

УДК 666.941.2

В. Н. ДЕРЕВ'ЯНКО^а, А. П. ПОЛТАВЦЕВ^а, А. А. МАКСИМЕНКО^а, Н. В. КОНДРАТЬЄВА^б^а Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпропетровськ, ^б Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпропетровськ**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНЕЗИАЛЬНОГО КАМНЯ**

Установлено, що в процесі формування структури магнезійного каменя в залежності від концентрації в розстворі MgO (4,0–5,4 г/л) і розствору MgCl₂ щільністю $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ в практично нейтральній середі відбувається формування двох модифікацій оксигідрохлоридів магнію, якщо ж концентрація розствору MgO становить 20 г/л, а щільність розствору MgCl₂ $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ (кисла середя), то відбувається утворення наступних кристаллогідратів MgO·MgCl₂·13H₂O і 5MgO·MgCl₂·11H₂O. При даному складі новоутвореної формуються більш щільна і міцна структура магнезійного каменя. Вивчені фізико-технологічні характеристики сумішей з магнезійного цементу, затвореного бішофітом різної щільності. Рентгенофазовий аналіз і електронномікроскопічні дослідження показали, що оксид магнію повністю перешел в оксигідрохлориди магнію. В структурі каменя, утвореного магнезійним вяжущим і бішофітом з $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$, к 28 суткам гідратації кристаллізується в 2 рази більше пентооксиду гідрохлориду і більш ніж 10 раз триоксигідрохлориду, ніж в структурі каменя на цементі і бішофіті з $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$.

магнезійне вяжуще, суспензії MgO, розтвори MgCl₂, формування структури магнезійного каменя, фізико-технологічні характеристики сумішей

АКТУАЛЬНІСТЬ

В Україні існує необґрунтоване використання портландцементу – його застосовують навіть там, де з тими ж результатами можна було б використати вяжущі, отримані при більш низьких температурах з меншими витратами енергії.

Вироби на основі магнезійного цементу можуть замінити не менше 10 % продукції, виробленої на основі портландцементу. Особливо це важливо при устаткуванні та експлуатації полов. Так, пола на основі портландцементу зазнає тріщинотворення при твердінні, в той час як в полах на основі магнезійного цементу успішно поєднуються висока міцність при вигибах, розтягненні, стисненні, ударі, зносостійкість, негорючість, неспальність, адгезія до різних основаних, антиелектростатичність, маслостійкість, висока технологічність виробництва робіт.

Однак для широкого застосування таких полов в будівництві необхідно домогтися їх високої водостійкості і безпечності. Тому розробка магнезійних вяжущих і складів на їх основі, що мають підвищену водостійкість і знижену деформативність, є актуальною науковою і виробничою задачею.

Основні **проблеми розробки** магнезійних вяжущих і складів на їх основі можна розділити на три групи:

- визначення параметрів режимів обжигу, що дозволяють контролювати щільність і розміри кристалів магнезійних вяжущих. Так, кристали оксиду магнію в магнезійному вяжущому будівельного призначення повинні мати розмір від 38 до 43 нм. Тільки в цьому випадку повністю забезпечується висока якість будівельних виробів. Однак складові породи різних родовищ не можуть бути ідентичними, тому в кожному конкретному випадку необхідно визначати оптимальний режим обжигу для отримання кристалів необхідних розмірів;

- вплив концентрації суспензії MgO і розствору MgCl₂ при гідратації на структуру і фізико-механічні властивості магнезійного каменя;

- розробка і модифікація складів розстворів і бетонів на основі магнезійних вяжущих з метою покращення експлуатаційних характеристик.

© В. Н. Дерев'янко, А. П. Полтавцев, А. А. Максименко, Н. В. Кондратьєва, 2013

Вопросы влияния процесса обжига на размеры кристаллов и структуру магниезиального камня рассмотрены в предыдущих публикациях. В настоящей статье рассмотрим исследование проблем второй группы и проводимых исследованиях вузовской наукой [2, 4], в том числе ПГАСА, по разработке и применению магниезиальных вяжущих.

