УДК 692.232: 697.93:54-145.1

Т.Ф. ЕЛЬЧИЩЕВА, канд. техн. наук (elschevat@mail.ru)
Тамбовский государственный технический университет (392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106)

Определение влажностного режима помещений зданий при наличии в стеновом материале гигроскопических солей

Наружные ограждающие конструкции помещений жилых и общественных зданий часто возводятся из строительных материалов, имеющих в своем составе гигроскопические соли и их смеси, которые вводятся в качестве технологических добавок, регулирующих свойства и процессы твердения материалов, попадают из окружающей среды либо присутствуют в исходном сырье. Наличие солей способствует повышению сорбционных свойств и влагосодержания стеновых материалов, что ухудшает санитарное состояние помещений. Показана необходимость учета влияния солей при установлении влажностного режима помещений таких зданий; предложен порядок инженерного расчета парциального давления насыщенного водяного пара при наличии в стеновом материале помещений отдельных солей, а также их смесей при различной температуре, соответствующей режиму эксплуатации наружных ограждающих конструкций.

Ключевые слова: влажностный режим, гигроскопические соли, кристаллогидраты, наружные ограждающие конструкции, парциальное давление насыщенного водяного пара.

Для цитирования: Ельчищева Т.Ф. Определение влажностного режима помещений зданий при наличии в стеновом материале гигроскопических солей // *Строительные материалы.* 2017. № 6. С. 14–18.

T.F. EL'CHISHCHEVA, Candidate of Sciences (Engineering) (elschevat@mail.ru)
Tambov State Technical University (106, Sovetskaya Street, 392000, Tambov, Russian Federation)

Determination of Humidity Conditions in Premises of Buildings at Presence of Hygroscopic Salts in Wall Material

External enclosing structures of premises of residential and public buildings are often constructed with the use of building materials containing hygroscopic salts and their mixes which are introduced as technological additives regulating properties and processes of material hardening, come from the environment, either present in the initial raw material. The presence of salts contributes to improving sorption properties and moisture content of wall materials that worsens the sanitary condition of the premises. The necessity to take into account the influence of salts when establishing the humidity conditions in premises of such buildings is shown; the procedure of engineering calculation of the partial pressure of saturated water vapour at presence of some salts in the wall material of premises as well as their mixes at different temperature corresponding to the operation conditions of external enclosing structures is proposed.

Keywords: humidity conditions, hygroscopic salts, crystalline hydrate, external enclosing structures, partial conditions, pressure of saturated water vapor

For citation: : Elchishcheva T.F. Determination of humidity conditions in premises of buildings at presence of hygroscopic salts in wall material. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2017. No. 6, pp. 14–18. (In Russian).

Наружные ограждающие конструкции зданий, возведенных из каменных строительных материалов, часто содержат неорганические гигроскопические соли. Это вызвано наличием природных солей в сырье [1–5] для изготовления материалов и строительных растворов, проникновением солей из окружающей воздушной среды и грунта, целенаправленным внесением солей – добавок в бетоны и растворы – для улучшения свойств, регулирования сроков схватывания [5–6], а также образованием солей в результате твердения смесей [7].

Известен эффект понижения парциального давления насыщенного водяного пара над растворами солей по сравне-нию с давлением над водой: до 33,7 отн. % для многокомпонентных растворов и до 26,3 отн. % для бинарных растворов (растворы с одной солью) [1]. Величину понижения можно прогнозировать, ориентируясь на значения гигроскопических точек солей. Для смеси солей величина гигроскопической точки отличается от значений для отдельных солей в смеси. Соли, находясь на поверхности и в толще стенового материала, активно поглощают влагу из воздуха, повышают сорбционные свойства строительных материалов, которые усиливаются при понижении величины гигроскопической точки. В местах локализации солей образуются водные солевые растворы, способствующие ухудшению санитарного состояния стен и качества внутреннего воздуха. Меняется влажностный режим помещений, из категории «сухой» и «нормальный» он может перейти в категорию «влажный» и «мокрый». Также изменяются условия эксплуатации наружных ограждающих конструкций (с условий А на условия Б), что приводит к изменениям расчетных характеристик влажности [8–16], теплопроводности и теплоусвоения материалов, назначенных при проектировании здания, к ухудшению условий жизни и работы людей.

