

Пітак Ольга Ярославівна

УДК 666.295

**ЛИЦЬОВА БУДІВЕЛЬНА КЕРАМІКА, ВИГОТОВЛЕНА МЕТОДОМ НАПВЖОРСТКОЇ
ЕКСТРУЗІЇ**

05.17.11 – Технологія тугоплавких неметалічних матеріалів

Автореферат

на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ, 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей
Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”
Міністерства освіти і науки України, м. Харків

Науковий керівник:	доктор технічних наук, професор Рищенко Михайло Іванович , Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, завідувач кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, м. Харків
Офіційні опоненти:	доктор технічних наук, професор Голеус Віктор Іванович Український державний хіміко-технологічний університет, завідувач кафедри хімічної технології кераміки і скла, м. Дніпропетровськ кандидат технічних наук Литовченко Сергій Володимирович Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України, доцент кафедри матеріалів реакторобудування, м. Харків
Провідна установа:	Національний університет “Львівська політехніка” Міністерства освіти і науки України, кафедра хімічної технології силікатів, м. Львів

Захист відбудеться “18” січня 2007 р. о 13.30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради
Д.08.078.02 в Українському державному хіміко-технологічному університеті за адресою: 49005, м.
Дніпропетровськ, пр.Гагаріна, 8.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Українського державного хіміко-
технологічного університету, 49005, м. Дніпропетровськ, пр.Гагаріна, 8.

Автореферат розісланий “14” грудня 2006 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Мельников Б.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Темпи росту сучасного виробництва будівельної кераміки та ринкова економіка в цій галузі висувають необхідність дослідження та створення як нових, так і удосконалення існуючих технологій лицьових виробів. Наукові та економічні прогнози на найближчі роки показують, що альтернатива лицьовим будівельним матеріалам відсутня. Практичний досвід свідчить, що на теперішній час будівельна кераміка виготовляється методом пластичного формування, для чого використовуються маси з формувальною вологістю 21 – 23 %, що потребує значних енерговитрат на сушку та випал.

Ефективним рішенням енерго- та ресурсозбереження при формуванні кераміки є метод напівжорсткої екструзії, що дає умови для підвищення міцності напівфабрикату та готової продукції при зниженні формувальної вологості маси з 23 % до 18 – 19 %, що суттєво зменшить енерговитрати на сушку виробів. Однак, для впровадження методу напівжорсткої екструзії при виготовленні лицьової будівельної кераміки потрібні детальні дослідження структурно-механічних та деформаційних характеристик пластичної маси, що дало б змогу видати науково-обґрунтовані рекомендації щодо робочих властивостей маси, перш за все вологості, що передбачає також використання поверхнево-активних речовин різноманітного характеру. У зв'язку з необхідністю вирішення проблеми ресурсо- та енергозбереження в технології будівельної кераміки розробка наукових основ формування виробів методом напівжорсткої екструзії з використанням поверхнево-активних речовин є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась згідно з планом науково-дослідницької діяльності кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” за пріоритетним напрямком №7 “Нові речовини і матеріали”, затвердженим Міністерством освіти і науки України 05.11.2002р., наказ № 633, а також в межах господарсько-договірної теми “Оптимизация составов керамических масс для производства лицевого кирпича в условиях Харьковского филиала ЗАО “СБК”, затвердженої наказом по НТУ “ХПІ” № 636-II від 26.03.2004, в яких здобувач була виконавцем.

Мета і задачі досліджень. Метою дисертаційної роботи є розробка наукових основ технології лицьових будівельних керамічних матеріалів, виготовлених методом напівжорсткої екструзії, з підвищеними експлуатаційними властивостями.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- за рахунок побудови діаграм плавлення сировинних компонентів, проведення розрахунків визначення кількості розплаву та його накопичення науково обґрунтувати вибір складів керамічних мас будівельної кераміки;
- встановити вплив поверхнево-активних речовин на структурно-механічні характерис-

тики пластичних керамічних мас;

- дослідити фізико-механічні властивості та структуру випалених керамічних матеріалів, виготовлених методом напівжорсткої екструзії;
- провести термодинамічний аналіз трикомпонентних взаємних систем, що вміщують катіони Ca^{2+} , Ba^{2+} та аніони SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , F^- , OH^- ;
- оптимізувати склади та дослідити властивості керамічних виробів з розширеною кольоровою гамою;
- реалізувати результати досліджень з отримання лицьової будівельної кераміки в умовах виробництва та обґрунтувати їх техніко-економічну ефективність;
- результати досліджень впровадити в навчальному процесі.

Об'єкт дослідження – фізико-хімічні закономірності процесу пластичного формування будівельних керамічних матеріалів при використанні метода напівжорсткої екструзії.

Предмет дослідження – технологічні параметри виготовлення лицьових будівельних керамічних матеріалів, виготовлених методом напівжорсткої екструзії.

Методи дослідження: рентгенофазовий, диференційно-термічний, петрографічний і хімічний аналізи; визначення структурно-механічних характеристик з використанням методик Толстого та Ребіндера; термодинамічні розрахунки; повний факторний експеримент для оптимізації складів мас, розрахунки енергії руйнування випалених матеріалів, розрахунок температури початку утворення розплаву та кількість його накопичення в процесі термічної обробки, визначення фізико-хімічних властивостей, морозостійкості та міцності будівельної кераміки з використанням стандартних методик.