В процессе исследований нами было установлено, что при взаимодействии суспензии MgO низкой концентрации от 4,0 до 5,4 г/л и раствора MgCl₂ плотностью ρ = 1,18 г/см³ (2,5 моль/л) в практически нейтральной среде фиксируется формирование двух оксигидрохлоридов магния. С увеличением концентрации MgO суспензии до 20 г/л и раствора MgCl₂ плотностью ρ = 1,28 г/см³ (4,3 моль/л) в кислой среде (рН от 5 до 4) в возрасте 28 суток проходит повторное одновременное образование при MgO·MgCl₂·13H₂O и 5MgO·MgCl₂·11H₂O. Такая структура камня должна быть более прочной, чем аналогичная по новообразованиям и сформированная на основе менее концентрированных компонентов, т. к. известно, что повышение плотности раствора MgCl₂ выше ρ = 1,176 г/см³ (1,18) вызывает значительное увеличение прочности камня и снижение скорости схватывания теста.

В то же время прочность и другие свойства камня зависят от температуры и времени обжига магнезита, а также количества MgO в составе матрицы (избыток MgO способствует трещинообразованию при твердении раствора). Еще в бывшем СССР проводилась работа по изучению зависимости прочности от отношения MgO к раствору MgCl₂ различной концентрации [1; 5]. Так, на диаграмме (рис. 1) видно, что прочность образцов в возрасте 28 суток возрастает при повышении концентрации раствора и увеличении отношения содержания MgO к раствору MgCl₂ от 0,5 до 1,6.

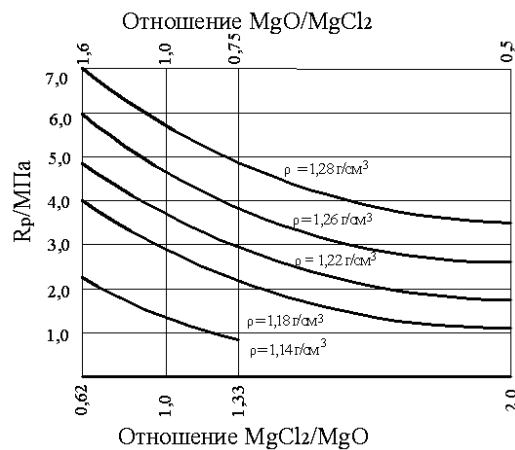


Рисунок 1 – Изменение прочности при растяжении магниезиального камня в зависимости от отношения магниезиального порошка к раствору MgCl₂ различной плотности.

Аналогичные результаты были получены в работе [3] при затворении магниезиального цемента раствором MgSO₄.

Из рисунка 1 видно, что прочность магниезиального камня, в данном случае прочность при растяжении, достигает наибольшего значения при использовании раствора MgCl₂ высокой концентрации (ρ = 1,28 г/см³) и соотношении MgO к MgCl₂ в матрице равной 1,6. При сохранении такого соотношения компонентов, используя раствор хлористого магния меньшей концентрации (ρ = 1,18 г/см³), образуется камень с низкой прочностной характеристикой. Для подтверждения этих значений был проведен расчет состава компонентов матрицы, изготовлены образцы на основе расчётов и на основании последующих испытаний установлено основные технические свойства магниезиального камня. Первым определили состав матрицы с компонентами высокой концентрации.

Определили концентрацию раствора MgCl₂ в процентах по формуле:

$$C_{\text{MgCl}_2\%} = \frac{C_{\text{MgCl}_2} \cdot M_{\text{MgCl}_2}}{\rho \cdot p - \rho_{\text{MgCl}_2} \cdot 10}$$

где C_{MgCl_2} – молярность раствора;
 ρ_{MgCl_2} – истинная плотность раствора;
 M_{MgCl_2} – молярная масса MgCl₂;

Тогда

$$C_{\text{MgCl}_2\%} = \frac{4,3 \cdot 95,213}{1,28 \cdot 10} = \frac{409,42}{12,8} = 31,9859 = 32 \%$$

Т. е. в каждом 100 г раствора содержится 32 г MgCl_2 и 68 г H_2O .