Анализ нормативной литературы по теме исследования показал, что влажностный режим помещений с учетом воздействия солевой среды определяется лишь для производственных зданий [1]. Результаты первых исследований приведены в Справочном пособии[1] к СНиП II-3–79**[2]: значения упругости водяного пара $E_в$, Па для температуры (t) от 10 до 30°С и относительной влажности внутреннего воздуха $\varphi'_р$, % над насыщенными растворами солей при атмосферном давлении 100,7 кПа, для t =20°С. Впервые была дана оценка влияния на влажность внутреннего воздуха в производственных помещениях калийных комбинатов хлоридов натрия (NaCl), калия (KCl), магния ($MgCl_2$) и их смесей состава: NaCl – 50%, KCl – 30%, $MgCl_2$ – 20% (в цехах дробления руды), а также NaCl – 30%, KCl – 60%, $MgCl_2$ – 10% (в цехах сушки), которая была представлена в виде изолиний сорбционного влагосодержания при изменении относительной влажности воздуха $\varphi_в$, %, и массового солесодержания C, %, для керамзитобетона плотностью 1200 кг/м^3 на керамзитовом песке. В Пособии[1]) приведены примеры вычисления относительной влажности внутреннего воздуха помещений с учетом солевой производственной среды и даны рекомендации по устройству защитных покрытий внутренней поверхности стен.

В Своде правил[3] в разделе «Расчет сопротивления паропроницанию ограждающих конструкций» помещений с агрессивной средой было рекомендовано в формулах (34–37) СНиП II-3-79**[2] принимать значения упругости водяного пара для керамзитобетона плотностью 1200 кг/м^3 равными, в соответствии с Пособием[1], значениям над растворами солей. При $\varphi'_p \leq 60\%$ рекомендовалось проектировать влагозащиту внутренних поверхностей стен.

В СНиП 23-02–2003[4] и принятых позже нормативных документах отсутствуют рекомендации определения влажностного режима помещений и условий эксплуатации наружных ограждающих конструкций с учетом воздействия агрессивной среды помещений; вместе с тем в разделе «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций» рекомендуется рассчитывать парциальное давление водяного пара E, Па в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации с учетом воздействия среды.

В СП 23-101–2004[5] в разделе «Расчет сопротивления паропроницанию ограждающих конструкций (защита от влаги)» сохранились рекомендации Пособия[1] о назначении величины E_p над насыщенными растворами солей, определении парциального давления водяного пара по формулам, приведенным в СНиП II-3-79**[2] и СНиП 23-02–2003[4] и сорбционного влагосодержания керамзитобетона в соответствии с Пособием[1] и СП 23-101–2000. Проектирование тепловой защиты зданий[3].

В СП 50.13330.2010[6] и СП 50.13330.2012[7] рекомендации по определению величины E_p при наличии агрессивной среды отсутствуют.

В октябре 2016 г. закончилось общественное обсуждение первой редакции проекта Свода правил «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты»[8]. Наличие неорганических гигроскопических солей характерно не только для внутреннего воздуха помещений и территории промышленных предприятий. Как показано выше, соли могут обнаруживаться и непосредственно в материале наружных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, что вызывает понижение парциального давления насыщенного водяного пара в поровом пространстве над растворами солей. Без учета этого явления расчетные характеристики теплопроводности и теплоусвоения стеновых материалов и парциальное давление водяного пара E, Па в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации могут быть назначены некорректно. Поэтому к п. 8.1 «Требования к сопротивлению

Таблица 1

Парциальное давление водяного пара и относительная влажность воздуха над насыщенными растворами солей при давлении B=100,7 кПа

