пучков рубленного ровинга, как принято на практике. Отечественная и зарубежная литература располагает по этому вопросу значительным экспериментальным материалом, основные выводы и трактовки которого основываются на рассмотрении работы рубленных пучков ровинга в матрице, считая данные пучки стекловолокнами. Это вносит немалые погрешности в экспериментальные данные, а также в построение соответствующих теорий.

В каждом пучке рубленного ровинга от 60 до 200 элементарных волокон диаметром 20 мкм в зависимости от его марки. Кроме того, при деформировании СФГ, в состав которого входят пучки недиспергированных волокон, наблюдается вытаскивание последних из матричного материала вследствие проскальзывания микроармирующих волокон внутри пучка, что приводит к недоиспользованию их потенциальных прочностных возможностей. Иной эффект наблюдается при деформировании СФГ с диспергированными элементарными волокнами, прочность которых на разрыв максимально используется.

Представляется целесообразным на модельных системах более детально рассмотреть влияние диспергирования элементарных волокон на основные свойства СФГ.

Предполагая упаковку элементарных волокон в пучке рубленного ровинга гексагональной (рис.I), учтем следующее количественное распределение волокон по слоям вокруг центра пучка: I слой - 0; 2 слой - 6; 3 слой - I2; 4 слой - I8 и т.д. Для каждого слоя справедлива арифметическая прогрессия:

$$a_n = a_1 + d(n-1), \qquad (I)$$

где $d = 6$, $a_1 = 6$, n - порядковый номер слоя (количество слоев). Используя сумму членов прогрессии:

$$S_n = \frac{(\sum a_i + \sum a_n)n}{2} = \frac{m(1+n)n}{2}, \qquad (2)$$

где m - количество граней в слое, можно вычислить также количество слоев при гексагональной упаковке

$$n = \frac{4\sqrt{1+8(S_n/m)} - 4}{8}. \qquad (3)$$

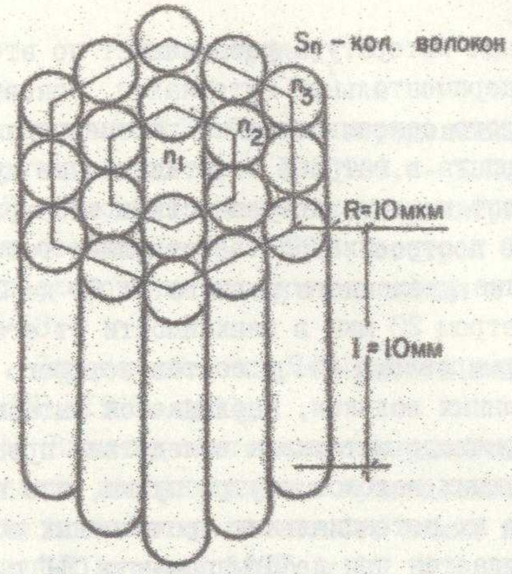


Рис. I. Модельное представление упаковки элементарных волокон в пучке рубленного ровинга.

Для определения площадей боковых поверхностей элементарных волокон в пучке рубленного ровинга был рассмотрен фрагмент модели упаковки волокон, включающий в себя грань последнего слоя. Внешняя боковая поверхность одной грани в плоскости определяется из выражения:

$$F_б = \pi R(n-1) + \pi R + \frac{\pi R}{3} = \pi R\left(n + \frac{1}{3}\right). \quad (4)$$

С учетом того, что в сечении пучка 6 граней,

$$F_б = \pi R\left(n + \frac{1}{3}\right)\cdot 6 = 18{,}84\, R(n + 0{,}33). \quad (5)$$

Ориентировочный среднестатистический расчет общего количества волокон в пучке, определяемый при помощи микроскопа, показал, что $S_n = 200$, $m = 6$. Тогда из (3) имеем:

$$n = \frac{\sqrt{1 + 8(200/6)} - 4}{8} = 7{,}68 .$$

Для упрощения примем $n = 7$. Тогда количество волокон в выбранной модели будет равно 168. Боковая поверхность пучка волокон (длина насечки l = I0 мм, R = I0 мкм) составляет:

$$F_б = 6\pi R(7 + 1/3)l = 13{,}8\ мм^2 . \quad (6)$$

В то же время полная боковая поверхность диспергированных моноволокон того же пучка равна:

$$F_0 = \pi\, 0 S_n l = 105{,}5\ мм^2 . \quad (7)$$

Таким образом, в недиспергированном пучке в контакт с матричным материалом войдет только

$$(F_б / F_0)\,100 = 13\%$$

боковой поверхности элементарных волокон.

Учитывая, что боковая поверхность элементарного волокна составляет:

$$F_в = 2\pi Rl = 0{,}628\ мм^2 \quad (8)$$

и 87% таких волокон не используется в работе из-за отсутствия диспергирования, следует обратить внимание на технологические приемы, позволяющие использовать остаток полезной площади микроволокон.

Как показали эксперименты, используя виброперемешивание [I] СФГ смеси в сочетании с поверхностно-активными веществами, можно добиться положительных результатов. Исходя из этого, более корректной и оптимальной следует считать структуру СФГ, состоящую из матричного материала, в котором равномерно (с коэффициентом неоднородности C_v = 2–3%) распределены элементарные волокна оптимальных размеров с точки зрения технологичности. Применение такого метода на практике позволило повысить эффективность микроармирования в 2–4 раза по показателям прочности, ударной вязкости, морозостойкости. Ниже приводятся составы СФГ, приготовленные на основе виброперемешивания и прошедшие испытания на морозостойкость (35 циклов) в соответствии с ГОСТ 7025-78.

Составы СФГ

Гипс, Г-IO	Во-док-но	Вода	СДБ 50%-ный раст-вор	Латекс 50%-ный раст-вор	Жидкое IO%-ное стек-ло	Гидрофобная добавка	Резиновая крошка	Полистирол (гранулы)	Водопоглощение
кг	г	мл	мл	мл	мл	мл	мл	мл	%
2,4	24	840	50	-	-	-	-	-	I4
2,4	24	840	-	-	-	-	-	-	I6
2,4	24	840	-	-	-	50	-	-	II
2,4	24	I840	50	-	I40	-	-	-	5,2
2,4	24	480	-	50	-	-	-	I500	I5
2,4	24	790	-	50	-	-	600	-	I0

Указанные составы СФГ в зависимости от требований к их прочности и плотности могут быть использованы при изготовлении различных конструкций и изделий, предназначенных для сельского домостроения.

Литература

А.с. 833743 (СССР). Способ приготовления бетонной смеси/ А.Б.Горин и др. - Б.И., I98I, № 20.

УДК 666.9.0I2

А.Б.Горин
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. А.Я.Пельше),
В.С.Радзюпонок
(ЛатНИИстроительства)

ДИЛАТАНТНО-ТИКСОТРОННЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИИ "АЛЮМОХРОМФОСФАТНОЕ СВЯЗУЮЩЕЕ-НАПОЛНИТЕЛЬ"

Количественное соотношение между твердой и жидкой составляющими является важной характеристикой для технологической оценки используемых систем. От количества связующего зависят реологические параметры сырьевых смесей, определяющие способ изготовления изделий, а также структура и свойства материала. Влияние количества связующего на изменение упруго-вязкопластичных и акустических характеристик сырьевых смесей исследовано на композициях алюмохромфосфатное связующее (АХФС) - корунд. Количество связующего АХФС варьировалось в диапазоне I0-90 масс.%, в качестве наполнителя использован корунд М20-П (удельная поверхность - 550 $м^2/кг$). Изменение основных реологических параметров сырьевых смесей в указанном диапазоне наполнения связующим устанавливали методом тангенциально-смещаемой пластинки на модифицированном приборе Вейлера-Ребиндера. Акустическая характеристика (C_t) определялась на приборе ДУК-20.

Приведенные на рис.I результаты реологического поведения систем свидетельствуют о том, что течение исследуемых смесей носит сложный тиксотропно-дилатантный характер. В зависимости от соотношения наполнителя и связующего смеси имеют консистенцию: текучую, пластичную и твердообразную. Исследуемые сырьевые смеси в данной работе предложено в зависимости от содержания АХФС характеризовать известным показателем консистентности η_1/η^* (отношение вязкости практически неразрушенной структуры к вязкости разрушенной прибором структуры). При этом выделены три характерные группы: I - $\eta_1/\eta^* = I$; II - $\eta_1/\eta^* > I$; III - $\eta_1/\eta^* < I$.

К первой группе отнесены смеси, характер течения которых отражают кривые I,2, ко второй группе - кривые 3-6 и к третьей - кривые 7-I0 (рис.I). Для смесей первой группы (60-90 масс.% связующего) характерно свободное перемещение частиц наполнителя при сдвиговом усилии. Такие системы можно рассматривать как двухфазные: непрерывную жидкую фазу и отдельные частицы наполнителя. Как следует из рис.2, для разбавленной системы с содержанием 60-90% АХФС величина η_1/η^* близка к единице, а скорость C_t практически не изменяется, оставаясь в пределах I700-I750 м/с.

Течение смесей второй группы (30-55 масс.% связующего)

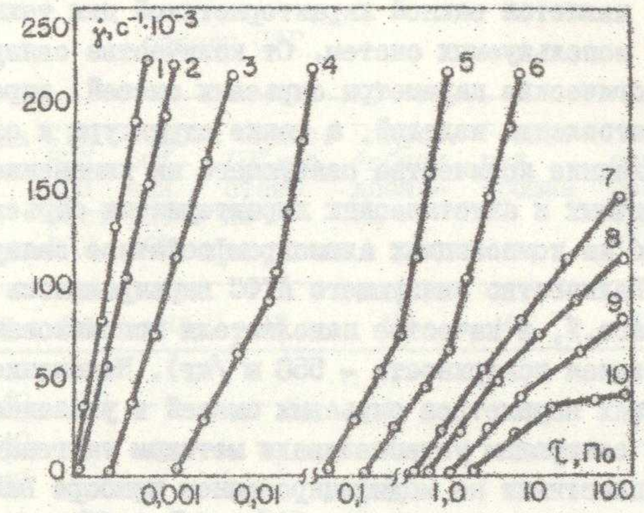


Рис. I. Реограммы композиции АХФС-Al_2O_3 в зависимости от содержания связующего, масс.% (I,2 - 60...90; 3÷6 - 40...55; 7÷I0 - I0...35).