В структуре магнезиального камня оба оксигидрохлорида магния образовались при взаимодействии 20 г MgO и 57 мл раствора MgCl_2 концентрации 4,3 моль/л, тогда масса раствора MgCl_2 равна:

$$M_{\text{MgCl}_2} = 1,28 \cdot 57 = 72,96 \text{ г.}$$

В реакцию вступили 20 г MgO и 57 мл раствора MgCl_2 ($\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$), тогда $20 \text{ г MgO} + 72,96 \text{ г MgCl}_2 = 20 \text{ г} + (72,96 \cdot 0,32) = 20 + 23,35 + (72,96 - 23,35) = 20 \text{ MgO} + 23,55 \text{ MgCl}_2 + 49,61 \text{ Cl}_2\text{H}_2\text{O}$.

Если представить расход компонентов в кг, тогда сумма компонентов выглядит так:

$$20 \text{ кг MgO} + 23,35 \text{ MgCl}_2 + 49,61 \text{ кг H}_2\text{O}.$$

Определили расход материалов по объему:

$$V_{\text{MgO}} = \frac{m_{\text{MgO}}}{\rho_{\text{OHMgO}}} = \frac{20 \text{ кг}}{1,25 \text{ кг/м}^3} = 16 \text{ л;}$$

$$V_{\text{Cl}_2} = \frac{m_{\text{MgCl}_2}}{\rho_{\text{OHMgCl}_2}} = \frac{23,35}{2,325} = 10,04 \text{ л;}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{49,61}{1} = 49,61 \text{ л.}$$

где ρ_{MgO} – оптимальная насыпная плотность в виброуплотненном состоянии среднеобожженного ($t = 970 - 1000 \text{ }^\circ\text{C}$) магнезита, равна 1250 кг/м^3 [6];

$\rho_{\text{OH MgCl}_2}$ – оптимальная насыпная плотность дробленного плавленного MgCl [7].

Заметим, что соотношение между $V_{\text{MgO}} = V_{\text{Cl}_2} = 16,00/10,04 = 1,6$.

При определении расхода материалов на замес смесителя использовали методику расчета строительных растворов [7].

Установили соотношение компонентов по объему и приняли объем вяжущего за 1.

$$V_{\text{MgO}} : V_{\text{Cl}_2} : V_{\text{H}_2\text{O}};$$

$$\frac{V_{\text{MgO}}}{V_{\text{MgO}}} : \frac{V_{\text{MgCl}_2}}{V_{\text{MgO}}} : \frac{V_{\text{H}_2\text{O}}}{V_{\text{MgO}}} = 1 : m : n = \frac{16}{16} : \frac{10,04}{16} : \frac{49,61}{16} = 1 : 0,6275 : 3,10.$$

Определив сумму частей: $\Sigma \text{ч} = 1 + 0,6275 + 3,10 = 4,728$, установили соотношение между MgO и $\text{MgCl}_2 = 1,000/0,627 = 1,595 = 1,6$.

Соотношение совпадает с показателями на рисунке 1, где максимальная прочность при растяжении $R_{\text{рас}} = 7 \text{ МПа}$ формируется при соотношении магнезиального цемента к раствору MgCl_2 плотностью $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$, равному 1,6.

Расчет компонентов по объему на замес стандартного смесителя СБ-138 по загрузке ($V_{\text{СБ}} = 1500 \text{ л}$) [8] произвели по формуле:

$$V_{\text{MgO}}^{\text{СБ}} = \frac{V_{\text{СБ}138} - A_{\text{по загрузке}}}{\Sigma \text{частей}} \times \text{ЧMgO} = \frac{1500}{4,728} \times 1 = 317,2588 \text{ л;}$$

$$V_{\text{MgCl}_2}^{\text{СБ}} = \frac{1500}{4,728} \times 0,6275 = 199,0 \text{ л;}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{СБ}} = \frac{1500}{4,728} \times 3,10 = 983,5 \text{ л.}$$

Для установления процентного отношения компонентов (например, на лабораторный замес) определили массу MgO на замес смесителя:

$$M_{\text{MgO}}^{\text{СБ}} = V_{\text{MgO}}^{\text{СБ}} \times \rho_{\text{OH}}^{\text{MgO}} = 317,2588 \times 1,25 = 396,57 \text{ кг.}$$