Наукова новизна одержаних результатів виконаної роботи полягає в тому, що пошукачем:

- на основі досліджених структурно-механічних характеристик встановлено тип пластичних мас, визначено основні пружньо-в'язко-пластичні властивості (формувальна вологість – 18 %, пластична міцність – 0,09 МПа; еластичність – 0,4 МПа; період релаксації – $8,7 \cdot 10^{-10}$ с; пластичність – $1,4 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$ та інші), що стало підставою для наукового обґрунтування використання метода напівжорсткої екструзії;
- встановлено, що використання поверхнево-активних речовин (амірол, фосфатидний концентрат, нафтовідхід) дозволяє знизити формувальну вологість керамічних мас з 23 % (без ПАР) до 18 – 19 %, зменшити опір маси зсуву, силу внутрішнього тертя та зчеплення, що передбачає економічну доцільність формування виробів методом напівжорсткої екструзії;
- доказано ефективність використання комбінованих інтенсифікаторів спікання при структуроутворенні будівельної кераміки. На основі розрахунків кількості та температури початку утворення розплаву, його набуття в процесі нагріву встановлено оптимальні співвідно-

шення оксидів ($K_2O : Na_2O = 1 : 5$), ($Fe_2O_3 : Na_2O = 1 : 5$), які забезпечують необхідну кількість розплаву та як наслідок задані експлуатаційні характеристики матеріалу;

- з використанням термодинамічного методу аналізу встановлено співіснування таких пар фаз: $CaCO_3 - BaSO_4$, $CaSO_4 - BaCl_2$, $BaSO_4 - Ca(OH)_2$, $CaF_2 - BaSO_4$, на їх основі побудовано трикомпонентні системи: $Ca, Ba // SO_4, OH$; $Ca, Ba // SO_4, CO_3$; $Ca, Ba // SO_4, Cl$; $Ca, Ba // SO_4, F$ та їх поверхні ліквідусу;

- вперше визначено оптимальну концентрацію добавки у вигляді суспензії з карбонату барію в комплексі з нафтовідходом, при цьому позитивна дія нафтовідходу полягає в створенні відновлювального середовища та прискорення розкладу сульфату кальцію, що інтенсифікує протікання реакції між $CaSO_4$ та $BaCO_3$ та сприяє знешкодженню висолів на поверхні лицьової будівельної кераміки;

- на підставі експериментальних досліджень енергії руйнування випаленої будівельної кераміки та втрати її міцності в процесі циклювання (заморожування, відтаювання) встановлено оптимальні склади керамічних мас із прогнозуємими експлуатаційними характеристиками.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі розроблених наукових положень та отриманих експериментальних даних запропоновано склади та технологічні параметри виготовлення лицьової будівельної кераміки з оптимальних мас, що містять комплексну поверхнево-активну добавку техногенного походження, з застосуванням методу напівжорсткої екструзії (формувальна вологість 18 – 19 %), що сприяє створенню енерго- та ресурсозберігаючої технології.

Економічна ефективність від впровадження рекомендованих складів мас на ХФ ЗАТ “Слобожанська будівельна кераміка” (м. Харків) для виготовлення лицьової будівельної кераміки отримана за рахунок зниження витрат енергії при сушці, підвищення міцності на стиск (марочності) випускаємих виробів складає 1200 грн. на кожні 10 тис. одиниць продукції, що свідчать про економічну доцільність і перспективність використання методу напівжорсткої екструзії при пластичному формуванні. Рекомендовано оптимальні склади керамічних мас для виготовлення лицьових будівельних матеріалів різного кольору з використанням техногенної сировини.

Результати досліджень впроваджено в навчальному процесі у НТУ “ХП” у рамках курсів: “Хімічна технологія тонкої кераміки”, “Основи технології тугоплавких неметалічних та силікатних матеріалів”, “Ресурсо- та енергозбереження в технології тугоплавких неметалевих матеріалів”, при виконанні дипломних робіт, тощо.

Особистий внесок здобувача. Всі наукові результати, викладені в дисертації та винесені на захист, отримано особисто здобувачем. Серед них: постановка задачі досліджень та забезпечення її реалізації; участь у плануванні та проведенні теоретичних та експериментальних

досліджень; аналіз та інтерпретація отриманих результатів; узагальнення отриманої інформації та формулювання висновків, участь у вдосконаленні методик лабораторних досліджень і розробці технологічних рекомендацій, проведенні промислових випробувань та впровадженні оптимальних складів лицьових керамічних будівельних матеріалів в промисловість.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на: Міжнародній конференції “Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов, изделий и конструкций”, Ч.1 “Энерго- и ресурсосбережение и экологические аспекты в силикатной технологии” (м. Белгород, Росія, 2001-2002 рр.); 3-5 Всеукраїнських конференціях студентів та аспірантів “Сучасні проблеми хімії” (м. Київ, 2002-2004 рр.), Міжнародній науково-технічній конференції “Теорія та практика процесів подрібнення, розподілу, змішування та ущільнення матеріалів” (м. Одеса, 2003 р.), Міжнародних науково-технічних конференціях “Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности” (м. Харків, 2003- 2004, 2006 рр.), Міжнародній науково-технічній конференції “Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье” (м. Харків, 2004), Других наукових читаннях ім. Академіка НАН України А.С.Бережного (м. Харків, 2004 р.), Науково-методичній конференції “Проблеми і перспективи одержання конкурентноздатної продукції в гірничо-металургійному комплексі України” (м. Дніпропетровськ, 2005р.), на науково-методологічному семінарі кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут” (м. Харків, 2006 р.), на науковому семінарі кафедри хімічної технології кераміки та скла Українського державного хіміко-технологічного університету (м. Дніпропетровськ, 2006 р.).

Публікації. Основні положення і наукові результати дисертаційної роботи опубліковано в 17 наукових працях, серед них: 6 статей у фахових виданнях ВАК України, 1 деклараційний патент України на винахід та 10 тезах та матеріалах конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків, додатків, списку літератури, який налічує 162 джерела. Повний обсяг дисертації складає 160 сторінок машинописного тексту, містить 42 рисунки, 21 таблицю.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність дисертаційної роботи, сформульована її мета, визначений напрям роботи та коло наукових завдань. Перераховані основні положення, одержані автором, що мають наукову новизну та практичну цінність.

В першому розділі на основі проведеного аналізу науково-технічної літератури показано, що безперервне зростання будівництва за останні роки в Україні та світі вимагає використання лицьових керамічних матеріалів з високими експлуатаційними властивостями, які дають

перевагу над звичайними рядовими виробами.

Розглянуто дані вітчизняних та закордонних авторів про сучасні розробки в області будови трикомпонентних систем: $Na_2O - Al_2O_3 - SiO_2$, $K_2O - Al_2O_3 - SiO_2$, $Fe_2O_3 - Al_2O_3 - SiO_2$ як основних для виготовлення кераміки.