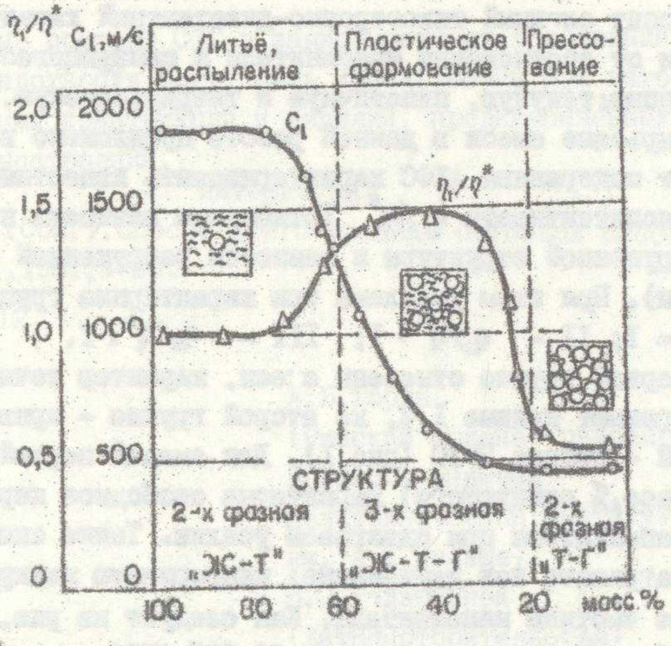


Рис. 2. Изменение реологических и акустических характеристик в зависимости от содержания связующего в композиции АХФС-Al_2O_3.

имеет тиксотропный характер с ярко выраженными упруговязкопластичными свойствами. Фиксируются предельные напряжения сдвига (τ_0) в диапазоне 0,002-0,2 Па. Уменьшение C_l в смесях второй группы можно объяснить вовлечением твердой фазой некоторого объема воздуха, играющего роль демпфера между твердыми частицами.

Для смесей, отнесенных по показателю η_1/η^* к третьей группе (I0-25 масс.% связующего), начиная с определенных значений скорости деформации $\dot{\gamma} = (50\text{-}60)\times10^{-3}$ с $^{-1}$, проявляются аномальные увеличения значений вязкости предельно разрушенной (прибором) структуры η^* .

Согласно современным представлениям [I,2], подобное аномальное увеличение вязкости - дилатансия - следствие уменьшения эффективного свободного объема и наступления в системе так называемых стесненных условий. Основной причиной, приводящей к появлению дилатансии, является резкое увеличение концентрации твердой фазы. Увеличение концентрации наполнителя в смесях, отнесенных к этой группе, приводит к более медленной релаксации сдвиговых напряжений. Период релаксации становится соизмеримым со временем приложения нагрузки. В отличие от смесей I и II групп, смеси III группы характеризуются большей устойчивостью. При данной концентрации наполнителя частицы его прочно фиксируются в сложившейся пространственной структурной сетке. Частицы наполнителя в III группе исследуемых смесей образуют структуру, параметры которой зависят от сил механического зацепления частиц при их деформировании. Для смесей, содержащих I0-25% связующего, показатель C_l снижается до величины 400-500 м/с, что можно объяснить наличием значительного количества газообразной фазы и новым переходом в двухфазную систему (газ-твердое тело).

Таким образом, для каждой из рассмотренных групп смесей, отличающихся содержанием связующего, наблюдается определенный характер изменения ультразвуковых и реологических свойств.

По величине η_1/η^* в данной работе была предпринята попытка определить способы переработки и нанесения сырьевых смесей. Экспериментально было определено, что смеси с η_1/η^* I формуются без уплотняющего усилия, т.е. мето-

дом пластического формования. В технологии фосфатных материалов смеси с такой консистентностью используются для получения различных огнезащитных обмазок.

Для формования смесей с $\eta_t/\eta^* < 1$ используют воздействие уплотняющих усилий. Прессование - распространенный способ приготовления материалов на фосфатных связующих (огнеупорные бетоны, абразивные изделия и т.д.).

Величины $\eta_t/\eta^* = 1$ и $C_t = 1500-1700$ м/с характерны для составов литьевых смесей, покрытий, наносимых распылением.

Литература

1. Ефремов И.Ф., Лукашенко Г.М., Терентьева Э.А. Дилатантность коллоидных структур. - Коллоидный журнал, 1980, № 5, с. 855-865.
2. Тихонов А.П., Кривоцепов А.Ф. Дилатантно-тиксотропные превращения периодических коллоидных структур. - Коллоидный журнал, 1979, № 6, с. 1212-1213.

РАЗДЕЛ 3

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ (СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ)

УДК 691.16(088.8)

А.М.Левин
(ЛатНИИстроительства)

КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

ЛатНИИстроительства совместно с Техническим центром Республиканского объединения "Латвколхозстрой" проведены исследования по разработке эффективных и дешевых гидроизоляционных составов на основе медленнораспадающейся анионной битумной эмульсии для гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений, панелей безрулонной кровли и для ремонта кровельных покрытий. В результате исследований разработана гидроизоляционная композиция [1] .

Содержание компонентов состава в пересчете на сухое вещество, в масс.%:

битум	34,3-42
анионоактивный эмульгатор	1,4-1,7
бутадиенстирольный латекс	6,0-14,0
карбоксиметилцеллюлоза	0,11-0,3
алкилксантогенат натрия или калия	0,2-1,0
ортофосфорная кислота	0,8-2,0
вода	44,3-51,0

Главные преимущества данного состава по сравнению с широко применяемыми состоит в том, что все основные компоненты его предотавляют собой водные растворы и эмульсии, в связи с чем состав является непожароопасным в отличие, например, от мастики БЛК; для нанесения гидроизоляционного покрытия не требуется разогревать состав; под покрытие не требуется также специальной подготовки поверхности - сушки и др. Не менее важным преимуществом перед другими видами кровельных материалов является простота ремонта. При этом свежий слой покрытия наносится на поврежденный участок кровли.

Гидроизоляционное покрытие наносится методом распыления сжатым воздухом. Для этого в Техническом центре р/о "Латвколхозстрой" спроектирована и изготовлена передвижная установка на шасси автомобиля ЗИЛ-133, состоящая из емкостей для компонентов гидроизоляционного состава, насоса для подачи компонентов в смеситель, компрессора и пистолета-распылителя с соединительными шлангами. Установку обслуживает бригада из трех человек, производительность установки - 150÷200 $м^2$ однослойного покрытия в час.

Разработанный гидроизоляционный материал применяется на объектах Латвколхозстроя с 1982 г. За этот период объем изготовления покрытий составил около 200 тыс.$м^2$, из которых 110 тыс.

$м^2$-только за сезон 1985 г. Экономический эффект от внедрения нового гидроизоляционного материала составил около 160 тыс. руб. за 1985 г. Для сравнения следует отметить, что другие виды мастичных гидроизоляционных материалов внедряются на строительных объектах Латвийской ССР с 1972 г. и объем их внедрения за период с 1972 г. по 1985 г. составил всего 800 тыс.$м^2$.

Литература

1. А.с. 1199777 (СССР). Композиция для гидроизоляционных покрытий /Оганесьянц В.С., Цейтлина Е.О., Левин А.М. и др. - Б.И., 1985, № 47.

УДК 691.025.311

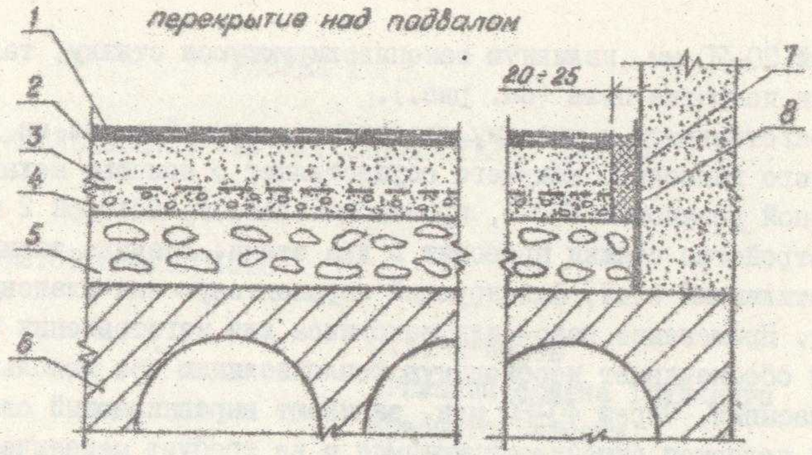
Ю.Я.Гранданс, Е.В.Моисеева,
Е.В.Гирш
(ЛатНИИстроительства),
Я.Я.Озолиньш
(ТЦ Латвколхозстроя)

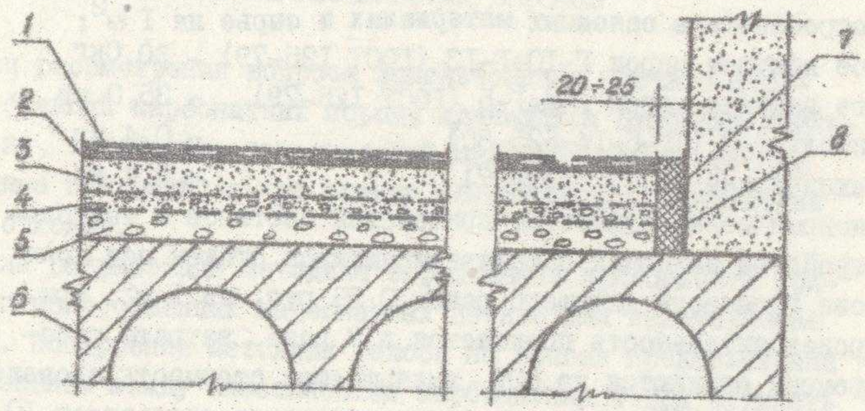
УСТРОЙСТВО НАЛИВНЫХ ГИПСОВЫХ СТЯЖЕК ПОД ПОЛЫ

В лаборатории гипсовых материалов и изделий ЛатНИИстроительства разработаны составы и технология устройства самонивелирующихся наливных гипсовых стяжек под полы.

При разработке составов и технологии их нанесения необходимо соблюдать ряд требований: смесь должна обладать удлиненными сроками схватывания, при этом твердеющая масса должна быстро набирать прочность; она должна обладать высокой подвижностью (расплыв по вискозиметру Суттарда - 300-350 мм), однако не должна расслаиваться; прочность наливных гипсовых стяжек должна удовлетворять требованиям СНиП II-В.8-71.

Конструкция пола включает теплозвукоизолирующий слой,





1 - покрытие пола из рулонных или плиточных материалов;
2 - клеящая мастика;
3 - самонивелир. гипсовая стяжка толщ.30 мм;
4 - закрепляющий слой стяжки толщ. 20 мм;
5 - теплозвукоизоляционный слой-уплотненная мелкозернистая засыпка γ =600 кг/$м^3$ толщ. 30 мм;
примечание: вместо 4 и 5 разрешается применить наливной теплозвукоизоляционный слой из газогипса γ = 600 толщ. 30 мм;
6 - панель перекрытия;
7 - звукоизоляционная прокладка;
8 - гидроизоляционная прокладка.

толщиной 30-70 мм, наливную самонивелирующуюся стяжку, толщиной 50 мм, и покрытие пола (см. рис.).

