

бетон / А. Ушеров-Маршак, З. Гергичны, Я. Малолепши. – Х.: Колорит, 2004. – 159 с. **3.** Глуховский В.Д. Производство бетонов и конструкций основе шлакощелочных вяжущих / [В.Д. Глуховский, Кривенко П.В., Румына Г.В., Герасимчук В.Д.]. – К.: Будівельник, 1988. – 144 с. **4.** Сычев М.М. Твердение вяжущих веществ / М.М. Сычев. – Л.: Стройиздат, 1974 – 80 с. **5.** Глуховский В.Д. Щелочные и щелочно-щелочноземельные гидравлические вяжущие и бетоны / В.Д. Глуховский. – К.: Вища школа, 1979. – 232 с. **6.** Глуховский В.Д. Шлакощелочные цементы и бетоны / В.Д. Глуховский, В.А. Пахомов. – К.: Будівельник, 1978. – 184 с. **7.** Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с. **8.** Бутт Ю.М. Практикум по химической технологии вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1973. – 504 с.

Надійшла до редколегії 30.03.10

УДК 666.64

Л.П. ЩУКІНА, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП»,

В.В. ЦОВМА, аспірант, НТУ «ХП»,

Л.О. БЛОСТОЦЬКА, канд. техн. наук, старш. наук. співр., НТУ «ХП»,

Ю.Д. ТРУСОВА, старш. наук. співр., НТУ «ХП»;

В.П. НАБОКОВ, АТЗТ «Завод «Червоний Жовтень», м. Харків

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОСОРТНОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ ТЕПЛОЕФЕКТИВНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ КЕРАМІКИ

Наведені результати досліджень по встановленню впливу поверхнево-активних речовин на структурно-реологічні властивості керамічних мас на основі спісненої глинистої сировини, призначених для виробництва високопустотної будівельної кераміки. Показана перспективність використання поверхнево-активних добавок для покращення структурної міцності і формувальних властивостей спіснених керамічних мас.

Приведены результаты исследования по установлению влияния поверхностно-активных веществ на структурно-реологические свойства керамических масс на основе отощенного глинистого сырья, предназначенных для производства высокопустотной строительной керамики. Показана перспективность использования поверхностно-активных добавок для улучшения структурной прочности и формовочных свойств отощенных керамических масс.

Results of the study were presented about the superficially active substances influence on structure rheological ceramic bodies properties, obtained on the basis of clay raw materials intended for hollowed building ceramics production. In order to improve sensitivity and molding properties of lean ceramic bodies superficially active substances usage was shown to be prospective.

Постановка проблеми. На сучасному ринку будівельних матеріалів спостерігається стійкий попит на пористо-пустотілі керамічні камені, використання яких дозволяє запроваджувати нові енергозощаджуючі технології будівництва. Такі вироби використовуються у країнах Європи близько 30 років, з них будують легкі зовнішні стіни, які за рахунок своїх покращених теплозахисних властивостей не потребують додаткового утеплення.

У виробництві багатопустотної кераміки найбільш складним і відповідальним технологічним процесом, який визначає якість напівфабрикатів і готових виробів, є формування. Керамічні камені формують методом екструзії, що, при їх пустотності близько 50 %, незначній товщині стінки та крупному форматі, висуває певні вимоги до формувальних властивостей керамічних мас. У загальному випадку пластичні маси повинні мати гарну зв'язність та здатність формуватися без дефектів, що стає можливим при використанні якісної глинистої сировини. В той же час відомо, що у виробництві стінової кераміки існує проблема дефіциту якісної сировини. У зв'язку з цим вітчизняним підприємствам доводиться залучати у виробництво низькосортні маюпластичні суглинки і супіски, які за рахунок свого генезису мають несталий хіміко-мінеральний склад і властивості [1]. Така надто спіснена сировина, покриваючи майже суцільним шаром дочетвертинні породи України, є доступною для відкритої здобичі, але, як правило, характеризується незадовільними технологічними властивостями, що не дозволяє використовувати її у виробництві в чистому вигляді.