И учитывая соотношение между MgO и MgCl_2 равное 1,6, установили массу раствора MgCl_2 :

$$396,57/1,60 = 247,858 \text{ кг.}$$

Приняв сумму MgO и MgCl₂ (в кг) 396,570 + 247,858 = 644,488 кг за 100 % определили процентное содержание оксида магния:

$$\frac{644,488 - 100 \%}{396,57 - X}$$

$$X = 396,57 / 644,428 = 61,54 \% \text{ (т. е. MgO).}$$

Тогда процентное содержание MgCl₂·6H₂O составило:

$$100 \% - 61,54 \% = 38,46 \%$$

Таким образом, соотношение MgO : MgCl₂·6H₂O составило 61,54 : 38,46, что совпадает с рекомендациями В. В. Шелягина [8], в которых соотношение MgO лежит в пределах 62÷67, а в MgCl₂·6H₂O от 38 до 33 %.

Оба оксигидрохлорида образуются также при C_{mgO} = 4,0–5,4 г/л и концентрации раствора MgCl₂, равной 2,5 моль/л. Расчет состава с компонентами меньшей концентрации производим аналогично, поэтому приводим только его окончание. Приняв сумму MgO и MgCl₂ (в кг) : 257,357 + 160,359 = 418,234 кг за 100 % определили процентное содержание оксида магния:

$$\frac{418,234 - 100\%}{257,375 - X}$$

$$X = 257,375 / 418,234 = 61,5385 = 61,54 \%$$

Тогда процентное содержание MgCl₂·6H₂O составило:

$$100 \% - 61,54 \% = 38,46 \%$$

Таким образом, если соотношение между магниальным цементом и бишофитом составляет 1,6, то в процентах это выглядит как 61,54 % : 38,46 %, независимо от концентрации раствора MgCl₂ (ρ = 1,28 г/см³ или ρ = 1,18 г/см³).

Далее провели исследования по определению влияния плотности бишофита (ρ = 1,28 г/см³ и ρ = 1,18 г/см³) на прочность и другие технические свойства магниального камня.

Для изготовления образцов кусковой саткинский магнизит обжигали в шахтной электрической печи при t = 970±1 000 °С (при такой температуре формируются кристаллы MgO с размером 38–43 км), измельчали в лабораторной мельнице до остатка на сите 008 не более 15 %, после чего смешивали с раствором MgCl₂ подготовленных концентраций (g = 1,28 и 1,18 г/см³) в указанных выше пропорциях. После определения нормальной густоты и сроков схватывания формовали кубики 7,07×7,07×7,07 см, балочки 4×4×16 см, восьмерки сечением 2×2 см и рабочей частью длиной 8 см.

Образцы твердели в соответствии с требованиями ГОСТ 1216-87 на воздухе при температуре 20±5 °С и относительной влажности W_{отн} = 65±3 %. После твердения и распалубки, образцы подвергались оценке на трещиностойкость и испытанию на прессах П-10; П-20; П-40; П-60, испытательной машине на изгиб 2035П-0,5, модернизированной машине АИМА-5-2 (для определения R_{растяж}). Порошки, изготовленные из боя испытательных образцов, исследовались с помощью рентгенофазового, ДТГ и электронно-микроскопического анализов, результаты которых приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Физико-технологические характеристики смесей из магниального цемента, затворенного бишофитом различной плотности

| № серии образцов п/п | Т обжига MgCO ₃ , °С | Размер кристаллов MgO, нм | Плотность раствора MgCl ₂ , ρ (г/см ³) | Соотношение MgO : MgCl ₂ , % | Нормальная густота смеси, % | Сроки схватывания смеси, час, мин. | | Степень гидратации MgO, в % за время, час, сут. | | | | Средняя плотность образцов (кг/м ³) |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------|---|---|-----------------------------|------------------------------------|--------|---|----|----|----|---|
| | | | | | | начало | конец | 10 | 1 | 7 | 28 | |
| 1÷24 | 970 | 38÷43 | 1,28 | 61,54÷38,4 | 44,6 | 2 ч.45 | 4 ч 10 | 84 | 85 | 87 | 92 | 1 920 |
| 241÷48 | 970 | 38÷43 | 1,18 | 61,54÷38,46 | 39,5 | 2 ч.50 | 4 ч 30 | | 64 | 77 | 83 | 1 870 |

Оценка структуры магниального камня в возрасте 28 суток, сформированного реакцией магниального цемента и раствором MgCl₂ плотностью ρ = 1,28 г/см³, представлена на рисунках 1, 2, 3.