Приготовление и укладку пластифицированной смеси из высокопрочного гипсового вяжущего осуществляют с помощью механизированной установки УМГ-2, производительность которой 2 $м^2$/час.

Устройство стяжки проводят в два этапа. Вначале заливают подстилающий слой, фиксирующий керамзитовую или шлаковую засыпку. Применение газо- или пеногипса для изготовления этого слоя обеспечивает необходимую теплоизоляцию без использования засыпки. Через 40-60 мин. заливают выравнивающий слой, который является самонивелирующимся и не требует механического выравнивания и шлифовки.

Предел прочности при сжатии верхнего самонивелирующегося слоя стяжки в высушенном состоянии не менее 10 МПа, а при равновесном влагосодержании при ψ = 0,6 - не менее 7,5 МПа.

Потребность в основных материалах и сырье на 1 $м^2$:

гипсовое вяжущее марок Г-10÷Г-13 (ГОСТ 125-79)	- 30,0кг
гипсовое вяжущее марок Г-4÷Г-5 (ГОСТ 125-79)	- 35,0 кг
разжижитель С-3 (ТУ-6-14-625-80)	- 0,4 кг
бура техническая (ГОСТ 8429-77)	- 0,4 кг

Экономический эффект от применения составов и технологии устройства наливных самонивелирующихся стяжек под полы на основе гипсового вяжущего равен 0,96 руб. на 1 $м^2$, при этом производительность повышается в 2 раза, затраты рабочего времени снижаются на 60%, уменьшается стоимость проведения работ на 20-25%, экономия портландцемента составляет 10-12 кг/$м^2$.

РАЗДЕЛ 4

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ БЕТОНОВ

УДК 666.972.59:666.9.015.8

С.А.Митенков
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. А.Я.Пельше)

ВЛИЯНИЕ АКТИВНОСТИ КАРБОНАТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ

При рассмотрении вопроса использования песчано-щебеночных фракций карбонатных пород, являющихся отходами камнедробления, в качестве заполнителей мелкозернистых бетонов необходима предварительная оценка эффективности применения данных отходов.

Была разработана методика определения пригодности природных и искусственных карбонатных песков для изготовления бетонов. Построение методики велось на основе предположения о взаимосвязи между способностью карбонатных пород вступать в химическое взаимодействие и прочностными свойствами бетонов и растворов на заполнителях из отходов камнедробления этих пород. Как анализатор активности карбонатных пород было выбрано взаимодействие карбонатов с кислотами.

Анализируя активность карбонатного заполнителя по отношению к цементному вяжущему, необходимо отметить, что карбонатные породы из эксплуатируемых месторождений ввиду количественного различия в соотношении основных слагающих окислов обусловливают неоднородность конечных свойств бетонов на их основе.

Получены зависимости изменения величины газовыделения от массы навески, вступающей в реакцию пробы карбонатных по-

род, и суммарного содержания карбонатных минералов.

Для оценки активности карбонатных пород был предложен критерий, названный модулем активности (M_a) и выражающий суммарное содержание карбонатных окислов. Модуль активности может быть определен по формуле:

$$M_a = (\alpha \cdot m)^{-1} \cdot \ln(\Delta P \cdot P_o^{-1} + 1),$$

где α – коэффициент пропорциональности;
m – масса пробы карбонатной породы;
ΔP – прирост давления при выделении газа в результате реакции карбонатов с кислотой;
P_o – начальное давление в системе.

На отобранных пробах отходов камнедробления, с заранее определенным модулем активности, и портландцементе М400 были изготовлены мелкозернистые бетоны одинакового состава с соотношением цемент/отход, равным 6%. Проведенные через 28 суток нормального хранения испытания образцов показали, что зависимость прочностных характеристик от содержания карбонатных минералов имеет определенную закономерность, согласно которой можно выделить величину модуля активности доломитовых отходов, характеризующую резкое возрастание прочностных характеристик. Наличие такой пороговой величины позволяет судить об эффективности применения карбонатных заполнителей.

УДК 666.972.59:666.9.015.8

С.А.Митенков
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. А.Я.Пельше)

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ДОЛОМИТОВЫХ ОТХОДОВ

Цель данной работы заключалась в рассмотрении закономерностей и особенностей процессов структурообразования и твердения мелкозернистых бетонов в присутствии дисперсного доломитового отхода камнедробления и роли различных его фракций в формировании физико-механических характеристик данного бетона.

Вопрос использования отхода камнедробления карбонатных пород уже неоднократно рассматривался, однако, до сих пор это дешевое минеральное сырье, обладающее всеми достоинствами микроструктуры материнской породы, не получило широкого применения.

Особенностью структурообразования в бетонах на основе цементных вяжущих и карбонатных заполнителей является то, что карбонатные минералы вступают в активное взаимодействие с вяжущим, носящим физико-химический характер. Было установлено /1,2/, что при гидратации алюмосодержащих минералов клинкера C_3A и C_4A в присутствии карбонатов кальция, магния или их двойной соли, находящихся в дисперсном состоянии, помимо основных гидроалюминатов кальция, образуется новое гидратное соединение – гидрокарбоалюминат и гидрокарбоферрит. При этом общее содержание основных гидроалюминатов сокращается. Дальнейший процесс формирования структуры развивается в сторону срастания образующихся гидрокарбоалюминатов между собой и с поверхностью карбонатных заполнителей, что приводит к появлению плотного макрокристаллического сростка, образование которого обусловливает прирост прочности данных бетонов.

При исследованиях процесса твердения мелкозернистого бетона были применены методы термографии и контрактометрии с одновременным измерением объемных изменений в системе "вяжущее – заполнитель – вода (связанная)". Наблюдения за образцами велись в течение длительного времени (> 1000 суток), при этом также проводились исследования кинетики изменения структурно-механических характеристик и параметров пористости бетонных образцов. При анализе полученных результатов были отмечены неоднородные изменения структурно-механических характеристик, наблюдавшиеся в возрасте 110÷180 суток, которые согласовывались с данными ДТА, свидетельствующими о видоизменениях в эти сроки фазового состава системы. Причем, процессы фазовых превращений имеют место и в более поздние сроки, хотя относительная скорость этих процессов к двум го-

дам заметно снижается.

Анализ проведенных исследований физико-механического характера как в лабораторных, так и в условиях производственных испытаний позволяет сделать вывод об общей тенденции нарастания прочностных характеристик во времени, хотя имеются периоды сброса прочности, и в поздние сроки твердения имеет место двойное и даже тройное превышение проектной прочности.

Длительные исследования роли карбонатных песчано-щебеночных фракций в формировании структуры карбонатного бетона и его физико-механических характеристик позволяют со всей определенностью утверждать, что мелкозернистые бетоны на карбонатных отходах технологически и экономически целесообразны для широкого внедрения в практику строительства. Проведенная серия производственных испытаний по применению доломитового отхода в качестве заполнителя бетона для различных изделий подтвердила экономическую эффективность замены кондиционного заполнителя отходом, которая может составить при годовом объеме производства 12 тыс.м^3 до 50 тыс.рублей.

Литература

1. Будников П.П., Колбасов В.М., Пантелеев А.С. О гидратации алюмосодержащих минералов портландцемента в присутствии карбонатных микронаполнителей - Цемент, 1961, № 1, с. 5-9.
2. Ларионова З.М., Никитина Л.В., Гарашин В.Р. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного камня и бетона. М.: Стройиздат, 1977, 264 с.

УДК 666.972.56

К.В.Гюнсбург, С.А.Митенков,
Б.В.Клюевский
(Рижский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. А.Я.Пельше)

ПРИМЕНЕНИЕ ДОЛОМИТОВОГО ОТСЕВА ПРИ УСТРОЙСТВЕ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

На предприятиях Минавтотрансдора ЛатвССР при дроблении доломитового щебня накапливаются отходы - доломитовый отсев.

На основе детального изучения доломитовых отсевов различных карьеров ЛатвССР, а также обобщения опыта ГосдорНИИ-Миндорстроя УССР /I/ разработаны способы применения малопрочных материалов при устройстве слоев верхней одежды.

Установлено, что слой из укрепленного вяжущим малопрочного каменного материала будет сохранять прочность и распределяющую способность под действием повторных нагрузок, если обеспечиваются стабильность его зернового состава (отсутствие измельчения) и связей между отдельными зернами.

Измельчение зерен каменного материала под действием транспортных нагрузок может быть исключено путем подбора плотного зернового состава с уменьшением допускаемой наибольшей крупности частиц по мере снижения прочности породы. Связи между зернами, способные упруго сопротивляться напряжениям, обеспечиваются благодаря наличию в смеси вяжущего вещества.

Ниже приведены результаты исследований возможности применения доломитового отсева карьеров "Пертниеки" и "Плявиняс" для устройства оснований на дорогах II-IУ и покрытий на дорогах IУ-У технической категории. Характеристика изучаемых доломитовых отсевов приведена в табл.I.

Таблица I

Физико-механические свойства доломитового отсева

Карьер	Плотность, г/см³	Объемная масса, кг/м³	Пористость, %	Марка по дробимости	Марка по морозостойкости
"Плявиняс" (фракция 0-I5 мм)	2,80-2,87	2480÷2670	3,5÷I2,5	"300"	МРЗ 25÷50
"Пертниеки" (фракция 0-I0 мм)	2,80÷2,85	2380÷2590	6,2÷I3,4	"200"-"300"	МРЗ 25

Зерновой состав доломитового отсева изучаемых месторождений соответствует кривым плотных смесей с коэффициентом обега 0,65÷0,75 /2/ .

Поскольку доломитовый отсев карьеров "Пертниеки" и "Плявиняс" является малопрочным каменным материалом и в естественном виде не может применяться при устройстве оснований или покрытий автодорог /3/ , были запроектированы и испытаны в лабораторных условиях стабилизированные смеси, в которых в качестве вяжущего применялся портландцемент М400 Рижского цементно-шиферного завода или прибалтийская сланцевая зола сухого отбора с удельной поверхностью I500÷I600 $см^2/г$ (ЭССР). Количество воды в смеси соответствовало величине оптимальной влажности материала при максимальной его плотности.

Свойства укрепленных смесей изучались на образцах-балочках 4х4хI6 см по стандартным методикам с числом повторений, обеспечивающим достоверность 0,9, при доверительном интервале ±I0% и точности 4÷5%. Пригодность составов смесей для устройства конструктивных слоев дорожной одежды оценивалась в соответствии с требованиями ГОСТ 23558-79 или СН 25-74.

В табл. 2 приведены характеристики экспериментальных составов стабилизированных смесей, соответствующих I и II

классу прочности, которые могут применяться для устройства оснований на дорогах I-III технической категории и покрытий на дорогах IУ-У технической категории.

Таким образом, установлена возможность эффективной замены в дорожном строительстве прочных кондиционных каменных материалов, а также вяжущих отходами промышленного производства - доломитовым отсевом и сланцевой золой.