Узагальнення літературних даних з отримання керамічних будівельних матеріалів дозволило встановити, що будівельна кераміка традиційно утворюється за допомогою способів напівсухого пресування та пластичного формування. Викладено і проаналізовано різницю існуючих методів залежно від формувальної вологості та пластичної міцності мас та надано їх порівняльну характеристику. Відрізняють жорстке ($W = 16 - 18 \%$), напівжорстке ($W = 18 - 20 \%$) та класичне ($W = 20 - 25 \%$) екструдкування. Аналіз сучасного виробництва кераміки показав, що метод напівжорсткої екструзії вивчено недостатньо, що викликає необхідність детального розгляду та створення наукової бази отримання лицьових керамічних будівельних матеріалів з його використанням.

Важливим фактором підвищення якості керамічних виробів є подальший розвиток проблеми спрямованого регулювання їх властивостей. Технологічний процес виробництва керамічних матеріалів різного призначення є по суті процесом формування та послідовної зміни їх структури.

Аналіз наукової та патентної літератури з питання удосконалення виробництва керамічних будівельних матеріалів показав, що використання поверхнево-активних речовин дозволяє покращити технологічні властивості керамічної маси та підвищити марочність готових виробів. Аналіз даних у напрямку одержання будівельної кераміки з заданими характеристиками на основі взаємозв'язку склад-структура-властивості дозволяє вважати доцільним використання комплексних додатків багатофункціональної дії.

Показано, що розробка нових складів будівельної кераміки з високими експлуатаційними властивостями є важливим та актуальним питанням. В останній час науковими та виробничими співробітниками розглянуто необхідність розширення асортименту керамічних будівельних матеріалів за кольоровою гамою.

У заключній частині огляду літератури сформульовано мету дисертаційної роботи, визначені завдання, які необхідно вирішити в ході її виконання.

У **другому розділі** наведено характеристики вихідних матеріалів, що застосовувались у роботі, а також основні методи фізико-механічних випробувань та фізико-хімічного, петрографічного, рентгенофазового аналізу та інше.

При проведенні експериментів використано: легкотопку каолініто-монтморилонітову глину (Залютинське родовище), вогнетривку тугоплавку глину Дружковського родовища ("Технік 1, 2"), Нікифорівську глину, вогнетривку Кіровоградську глину КО-3, шлак Зміївської

ТЕЦ, аргіліт Краматорський (сланець), гранітні відсів, тощо. Хімічний склад сировини наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад сировинних матеріалів

Найменування сировинних матеріалів	Вміст оксидів, мас.%										
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	В.п.п
Глина Залютинська	81,25	0,69	6,04	3,85	0,67	0,67	0,66	0,56	1,57	0,19	3,85
Глина Нікифорівська	56,28	23,25		9,38	-	0,97	0,98	2,88	-	6,26	
Глина Кіровоградська	52,72	1,6	32,01	1,15	0,04	0,34	0,27	0,14	0,16	0,09	11,49
Глина "Технік-1"	56,0	1,35	30,0	0,9	-	0,6	0,5	0,55	2,1	-	8,0
Глина "Технік-2"	59,0	0,82	26,47	1,96	-	0,6	0,5	0,55	2,1	-	8,0
Аргіліт (сланець)	59,7	17,9		7,22	0,11	4,69		4,1	0,16	6,12	
Шлак Змієвський	62,13	0,92	18,48	9,12	0,11	2,46	2,53	1,03	2,96	0,06	0,2
Гранітний відсів	71,0	-	15,5	4,0	-	1,6	3,4	2,3	-	2,2	

Фізичні властивості сировини, такі як пластичність, чутливість до сушки, повітряна усадка та інше визначались з використанням стандартних методик.

З використанням рентгенофазових досліджень, проведених на дифрактометрі ДРОН-3, було визначено мінералогічний склад сировинних компонентів, що впливає на технологічні параметри та експлуатаційні властивості виробів. Результати РФА (рис.1) Харківської глини Залютинського родовища та аргіліту показали, що в якості мінералів вони містять: кварц, гідрослюда, монтморилоніт, каолініт, плагіоклаз, мікроклін.

а)

б)

Рис. 1 – Криві РФА Харківської глини Залютинського родовища (а) та аргіліту (б):

(Δ – SiO₂ кварц, \square – гідрослюда, \square – монтморилоніт, \diamond – каолініт, * – плагіоклаз, мікроклін).

Для підвищення ефективності пластичного формування та забезпечення заданих властивостей та якості при виробництві високоміцної лицьової будівельної кераміки методом напівжорсткої екструзії використано різні поверхнево-активні речовини: амірол, фосфатидний концентрат, нафтовідхід, карбонат барію у виді чистих оксидів або у виді відходів.

У третьому розділі роботи представлено результати досліджень трикомпонентних взаємних систем. Аналіз літератури та практики показав, що найбільш знижується якість за

рахунок висолів, що утворюються, наприклад, сульфатом кальцію. Визначено вибір сполук барію, що використовуються для знешкодження солей, які знаходяться в сировинних компонентах. Проведено термодинамічний аналіз реакцій з участю солей барію та сульфату кальцію, для яких визначено змінювання вільної енергії Гіббса (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахунок змінювання вільної енергії Гіббса

Реакція	ΔG_T , Дж/моль	ΔG_{298} , Дж/моль	ΔG_{1300K} Дж/моль
1) $\text{BaCO}_3 + \text{CaSO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{CaCO}_3$	$\Delta G_T = -32500 + 506,99 \cdot T - 2144000/T + 0,061593 \cdot T^2 - 82 \cdot T \cdot \ln T$	-30515	- 73229
2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CaSO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	$\Delta G_T = -65024,61 + 490,23 \cdot T - 1766085/T + 0,0726965 \cdot T^2 - 80,4061 \cdot T \cdot \ln T$	-65653	- 64664
3) $\text{BaCl}_2 + \text{CaSO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{CaCl}_2$	$\Delta G_T^0 = -171970,17 + 511,18 \cdot T - 1766085/T + 0,033939 \cdot T^2 - 79,9871 \cdot T \cdot \ln T$	+23079	+8334
4) $\text{BaF}_2 + \text{CaSO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{CaF}_2$	$\Delta G_T^0 = -64203,37 + 434,503 \cdot T - 1864550/T + 0,0555594 \cdot T^2 - 72,6546 \cdot T \cdot \ln T$	-59410	- 84114

Результати розрахунків зміни вільної енергії Гіббса показали, що вірогідним є протікання реакцій сульфату кальцію з карбонатом, гідроксидом та фторидом барію, а хлорид барію не реагує з сульфатом кальцію.

