

3. Карасев К.И., Яблоко Б.М. Силикатные и цементные краски в отделке зданий. М.: Стройиздат, 1966. – 72с.
4. Климова Е.А., Барщевский Ю.А., Жилкин И.Я. Силикатные краски (получение, свойства и применение). - М.: Издательство литературы по строительству. –1968. –86с.
5. Хичерович М.И. и др. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1970.- 367с.
6. Агафонов Г.И., Одоляницкая В.С., Ицко Э.Ф. и др. Неорганические покрытия на основе растворов силикатов щелочных металлов // Лакокрасочные материалы. – 1985, -№4. – С. 44-48.
7. Китайчик Ф. Силикатные фасадные краски: состав и строение // Лакокрасочные материалы и их применение. 2008, №5. – С.22-28.
8. Zubitlewicz M., Gnot W. Антикоррозионные лакокрасочные материала нового поколения // Лакокрасочные материалы и их применение. 2005, №6. – С.7-11.
9. Королькова Н.Е. Фасадні органосилікатні фарби на основі модифікованого натрієвого рідкого скла // Хімічна промисловість України, 2004. - №3. – С. 3- 5.

УДК 666.596:691.261.2:544.778.3

*Наведено особливості складу та властивостей каоліну KICK-2 (Німеччина), показано можливість його використання для регулювання характеристик коагуляційного структуроутворення, плинності та литтєвих властивостей водних систем, що застосовуються в технології кераміки*

*Ключові слова: каолін, суспензія, структура коагуляційна, властивості*

*Приведены особенности состава и свойств каолина KICK-2 (Германия), показана возможность его применения для регулирования характеристик коагуляционного структурообразования, текучести и литейных свойств водных систем, используемых в технологии керамики*

*Ключевые слова: каолин, суспензия, структура коагуляционная, свойства*

*Particular composition and properties of kaolin KICK-2 (Germany), the possibility of its application for regulatory characteristics of coagulation structure, fluidity and casting properties of water systems, which are used in the ceramic technology is given*

*Key words: kaolin, clay slip, coagulation structure, properties*

## КАОЛІН KICK-2 ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРО- УТВОРЕННЯ СУСПЕНЗІЙ

**В. Г. Сальник**

Кандидат технічних наук, генеральний директор  
ЗАТ «Славутський комбінат «Будфарфор»,  
вул. Дзержинського, 122, м. Славута, Хмельницька  
область, Україна, 30002  
Контактний тел.: (03842) 2-22-41  
E-mail: valeriy.salnik@budfarfor.com.ua

**Л. П. Черняк**

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник,  
професор  
Кафедра хімічної технології композиційних матеріалів  
Національний технічний університет України «Київський  
політехнічний університет»  
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056  
Контактний тел.: 067-298-57-75  
E-mail: lpchernyak@ukr.net

### Вступ

Модернізація технології та обладнання в виробництві санітарної кераміки [1,2] пов'язана із ство-

ренням нових складів мас, розширенням сировинної бази з урахуванням досвіду провідних компаній-виробників [3,4]. Застосування нової для вітчизняних підприємств сировини, в тому числі каолінів, потребує

Таблиця 4

поглибленого вивчення її впливу на процес структуроутворення та технологічні властивості водних глинистих систем – шлікерних мас для литва виробів, що стало предметом нашої роботи.

#### Хіміко-мінералогічний склад дослідних сумішей каолінів

Основними об'єктами дослідження (табл. 1) стали суміші 1С збагачених каолінів Просянського і Глуховецького родовищ України, що широко застосовується в виробництві санітарної кераміки та 10С із введенням каоліну німецької компанії Amberger Kaolinwerke (AKW) типу KICK-2 [5].

За хімічним складом (табл. 2) суміш збагачених каолінів 10С відрізняється від 1С суттєво більшим вмістом лужноземельних оксидів CaO+MgO (0,55 проти 1,36 мас.%).

Таблиця 1

#### Склади дослідних сумішей каолінів

Каолін	Вміст компонентів (мас. %) в дослідних системах		
	1С	10С	12С
просянський КС-1	50	-	-
глуховецький КС-1	50	50	-
KICK-2	-	50	100

Таблиця 2

#### Хімічний склад сумішей каолінів

Код суміші	Вміст оксидів, мас. %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1С	45,98	35,64	0,57	0,92	0,44	0,65	0,50
10С	49,14	34,60	0,34	0,34	0,21	0,48	1,44
12С	51,07	32,98	0,35	0,35	0,20	0,33	2,40

За мінералогічним складом суміш 10С відрізняється від 1С зменшенням вмісту каолініту, гідрослюди та кальциту при суттєвому включенні польового шпату в вигляді мікрокліну (табл. 3).