Таблица 2

Свойства образцов в смеси доломитового отсева с вяжущими

Карьер	Содержание портландцемента, %	Содержание сланцевой золы, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Коэффициент морозостойкости	Модуль упругости, МПа
"Плявиняс"	4	-	5,6	I,0	0,70	2000÷2600
	6	-	7,2	I,4	0,75	
	-	I5	3,8	0,7	0,70	2200÷2900
	-	20	5,I	I,I	0,70	
"Пертниеки"	4	-	4,7	I,I	0,75	2000÷2600
	6	-	6,8	I,4	0,75	
	-	I5	3,7	0,7	0,70	2200÷2900
	-	20	5,3	I,2	0,75	

Литература

I. Малеванский В.В., Духовный И.З., Липская Ф.Я. Применение местных некондиционных материалов в дорожном строительстве УССР (обзор). Киев: УкрНИИНТИ, I977, сер. № 48, 64 с.

2. Методические рекомендации по оптимизации зернового состава смесей из необработанных и обработанных неорганическими вяжущими каменных материалов, применяемых для устройства оснований дорожных одежд. М.: ДорНИИ, I982. I6 с.

3. ГОСТ 23558-79. Материалы щебеночные гравийные и песчаные, обработанные неорганическими вяжущими. Введ. 01.01.80. Технические условия.

РАЗДЕЛ 5

ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ К БЕТОНАМ (СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ)

УДК 666.972.16.063.72

А.О.Варавва, А.А.Граш
(ЛатНИИстроительства)

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК С-3, ТЛС И ИХ КОМПЛЕКСА НА СВОЙСТВА БЕТОНА

Суперпластифицирующая добавка С-3 - продукт конденсации 2-нафталинсульфокислоты с формальдегидом, хорошо пластифицирует растворные и бетонные смеси на основе среднеалюминатных цементов, при этом несколько замедляя схватывание и скорость твердения цемента в раннем возрасте. Оптимальные концентрации добавки не превышают 0,8-1% и определяются водоудерживающей способностью вяжущего в присутствии С-3.

Степень разжижения бетонной смеси зависит не только от количества вводимой добавки, но и от консистенции исходной бетонной смеси. То есть из жестких бетонных смесей с осадкой конуса ОК = 0-1 см нельзя получить литые смеси с ОК = = 20 см. Наилучшим образом пластифицируются смеси с ОК = = 3-4 см. Адсорбируясь на поверхности цементных частиц, добавка С-3 способствует их дефлокуляции, высвобождению частиц иммобилизованной воды, повышению количества зародышей кристаллогидратов и созданию благоприятных условий для формирования более плотной и мелкокристаллической структуры цементного камня. Добавка С-3 не обладает воздухововлекающ-

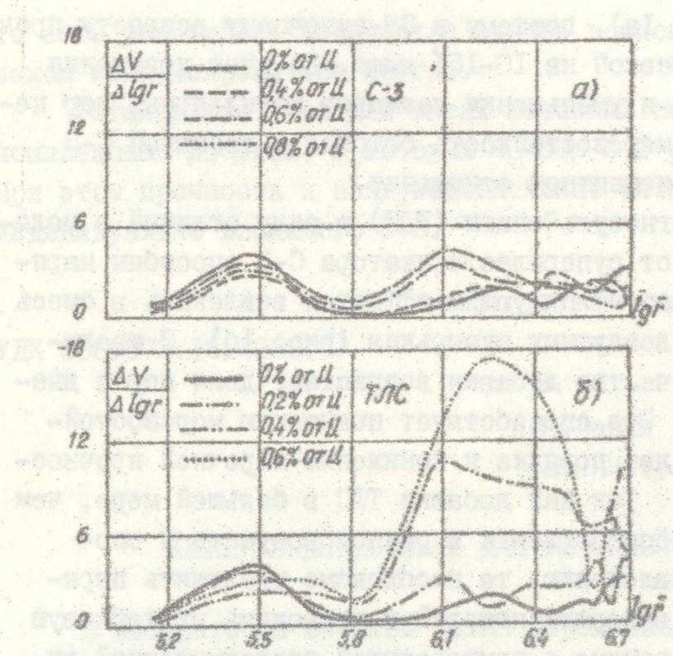


Рис. 1. Дифференциальные кривые распределения пор по радиусам.

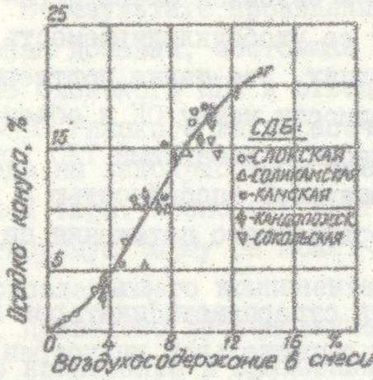


Рис. 3. Зависимость осадки конуса от воздухосодержания бетонной смеси, В/Ц= 0,52 , (Ц:П:Щ= 1:1,5:3).

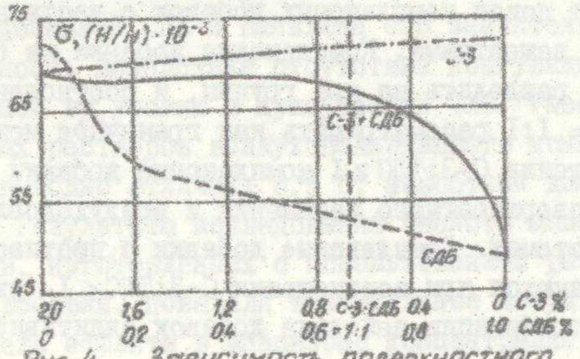


Рис 4. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации добавки.

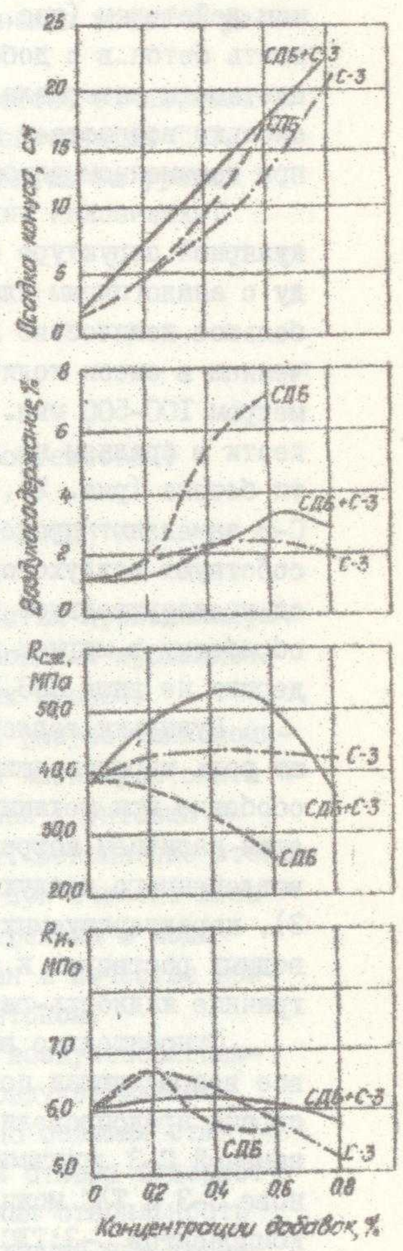


Рис. 2. Зависимость свойств бетона от концентрации добавки, В/Ц=0,54 , (Ц:П:Щ= 1:1,5:3).

щим действием (рис. Iа), поэтому к 28-суточному возрасту прочность бетонов с добавкой на I0-I5% выше. За счет повышения плотности материала и уменьшения размеров капиллярных пор несколько возрастает морозостойкость бетонов с добавкой С-3, при неизменном водоцементном отношении.

Технические лигносульфонаты (ТЛС) в силу отличий в молекулярной структуре от суперпластификатора С-3 способны наряду с аналогичным пластифицирующим эффектом вовлекать в смесь большое количество воздушных пузырьков (рис. Iб). С увеличением в смеси количества добавки возрастает доля пор с диаметром I00-500 мкм. Это способствует повышению морозостойкости в среднем на два порядка и понижению марочной прочности бетона (рис. 2). Так как добавки ТЛС в большей мере, чем С-3 замедляют процесс твердения в раннем возрасте и способствуют воздухововлечению, то необходимо увеличить период предварительной выдержки изделий и проводить их тепловую обработку в мягком режиме с температурой изотермической выдержки не выше 333,I5 К.

Пузырьки вовлеченного воздуха в бетонной смеси играют роль шарикоподшипников, улучшая ее удобоукладываемость, особенно при механических воздействиях. Это также подтверждается наличием корреляционной зависимости между ОК и объемом вовлеченного воздуха в бетонных смесях с добавками ТЛС (рис. 3), характеризуемых разной пенообразующей способностью в водных растворах и значениями поверхностного натяжения на границе жидкость-газ.

Относительно высокая стоимость суперпластификаторов и все возрастающая потребность в них строительной индустрии страны предопределяет поиск комплексных добавок с частичной заменой С-3 другими веществами. Комплексные добавки на основе С-3 и ТЛС можно разделить на две группы, и соотношение компонентов С-3:ТЛС = I:I рассматривать как граничное между группами. При соотношении С-3:ТЛС > I комплексные добавки не вызывают понижения поверхностного натяжения и воздухововлечения в цементных системах. Комплексные добавки с противоположным эффектом образуются при соотношении С-3:ТЛС < I (рис.4).

В отношении пластификации действие добавок аддитивно,

то есть уменьшение количества одного компонента может с успехом компенсироваться другим.

Установлено, что для литых бетонных смесей эффективны комплексные добавки, в которых 40-50% С-3 заменяется ТЛС. При этом прочность и воздухововлечение остаются на уровне индивидуально вводимого С-3.

УДК 666.972.I6.(088.8)

А.М.Левин
(ЛатНИИстроительства)

КОМПЛЕКСНАЯ ДОБАВКА ДЛЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ

В лаборатории бетонов ЛатНИИстроительства проведены работы с целью выявления возможности использования промышленных отходов в качестве добавок для бетонных смесей.

В результате проведенных исследований разработана комплексная добавка, состоящая из технического лигносульфоната – ТЛС Слокского ЦБК и отхода водорастворимой грунтовки В-КФ-093 Рижского лакокрасочного завода [I]. Накопление этого отхода на лакокрасочном заводе происходит при очистке возвратной тары. После его нейтрализации до перехода в водорастворимую форму он может быть использован в качестве воздухововлекающего компонента добавки для бетонов.

Проведено исследование эффективности воздухововлекающего компонента в сравнении с известной воздухововлекающей добавкой СНВ и выявлена его значительно большая стабильность вследствие отсутствия коагуляции отхода водорастворимой грунтовки в присутствии ТЛС. Высокая стабильность водных растворов воздухововлекающего компонента при хранении выгодно отличает его от известной добавки СНВ.