Как видно из рисунка 2, оба вида анализа фиксируют отсутствие в структуре магниального камня оксида магния к 28 суточному возрасту (т. е. MgO полностью прореагировал). Макроскопический анализ образцов камня представлен на рисунке 3.

Таблица 2 – Фазовый состав магнезиального камня, изготовленного из магнезиального цемента, затворенного бишофитом различной плотности

| № серообразцов п/п | Т обжига MgCO ₃ , °С | Размер кристал- лов MgO, Н.М. | Плотность раствора MgCl ₂ , ρ (г/см ³) | Содержание Mg(OH) ₂ при твердении камня, % за период, час, сут | | | Содержание 5MgOMgCl ₂ ·13H ₂ O при твердении, % за период | | | Содержание 3MgOMgCl ₂ ·11H ₂ O при твердении, % за период | | | Содержание непрореагиро- вавшего состава при твердении, % за период | | |
|-----------------------|--|---|--|---|-----|-----|--|----|----|--|-----|------|---|------|-----|
| | | | | 1 | 7 | 28 | 1 | 7 | 28 | 1 | 7 | 28 | 1 | 7 | 28 |
| 1÷24 | 970 | 38÷43 | 1,28 | 6,5 | 5,0 | 4,0 | 49 | 55 | 62 | 23 | 25 | 26,5 | 21,3 | 15 | 7,5 |
| 25÷48 | 970 | 38÷43 | 1,28 | 21 | 26 | 32 | 29 | 35 | 62 | 6,5 | 4,5 | 4,0 | 43,5 | 35,5 | 29 |

Таблица 3 – Механические характеристики магнезиального камня, изготовленного из магнезиального цемента, затворенного бишофитом различной плотности

| № серии образцов п/п | Т обжига MgCO ₃ , °С | Размер кристал- лов MgO, нм | Плотность раствора MgCl ₂ , ρ (г/см ³) | Соотно- шение MgO:MgCl ₂ , % | Усредненные прочностные характеристики, МПа, в возрасте, суток | | | | | | Кoeffи- циент размяг- чения, Кр | Склон- ность к растрес- киванию |
|----------------------------|---------------------------------------|---|--|--|--|------|------------------|-----|------------------|-----|---|--|
| | | | | | R _{сж} | | R _{изг} | | R _{рас} | | | |
| | | | | | 1 | 28 | 1 | 28 | 1 | 28 | | |
| 1÷240 | 970 | 38÷43 | 1,28 | 61,54:38,46 | 19,4 | 38,7 | 3,5 | 2,2 | 2,8 | | 0,63 | нет |
| 241÷480 | 970 | 38÷43 | 1,18 | 61,54:38,46 | 17,3 | 25,2 | 2,6 | 8,7 | 1,9 | 3,8 | 0,52 | да |