Таблиця 3

#### Мінералогічний склад сумішей каолінів

Каолін	Вміст породоутворюючих мінералів, мас. %						
	каолініт	кварц	мікроклін	гідрослюда	кальцит	гідроксиди заліза	рутил
1С	85,0	4,5	-	4,25	1,65	0,65	0,95
10С	81,30	5,75	7,1	2,0	0,6	0,4	0,85
12С	75,9	7,0	14,2	-	0,6	0,4	0,4

Згідно кваліфікації ДСТУ Б В.2.7-60-97, по дисперсності суміш 1С за вмістом 53,01 мас.% тонкодисперсних частинок фракцій < 0,001 мм належить до групи середньодисперсних, а за загальним вмістом 88,82 мас.% частинок фракцій < 0,01 мм – до високодисперсних (табл. 4).

#### Дисперсність сумішей каолінів

Код суміші	Вміст (%) фракцій частинок (мм)				
	1,00-0,06	0,06-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менше 0,001
1С	0,29	10,92	8,93	26,88	53,01
10С	0,17	24,97	17,38	26,92	30,11
12С	0,18	38,17	25,35	25,05	11,25

Проба каоліну KICK-2 (12С) за вмістом 11,2 мас.% тонкодисперсних частинок фракцій < 0,001 мм належать до групи грубодисперсних, а за загальним вмістом 61,65 мас.% частинок фракцій < 0,01 мм – до середньодисперсних.

Відповідно суміш 10С за вмістом 30,11 мас.% тонкодисперсних частинок фракцій < 0,001 мм належать до групи низькодисперсних, а за загальним вмістом 74,41 мас.% частинок фракцій < 0,01 мм – до середньодисперсних.

#### Коагуляційна структура водних систем каолінів

Проведений нами аналіз дозволив виявити особливості деформаційних процесів, що характеризують коагуляційне структуроутворення водних систем дослідних сумішей каолінів [6-8].

Встановлено (табл. 5), що суспензії KICK-2 і просянського КС-1 при однаковій концентрації дисперсної фази  $C = 50-51$  мас.% та вологості за розвитком швидкої еластичної  $\epsilon_0'$ , повільної еластичної  $\epsilon_2'$  та пластичної  $\epsilon_1'$  деформацій відносяться до IV-го структурно-механічного типу, коли  $\epsilon_1' \tau > \epsilon_0' > \epsilon_2'$ , проте існує суттєва різниця в кількісних значеннях та співвідношенні різновидів деформації.

Таблиця 5

#### Структурно-механічні характеристики суспензій каолінів

Каолін (вологість, мас.%)	модуль швидкої еластичної деформації $E_1 \cdot 10^{-4}$ , Па	модуль повільної еластичної деформації $E_2 \cdot 10^{-4}$ , Па	умовна статична межа плинності $P_{kl}$ , Па	найбільша пластична в'язкість $\eta_1 \cdot 10^{-2}$ , Па·с	еластичність $\lambda$	статична пластичність $\frac{P_{kl}}{\eta_{c-1}} \cdot 10^2$	період істинної релаксації $\theta_1$ , с	умовний модуль деформації $E_c \cdot 10^{-3}$ , ерг/см <sup>3</sup>
Гл. КС-1: (50,0)	12,82	34,30	14,42	13,00	0,27	1,11	1393,1	1,14
(62,0)	49,70	30,00	2,3	7,41	0,62	0,31	396,1	0,74
Пр. КС-1 (50,0)	84,54	102,0	8,94	14,34	0,45	0,62	310,2	1,39
1С (60,0)	12,35	34,97	4,20	7,21	0,26	0,59	789,7	0,67
10С (53,0)	9,95	45,8	7,9	10,0	0,18	0,79	1223,0	0,89
(60,0)	24,21	40,2	1,60	6,9	0,38	0,38	456,7	0,66
KICK-2: (51,0)	17,3	56,3	3,4	7,10	0,24	0,48	536,5	0,63

Водна система КІСК-2 відзначається більшим розвитком швидкої еластичної деформації  $\epsilon_0'$  ( $1,16 \cdot 10^8$  проти  $0,24 \cdot 10^8$ ), повільної еластичної деформації  $\epsilon_2'$  ( $0,36 \cdot 10^8$  проти  $0,20 \cdot 10^8$ ) та значно більшим розвитком пластичної деформації  $\epsilon_1'\tau$  ( $28,17 \cdot 10^8$  проти  $14,39 \cdot 10^8$ ) при коефіцієнті стійкості  $K_u = \epsilon_0'/C$  ( $0,08$  проти  $0,03$ ).

В випадку КІСК-2 зростає період істинної релаксації ( $536,5$  проти  $310,2$  с). суттєво зменшуються еластичність ( $0,24$  проти  $0,45$ ) і умовний модуль деформації  $E_e$ .