З метою виявлення оптимальної хімічної добавки для зменшення висолів у вигляді CaSO_4 , встановлено співіснування слідуєчих пар фаз: $\text{CaCO}_3 - \text{BaSO}_4$, $\text{BaCl}_2 - \text{CaSO}_4$, $\text{BaSO}_4 - \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{CaF}_2 - \text{BaSO}_4$, на їх основі побудовано потрійні взаємні системи: $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{OH}$; $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{CO}_3$; $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{Cl}$; $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{F}$ (рис. 2.) та їх поверхні ліквідуса.

Проведено оцінку мінімальної температури появи розплаву в трикомпонентних перетинах потрійних взаємних систем: $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{Cl}$; $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{F}$ (рис. 2. (в, г)). Встановлено, що в системі $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{Cl}$ сульфат кальцію не реагує з хлоридом барію. CaSO_4 має значну (близько 80%) область первинної кристалізації, що свідчить про його високу стабільність в цій системі. В системі $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{F}$ сульфат кальцію реагує з фторидом барію, присутній тільки в одному елементарному трикутнику, область його первинної кристалізації значно менше (< 20 %) (рис. 2(г)). Однак висока температура евтектик в потрійних ($\text{CaF}_2 - \text{BaF}_2 - \text{BaSO}_4$, $\text{CaF}_2 - \text{BaSO}_4 - \text{CaSO}_4$) та двокомпонентному ($\text{CaF}_2 - \text{BaSO}_4$) перетинах не буде сприяти спіканню лицьової кераміки з температурою випалу 1220 – 1270 К. В системах $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{CO}_3$ та $\text{Ca, Ba} // \text{SO}_4, \text{OH}$ сульфат кальцію реагує з карбонатом та гідроксидом барію, що недоступний в природі. Таким чином для нейтралізації сульфату кальцію в маси для виготовлення лицьової кераміки пропонується вводити карбонат барію.

Рис. 2. Будова потрійних взаємних систем:
а) Ca, Ba// SO₄,CO₃; б) Ca, Ba// SO₄,OH; в) Ca, Ba// SO₄,Cl; г) Ca, Ba// SO₄, F.

Для наукового обґрунтування підбору складів мас нами розрахунковим методом визначено кількість розплаву, температуру повного плавлення та вогнетривкість сировинних компонентів (табл. 3). В системі Al₂O₃ – Fe₂O₃ – SiO₂, в області, яка в більшій мірі відповідає спів-відношенню оксидів в масах, мінімальна температура (евтектика) – 1380 °С.

Таблиця 3

Характеристика сировинних компонентів

Сировинний компонент	К-ть розплаву при 1380 °Ñ, %	Температура повного плавлення, °С	Вогнетривкість, °С
Харківська глина	8	1595	1270
Нікифорівська глина	24	1645	1580
Кіровоградська глина КО-3	3,3	1737	1650
Глина “Технік-1”	1,5	1745	1630
Глина “Технік-2”	5,3	1730	1590
Аргіліт (сланець)	18,8	1630	-
Шлак Зміївський	25,75	1600	1280
Гранітний відсів Каранський	12,0	1620	-

З табл. 3. видно, що найбільший вклад в утворення евтектики при 1380 °Ñ може принести: шлак, Нікифорівська глина, аргіліт, гранітний відсів та Харківська глина.

Вищезазначене було підтверджено побудовою діаграм плавлення Харківської глини та аргіліту як основних глинистих компонентів для розробки експериментальних мас (рис.3.)

Рис.3.а. Діаграма плавлення Харківської глини.

Рис.3.б. Діаграма плавлення аргіліта (сланцю).

Як видно з діаграми плавлення Харківської глини (рис.3.а) до температури 1380 °С співіснують 3 кристалічні фази: SiO_2 , Al_2SiO_5 , Fe_2O_3 у співвідношенні 87 %, 9 % та 4 % відповідно. Розплав у кількості 8 % з'являється тільки при температурі 1380 °С.

Враховуючи, що температура випалу не перевищує 1000 °С, нами додатково проведені дослідження в системах $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$, $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ з метою визначення кількості утворюваного розплаву в інтервалі температур 900 – 1000 °С при співвідношеннях оксидів CaO , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , близьких до хімічного складу мас (рис. 4). Як видно з рис. 4, найбільший практичний інтерес представляє оптимальне співвідношення компонентів $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}$ (1 : 5) в системі $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ (рис. 4.2.), яке забезпечено хімічним складом сировинних компонентів та утворює розплав в межах 10 – 15 % при температурі 900 – 1000 °С. При цій же температурі в системі $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ при співвідношенні компонентів $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO}$ (1 : 5) утворюється недостатня кількість розплаву (до 5 %), в системі $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ при співвідношенні компонентів $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$ (1 : 5) при температурі 900 °С утворюється до 25 % розплаву, що може призвести до значної деформації виробів при їх випалі.

У четвертому розділі наведено результати дослідження структурно-механічних характеристик експериментальних пластичних мас, склад яких представлено в табл. 4.

Таблиця 4

Склади експериментальних мас

Шифр мас	Вміст компонентів					
	Залютинська глина	Никифорівська глина	Аргіліт	Змієвський шлак	Амірол	Відходи нафти
СБК	50	35		15	-	-
А	50	35	-	15	0,6	-
В	50	35	-	15	1	-
С	50	35	-	15	-	1
Д	50	35	-	15	-	3

E	50	-	35	15	0,6	-
F	50	-	35	15	1	-
G	50	-	35	15	-	1
H	50	-	35	15	-	3

Дослідженнями встановлено, що для експериментальних мас значення модуля пружності коливається в межах 0,6 – 3,9 МПа, модуль еластичності знаходиться в межах 0,5 – 2,6 МПа, пластична в'язкість в межах $4,8 \cdot 10^8$ – $43 \cdot 10^8$ Па·с, статична межа текучості 0,8 – 3,5 МПа.