Химическая формула	Парциальное давление водяного пара, E_{pi}, Па, при температуре t, °С					Относительная влажность над насыщенным раствором соли φ_p, %, при температуре t, °С				
	10	15	20	25	30	10	15	20	25	30
$ZnBr_2$	–	–	230,6	286,6	305,3	–	–	9,9	9	7,2
$MgCl_2$	–	–	–	–	1400	–	–	–	–	33
$Na_2S_2O_3$	548	761,3	1051	1451	1895	44,6	44,7	45,0	45,8	44,6
$Mg(NO_3)_2$	–	–	1261	1659	2169	–	–	53,9	52,4	51,1
$Ca(NO_3)_2$	746,6	954,6	1288	1605	2005	60,8	56,0	55,1	50,7	47,2
NaBr	–	959,9	1400	1787	2240	–	56,3	60	56,4	52,8
NH_4NO_3	917,3	1193	1566	1992	2524	74,7	70	67	62,9	59,4
$NaNO_3$	950,6	1313	1804	2364	3076	77,4	77	77,2	74,6	72,4
NaCl	923,6	1279	1807	2381	3253	75,2	75	77,3	75,2	76,6
NH_4Cl	969,3	1353	1856	2416	3281	78,9	79,4	79,4	76,3	77,3
$Ca(NH_2)_2$	997,2	1365	1873	2408	3078	81,2	80,1	80,1	76	72,5
$(NH_4)_2SO_4$	971,9	1355	1896	2600	3362	79,1	79,5	81,1	82,1	79,2
Na_2SO_4	909,3	1333	1927	2748	3633	74	78,2	82,4	86,7	85,6
KCl	1055	1445	1968	2636	3733	85,9	84,8	84,2	83,2	87,9
$NaSO_3$	1075	1487	2038	2762	3706	87,5	87,2	87,2	87,2	87,3
$CdSO_4$	1099	1511	2077	2812	3768	89,5	88,6	88,8	88,8	88,7
Na_2CO_3	–	1601	2090	2704	3465	–	93,9	89,4	85,4	81,6
$CdBr_2$	–	–	2120	2820	3678	–	–	90,7	89	86,6
$ZnSO_4$	1189	1597	2126	2802	3661	96,8	93,7	90,9	88,4	86,2
$NH_4H_2PO_4$	1192	1658	2146	2921	3890	97,1	97,2	91,8	92,2	91,6
KNO_3	1183	1635	2161	2925	3845	96,3	95,9	92,4	92,3	90,6
$CaH_4(PO_4)_2$	1193	1689	2202	3052	3980	97,1	99,1	94,2	96,3	93,7
KH_2PO_4	1195	1683	2251	3034	3946	97,3	98,7	96,3	95,8	92,9
$MgSO_4$	–	–	–	–	4000	–	–	–	–	94,2
K_2SO_4	1208	1701	2306	3141	4112	98,4	99,8	98,6	99,2	96,8

[1] Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий (Справочное пособие к СНиП). М.: Стройиздат, 1990. 233 с.
[2] СНиП II-3–79**. Строительная теплотехника. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. 32 с.
[3] СП 23-101–2000. Проектирование тепловой защиты зданий. М.: ЦНС, 2001. 79 с.
[4] СНиП 23-02–2003. Тепловая защита зданий. М.: Госстрой России, ЦПП. 2004. 26 с.
[5] СП 23-101–2004. Проектирование тепловой защиты зданий, М.: ЦПП. 2004. 186 с.

Таблица 2

Парциальное давление водяного пара E_p и относительная влажность воздуха φ_p над насыщенными растворами смеси солей при давлении В=100,7 кПа

t, °C	Химический состав смеси солей			
	$NaCl–K_2SO_4–KCl$		$NaCl–Na_2SO_4$	
	E_p, Па	φ_p, %	E_p, Па	φ_p, %
10	908	73,9	896,2	70,78
15	1277,9	75	1131,3	66,35
20	1778,6	76,1	1637,8	70,05
25	2353,1	74,3	2449,8	77,33
30	3155,3	74,3	3344,5	78,77

паропроницанию ограждающих конструкций» проекта СП предлагается ввести Приложение, в котором приводятся данные для учета влияния солей на характеристики влажностного состояния ограждающих конструкций. Сведения, необходимые для Приложения, приведены ниже.

В проекте СП в п. 8.1 формула (8.3) имеет вид (1):

$$e_в = (\varphi_в / 100) E_в, \quad (1)$$

где $E_в$ – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре внутреннего воздуха помещения $t_в$ рассчитывается в соответствии с п. 8.2.5 проекта СП; $\varphi_в$ – относительная влажность внутреннего воздуха, %, принимается для различных зданий в соответствии с табл. 4, п. 4.3[7].