Результаты исследования свойств цементно-песчаных растворов, изготовленных с использованием разработанной комплексной добавки, показали значительное возрастание воздухововлекающего эффекта в диапазоне концентраций отхода 0-0,6% от массы цемента (от 5,3% до I2-I3% вовлеченного воздуха при содер-

жании ТЛС – 0,4% от массы цемента). При этом отмечается снижение прочности растворов при нормально влажностном твердении в указанном диапазоне концентраций отхода водорастворимой грунтовки и, наоборот, прирост ее при тепловой обработке по сравнению с растворами, содержащими комплекс ТЛС+СНВ, на 25÷30%. Тепловая обработка возможна только в мягком режиме – при 333 К.

Результаты исследований, проведенные на бетонных смесях, подтвердили воздухововлекающий эффект отхода. Путем экспериментального подбора состава, определена оптимальная дозировка предложенного воздухововлекающего компонента комплексной добавки: 0,008÷0,012% от массы цемента.

При этом получены бетонные смеси с воздухосодержанием 5,5÷7,2%, при объеме условно-замкнутых пор бетона 5÷6,5%, что позволяет ожидать высокой морозостойкости получаемых бетонов. Следует отметить, что бетонные смеси с разработанной комплексной добавкой имеют большую воздухоудерживающую способность – потери воздуха при виброуплотнении для них составили 25÷30%, а для смесей с комплексом ТЛС+СНВ – свыше 50%.

Прочность образцов бетона, изготовленных с предложенной комплексной добавкой, в возрасте 28 суток в среднем на 30% выше, чем у образцов бетона с добавкой ТЛС+СНВ.

Испытания комплексной добавки в производственных условиях показали прирост прочности до 10% по сравнению с бетоном, содержащим добавку ТЛС+СНВ при прочих равных условиях. Морозостойкость бетонов с разработанной комплексной добавкой на 15÷20% выше, чем бетонов с добавкой ТЛС+СНВ. Прирост морозостойкости можно объяснить, по всей вероятности, гидрофобизацией стенок пор бетона отходом, полимеризующимся в условиях тепловой обработки бетона.

Производственными испытаниями доказана возможность промышленного использования разработанной комплексной добавки. Внедрение ее на объектах стройиндустрии позволит повысить качество железобетонных изделий, провести мероприятия по экономии цемента, а также решить проблему утилизации промышленных отходов, загрязняющих природную среду.

Литература

I. А.с. II89840 (СССР). Комплексная добавка для бетонной смеси / Е.О.Цейтлина, А.М.Левин, В.Б.Гранп и др. – Б.И., 1985, № 4I.

УДК 666.982:65.0I2.I22

А.Ю.Алексеенко, А.О.Варавва
(ЛатНИИстроительства)

ЗАВИСИМОСТЬ КОНСИСТЕНЦИИ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА ОТ СВОЙСТВ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК

При расчетах составов бетона и технологических параметров бетонной смеси одним из важнейших факторов, влияющих на формуемость смеси и прочностные характеристики конечного продукта, является коэффициент нормальной густоты цементного теста ($К_{нг}$) [I,2,3]. Численно он равен водоцементному отношению цементного теста при стандартной величине осадки пестика прибора Вика. Физически $К_{нг}$ отражает: с одной стороны – гранулометрический состав и суммарную величину поверхности единицы объема цемента после размола клинкера, с другой – характеризует трение в системе "цемент+вода затворения".

Поскольку при введении в цементно-водную смесь пластифицирующей добавки в такой системе происходит диспергирование частиц цемента и изменяются гранулометрия, удельная поверхность и трение, возникает необходимость использовать при расчетах коэффициент $К_{нг}$, учитывающий физико-химические свойства и концентрацию пластификатора [I].

Настоящая работа посвящена вопросам установления характера и математической формы зависимости коэффициента нормальной густоты от вида и концентрации пластифицирующей добавки.

В параметрическом виде эту зависимость можно выразить:

$$К^{i}_{нг} = f(\beta, К_{нг}, С), \qquad (I)$$

где $K'_{нг}$ – коэффициент нормальной густоты цементно-водной смеси с добавкой;

β – коэффициент, зависящий от свойств добавки;

$K_{нг}$ – коэффициент нормальной густоты цемента без добавки;

C – концентрация добавки, в % от массы цемента.

Экспериментальные исследования проводились на цементе М500 Акмянского завода ($R_ц$ = 512 кгс/см^2). В качестве пластифицирующей добавки применен СП С-3 Новомосковского завода Оргсинтеза. Концентрация С-3 менялась от 0 до 2% от массы цемента с шагом 0,2%. Такими значениями концентрации, по-видимому, можно ограничить область разумного применения этой добавки. По методике ГОСТ 310.3-76^{м} определялся $K_{нг}$ цемента без добавки и фиксировалась масса воды, необходимая для достижения консистенции, соответствующей нормальной густоте. На каждом последующем шаге эксперимента масса цемента оставалась неизменной, а количество воды уменьшалось пропорционально увеличению пластичности цементной смеси так, чтобы компенсировать изменение пластичности с ростом концентрации добавки. Таким образом, обеспечивалась стандартная осадка пестика прибора Вика. При каждом значении концентрации С-3 опыт был повторен три раза, а $K_{нг}$ принимался равным среднему из трех рассчитанных коэффициентов нормальной густоты. График полученной зависимости показан на рис. I.

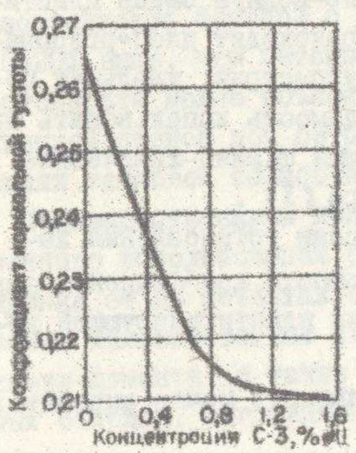


Рис. I. Влияние концентрации суперпластифицирующей добавки С-3 на коэффициент нормальной густоты цементного теста.

По результатам эксперимента путем сравнительного анализа конкурирующих моделей степенной, показательной, дробно-рациональной и других видов по специально разработанной программе, реализованной в средствах ЭВМ СМ I403, была выбрана математическая модель зависимости коэффициента нормальной густоты от свойств и концентрации пластификатора, имеющая минимальную ошибку аппроксимации:

$$K'_{нг} = K_{нг} \cdot \left[1 - \frac{\beta \cdot C}{1 + \beta \cdot C} \right]. \qquad (2)$$

С помощью другой программы, реализующей метод наименьших квадратов, по данным эксперимента определено значение коэффициента β . Для добавки С-3 β = 0,25. Таким образом, расчетная формула (ошибка аппроксимации S_0 = 3,94% [4]) имеет вид:

$$K'_{нг} = K_{нг} \cdot \left[1 - \frac{0{,}25 \cdot C}{1 + 0{,}25 C} \right]. \qquad (3)$$

В таком виде коэффициент нормальной густоты $K_{нг}$, скорректированный с учетом свойств и количества пластифицирующей добавки, можно использовать в расчетных формулах разработанных ранее [I,2] методов оценки основных проектно-технологических параметров цементно-песчаных и тяжелых бетонов. Целесообразно также провести дополнительные исследования с целью определения значений β для имеющихся в производственной практике пластифицирующих добавок. Начальное значение коэффициента нормальной густоты $K_{нг}$ применяемого цемента следует установить по стандартной методике перед проведением расчетов.

Литература

I. Ахвердов И.Н. Основы физики бетонов. М.: Стройиздат, 1981, 328 с.

2. Дворкин Л.И., Файнер М.Ш., Шушанов В.А. Оптимальное проектирование гидротехнического бетона. – Гидротехническое строительство, 1976, № 6, с. 24-26.

3. Руководство по подбору составов тяжелого бетона / НИИбетона и железобетона Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1979, с.16, 32-35.
4. Данилина И.И. и др. Численные методы. М.: Высшая школа, 1976. 230 с.

УДК 666.982:65.012.122

А.Ю.Алексеенко
(ЛатНИИстроительства)

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СВОЙСТВ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА С ДОБАВКАМИ ПАВ

При изучении технологических и физико-химических аспектов твердения вяжущих часто приходится учитывать большое количество факторов, взаимосвязь между которыми определяет качественные характеристики конечного продукта. В подобных случаях для описания стохастических (вероятностных) систем, к которым можно отнести и бетон, целесообразно использовать математические модели, например, в виде полиномов

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^{k} b_i x_i + \sum_{i=1}^{k} b_{ii} x_i^2 + \sum_{i<j} b_{ij} x_i x_j , \qquad (I)$$

позволяющих учитывать совместное влияние многих факторов на конечные параметры изучаемой системы [I].

Такой подход с использованием ЭВМ был применен для получения и исследования интегральной модели качества бетона с добавками ПАВ (СДБ+С-3), подвергнутого тепловой обработке.

В качестве объектов управления были выбраны следующие параметры: У1 - удобоукладываемость, усл.ед.; У2 - отпускная прочность бетона, МПа; У3 - марочная прочность пропаренного бетона, МПа. Регулируемыми факторами являлись: Х1 - водосодержание бетонной смеси (В), кг/м^3; Х2 - количество цемента (Ц), кг/м^3; Х3 - отношение веса песка к весу щебня (r); Х4 и Х5 - количество добавок С-3 и СДБ в % от масс

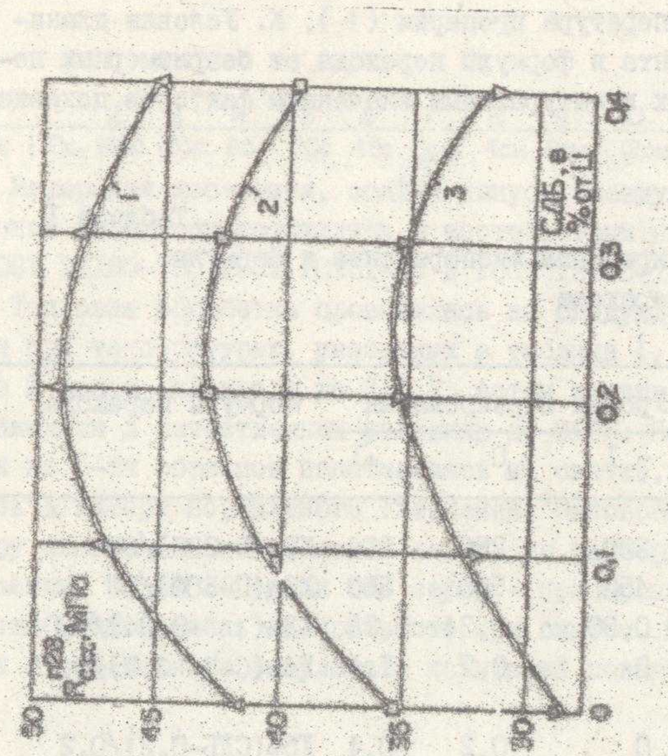


Рис.2.Влияние содержания добавки СДБ на прочность пропаренного бетона в 28-суточном возрасте: 1,2,3 - при температуре прогревания соответственно 333К, 343К и 353К.