На рис. 5. наведено характер розвитку деформацій в дослідних масах.

Як видно з рис. 5, маси В, D, F, H (містять 1 % аміролу або 3 % відходів нафти) та маса СБК відносяться до четвертого структурно-механічного типу, що обумовлює їх легку деформуємість та передбачає схильність до утворення свілей. Практичний інтерес представляють маса С (перший структурно-механічний тип) та маси А, Е, G (другий структурно-механічний тип), які містять 0,6 % аміролу (А, Е), 1 % нафто відходів (С, G) та характеризуються меншою у порівнянні з іншими типами мас пластичною деформацією. Це дозволяє зробити висновок про доцільність рекомендації цих складів мас для виготовлення будівельної кераміки методом напівжорсткої екструзії.

Рис.5. Характер розвитку деформацій в дослідних масах:

- а) Гістограма деформацій експериментальних мас; б) Структурно-механічні типи мас
(E_0 - пружна деформація, E_1 – пластична деформація, E_2 – еластична деформація)

З використанням методики Ребіндера досліджена залежність пластичної міцності від формувальної вологості розроблених складів мас з метою реалізації метода напівжорсткої екструзії (вологість не більше 19 %). Встановлено, що без використання ПАР (амірол, нафтовідходи) оптимальна пластична міцність (0,8 – 0,9 МПа) досягається при вологості маси СБК в межах 21 – 22 %, що характерно для класичного пластичного формування (рис. 6(а)). При введенні аміролу (рис. 6(б)) або нафтовідходів (рис. 6(в)) у встановлених концентраціях аналогічні показники пластичної міцності досягаються при зниженні формувальної вологості маси до 18,3 % та 19,4 % відповідно. Вищезазначене в значній мірі пояснюється зменшенням сил тертя та зчеплення і, як наслідок, зменшенням опору маси зсуву при використанні ПАР, що сприяє реалізації метода напівжорсткої екструзії.

Рис.6. Залежність пластичної міцності від абсолютної вологості пластичної маси без ПАР (а) Та з добавкою 0,6 % аміролу (б) та 1% нафтовідходу (в).

В п'ятому розділі наведено результати досліджень фізико-механічних, експлуатаційних, естетичних та інших характеристик зразків, виготовлених з оптимальних складів мас СБК, Е, Г (табл. 4). Зразки виготовлялись в лабораторних однакових умовах розміром 50*50*50мм, випалювались при температурі 1000 °Ñ. З використанням петрографічних та рентгенофазових досліджень випалених керамічних зразків ($t = 1000 \text{ }^\circ\text{Ñ}$) визначено їх структуру та фазовий склад. Петрографічний аналіз показав рівномірний розподіл пор, чому сприяло використання поверхнево-активних речовин (амірол, нафтовідхід). Результати петрографічних досліджень показали наявність продуктів розпаду каолінітового походження, а також присутність в усіх зразках зерен кварцу розміром 80 – 100 мкм, α -гематиту – до 40 мкм; каолініту – 0,8мм, а також польових шпатів, що підтверджено результатами рентгенофазового аналізу.

Аналіз фізико-механічних характеристик випалених зразків показав, що найбільш раціональним є використання нафтовідходу як поверхнево-активної речовини (маса Г). Його багатфункціональна дія полягає (у порівнянні з заводською масою СБК, табл. 4): в підвищенні міцностних характеристик випалених зразків на 20 %, зниженні їх водопоглинання з 10 – 13 % до 8 – 10 % та знешкодженні висолів на поверхні лицьового випаленого матеріалу за рахунок введення комплексної добавки (нафтовідхід та карбонат барію) у вигляді суспензії. В зразках з маси Е добавка аміролу дозволяє зменшити формувальну вологість до 18,3 %, але використання її менш бажане в силу великої вартості продукту.

З метою прогнозування експлуатаційної стійкості (довговічності) випалених виробів лицьової кераміки, виготовленої з оптимальних мас Е, Г та для порівняння з маси СБК, в яких має місце оптимальна сумарна концентрація композицій оксидів (Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O) нами було досліджено характер розміщення в процесі циклювання (заморожування-відтаювання). Характер процесу розміщення випалених зразків з оптимальних мас наведено на рис. 7.

Рис. 7. Розміщення керамічних виробів під час циклювання (заморожування-відтаювання).

З рис. 7 видно, що для всіх мас процес розміщення має практично однаковий характер. В межах 5 – 30 циклів має місце незначне падіння міцності. Після 30 циклів заморожування-відтаювання - більш інтенсивне розміщення, що пов'язане з перебудовою поруватої структури в процесі циклювання. Встановлено, що зразок маси G має більш високу міцність в порівнянні з зразками E та СБК в дослідженому інтервалі циклювання.

З метою розширення кольорової гамами лицьової будівельної кераміки було використано відходи заліза, марганцеву руду тощо, які містять оксиди Fe_2O_3 , MnO_2 , CaO . Встановлено, що для отримання брунатного кольору рекомендується співвідношення оксидів $Fe_2O_3 / MnO_2 \geq 10$ в керамічних масах, для насиченого жовтого – Fe_2O_3 / CaO в межах 0,2 – 0,4.

У шостому розділі наведені результати дослідно-промислових випробувань в умовах ХФ ЗАТ “Слобожанська будівельна кераміка” (м. Харків) розроблених керамічних мас для виготовлення лицьових будівельних матеріалів методом напівжорсткої екструзії. Виготовлення лицьових керамічних матеріалів з рекомендованих мас здійснювалось за заводською технологією, при цьому домішки у вигляді аміролу, нафтовідходів, карбонату барію вводили на етапі змішування компонентів. Пластичне формування здійснювалось при вологості 18-19%, що відповідає вимогам методу напівжорсткої екструзії. Сушка та випал (980°C) здійснювались згідно з заводським режимом.