В формуле (1) вместо значения $E_в$ предлагается принимать E_{pi} (при наличии одной соли) и E_p (при наличии смеси солей), вместо $\varphi_в$ принимать $\varphi_в^c$. Тогда формула (1) примет вид (2):

$$\varphi_в^c = e_в \cdot 100/E_{pi}; \ \varphi_в^c = e_в \cdot 100/E_p, \quad (2)$$

где E_{pi}, E_p – парциальное давление водяного пара соответственно над насыщенным раствором одной соли и раствором смеси солей, Па, при температуре $t_в$, °C; $\varphi_в$ – относительная влажность воздуха, %, с учетом наличия солей, определяется по формуле (3):

$$\varphi_в^c = \varphi_в \cdot 100/\varphi_p, \quad (3)$$

где φ_p – относительная влажность воздуха, %, над насыщенным раствором соли (гигроскопическая точка соли).

При содержании в поровом растворе стенового материала одной соли значения E_{pi} и φ_p принимаются по табл. 1, которая составлена на основе Приложения 7[1] в зависимости от температуры.

При наличии в поровом пространстве материала наружных ограждающих конструкций солей, образующих разные кристаллогидраты при одной температуре, E_p над раствором смеси изменяется скачками по правилу «ступенчатых переходов» В. Оствальда [17] и принимается равным давлению E_{pi} над раствором кристаллогидрата с наибольшим числом присоединенных молекул воды.

Для трех и более солей (А, В, С...), кристаллизующихся в безводной форме, давление пара изотермически инвариантных смешанных растворов (растворы, состав которых не изменяется при одной и той же температуре) и смешанных растворов, насыщенных хотя бы одной солью или близких к насыщению, E_p рассчитывается по

Таблица 3

Концентрации c_i^H, $c_{H_2O}^i$ в бинарных растворах при температуре t и давлении воздуха 100,7 кПа

Состав раствора	t, °C	c_i^H, % мас.	$C_{H_2O}^i$, % мас.
$NaCl–H_2O$	10	26,31	73,69
	15	26,36	73,64
	20	26,4	73,6
	25	26,47	73,53
	30	26,52	73,48
$Na_2SO_4–H_2O$	10	9,6	90,4
	15	13,1	86,9
	20	16,1	83,9
	25	27,9	72,1
	30	28,98	71,02
$KCl–H_2O$	10	23,78	76,22
	15	24,7	75,3
	20	25,6	74,4
	25	26,47	73,53
	30	27,22	72,78
$K_2SO_4–H_2O$	10	8,51	91,49
	15	9,17	90,83
	20	9,99	90,01
	25	10,75	89,25
	30	11,5	88,5

принятой в аналитической химии формуле Н.И. Хайдукова и З.Г. Линецкой (4) [18]:

$$p_{пр} = p_п - (p_п - p_A) \cdot \frac{M_1}{M_A} - (p_п - p_B) \cdot \frac{M_2}{M_B} - (p_п - p_C) \cdot \frac{M_3}{M_C}, \text{ Па} \quad (4)$$

где $p_п$ – давление паров воды, Па; p_A, p_B, p_C – давление паров воды над насыщенными растворами солей *A, B* и *C*, Па; M_A, M_B, M_C – растворимость солей *A, B* и *C* при температуре *t*, г соли на 100 г воды.

Из формулы (4) автором была выведена формула (5), в которой для удобства расчетов концентрация *i*-х растворов солей выражена в мас. %:

$$E_p = E_в - \sum (E_в - E_{pi}) \cdot \frac{c_i \cdot C_{H_2O}^i}{c_i^н \cdot C_{H_2O}}, \quad (5)$$

где c_i, c_i^H концентрация *i*-й соли соответственно в растворе смеси солей и ее насыщенном растворе, мас. %; C_{H_2O}, $C_{H_2O}^i$ – содержание воды соответственно в растворе смеси солей и насыщенном растворе *i*-й соли, мас. %.

Количественные значения c_i и C_{H_2O} принимаются по результатам химического анализа отобранных проб стенового материала или замеров уровней соле- и влагосодержания соле- и влагомерами.

Значения E_p и φ_p для многокомпонентных растворов смеси солей вида $H_2O+NaCl+K_2SO_4+KCl$ и $H_2O+NaCl+Na_2SO_4$ принимаются по вычисленным автором значениям (табл. 2) для различной температуры.