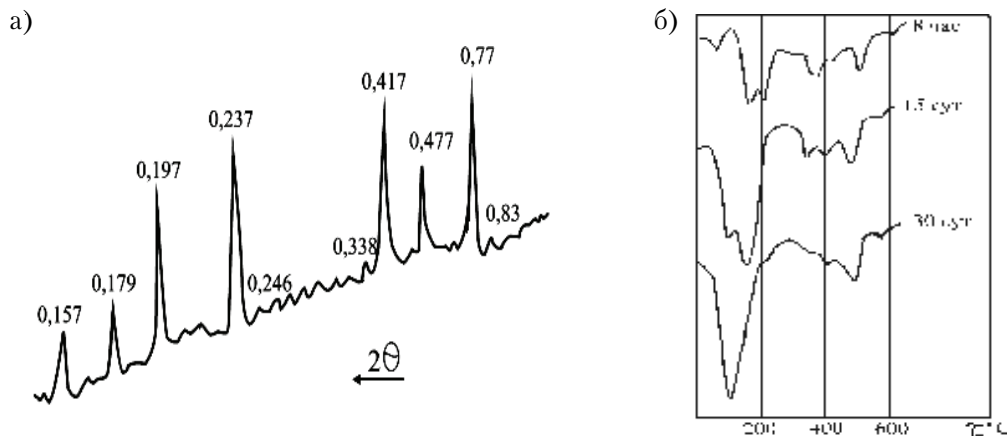


Рисунок 2 – Рентгенограммы: а – гидроксид магния Mg(OH)₂ (d = 0,477; 0,237; 0,187 НМ); пентооксигидрохлорид магния MgO·MgCl₂·13H₂O (d = 0,77; 0,417; 0,197 НМ); триоксигидрохлорид магния 3MgO·MgCl₂·11H₂O (d = 0,83; 0,338; 0,246 НМ); термограммы б – 1 – Mg(OH)₂, образован за 8 часов; 2 – пентооксигидрохлорид магния 5MgO·MgCl₂·13H₂O образован от 8 часов до 25 суток; 3 – триоксигидрохлорид магния 3MgO·MgCl₂·11H₂O, образован от 25 до 30.

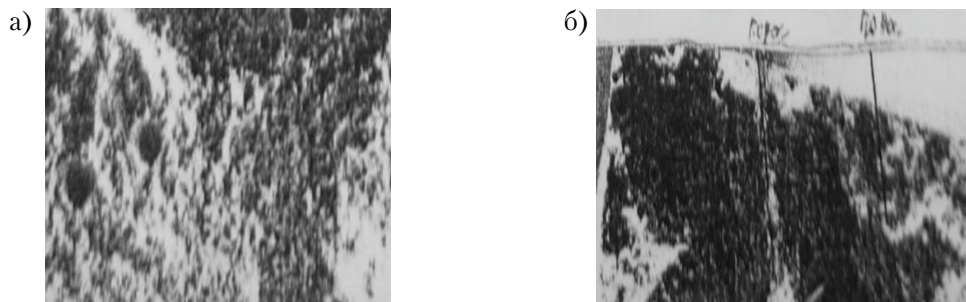


Рисунок 3 – Фотографии макроструктуры образцов: а – магнезиального камня, изготовленного из магнезиального цемента и бишофита с ρ = 1,18 г/см³; б – магнезиального камня, изготовленного из магнезиального цемента и бишофита с ρ = 1,28 г/см³.

На рисунке 3а видно, что диаметр пор составляет в основном 4 мм и средняя плотность камня $\rho_0 = 1\,870 \text{ кг/м}^3$. На рисунке 3б диаметр пор составляет менее 1 мм, а средняя плотность камня достигает $1\,920 \text{ кг/м}^3$. В то же время микрофотографии сколов образцов идентичны, поэтому предоставлен один микроснимок, на котором микроструктура камня имеет волокнисто-тонкозернистую формацию (рис. 4).

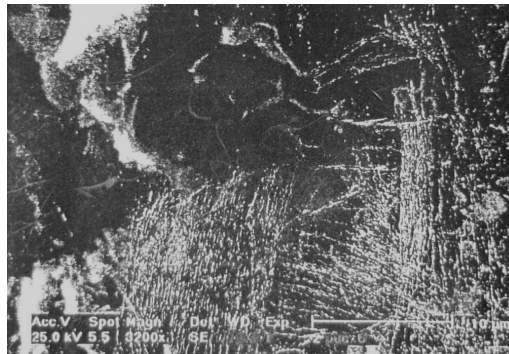


Рисунок 4 – Электронно-микроскопическая фотография, скола образца магниезального камня, изготовленного из магниезального цемента и бишофита с $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$.

Итак, при сравнении структур магниезального камня, образующихся при взаимодействии магниезального цемента и бишофита с различной плотностью ($\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$; $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$), по сформированных одинаковыми новообразованиями, были установлены основные следующие положения:

1) при увеличении плотности роста $\text{Mg}(\text{OH})_2$ от $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ до $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ увеличивается скорость гидратации MgO на 10–20 % (табл. 1);

2) увеличивая плотность затворителя до $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$, снижается процентное содержание в камне $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в различные сроки твердения, от 5 до 8 раз, т. е. с 32 до 4 % (в 28 суточном возрасте, табл. 2);

3) количественным методом рентгенофазового анализа определено, что при увеличении плотности бишофита до $1,28 \text{ г/см}^3$ в камне образуется $5\text{MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ больше от 2,5 до 1,68 раза, а $3\text{MgO} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ от 3,5 до 13 раз больше, чем в структуре, образованной цементом и бишофитом $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ (табл. 2).