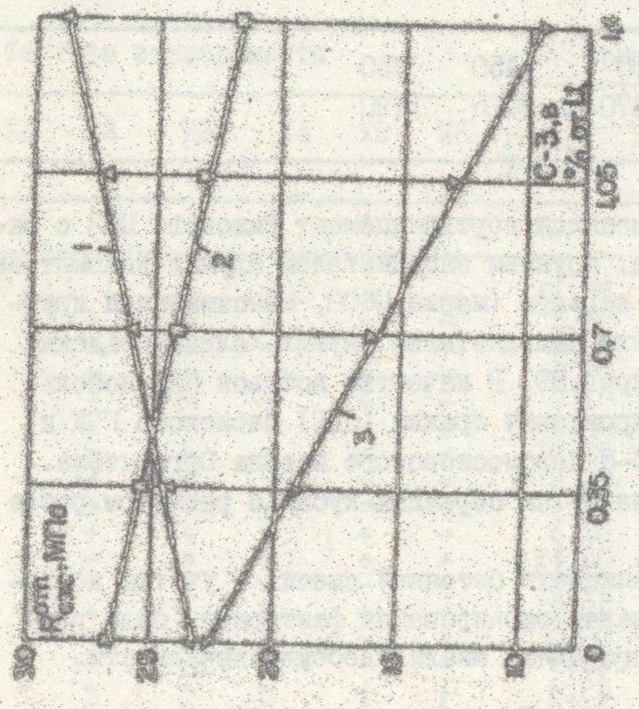


Рис.1.Зависимости отпускной прочности бетона от содержания С-3(при различных концентрациях СДБ):1,2,3 - количество СДБ соответственно 0, 0,2, 0,4% от массы цемента.

цемента; X6 – температура пропарки (t), К. Условия планирования эксперимента и формулы перехода от безразмерных переменных в моделях к натуральным значениям факторов показаны в табл.I.

Таблица I

Условия планирования эксперимента и формулы перехода

Факторы	Един. измер.	Уровни варьирования			Формулы перехода
		- I	0	+I	
XI	кг/м³	200	230	260	XI=(B-230)/30
X2	кг/м³	450	500	550	X2=(Ц-500)/50
X3	-	0,30	0,34	0,38	X3=(r -0,34)/0,04
X4	в % от массы цем.	0	0,7	I,4	X4=(C-3- 0,7)/0,7
X5	-"-	0	0,2	0,4	X5=(СДБ-0,2)/0,2
X6	К	333	343	353	X6=(t -343)/I0
П	кг/м³	450	450	450	
Щ	кг/м³	I470	I3I5	II90	

Для опытов применялся портландцемент Рижского ЦШЗ с активностью $R_ц$= 42 МПа. Крупным заполнителем служил доломитовый щебень Плявиньского карьера (марка М600, максимальная крупность – 20 мм). Мелким заполнителем служил Калининградский кварцевый песок с Мкр=I,89. В качестве добавок ПАВ использовались сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ) Слокского ГЗК и суперпластификатор С-3 Новомосковского завода Оргсинтеза. Эксперименты проводились на образцах-кубах с размером ребра I0 см.

Для оценки подвижности бетонной смеси, с учетом достаточно широких интервалов варьирования факторами, была разработана условно-непрерывная шкала удобоукладываемости.

ЖС ← 0 (195с) 1 (170с) 2 (145с) 3 (120с) 4 (95с) 5 (70с) 6 (45с) 7 (0см / 20с) 8 (4см) 9 (8см) 10 (12см) 11 (16см) 12 (20см) 13 (24см) → ОК

Измерения жесткости, осадки конуса, воздухосодержания бетонной смеси осуществлялись в соответствии с рекомендациями ГОСТ I0I80-78, ГОСТ I0I8I-76 и ГОСТ I2780-78.

Тепловая обработка проводилась по следующей схеме: 4+4+ +6+2ч при температурах, указанных в таблице I. Образцы в течение 2 часов охлаждали до 3I3 К, затем их извлекали из форм и охлаждали в естественных условиях до 293К. После чего одна серия из 6-ти образцов испытывалась на сжатие, а другая – помещалась в камеру нормального твердения. Одновременно в эту же камеру помещалась контрольная серия, не подвергавшаяся пропариванию. Через 28 суток обе серии – пропаренная и контрольная испытывались на прочность при сжатии. Матрица планирования и осредненные результаты испытаний показаны в таблице 2.

Таблица 2

Матрица планирования и результаты эксперимента

№	Факторы эксперимента						Средние значения		
	XI	X2	X3	X4	X5	X6	Удобоукл. У усл.ед.	Отн.проч. У2,МПа	Проектн. проч. У3, МПа
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
I	+	+	+	+	+	+	II,75	I,4	I5,8
2	-	+	+	+	-	-	5,60	20,3	46,0
3	+	-	+	+	-	+	8,63	I2,0	25,4
4	-	-	+	+	+	-	8,00	2,I	33,4
5	+	+	-	+	-	-	7,I0	I6,8	44,0
6	-	+	-	+	+	+	5,40	I5,3	45,7
7	+	-	-	+	+	-	I2,25	I4	24,4
8	-	-	-	+	-	+	6,20	24,3	37,4
9	+	+	+	-	-	+	7,I2	27,6	43,I
I0	-	+	+	-	+	-	6,30	22,0	48,4
II	+	-	+	-	+	+	I4,50	I9,8	29,7
I2	-	-	+	-	-	-	3,60	20,7	49,5
I3	+	+	-	-	+	-	8,38	2I,3	42,4
I4	-	+	-	-	-	+	0,00	9,I	I0,6
I5	+	-	-	-	-	-	7,I2	I7,3	33,3
I6	-	-	-	-	+	+	6,28	34,4	48,6
I7	+	0	0	0	0	0	8,63	I7,9	33,9

Продолжение таблицы 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
I8	-	0	0	0	0	0	5,08	29,9	56,8
I9	0	+	0	0	0	0	6,60	23,2	50,5
20	0	-	0	0	0	0	7,80	I9,6	24,5
2I	0	0	+	0	0	0	7,38	I3,5	32,5
22	0	0	-	0	0	0	7,00	26,I	44,0
23	0	0	0	+	0	0	7,25	I4,6	54,2
24	0	0	0	-	0	0	7,I0	26,4	34,2
25	0	0	0	0	+	0	I0,25	20,8	34,8
26	0	0	0	0	-	0	6,60	I7,7	44,6
27	0	0	0	0	0	+	-	23,4	37,9
28	0	0	0	0	0	-	-	26,I	47,7

После реализации плана эксперимента и статистической обработки полученных данных при помощи специально разработанного пакета прикладных программ на ФОРТРАНе были рассчитаны коэффициенты уравнений регрессии, значения которых показаны в таблице 3 (приводятся только статистически значимые коэффициенты уравнений).

Таблица 3

Значения коэффициентов уравнений регрессии

Обозн. коэфф.	Коэффициенты уравнений			Обозн. коэфф.	Коэффициенты уравнений		
	У1	У2	У3		У1	У2	У3
b_0	7,29	236,36	403,5I	b_{22}	-0,I5	-22,02	-28,52
b_I	2,I7	-24,26	-46,89	b_{23}	0,44	20,29	I0,I3
b_2	-0,90	3,52	22,37	b_{24}	0,28	-	-
b_3	0,73	-I5,4I	- 3,70	b_{25}	-0,22	-	-
b_4	0,65	-49,70	-I8,65	b_{33}	-0,I6	-38,36	-20,85
b_5	I,73	-2I,30	- 5,96	b_{34}	-0,42	-I8,2I	-4I,7I

Продолжение таблицы 3

Обозн. коэфф.	Коэффициенты уравнений			Обозн. коэфф.	Коэффициенты уравнений		
	У1	У2	У3		У1	У2	У3
b_6	-	I0,I0	-4I,65	b_{35}	0,23	-	45,29
b_{II}	-0,49	2,98	49,82	b_{44}	-0,I7	-3I,02	-60,68
b_{I2}	-	20,I3	3I,7I	b_{45}	-0,48	-46,92	-4I,33
b_{I3}	0,I0	-	-	b_{46}	-	- 2,33	II,33
b_{I4}	-0,40	-I8,30	-27,79	b_{55}	I,08	- 6,3I	-6,85
b_{I5}	0,40	-I8,83	-4I,29	b_{56}	-	I5,79	29,58
				b_{66}	-	II,48	24,65

Совместный анализ знаков и абсолютных значений коэффициентов при линейных членах уравнения удобоукладываемости (У1) показал, что удобоукладываемость бетонной смеси в наибольшей степени зависит от количества воды затворения и процентного содержания С-3 (в пределах области эксперимента). Значительно меньше на подвижность бетонной смеси влияет отношение веса песка к весу щебня и процентная концентрация добавки СДБ. Увеличение же содержания цемента в смеси приводит к ухудшению условного показателя подвижности бетонной смеси. Эти данные соответствуют результатам [2] .

При исследовании уравнения отпускной прочности (У2) наиболее интересным предоставлялось влияние содержания добавок С-3 и СДБ. Для получения этой зависимости из исходного уравнения при фиксированных на среднем уровне количестве воды (X1), цемента (X2), (X3) и температуре пропарки (X6) по специальной программе на ЭВМ СМ I403 были построены уравнения, описывающие поведение функции отпускной прочности при изменении содержания С-3.

Изучение графиков этой зависимости (рис.I) показало, что

добавка С-3 в отсутствие СДБ прямо пропорционально влияет на увеличение отпускной прочности бетона с повышением концентрации в пределах области эксперимента. С увеличением содержания СДБ до 0,2% от массы цемента отпускная прочность несколько снижается и резко уменьшается при концентрациях СДБ 0,4% от массы цемента и выше. Исходя из этого, можно считать, что при использовании совместно с С-3 добавки СДБ последнюю допустимо применять лишь в пределах 0,2-0,25% от масси цемента.

Исследование уравнения прочности (У3) в 28-суточном возрасте показало, что эта прочность в основном зависит от водосодержания, температуры пропарки, количества цемента и концентрации добавки СДБ. Добавка С-3 не оказала заметного влияния на прочность пропаренного бетона, возможно, вследствие влияния минералогического состава цемента РЦШЗ.

Чтобы выявить действие добавки СДБ на прочность пропаренного бетона в 28-суточном возрасте, как и в случае отпускной прочности, из основного уравнения были построены уравнения разрезов поверхности отклика, которые при фиксированных на среднем уровне водосодержании (X1), расходе цемента (X2), (X3) и отсутствии С-3 позволяют оценить влияние СДБ на проектную прочность пропаренного бетона.