Аналіз фізико-механічних характеристик лицьової кераміки показав, що для виробів з рекомендованих керамічних складів мас (табл. 4, маси E та G) для проведення промислових випробувань виробів межа міцності на стиск відповідала: з маси СБК – 20 МПа; з маси E – 25 МПа; з маси G (з комплексною добавкою: 0,45 % карбонату барію та 1 % нафтовідходу) – 27,2 МПа. На виробих з маси СБК мали місце в більшій мірі висолу у виді сульфатів кальцію. На виробих з маси E – незначна кількість висолів, з маси G - висолів не виявлено.

Крім того, випробування на морозостійкість лицьових виробів, виготовлених з рекомендованих мас, показали її підвищення на 10 циклів у порівнянні з виробами, виготовленими за класичною технологією. Таким чином, результати промислових випробувань підтвердили результати розрахунків та лабораторних досліджень і показали доцільність впровадження рекомендованих мас для виготовлення лицьової кераміки, а також можливість розширення її кольорової гамами. Для отримання світлих тонів рекомендовано склад маси: легкоплавка Харківська глина (60 мас. %), глина “Технік” (40 мас. %); для брунатного кольору: склад маси G (з добавками марганцевої руди Нікопільського родовища – 5 % або залізо-хромвміщуючий відхід СТК – 7 %).

Економічний ефект від впровадження рекомендованих керамічних мас для виготовлення лицьової будівельної кераміки методом напівжорсткої екструзії за рахунок зниження витрат

енергії при сушці та підвищення марочності випускаємих виробів склав 1200 грн. на 10 тис. одиниць продукції.

У додатках наведено прикладні програми оцінки температури евтектики, термодинамічного аналізу можливості протікання фізико-хімічних реакцій; акти випуску експериментальних дослідно-промислових партій та впровадження в виробництво мас для виготовлення лицьових будівельних керамічних матеріалів.

ВИСНОВКИ

Виконана дисертаційна робота присвячена вирішенню науково-практичної задачі по створенню наукових основ технології лицьових будівельних керамічних матеріалів, виготовлених методом напівжорсткої екструзії.

1. Проведено розрахунки кількості та температури початку утворення розплаву в системах $K_2O - Na_2O - SiO_2$, $Na_2O - CaO - SiO_2$ і встановлено, що найбільш придатними для отримання якісної лицьової кераміки є маси на основі системи $Fe_2O_3 - Na_2O - SiO_2$ з співвідношенням компонентів $Fe_2O_3 : Na_2O = 1 : 5$. Це співвідношення може бути забезпечено хімічним складом сировинних матеріалів та утворює розплав в межах 10 – 15 % при температурі 900 – 1000 °С.

2. З використанням термодинамічного методу аналізу встановлено співіснування таких пар фаз: $CaCO_3 - BaSO_4$, $CaSO_4 - BaCl_2$, $BaSO_4 - Ca(OH)_2$, $CaF_2 - BaSO_4$. Побудовано взаємні потрійні системи: Ca, Ba // SO_4 , OH; Ca, Ba // SO_4 , CO_3 ; Ca, Ba // SO_4 , Cl; Ca, Ba // SO_4 , F та їх поверхні ліквідусу. Встановлено, що карбонат барію є найбільш сприйнятним для нейтралізації сульфату кальцію.

3. Встановлено, що використання поверхнево-активних речовин (амірол, фосфатидний концентрат, нафтовідхід) дозволяє знизити формувальну вологість керамічних мас з 21 % (без ПАР) до 18 – 19 %, зменшити опір маси зсуву, силу внутрішнього тертя та зчеплення, що створює необхідні умови для формування виробів методом напівжорсткої екструзії.

4. На основі досліджених структурно-механічних характеристик встановлено тип пластичних мас та визначено основні пружньо-в'язко-пластичні властивості (формувальна вологість – 18 %; пластична міцність – 0,9 МПа; еластичність – 0,4 МПа; період релаксації – $8,7 \cdot 10^{-10}$ с; пластичність – $1,4 \cdot 10^6$ с⁻¹ та інші), що стало підставою для наукового обґрунтування метода напівжорсткої екструзії.

5. Показано, що багатofункціональна дія нафтовідходу як поверхнево-активної речовини у поєднанні з карбонатом барію полягає в зниженні водопоглинання до 8 %, підвищенні уявної щільності до 1610 кг/м³, підвищенні міцності зразків на 20 % та суттєвому зменшенні висолів на поверхні лицьової кераміки.

6. Досліджено процес розміцнення випаленої будівельної кераміки під час циклювання (заморожування, відтаювання) і встановлено, що в межах 5 – 30 циклів має місце незначне падіння міцності. Показано, що зразок маси G (з комплексною добавкою нафтовідходу та карбонату барію) має більш високу міцність в порівнянні з зразками E (з добавкою аміролу) та СБК (без добавок).

7. Розроблено склади керамічних мас різної кольорової гами з використанням техногенної сировини, що містить оксиди Fe_2O_3 , MnO_2 , CaO . Встановлено співвідношення оксидів в масах $Fe_2O_3 / MnO_2 \geq 10$ (брунатний колір), $Fe_2O_3 / CaO = 0,2 - 0,4$ (насичений жовтий колір) для виготовлення лицьової будівельної кераміки заданого кольору.

8. Запропоновано технологічні параметри виготовлення лицьової будівельної кераміки з оптимальних мас (маси E та G), що містять поверхнево-активні добавки з застосуванням методу напівжорсткої екструзії (вологість маси 18 – 20 %). Вироби з маси E (з добавкою аміролу) мали міцність 25 МПа (у порівнянні з заводськими – 20 МПа), але з економічних міркувань не доцільно впроваджувати їх технологію. Проведено дослідно-промислові випробування лицьових будівельних матеріалів в умовах ХФ ЗАТ “Слобожанська будівельна кераміка”. Економічний ефект від впровадження рекомендованого складу маси G та технологічних параметрів виготовлення лицьових виробів складає 1200 грн. на 10 тис. одиниць продукції.