Аналіз опублікованих матеріалів. Основні шляхи покращення формувальних властивостей спіснених керамічних мас полягають у використанні пластифікуючих добавок мінерального, техногенного або хімічного походження [2 – 5]. До ефективних мінеральних пластифікаторів відносяться високопластичні глини чи бентоніти, але їх використання приводить до подорожчання продукції. Це, по-перше, пов'язано з високою вартістю цих привізних добавок, по-друге – з необхідністю їх попередньої сушки та окремого подрібнення для подальшого ефективного перемішування із спісненою глиною. Для регулювання реологічних властивостей формувальних мас використовують електроліти (більшою частиною лужні розчинні солі) та різні поверхнево-активні добавки (зазвичай у вигляді відходів хімічної та харчової промисловості). Перші добавки підвищують рухливість маси при її постійній вологості, другі – дозволяють формувати керамічні маси при тій же самій в'язкості, але меншій вологості. При цьому основна увага у виконаних дослі-

дженнях приділяється саме поверхнево-активним речовинам (далі ПАР) як таким, що мають водоредуційний ефект. Лише окремі автори вказують на можливість використання ПАР як добавок для покращення зв'язності спіснених керамічних мас та підвищення їх структурної міцності.

Постановка задачі дослідження. Пластичні формувальні маси представляють собою коагуляційні структури, в яких взаємодія між твердими частками практично повністю здійснюється через прошарки рідини за рахунок ван-дер-ваальсових та електростатичних сил. Наявність в коагуляційних структурах рухливих зв'язків між частками, які діють через гідратні прошарки, обумовлює їх пластичність і здатність формуватися із збереженням наданої форми. Спіснені керамічні маси, які містять значну кількість домішок з низькими гідрофільними властивостями, мають відповідно низьку долю гідратних оболонок, а, отже, і низьку зв'язність коагуляційної структури.

Розвиток гідратних оболонок на поверхні мінеральних часток маси може бути забезпечений при змочуванні часток гідрофільними ПАР.

У зв'язку з цим задачею даної роботи було дослідження структурної міцності та реологічних властивостей спісненої керамічної маси, призначеної для виробництва високопустотної стінової кераміки, та їх коригування шляхом хімічного модифікування маси поверхнево-активними добавками.

Основна частина. Дослідження проводилися на керамічній масі, основу якої складали легкі пилуваті суглинки Полтавської області. Маса характеризувалася помірною пластичністю, високою чутливістю до сушки і за ступенем спікання відносилася до неспікливої композиції. За хіміко-мінеральним складом маса представляла собою кислу полімінеральну суміш, глиниста частина якої представлена гідрослюдою, монтморилонітом і бейделітом. Особливістю мінерального складу маси являється наявність в ній вільного кварцу (50 – 60 %), а також карбонатів і польових шпатів (разом 10 – 15 %).

Як поверхнево-активні речовини використовували порошкоподібний технічний лігносульфонат натрію і для порівняння – рідку ПАР, яка пропонується сьогодні на ринку будівельної хімії як пластифікуюча добавка у керамічні маси. Лігносульфонат натрію (далі ЛСТ) представляє собою водорозчинну сульфопохідну лігніну, що утворюється при делігніфікації деревини сульфатним способом. Рідка ПАР (далі РП) – складний розчин 25 %-ної концентрації, основу якого становлять органічні речовини, як домішки в ньому присутні водорозчинні неорганічні солі. Обидві добавки вводили у шихту в розчиненому вигляді разом із водою зачинення, виходячи з того, що

їх кількість в шихті на суху речовину мала становити 0,5 % і 1 % понад 100 % шихти.

Для вивчення впливу ПАР на структурно-реологічні властивості керамічних мас та їх деформаційну поведінку при навантаженні проведено повний структурно-механічний аналіз, який дозволив визначити показники міцності та деформаційні характеристики хімічно модифікованих мас.

Зв'язність коагуляційної структури дослідних мас, зволжених і витриманих протягом 2-х годин, оцінювалася за показником пластичної міцності, який представляє собою граничне значення напруження здвигу, при якому відбувається повне руйнування їх структури. Динаміка змінювання пластичної міцності мас, визначеної за методом П.А. Ребіндера, в залежності від виду та кількості використаної ПАР наведена в табл. 1. Важливо зауважити, що значення пластичної міцності наведені для оптимальної формувальної вологості, які визначалися також за допомогою означеного методу. З табл. 1 видно, що використання ПАР дозволяє знизити оптимальну формувальну вологість маси, при цьому більш виражений водоредуційний ефект має рідка поверхнево-активна добавка. Так, при однакових кількостях ПАР (0,5 %) добавка РП дозволяє формувати масу з вологістю 18,3 %, а ЛСТ – з вологістю 19 %.