Графики этой зависимости (рис.2) показывают, что прочность бетона увеличивается пропорционально квадрату концентрации СДБ до значений 0,2-0,25% от массы цемента, а затем понижается по мере дальнейшего роста концентрации добавки. Кроме этого, прочность бетона с добавкой СДБ обратно пропорциональна температуре пропарки, что ограничивает температурный режим 333К.

Данный комплекс полиномиальных моделей использован для оптимизации составов бетона и технологических режимов при изготовлении колонн М400 на заводе ЖБК-3 МС ЛатвССР.

Литература

I. Баженов О.М., Вознесенский В.А. Перспективы применения математических методов в технологии сборного железобетона. М., 1974. 220 с.

2. Дворкин Л.И. Оптимальное проектирование составов бетона. Львов, 1981. 186 с.

УДК 666.972.16.063.72

Л.И.Силичева, А.О.Варавва
(ЛатНИИстроительства)

КОМПЛЕКСНАЯ ПЛАСТИФИЦИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Комплексные добавки имеют преимущества перед индивидуальными, в том случае, если усиливают основной технологический эффект, или обеспечивают полифункциональность действия. Поэтому совмещение пластификаторов представляет определенный интерес [1,2,3] . Учитывая дефицитность суперпластифицирующих добавок, их частичная замена другими пластификаторами экономически целесообразна.

В настоящей работе отражено влияние комплексных добавок на основе продукта конденсации 2-нафталинсульфокислоты с формальдегидом (С-3) и модифицированной мелассной упаренной последрожжевой барды (УПБО) на свойства цементно-песчаных растворов. Технологические эффекты действия каждого компонента в отдельности и их комплекса в цементно-песчаных растворах (Ц:П=1:2, В/Ц=0,52) на среднеалюминатном портландцементе отражены на рис.1. Там же приведены данные о действии технического лигносульфоната (ЛСТ) Слокского ЦБЗ.

Добавка УПБО в сравнении с ЛСТ обладает меньшей пластифицирующей способностью, не вовлекает воздух и не понижает прочность материала в раннем возрасте. Это позволило предположить, что комплекс С-3+УПБО при условии совместимости компонентов частично экономит С-3.

Полученные результаты свидетельствуют об аддитивности действия отдельных составляющих. С технологической точки зрения оптимальной можно считать комплексную добавку с 0,4% С-3 и 0,3% УПБО. При сравнении действия комплексной добавки (с суммарным содержанием поверхностно-активного вещества 0,7%

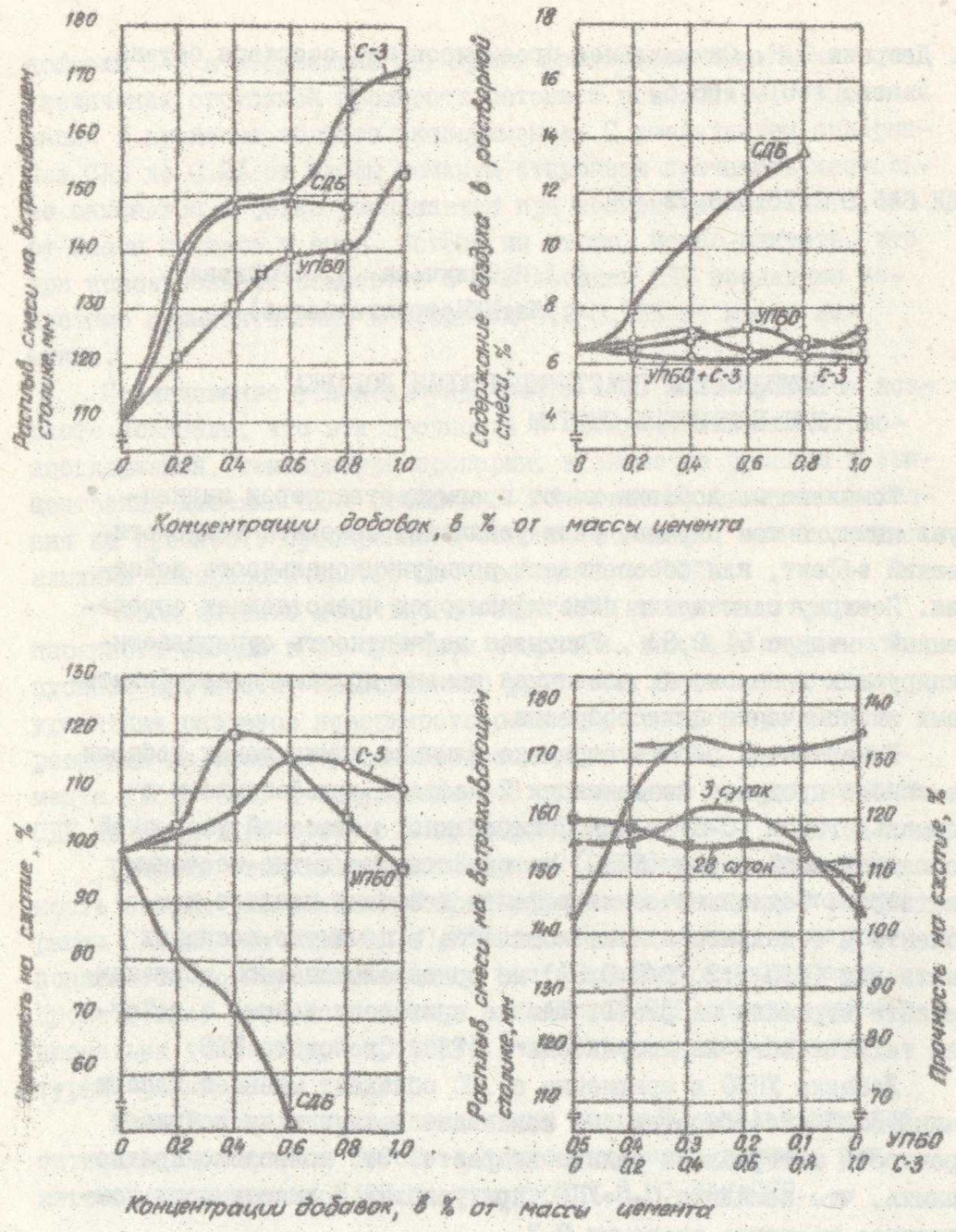


Рис.I.Влияние индивидуальных и комплексных добавок на свойства цементно-песчаного раствора(Ц:П=I:2, В/Ц =0,52).

от массы вяжущего) и добавки С-3 (в такой же концентрации) отмечается прирост подвижности на 7%, прочности в 3-суточном возрасте на 7%, а в 28-суточном возрасте - на II%.

Воздухосодержание в смесях не возрастает с увеличением в комплексе доли УПБО, как это имеет место в комплексах с ТЛС.

Все вышесказанное предопределяет рациональную область использования комплексных добавок: добавки С-3+УПБО относятся к группе суперпластифицирующих, обладающих по сравнению с добавками С-3 большей пластифицирующей и меньшей экранирующей способностью.

В сравнении с составом без добавок применение комплекса 0,4% С-3+0,3% УПБО позволило увеличить подвижность смеси на 58%, марочную прочность на I5% при неизменном водоцементном отношении.

Литература

I. Бобрик И.Д. Васильев В.Ф., Виноградова В.А. и др. Применение высокоподвижных бетонных смесей для монолитных сооружений. - Транспортное строительство, I98I, № 3, с. 2I-22.

2. Пинус Э.Р., Эйкель С.В., Калашникова Г.М. и др. Исследование эффективности новых средств пластификации бетонных смесей. - В кн.: Повышение долговечности цементобетонных покрытий и совершенствование технологии их строительства. М., I98I, с. 50-65.

3. Пинус Э.Р., Калашникова Г.М. Исследование литых бетонных смесей и бетонов с комплексной пластифицирующей добавкой для буронабивных свай. - В кн.: Исследования дорожного бетона с комплексными химическими добавками. М., I984, с. 30-4I.

РАЗДЕЛ 6

ВОПРОСЫ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ПРОЖИВАНИЯ И ОТДЫХА

УДК 728.71 (474.3)

Э.О.Бука
(ЛатНИИстроительства)

БАЗЫ ОТДЫХА В ЛАТВИЙСКОЙ ССР

По предварительным данным в Латвийской ССР насчитывается более четырехсот баз отдыха предприятий и учреждений, общей вместимостью около 35 тыс.мест. Обеспеченность населения местами в базах отдыха составляет 14 мест на 1000 жителей, что в 5 раз превышает среднесоюзный уровень.

Натурное обследование около ста баз отдыха, проведенное в 1984 г., показало, что их вместимость колеблется от 10 мест в зонах отдыха небольших населенных пунктов до 200 – в пригородной зоне Риги. Средняя вместимость баз отдыха по республике составляет 85 мест. Около 80% баз отдыха действуют только в летнее время.

Основным контингентом отдыхающих на базах отдыха являются рабочие и служащие предприятий и учреждений городов с населением более 50 тыс.чел., среди них значительная доля родителей с детьми.

Выявились три основных типа баз отдыха: А – специально построенные; Б – в зданиях, приспособленных для этих целей; В – сочетание финских бань с помещениями для празднования знаменательных событий. Встречаются также комбинации из этих типов.

Более половины баз отдыха относится к типу А; это в основном одноэтажные деревянные домики, рассчитанные на одну семью. В курортных зонах Рижского залива встречаются кирпичные здания до 3-х этажей с повышенным уровнем комфорта для семейного отдыха (около 10% баз). Часто базы отдыха дополнены

финской баней и залом для празднования знаменательных событий.

Базы типа Б размещаются в бывших хуторах, имениях, школах, водяных мельницах и т.п. Эти базы характеризуются небольшой вместимостью (до 50 мест), аттрактивностью и гармоничным сочетанием с окружающей средой. Большинство баз этого типа рассчитаны на прием родителей с детьми.

Базы отдыха типа В составляют около 10% от общего количества. В них, как правило, отсутствуют спальные места и они рассчитаны на кратковременный рекреационный процесс. Группы отдыхающих формируются по семейно-родственному или производственно-профессиональному признаку. Предлагается включить этот тип рекреационного учреждения в номенклатуру СНиП под названием "оздоровительно-аттрактивный комплекс" (ОАК). Эти базы отдыха функционируют круглогодично.

Для баз отдыха Латвийской ССР характерно небольшое количество обслуживающего персонала, поскольку подавляющее большинство таких баз ориентировано на самообслуживание, а большое количество семейных среди отдыхающих способствует проведению в жизнь этого принципа. Численность обслуживающего персонала составляет 0,02–0,08 на 1 место. В большинстве баз отдыха имеются спальные комнаты на 4 и более мест, рассчитанные на размещение родителей с детьми. Для приготовления пищи предусмотрены кухни при спальных комнатах или отдельные павильоны средней площадью 21 м^2.