9. Результати досліджень впроваджено в навчальному процесі у НТУ “ХПІ” у рамках курсів: “Хімічна технологія тонкої кераміки”, “Основи технології тугоплавких неметалічних і силікатних матеріалів”, “Ресурсо- та енергозбереження в технології тугоплавких неметалевих матеріалів”, а також при виконанні дипломних робіт.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Рыщенко М.И., Лисачук Г.В., Питак О.Я. Некоторые особенности формирования керамики в условиях неустановившегося теплового потока//Вестник ХГПУ, Харьков: ХГПУ, 2000, вып. 123.- С. 73-76.

Здобувачем досліджено кількість розплаву та його накопичення в процесі термічної обробки.

2. Рыщенко М.И., Пермяков Ю.В., Питак О.Я. Влияние связующей стекловидной фазы на морозостойкость керамики// Вестник НТУ “ХПИ”: Сборник научных трудов. Тематический выпуск “Химия, химическая технология и экология”.- Харьков: НТУ “ХПИ”, 2002.- № 16.- С.47-50.

Здобувачем проведено узагальнення результатів дослідження впливу зв’язуючої скловидної фази на морозостійкість будівельної кераміки.

3. Рищенко М.І., Федоренко О. Ю., Пітак О.Я. Структурно-механічні властивості керамічних мас для формування керамічних матеріалів методом напівжорсткої екструзії // Вісник НТУ “ХПІ”: Збірка наукових праць. Тематичний випуск “Хімія, хімічна технологія та екологія”, 2003.- №17.- С.3-7.

Здобувачем проведено дослідження структурно-механічних (пружно-в’язко-пластичних) властивостей керамічних мас.

4. Рищенко М.І., Федоренко О. Ю., Пермяков Ю.В., Пітак О.Я. Засоби поліпшення структурно-механічних властивостей керамічних мас // Вісник НТУ “ХПІ”: Збірка наукових праць. Тематичний випуск “Хімія, хімічна технологія та екологія”. - Харків: НТУ“ХПІ”, 2004.- №15.- С. 65-68.

Здобувачем досліджено залежність пластичної міцності від формувальної вологості.

5. Рыщенко М.И., Федоренко Е. Ю., Булавин В.И., Жуковин В.И., Пермяков Ю.В., Питак О.Я. Устранение высолов, вызываемых растворимыми солями на керамических строительных материалах// Вестник НТУ “ХПИ”, 2004.- № 33.- С.73-76.

Здобувачем знайдено шляхи усунення висолів за рахунок використання комплексних домішок.

6. Питак О.Я. Применение поверхностно-активных веществ для снижения влажности массы при формировании изделий методом полужесткой экструзии //“Вопросы химии и химической технологии”. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2005.- №6.- С.96-98.

7. Рищенко М.І., Федоренко О.Ю., Пітак О.Я., Пермяков Ю.В., Юрченко В.П. Комплексна добавка до керамічної маси для виготовлення будівельних виробів. Деклараційний патент на корисну модель - № 11992 МПК С04В 33/02; Заявл. 18.07.2005; Опубл. 16.01.2006; Бюл. № 1.

8. Питак О.Я. Использование интенсификаторов спекания в формировании керамики // Сборник тезисов докладов.Белгород: изд-во БелгТАСМ, 2001.- Ч.1.-С.63.

9. Питак О.Я. Керамические пигменты на базе техногенного сырья // 3-всеукр. конф.ст. и аспирант. Сборник тезисов докладов “Сучасні проблеми хімії”.- Киев, 2002.-С. 84-85.

10. Рыщенко М.И., Булавин В.И., Солдатова Е.В., Питак О.Я. Способы получения керамических пигментов на основе промышленных отходов//Сборник тезисов докладов. Белгород: изд-во БелгТАСМ, 2002.-Ч.3.- С.194-196.

Здобувачем проведено узагальнення результатів дослідження керамічних пігментів.

11. Рыщенко М.И., Питак О.Я. Влияние золы Змиевской ГРЭС на спекание строительной керамики // Сборник тезисов докладов. “Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности”. - Харьков: Каравелла, 2003.- С.40.

Здобувачем виконано дослідження впливу золи на спікання будівельної кераміки.

12. Рыщенко М.И., Питак О.Я. Влияние поровой структуры на эксплуатационные характеристики строительной керамики в различных атмосферных условиях// Сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции. “Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я”, Харьков: НТУ “ХПИ”, 2003.- С. 47.

Здобувачем узагальнено результати досліджень впливу порової структури на експлуатаційні характеристики будівельної кераміки.

13. Питак О.Я. Розширення кольорової гама будівельної кераміки за рахунок використання відходів промисловості. 4-всеукр. конф.ст. и аспири. Сборник тезисов докладов “Сучасні проблеми хімії”, Киев, 2003.- С.65-66.

14. Рищенко М.И., Федоренко О.Ю., Питак О.Я. Способы улучшения формульных властивостей керамічних мас // Сборник тезисов докладов УкрНИИОгнеупоров - Харьков: Каравелла, 2004.- С. 55-56.

Здобувачем досліджено та запропоновано зниження формульної вологості керамічних мас за рахунок використання органічних добавок.

15. Питак О.Я. Определение основных упруго-вязко-пластических свойств кераміческих масс // Сборник тезисов докладов “Сучасні проблеми хімії”, Киев, 2004.- С.40.

16. Питак О.Я. Влияние соотношения компонентов кераміческих масс на спекание// Сборник тезисов докладов.Белгород: изд-во БелгТАСМ, 2004.- Ч.3.- С.154.

17. Рищенко М.И., Федоренко О.Ю., Питак О.Я., Гриньова Н.И., Слюсарев Р.Б. Удосконалення виробництва лицьової стінової будівельної кераміки. //Межд.научно-технич. конф. Тез. докл. “Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности”.– Харьков: Каравелла, 2006.- С.52-54.

Здобувачем запропоновано склади керамічних мас для розширення кольорової гама будівельної кераміки.

АНОТАЦІЯ

Пітак О.Я. Лицьова будівельна кераміка, виготовлена методом напівжорсткої екструзії. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.11 – технологія тугоплавких неметалічних матеріалів. – Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпропетровськ, 2006.