Таблиця 1

Характеристика коагуляційної та конденсаційної структури керамічних мас

Маса	Кількість ПАР понад 100 % сухої шихти, %		Оптимальна формувальна вологість маси (відносна), %	Пластична міцність маси P_m , МПа	Механічна міцність висушеної маси на вигин, МПа
	ЛСТ	РП			
0	–	–	19,6	0,03	8,6
1	0,5	–	19,0	0,07	15,6
2	1,0	–	19,0	0,08	16,7
3	–	0,5	18,3	0,05	12,8
4	–	1,0	18,0	0,07	14,1

Розглядаючи вплив ПАР на зв'язність коагуляційної структури мас, можна відмітити, що, судячи по показниках їх пластичної міцності, більш ефективною виявляється добавка ЛСТ, яка у 2 – 2,5 рази збільшує пластичну міцність вихідної маси. Рідка добавка, хоча і підвищує пластичну міцність мас, але не так ефективно. Це може пояснюватись наявністю в ній неорганічних солей, що діють як електроліти, які зазвичай сприяють зменшенню напруження здвигу. В цілому слід зазначити, що показники пластичної міцності вихідної маси і маси № 3 знаходяться в межах значень, характерних для льосів із слабозв'язаною структурою, а пластична міцність усіх інших мас дозо-

ляє віднести їх до структур із більшою зв'язністю (типу суглинків).

Вплив ПАР на зв'язність керамічних мас, хоча і непрямо, але можна простежити і по такому їх показнику, як механічна міцність маси у сухому стані (табл. 1). Вихідна маса відповідно до ДСТУ Б В.2.7-60-97 характеризується середньою механічною міцністю, а добавки ПАР переводять її до категорії конденсаційних структур з високою механічною міцністю.

Для мас № 2 і № 4, які мали найбільші показники пластичної міцності, далі визначалися їх структурно-механічні константи та деформаційні характеристики, що наведені у табл. 2. Згідно з даними цієї таблиці додавання у масу будь-якої ПАР приводить до збільшення структурної міцності мас, про що свідчить зростання пружньо-пластично-в'язких констант (в середньому у 1,5 – 2 рази). В той же час маса № 4 (містить 1 % РП) має менші значення означених констант у порівнянні з масою № 2, що характеризує її як менш міцну і може пояснюватись або електролітичною дією неорганічних солей рідкої добавки, або гідрофобним характером її органічної складової і відповідно недостатнім розвитком гідратних оболонок мінеральних часток маси.

Таблиця 2

Структурно-механічні характеристики керамічних мас

Показники	Маса «О»	Маса № 2	Маса № 4
Пружньо-пластично-в'язкі константи			
Модуль пружності $E_1 \cdot 10^{-6}$, дин/см ²	0,63	1,2	0,85
Модуль еластичності $E_2 \cdot 10^{-6}$, дин/см ²	3,8	7,3	6,7
Умовна статична межа текучості $Pk_1 \cdot 10^{-4}$, дин/см ²	5,8	9,2	10,5
Найбільша пластична в'язкість $\eta_1 \cdot 10^{-8}$, Пз	45,2	67,5	55
Деформаційні показники, %			
Пружня деформація ε_0	67,3	38,5	22,7
Еластична деформація ε_2	21,4	33,2	35,8
Пластична деформація $\varepsilon_{1\tau}$	11,3	28,3	41,5
Структурно-механічні критерії			
Еластичність λ	0,14	0,14	0,11
Пластичність $Pk_1/\eta_1 \cdot 10^6$, сек ⁻¹	13	14	19,1
Період дійсної релаксації θ , сек	8370	6553	7333

Деформаційні показники дослідних мас свідчать про деяке покращення їх формувальних властивостей при додаванні ПАР. Так, за співвідношенням пружньої, еластичної та пластичної деформацій вихідна маса схильна до хрупкого руйнування (нульовий структурно-механічний тип). Маси № 2 і

№ 4, які відносяться відповідно до 4-го і 5-го структурно-механічних типів, мають легше деформуватися за рахунок значного зменшення долі пружної деформації і збільшення еластичної деформації. Порівнюючи усі три маси, можна зазначити, що найкращі формувальні властивості буде мати маса № 2 як така, що характеризується відносно невисокою долею пружних деформацій і більшою долею еластичної деформації у порівнянні з пластичною.