Величины c_i^H, $C_{H_2O}^i$ в бинарных растворах для NaCl, Na_2SO_4, KCl и K_2SO_4 принимаются по [19] (табл. 3). При наличии в растворе смеси других солей расчет производится по формуле (5), значения c_i^H, $C_{H_2O}^i$ принимаются по [19].

[6] СП 50.13330.2010. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: ФЦС. 2012. 76 с.

[7] СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: ФЦС. 2012. 100 с.

[8] Проект СП «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты». http://www.normacs.info/discussions/3086#8862. Дата обращения 31.05.2017.

Влажностный режим помещений предлагается определять по величине относительной влажности внутреннего воздуха φ_B^C, %, при наличии в материале наружных ограждающих конструкций одной соли или смеси солей, соответственно по табл. 1 и 2[7].

В работе показана необходимость учета влияния одно- и многокомпонентных солевых систем в составе внутрипорового вещества стеновых материалов на изменение относительной влажности воздуха над растворами солей, что приводит к изменению расчетных характеристик материалов и параметров внутренней среды. Предложен порядок определения парциального давления насыщенного водяного пара при наличии в стеновом материале смеси гигроскопических солей. Результаты исследований необходимы для корректного определения влажностного режима помещений, условий эксплуатации, расчета сопротивления паропроницанию наружных ограждающих конструкций и их защиты от переувлажнения.

Список литературы

1. Ельчищева Т.Ф. Влажностный режим помещений зданий с производственной средой, содержащей гигроскопические соли // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2016. № 4. С. 13–21.
2. Коробкова М.В. Испытания бетонных образцов с демпфирующими добавками на динамическую прочность // *Строительные материалы*. 2015. № 6. С. 9–12.
3. Кожухова Н.И., Войтович Е.В., Череватова А.В., Жерновский И.В., Алехин Д.А. Термостойкие ячеистые материалы на основе композиционных гипсокремнеземных вяжущих // *Строительные материалы*. 2015. № 6. С. 65–69.
4. Булдыжова Е.Н., Бурьянов А.Ф., Гальцева Н.А., Соловьев В.Г. Сухие строительные смеси на основе многофазного гипсового вяжущего // *Строительные материалы*. 2015. № 6. С. 82–83.
5. Гальцева Н.А., Бурьянов А.Ф., Булдыжова Е.Н., Соловьев В.Г. Использование синтетического ангидрита сульфата кальция для приготовления закладочных смесей // *Строительные материалы*. 2016. № 6. С. 76–77.
6. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А. Влияние новой комплексной добавки на основные свойства цементных композиций // *Строительные материалы*. 2012. № 6. С. 63–65.
7. Токарев Ю.В., Гинчицкий Е.О., Яковлев Г.И., Бурьянов А.Ф. Эффективность модификации гипсового вяжущего углеродными нанотрубками и добавками различной дисперсности // *Строительные материалы*. 2015. № 6. С. 84–87.
8. Гагарин В.Г., Пастушков П.П., Реутова Н.А. К вопросу о назначении расчетной влажности строительных материалов по изотерме сорбции // *Строительство и реконструкция*. 2015. № 4. С. 152–155.
9. Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Определение расчетной влажности строительных материалов // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 8. С. 41–44.
10. Киселев И.Я. Равновесная сорбционная влажность ячеистых бетонов и ее полимолекулярно-адсорбированная и капиллярно-конденсированная составляющие // *Строительные материалы*. 2015. № 6. С. 20–22.
11. Гагарин В.Г., Козлов В.В., Зубарев К.П. Анализ расположения зоны наибольшего увлажнения в ограждающих конструкциях с различной толщиной теплоизоляционного слоя // *Жилищное строительство*. 2016. № 6. С. 8–12.
12. Шепс Р.А., Щукина Т.В. Теплозащитные свойства ограждений с учетом прогнозируемых условий эксплуатации // *Жилищное строительство*. 2015. № 7. С. 29–30.
13. Корниенко С.В. Предложения по корректировке СП 50.13330.2012 в части защиты от переувлажнения ограждающих конструкций // *Жилищное строительство*. 2015. № 7. С. 31–34.
14. Бородин А.И., Чапанов З.Б. Учет влияния влажности среды при расчете термического сопротивления ограждающей конструкции // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2009. № 7. С. 40–43.
15. Иванцов А.И., Куприянов В.Н. К разработке методологических основ оценки срока службы многослойных ограждающих конструкций // *БСТ*. 2016. № 6. С. 34–35.
16. Перехоженцев А.Г., Груздо И.Ю. Температурно-влажностное состояние поверхностных слоев наружных ограждающих конструкций зданий // *БСТ*. 2016. № 6. С. 70–71.
17. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). Ч. 1. Л.: Химия. 1974. 792 с.
18. Викторов М.М. Методы вычисления физико-химических величин и прикладные расчеты. Л.: Химия. 1977. 360 с.
19. Справочник химика. Т. 3. Л.– М.: Химия, 1965. 1008 с.
20. Коган В.Б., Огородников С.К., Кафаров В.В. Справочник по растворимости. Тройные и многокомпонентные системы, образованные неорганическими веществами. Т. 3. Кн. 2. Л.: Наука, 1969. 1170 с.
21. Викторов М.М. Графические расчеты в технологии неорганических веществ. Л.: Химия, 1972. 464 с.