4) в непрореагировавшем остатке примерно 13 % составляет форстерит, а остальное MgO . Но к 28 суткам твердения смеси цемента с бишофитом $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ определено, что оксид магния практически не остается и поэтому на лепешках отсутствуют волосяные трещины в отличие от образцов камня на цементе и бишофите с $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$, где наблюдались сквозные трещины;

5) в структуре камня, образованного цементом и бишофитом с $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ к 28 суточному твердению кристаллизуется примерно в 2 раза больше пентооксигидрохлорида и более чем в 10 раз больше триоксигидрохлорида, чем в структуре камня на цементе и бишофите с $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$, что отражается на разнице в показателях прочностных характеристик (табл. 3), хотя и не пропорционально;

6) водостойкость обеих структур камня оказалась меньше нормативных требований ($\leq 0,8$), поэтому для повышения K_p , в дальнейшем, необходимо в состав смеси цемента с раствором MgCl_2 $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ вводить специальные модификаторы.

На основании результатов проведенных экспериментов можно сделать главный вывод: разработанный состав на основе обожженного при $t = 970^\circ$ магнезита и раствора MgCl_2 с $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ может быть использован в качестве матрицы для изготовления композиционных материалов строительного назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ваганов, А. П. Ксилолит [Текст] / А. П. Ваганов. – Ленинград-Москва : Госстройиздат, 1959. – 141 с.
2. Войтович, В. А. Полы на основе магниезальных вяжущих веществ [Текст] / В. А. Войтович, П. В. Спирин // Строительные материалы. – 2003. – № 9. – С. 8–9.
3. Килессо, С. И. Декоративный бетон в архитектуре [Текст] / С. И. Килессо, под ред. А. А. Мамуровского ; Лаборатория отделочных работ. – М. : изд-во Акад. архитектуры СССР, 1941. – 80 с.
4. Крамар, Л. Я. Особенности твердения магниезального вещества [Текст] / Л. Я. Крамар, Т. Н. Черных, Б. Я. Трофимов // Цемент. – 2006. – Сентябрь–октябрь. – С. 58–61.
5. Крамар, Л. Я. О требованиях стандарта к магниезальному вяжущему строительного назначения [Текст] / Л. Я. Крамар // Строительные материалы. – 2006. – № 1. – С. 54–56.

6. Полтавцев, А. П. Строительные растворы [Текст] : Методические указания к научно-исследовательской работе студентов / А. П. Полтавцев, С. В. Василенко. – Днепропетровск : ПГАСИА, 2003. – 27 с.
7. Производство сборных железобетонных изделий [Текст] : Справочник / Под редакцией К. В. Михайлова и К. М. Королева. – М. : Стройиздат, 1989. – 447 с.
8. Шелягин, В. В. Магнезиальный цемент [Текст] / В. В. Шелягин. – М. : Госстройиздат, 1933. – 107 с.

Получено 15.11.2012

В. М. ДЕРЕВ'ЯНКО ^a, А. П. ПОЛТАВЦЕВ ^a, А. А. МАКСИМЕНКО ^a,
Н. В. КОНДРАТЬЄВА ^b

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАГНЕЗІАЛЬНОГО КАМЕНЮ

^a Придніпровська державна академія будівництва і архітектури, ² Український державний хіміко-технологічний університет