В той же час за показниками структурно-механічних критеріїв жодна маса не відповідає їх оптимальним значенням, характерним для систем з гарними формувальними властивостями [6]. Дослідні маси мають значно меншу, ніж необхідно, еластичність і, навпаки, значно більшу пластичність і період дійсної релаксації. Це свідчить про необхідність використання додаткових коригуючих шихтних добавок для доведення означених властивостей мас до їх оптимальних значень.

Проаналізувавши вплив ПАР на випалювальні властивості хімічно модифікованих мас можна відмітити, що обидві добавки приблизно в однаковому ступені сприяють спіканню мас. Водопоглинання продуктів їх випалу при 1000 °С знаходиться в межах 11,5 – 12,8 % при вихідному значенні 14,2 % для маси «О», межа міцності при стиску становить в середньому 29 МПа при вихідному значенні 21 МПа. В той же час добавка рідкої ПАР привела до висолоутворення на зразках, при використанні ЛСТ такий дефект був відсутній.

Висновки.

Структурно-реологічний аналіз вихідної керамічної маси і хімічно модифікованих мас показав, що при використанні ПАР пластична міцність мас збільшується у 1,5 – 2,5 рази при одночасному зростанні пружно-пластично-в'язких констант мас, що в цілому свідчить про зміцнення їх коагуляційної структури.

Аналіз деформаційних показників мас показав збільшення долі пластичної та еластичної деформацій в загальному деформаційному процесі за рахунок пружної деформації, що доводить позитивний вплив ПАР і на формувальні властивості мас.

Показники структурно-механічних критеріїв мас вказують на необхідність їх додаткової пластифікації високопластичною глиною, кількість якої в масі може бути зменшена за умови її використання разом із ПАР.

В цілому проведені дослідження показали доцільність використання ПАР як добавок для покращення структурної міцності та формувальних вла-

стивостей керамічних мас, які отримують на основі спісненої низькосортної глинистої сировини.

Список літератури: 1. *Гурський Д.С.* Металічні і неметалічні корисні копалини України: у 2 т. / [Д.С. Гурський, К.Ю. Єсипчук, В.І. Калінін та ін.]. – К.: Львів: Вид-во «Центр Європи», 2006. – Том 2: Неметалічні корисні копалини. – 552 с. 2. *Книгина Г.И.* Улучшение технологических свойств суглинков / Г.И. Книгина. – Новосибирск: Западно-Сибирское книжн. изд-во, 1966. – 75 с. 3. *Кондратенко В.А.* Проблемы кирпичного производства и способы их решения / В.А. Кондратенко, В.Н. Пешков, Д.В. Следнев // Строительные материалы. – 2002.– № 3. – С. 43. 4. *Питак О.Я.* Применение поверхностно-активных веществ для снижения влажности массы при формовании изделий методом полужесткой экструзии / О.Я.Питак // Вопросы химии и химической технологии. – 2005. – № 6. – С. 96 – 98. 5. *Сергиенко А.П.* Опыт применения полифункционального модификатора ПФМ-ЛНК при производстве керамических изделий / А.П. Сергиенко // Строительные материалы и изделия. – 2007. – № 1. – С. 13 – 14. 6. *Ничипоренко С.П.* Физико-химическая механика дисперсных структур в технологии строительной керамики / С.П. Ничипоренко. – К.: Наукова думка, 1968. – 75 с.

Надійшла до редколегії 30.03.10

УДК 661.968; 536.782

О.В. КОШЕЛЬНИК, канд. техн. наук, старш. наук. співр.,
ІПМаш НАН України, м. Харків

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕРМОСОРБЦІЙНИХ КОМПРЕСОРІВ З СИСТЕМОЮ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТЕПЛОТИ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ

Для підвищення ефективності роботи термосорбційних компресорних установок пропонується застосування регенеративних теплообмінників з фазовим переходом, що забезпечить підвищення ККД компресорів за рахунок використання теплоти перехідних процесів.

Для повышения эффективности работы термосорбционных компрессорных установок предлагается применение регенеративных теплообменников с фазовым переходом, который обеспечит повышение КПД компрессоров за счет использования теплоты переходных процессов.

Regenerative phase transition heat exchangers are proposed to increase effectiveness of thermosorptional compressor plants. It will increase efficiency of compressors due to heat of transient processes.