Дисертація присвячена розробці наукових основ створення ефективною лицьовою будівельною керамікою методом напівжорсткої екструзії. Розглянуто трикомпонентну систему $Al_2O_3 - Fe_2O_3 - SiO_2$. Проведено оцінку евтектичних температур та побудовано діаграми плавлення силовинних компонентів. На підставі результатів термодинамічного аналізу реакцій з участю

сполук барію та сульфату кальцію науково обґрунтовано можливість їх протікання. Визначено співіснування фаз та будову взаємних потрійних систем: Ca, Ba // SO₄, OH; Ca, Ba // SO₄, CO₃; Ca, Ba // SO₄, Cl; Ca, Ba // SO₄, F.

Визначено засоби покращення структурно-механічних характеристик дослідних експериментальних керамічних мас. Досліджено основні пружньо-в'язко-пластичні властивості та розроблено оптимальні склади експлуатаційних мас для формування лицьової будівельної кераміки в умовах напівжорсткої екструзії (вологість в межах 18 – 20 %). Встановлено, що введення поверхнево-активних речовин дозволило знизити оптимальну формувальну вологість з 21,2 % до 18,3 %. Розроблені нові склади керамічних будівельних матеріалів з високими експлуатаційними (морозостійкість, міцність) та декоративними властивостями (брунатний та насичений жовтий колір). Встановлено закономірності фазоутворення та розроблено принципи одержання ефективної лицьової кераміки.

Ключові слова: лицьова будівельна кераміка, технологія, метод напівжорсткої екструзії, пластична міцність, взаємні потрійні системи, поверхнево-активні речовини, фазоутворення, структуроутворення, структурно-механічні характеристики.

АННОТАЦИЯ

Питак О.Я. Лицевая строительная керамика, изготовленная методом полужесткой экструзии. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – технология тугоплавких неметаллических материалов. – Украинский государственный химико-технологический университет, Днепропетровск, 2006.

Диссертационная работа посвящена вопросам разработки научных основ получения лицевой строительной керамики с использованием метода полужесткой экструзии. Исследована трехкомпонентная система Al₂O₃ – Fe₂O₃ – SiO₂ и определена принадлежность сырьевых компонентов к области муллита. Проведена оценка эвтектических температур и построены диаграммы плавления сырьевых компонентов. На основании результатов термодинамического анализа реакций с участием солей бария и сульфата кальция научно обоснована возможность их протекания. Установлено сосуществование следующих пар фаз: CaCO₃ – BaSO₄, CaSO₄ – BaCl₂, BaSO₄ – Ca(OH)₂, CaF₂ – BaSO₄. Приведено строение взаимных тройных систем: Ca, Ba // SO₄, OH; Ca, Ba // SO₄, CO₃; Ca, Ba // SO₄, Cl; Ca, Ba // SO₄, F и построены их поверхности ликвидуса.

Приведены данные по структурно-механическим характеристикам исследуемых экспериментальных керамических масс. Исследованы основные упруго-вязко-пластические свойства эксплуатационных масс и разработаны их оптимальные составы для формования строительной керамики в условиях полужесткой экструзии (влажность в пределах 18 – 20 %). Установлено,

что введение поверхностно-активных веществ в виде нефтеотхода, амирола, фосфатидного концентрата позволило снизить оптимальную формовочную влажность с 21,2 % до 18,3 %. Разработаны новые составы лицевой строительной керамики с высокими эксплуатационными (морозостойкость, прочность) и декоративными свойствами (коричневый и насыщенный желтый цвет).

Установлено, что наиболее рациональным и выгодным является использование нефтеотхода с точки зрения цены добавки и ее многофункционального действия: снижение формовочной влажности, снижение температуры обжига и др.

Определены меры по предотвращению появления высолов на лицевых керамических строительных материалах. Установлена оптимальная концентрация добавки BaCO_3 для связывания водорастворимых солей в процессе обжига изделий.

Показано, что красящие добавки (карбонаты) влияют на расширение цветовой гаммы строительной керамики. Также определено, что цвет обожженного черепка зависит от химического состава сырья, шихтового состава массы, температуры и среды обжига.

Установлены особенности процессов структуро- и фазообразования и разработаны принципы при формировании лицевых строительных материалов.

Произведен выпуск лицевых строительных керамических изделий по разработанной технологии с использованием метода полужесткой экструзии, характеризующихся улучшенными эксплуатационными свойствами.

Ключевые слова: лицевая строительная керамика, технология, метод полужесткой экструзии, пластическая прочность, взаимные тройные системы, поверхностно-активные вещества, фазообразование, структурообразование, структурно-механические характеристики.

THE SUMMARY

Pitak O.Ya. Facade built ceramics, receipt by the method half-hard exstrusion. – Manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of engineering science on the speciality 05.17.11 – technology of refractory non-metallic materials. – Ukrainian state university of chemical technology, Dnepropetrovsk, 2006.

The dissertation is devoted of development for obtaining effective ceramics by the method half-hard exstrusion. The threecomponent system $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ has been investigated and the coexisted phases have been determined. The eutectic temperatures have been given and the fire diagrams of raw components have been built. On the basis of results of the thermodynamic analis reactions with Ba salts, the opportunity of their going has been theoretically determined. The threecomponent system Ca, Ba // SO_4 , OH; Ca, Ba // SO_4 , CO_3 ; Ca, Ba // SO_4 , Cl; Ca, Ba // SO_4 , F have been built.

The methods of improving structure-mechanic characteristics of experimental ceramic mass have been determined. Basic hard-plastic properties have been investigated and optimal compositions exploitative mass for forming facade built ceramic by hard extrusion (18 – 20 %) have been determined. The falling optimal forming watering from 21,2 % to 18,3 % by using active substances has been determined, that allow obtain good half-products.

New compositions of ceramic built materials with high exploitative (freerassistance, hardness) and decorative properties (brown and yellow colour) have been developed. The principles of phase-formation have been set up and the principles of obtaining these effective facade materials have been worked out.

Key words: façade built ceramics, technology, method of half-hard extrusion, plastic hardness, threecomponent system, surface-active substances, phase-forming, structure-formation, structure-mechanical characteristics.