References

1. El'chishcheva T.F. Humid regime of premises of buildings with industrial environment containing hygroscopic salts. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii*. 2016. No. 4, pp. 13–21. (In Russian).
2. Korobkova M.V. Tests of concrete samples with damping additives for dynamic strength. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 6, pp. 9–12. (In Russian).
3. Kozhukhova N.I., Voytovich E.V., Cherevatova A.V., Zhernovskiy I.V., Alekhin D.A. Heat-resistant cellular materials based on composite gypsum-silica astringents. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 6, pp. 65–69. (In Russian).
4. Buldyzhova E.N., Bur'yanov A.F., Gal'tseva N.A., Solov'ev V.G. Dry building mixtures on the basis of multiphase gypsum binde. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 6, pp. 82–83. (In Russian).
5. Gal'tseva N.A., Bur'yanov A.F., Buldyzhova E.N., Solov'ev V.G. Use of synthetic calcium sulphate anhydrite for preparation of filling mixtures. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2016. No. 6, pp. 76–77. (In Russian).
6. Izotov V.S., Ibragimov R.A. Effect of a new complex additive on the main properties of cement compositions. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2012. No. 6, pp. 63–65. (In Russian).
7. Tokarev Yu.V., Ginchitskiy E.O., Yakovlev G.I., Bur'yanov A.F. Efficiency of modification of gypsum binder with carbon nanotubes and additives of various dispersity. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 6, pp. 84–87. (In Russian).
8. Gagarin V.G., Pastushkov P.P., Reutova N.A. To the question of designating the design moisture of building