Около 35% баз отдыха имеют спортивные площадки (преимущественно волейбольные). 44% обследованных баз имеют лодки для прогулок. Около 40% баз имеют песочницы и качели для детей, и только 8% оборудованы комплексом для детских игр. Опрос показал неудовлетворенность отдыхающих состоянием детских площадок.

Благоустройство территории баз отдыха находится на довольно низком уровне. Отсутствие дорожек и тропинок со специальным покрытием является основной причиной разрушения растительного покрова и даже гибели сосновых лесов.

Опираясь на результаты проведенных исследований, разработаны следующие предложения по совершенствованию норм проектирования с учетом региональной специфики:

- снизить нижний предел вместимости баз отдыха до 50 спальных мест, а для баз отдыха в приспособленных помещениях до 20 мест (вместо 250 мест в СНиП II-7I-79), что, по нашему мнению, должно способствовать дальнейшему развитию семейного отдыха;

- в базах семейного отдыха увеличить количество мест для детей - до 50% (вместо 35% в СНиП II-7I-79), поскольку семьи отдыхающих на базах отдыха имеют в основном 2-3 детей;

- в летних базах отдыха, как правило, следует проектировать игровые площадки для детей, поскольку нынешний уровень благоустройства не способствует отдыху семей с детьми;

- установить количество мест в спальных комнатах на летних базах отдыха от 2 до 4 (вместо I-3 в СНиП II-7I-79), рассчитывая на совместное проживание родителей с детьми;

- в помещениях, предусмотренных для родителей с детьми, допускается устройство кухонной ниши, площадью I,6 м^2, с целью облегчения приготовления пищи для детей;

- в составе баз отдыха допускается предусматривать баню.

Анализ опыта проектирования и эксплуатации баз отдыха в Латвийской ССР показал, что этот тип рекреационных учреждений будет и в дальнейшем наиболее предпочтительным для семейного отдыха. Преимуществом баз отдыха является близость к природе, возможность интенсивного общения с ней. Однако, необходимо совершенствовать нормы проектирования с целью повышения рекреационного эффекта и воспитания бережного отношения к природной среде.

УДК 728.I2.06

Х.Е.Дзиркалис
(ЛатНИИстроительства)

ПРОБЛЕМЫ СООТВЕТСТВИЯ ПРОЕКТОВ СЕЛЬСКИХ УСАДЕБ ПОТРЕБНОСТЯМ ЖИТЕЛЕЙ

За последние 6 лет строительство примерно половины всех сельских усадеб Латвийской ССР осуществлялось по типовым проектам. Необходимость развивать на селе индивидуальные подсобные хозяйства,а также поиски более экономичных решений сельских усадеб породили несоответствие между существующими строительными нормативами и реальными потребностями сельских жителей.Наряду с этим,выявился дефицит в типовых проектах сельских усадеб:в I984г. номенклатура этих проектов была сокращена с I35 до 20. II5 проектов,как несоответствующие нормативным

требованиям ,из номенклатуры были исключены. Несоответствие нормативных требований реальным потребностям и дефицит приемлемых типовых проектов значительно снижает объем индивидуального строительства.

В I985 г. лабораторией градостроительства и архитектуры ЛатНИИстроительства было проведено исследование "Лауку саврупоэта-85" (Сельская усадьба), которое состояло из двух основных частей: анализ номенклатуры типовых проектов сельских усадеб и их запроса и анализ данных опроса заинтересованных в этом виде строительства должностных лиц и жителей усадеб.

Анализ номенклатуры типовых проектов показал, что не все проекты запрашивались одинаково часто. С I978 по I985 годы удельный вес II проектов из I35 типов в совокупности запрошенных проектов составляет 46,3%, удельный вес 47 проектов - 44,7% и удельный вес 62 типовых проектов составляет всего лишь 9,0%. 25 типовых проектов вовсе не запрашивались.

Отличаются структура запроса и номенклатура всех I35 видов типовых проектов. Трехкомнатные жилые дома с подвалом запрошены в 70,8% случаев от всей совокупности запрошенных трехкомнатных жилых домов, пятикомнатные с подвалом - 87,3%. Однако в номенклатуре удельный вес проектов с таким архитектурным решением меньше: соответственно 56,8% и 77,0%. Предпочтение отдается проектам жилых домов с гаражем: трехкомнатные жилые дома - 68,5% и пятикомнатные - 7I,4%, а в номенклатуре эти проекты составляют соответственно 46,60 и 57,7%. Проектов домов с хозкухней, выбранных жителями, меньше, чем предусмотрено номенклатурой: трехкомнатные жилые дома с хозкухней запрошены в 26,8 и пятикомнатные - 26,7% случаев. В номенклатуре эти проекты составляют 33,4 и 30,8%. Мало запросов на проекты, разработанные в Литовской ССР и Эстонской ССР.

Это свидетельствует о том, что ничем неоправданное формирование номенклатуры типовых проектов из случайной совокупности не может удовлетворить большую часть жителей.

Самый важный этап исследования состоял в анализе данных упомянутого опроса специалистов и населения. Целью опроса, помимо сбора данных о существующих и желаемых площадях и месте нахождения подсобных помещений в сельской усадьбе, было полу-

чение некоторых дополнительных сведений о желаемом уровне инженерного благоустройства усадьбы, а также об отношении жителей к строительству усадьбы поэтапно.

Констатировано несоответствие между нормативными и желаемыми площадями подсобных помещений. Если 93,8% респондентов удовлетворены нормативной площадью помещений для содержания скота и 78,0% - площадью теплицы, т.е. "производственными" помещениями усадьбы, то нормативными площадями погреба удовлетворены только 8,0%, помещениями для складирования корма - 17,6% респондентов. Только 1,9% респондентов удовлетворены предусмотренным нормами размещением в доме помещения для приготовления корма.

Построенная по действующим нормам сельская усадьба согласно опросу удовлетворяет лишь небольшую часть населения, в то время как реакция большинства опрошенных негативна. Несоответствие нормативов реальным потребностям влечет за собой недоверие населения к проектировщикам, что приводит к самовольному строительству. При этом, устраняя одни недостатки, неспециалист почти всегда создает себе трудности в проведении других жизненных процессов, снижая тем самым качество сельской застройки.

Данные опроса свидетельствуют о том, что нет необходимости делить строительство жилого дома на очереди. В то же время можно предвидеть поэтапное строительство всей усадьбы: после завершения строительства дома - хозяйственную постройку, отдельно стоящую баню или погреб.

На основе данных 52 респондентов (без специалистов проектирования) о желаемых площадях и расположении подсобных помещений разработана номенклатура типовых проектов хозяйственных построек сельской усадьбы и подсобных помещений одноквартирного жилого дома.

Предполагая, что типовые проекты должны обеспечить потребности более половины всего сельского населения и, что допускается некоторое несоответствие площади помещений желаниям населения, в номенклатуре предложены несколько величин площадей. Чтобы сократить номенклатуру, найдены взаимосвязи между площадями отдельных помещений, последние объединены в группы, в которых площадь одного помещения зависит от

площади другого этой же группы.

Так, в жилом доме имеется группа сангигиенических помещений (ванная комната баня, моечная и группа кладовок) склад горючего и хозяйственного инвентаря и неотапливаемая кладовая. В свою очередь, в хозпостройке можно выделить группу помещений для ведения подсобного хозяйства: помещение для содержания скота, помещение для складирования корма и помещение для его приготовления, а также группу сангигиенических помещений и кладовок.

В номенклатуру подсобных помещений жилого дома входит 48 их различных комбинаций, из которых площадь шести комбинаций превышает допустимый предел.

В номенклатуру хозпостроек входит 64 комбинации, 18 из них имеют площадь, превышающую предельные нормы. По данным опроса были вычвлены наиболее часто употребляемые комбинации подсобных помещений как в жилом доме, так и в хозпостройке. Это дало возможность выделить из номенклатуры наиболее актуальные типовые проекты. Это 11 проектов жилых домов, из которых 3 превышают допустимый предел площади и 11 проектов хозпостроек, где только в одном случае превышается установленный предел.

Результаты данного исследования могут применяться при корректировке проектных нормативов сельских усадеб. Разработанная номенклатура предназначена для составления программ новых типовых проектов одноквартирных жилых домов и хозяйственных построек, которые будут разработаны институтами "Латвколхозпроект" и "Латгипросельстрой" в ближайшие годы.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. Термодинамические и физико-химические основы новых материалов и технологических процессов

Клюевский Б.В. Структурно-влажностное состояние дисперсных систем при десорбционном твердении 3

Русс М.Л. Термохимический цикл в термоаккумулирующем элементе 5

Русс М.Л. Химико-структурное и структурно-химическое сродства в структурообразующей системе с химическими реакциями 10

Раздел 2. Композиционные материалы (свойства, технология)

Горин А.Б., Арончик В.Б. Инвариантность микротвердости контактных зон в композиционных материалах 16

Горин А.Б. Эффективность виброперемешивания высокопрочного гипса, микроармированного стеклянными моноволокнами 20

Горин А.Б., Радзюнонок В.С. Дилатантно-тиксотропные свойства композиции "алюмохромфосфатное связующее – наполнитель" 24

Раздел 3. Новые материалы и изделия (свойства, технология)

Левин А.М. Композиция для гидроизоляционных покрытий.. 28

Грандано Ю.Я., Моисеева Е.В., Гирш Е.В., Озолиньш Я.Я. Устройство наливных гипсовых стяжек под полы 30

Раздел 4. Исследование местных заполнителей бетонов

Митенков С.А. Влияние активности карбонатных заполнителей на свойства мелкозернистых бетонов 33

Митенков С.А. Структурообразование мелкозернистых бетонов на основе доломитовых отходов 34

Тюнсбург К.В., Митенков С.А., Клюевский Б.В. Применение доломитового отсева при устройстве слоев дорожной одежды 37

Раздел 5. Химические добавки к бетонам (свойства, технология)

Варавва А.О., Грапп А.А. Влияние добавок С-3, ТЛО и их комплекса на свойства бетона 40

Левин А.М. Комплексная добавка для бетонной смеси ... 43

Алексеенко А.Ю., Варавва А.О. Зависимость консистенции цементного теста от свойств и концентрации пластифицирующих добавок 45

Алексеенко А.Ю. Применение математического моделирования для описания свойств тяжелого бетона с добавками ПАВ 48

Силичева Л.И., Варавва А.О. Комплексная пластифицирующая добавка для цементных систем 55

Раздел 6. Вопросы улучшения условий проживания и отдыха

Бука Э.О. Базы отдыха в Латвийской ССР 58

Дзиркалис Х.Е. Проблемы соответствия проектов сельских усадеб потребностям жителей 60