Встановлено, що в процесі формування структури магнезійного каменю залежно від концентрації у розчині MgO (4,0–5,4 г/л) і розчину MgCl₂ щільністю $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ в практично нейтральному середовищі формуються дві модифікації оксигідрохлоридів магнію, якщо концентрація розчину MgO складає 20 г/л, а щільність розчину MgCl₂ $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ (кисле середовище), то кристалізуються наступні кристалогідрати MgO·MgCl₂·13H₂O і 5MgO·MgCl₂·11H₂O. При такому складі новоутворень формується більш щільна і міцна структура магнезійного каменю. Вивчені фізико-технологічні характеристики сумішей із магнезійного цементу, затвореного бішофітом різної щільності. Рентгенофазовий аналіз і електронікроскопічні дослідження показали, що оксид магнію повністю перейшов в оксигідрохлориди магнію. У структурі каменю, утвореного магнезійним в'язучим і бішофітом с $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$, за 28 діб гідратації кристалізуються у 2 рази більше пентооксиду гідрохлориду і більш ніж 10 раз тріоксигідрохлориду, ніж у структурі каменю на цементі і бішофіті с $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$.

магнезійні в'язучі, суспензії MgO, розчини MgCl₂, формування структури магнезійного каменю, фізико-технологічні характеристики сумішей

VIKTOR DEREVIANKO ^a, ALEXANDER POLTAVTSEV ^a, ANDREI MAKSIMENKO ^a,
NATALIA KONDRATYEVA ^b

PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF MAGNESIA STONE

^a Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, ^b Ukrainian State University of Chemical Technology

It has been found out in the process of formation of the structure of magnesium stone, depending on the concentration in the solution MgO (4,0–5,4 g / l) and MgCl₂ solution density $\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$ almost neutral environment is the formation of two modifications oxyhydrochloride magnesium, but if the concentration of the solution MgO is 20 g / l, and the density of the solution MgCl₂ $\rho = 1,28 \text{ g/cm}^3$ (acidic), then the formation of the following crystalline MgO·MgCl₂·13H₂O is the 5MgO·MgCl₂·11H₂O. With this composition tumors formed more dense and solid structure of magnesia stone have been formed. The physical – technological characteristics of mixtures of magnesia cement, mixing bischofite different densities have been examined. X-ray phase analysis and electron-microscopic researches have shown that magnesium oxide was entirely in oxyhydrochloride magnesium. In the structure of the stone, formed by magnesia astringent and bischofite with $\rho = 1,28 \text{ g/cm}^3$ at 28 days of hydration. It has been crystallized pentooxyde of hydrochloride and more than 10 times trioxi hydrochloride than in the structure of stone and cement Bishofit with $\rho = 1,18 \text{ g/cm}^3$.

magnesia binder, suspensions MgO, solutions MgCl₂, structure formation of magnesia stone, physical technological characteristics of mixtures

Дерев'яно Віктор Миколайович – директор інституту ІЕБЖД Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, д. т. н., професор кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Полтавцев Олександр Петрович – к. т. н., доцент кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини.

Максименко Андрій Анатолійович – інженер, аспірант кафедри технології будівельних матеріалів, виробів і конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини.

Кондратьєва Наталія Вікторівна – к. т. н., доцент кафедри мінеральних в'язучих Українського державного хіміко-технологічного університету. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини.

Деревянко Виктор Николаевич – директор института ИЭБЖД Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, д.т.н., профессор кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья.

Полтавцев Александр Петрович – к. т. н., доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья.

Максименко Андрей Анатольевич – инженер, аспирант кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья.

Кондратьева Наталья Викторовна – к. т. н., доцент кафедры минеральных вяжущих Украинского государственного химико-технологического университета. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья.

Viktor Derevianko – Director of the institute AESVF, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, PhD., professor of the Department Technology Construction Materials, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipropetrovs'k, Ukraine. Scientific interests: development of effective technologies of processing of tekhnogenno raw material.

Alexander Poltavtsev – PhD in Technical Science, associate professor Technology Construction Materials Department, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, city of Dnipropetrovs'k, Ukraine. Scientific interests: development of effective technologies of processing of man-triggered raw material.

Andrei Maksimenko – engineer, post graduate student, Technology Construction Materials Department, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipropetrovs'k, Ukraine. Scientific interests: development of effective technologies of processing of tekhnogenno raw material.

Natalia Kondratyeva – PhD in Technical Science, Associate Professor, Mineral Binders Department, Ukrainian State University of Chemical Technology, Candidate of Technical Sciences, city of Dnipropetrovs'k, Ukraine. Scientific interests: development of effective technologies of processing of man-triggered raw material.