materials on the sorption isotherm. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2015. No. 4, pp. 152–155. (In Russian).
9. Gagarin V.G., Pastushkov P.P. Determination of the calculated humidity of building materials. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*. 2015. No. 8, pp. 41–44. (In Russian).
10. Kiselev I.Ya. The equilibrium sorption moisture of cellular concrete and its polymolecular-adsorbed and capillary-condensed constituents. *Stroitel'nye materialy* [Construction Materials]. 2015. No. 6, pp. 20–22. (In Russian).
11. Gagarin V.G., Kozlov V.V., Zubarev K.P. Analysis of the location of the zone of maximum moisture in the enclosing structures with different thickness of the thermal insulation layer. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2016. No. 6, pp. 8–12. (In Russian).
12. Sheps R.A., Shchukina T.V. Thermal protective properties of fences taking into account the forecasted operating conditions. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2015. No. 7, pp. 29–30. (In Russian).
13. Kornienko S.V. Proposals for the correction of SP 50.13330.2012 regarding the protection from waterlogging of enclosing structures. *Zhilishchnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2015. No. 7, pp. 31–34. (In Russian).
14. Borodin A.I., Chapanov Z.B. Accounting for the influence of environmental humidity in calculating the thermal resistance of the enclosing structure. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Stroitel'stvo*. 2009. No. 7, pp. 40–43. (In Russian).
15. Ivantsov A.I., Kupriyanov V.N. To the development of methodological bases for estimating the service life of multi-layered enclosing structures. *BST*. 2016. No. 6, pp. 34–35. (In Russian).
16. Perekhozhentsev A.G., Gruzdo I.Yu. Temperature-humidity state of surface layers of external enclosing structures of buildings. *BST*. 2016. No. 6, pp. 70–71. (In Russian).
17. Pozin M.E. Tekhnologiya mineral'nykh solei (udobrenii, pestitsidov, pro-myshlennykh solei, okislov i kislot) [Technology of mineral salts (fertilizers, pesticides, industrial salts, oxides and acids)]. Vol. 1. Leningrad: Khimiya. 1974. 792 p.
18. Viktorov M.M. Metody vychisleniya fiziko-khimicheskikh velichin i prikladnye raschety [Methods for calculating physicochemical quantities and applied calculations]. Leningrad: Khimiya. 1977. 360 p.
19. Spravochnik khimika [Chemical Handbook]. Vol. 3. Leningrad–Moscow: Khimiya. 1965. 1008 p.
20. Kogan V.B., Ogorodnikov S.K., Kafarov V.V. Spravochnik po rastvorimosti. Troinye i mnogokomponentnye sistemy, obrazovannye neorganicheskimi veshchestvami. [Handbook of solubility. Triple and multicomponent systems formed by inorganic substances]. Vol. 3. Leningrad: Nauka. 1969. 1170 p.
21. Viktorov M.M. Graficheskie raschety v tekhnologii neorganicheskikh veshchestv. [Graphical calculations in the technology of inorganic substances]. Leningrad: Khimiya. 1972. 464 p.

Технология производства стеновых цементно-песчаных изделий

Ю.З. Балакшин, В.А. Терехов

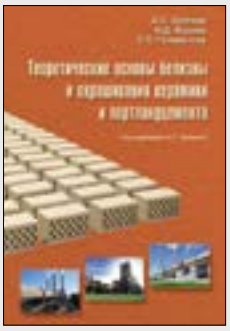
Справочное пособие
М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2012. 276 с.

Авторы многие годы отдали работе в промышленности строительных материалов и накопили значительный объем знаний и технических документов производстве стеновых материалов не только из опыта работы промышленности в СССР и России, но и многих предприятий Европы, Америки и Азии.

В книге описано производство и применение стеновых материалов методом вибропрессования из цементно-песчаных бетонов. Рассмотрена существующая и перспективная номенклатура изделий и их свойства. Описаны сырьевые материалы для производства цементнопесчаных изделий. Сформулированы специфические требования к сырьевым материалам, а также рекомендации по подбору состава бетонной смеси. Подробно представлена технология производства цементно-песчанных вибропрессованных стеновых изделий. Особое внимание уделено технологическому контролю на производстве и техническому контролю и обслуживанию оборудования.

Книга предназначена для организации производственнотехнического обучения на предприятии, будет полезна инженерно-техническому персоналу.

Тел./факс: (499) 976-22-08; 976-20-36
www.rifsm.ru



Теоретические основы белизны и окрашивания керамики и портландцемента

А.П. Зубехин, Н.Д. Яценко, С.П. Голованова

М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2014. 152 с.

В книге представлены теоретические основы белизны и окрашивания керамических строительных материалов и белого портландцемента (БПЦ) с позиции теории цветности силикатных материалов в зависимости от их фазовоминерального состава, структуры, содержания хромофоров Fe, Mn и Ti, условий обжига и охлаждения (окислительных или восстановительных).

В результате исследований авторов и других ученых с применением комплекса физико-химических методов состояния окрашивающих примесей и ионов хромофоров в силикатах и алюминатах кальция, в алюмосиликатных минералах и подобных стеклофазах.

Установлены закономерности зависимости белизны, цвета и особенности окрашивания как пигментов, так и твердых растворов бесцветных фаз ионами-хромофорами от структуры, изовалентного или гетеровалентного изоморфизма, образования окрашивающих кластеров. Разработаны эффективные способы управления белизной и декоративными свойствами строительных керамических материалов (фарфора, фаянса, облицовочной плитки, кирпича) и белого портландцемента.

Книга предназначена для научных сотрудников, инженерно-технических работников промышленности, преподавателей, аспирантов, студентов.

Тел./факс: (499) 976-22-08; 976-20-36
www.rifsm.ru