При концентрації дисперсної фази  $C=40$  мас.% і вологості суспензії суміші 1С прослянського і глуховецького каолінів і 10С із заміною прослянського КС-1 на КІСК-2 також характеризуються розвитком деформацій, що відповідає IV-му структурно-механічного типу, коли  $\epsilon_1'\tau > \epsilon_0' > \epsilon_2'$ , проте існує певна різниця в кількісних значеннях та співвідношенні різновидів деформації.

Водна система 10С відзначається суттєво меншим розвитком швидкої еластичної деформації  $\epsilon_0'$  ( $0,83 \cdot 10^8$  проти  $1,62 \cdot 10^8$ ) і коефіцієнтом стійкості  $K_u = \epsilon_0'/C$  ( $0,07$  проти  $0,14$ ), дещо меншим розвитком повільної еластичної деформації  $\epsilon_2'$  ( $0,50 \cdot 10^8$  проти  $0,57 \cdot 10^8$ ), дещо більшим розвитком пластичної деформації  $\epsilon_1'\tau$  ( $28,98 \cdot 10^8$  проти  $27,74 \cdot 10^8$ ).

В випадку 10С суттєво зростає еластичність ( $0,38$  проти  $0,26$ ) і зменшується період істинної релаксації ( $456,7$  проти  $789,7$  с).

Структурно-механічними факторами зменшення стійкості глинистих суспензій є зменшення найбільшої пластичної в'язкості  $\eta_i$ , періоду істинної релаксації  $\theta_i$  та збільшення статичної пластичності. Згідно з цим, за більшістю цих факторів, при рівній концентрації дисперсної фази та вологості, суспензії суміші 10С має меншу кінетичну стійкість, ніж 1С.

Із збільшенням концентрації дисперсної фази до 47 мас.% при зменшенні вологості суміші 10С має місце розвиток швидкої еластичної деформації ( $2,01 \cdot 10^8$  проти  $0,83 \cdot 10^8$ ), що свідчить про зростання в водній системі каолінів найбільш міцних контактів частинок типу кут-кут, кут-ребро, ребро-ребро. В той же час незначне зменшення повільної еластичної деформації ( $0,44 \cdot 10^8$  проти  $0,50 \cdot 10^8$ ) вказує на відносну стабільність контактів частинок типу площина-кут, площина-ребро, площина-площина.

Одночасно значно зменшується пластична деформація ( $19,99 \cdot 10^8$  проти  $28,98 \cdot 10^8$ ), що пов'язується з підвищенням стійкості ( $0,19$  проти  $0,07$ ) та погіршенням плинності суспензії.

При цьому зростає умовний модуль деформації  $E_e$  ( $0,89 \cdot 10^{-3}$  проти  $0,66 \cdot 10^{-3}$ ), що свідчить про зміцнення коагуляційної структури за рахунок збільшення числа і контактів частинок в одиниці об'єму.

Як свідчать результати аналізу реологічних властивостей (табл. 6) суспензії КІСК-2 при однаковій концентрації дисперсної фази  $C = 50-51$  мас.% та вологості відрізняється від і прослянського КС-1 меншими показниками умовної динамічної межі плинності  $R_{k2}$ , найменшої пластичної (бінгамівської) в'язкості  $\eta_m^X$  і динамічної пластичності за Воларовичем  $\Psi$ .

При цьому відповідно до меншої в'язкості  $\eta_m^X$  суспензії КІСК-2 має ліпшу плинність ( $6,25$  проти  $4,33$ ).

При однаковій концентрації дисперсної фази  $C=40$  мас.% і вологості суспензії суміші 10С із заміною прослянського КС-1 на КІСК-2 також відрізняється від 1С меншими показниками  $R_{k2}$ ,  $\eta_m^X$  і динамічної пластичності за Воларовичем  $\Psi$ . При цьому відповідно до зменшення в'язкості  $\eta_m^X$  суспензії 10С має більшу плинність ( $10,20$  проти  $6,13$ ).

Із ростом концентрації дисперсної фази до 47 мас.% при зменшенні вологості суміші 10С має місце збільшення показників  $R_{k2}$ ,  $\eta_m^X$ ,  $\Psi$  та зменшення плинності.

Таблиця 6

Реологічні показники суспензій каолінів

Каолін (вологість, мас.%)	умовна динамічна межа плинності $R_{k2}$ , Па	найменша пластична в'язкість $\eta_m^X \cdot 10^{-2}$ , Па·с	динамічна пластичність $\Psi \cdot 10^4$ , с <sup>-1</sup>	плинність $1/\eta_m^X \cdot 10^2$
Гл. КС-1: (50,0)	105,0	0,256	4,10	3,91
(62,0)	46,2	0,150	3,08	6,66
Пр. КС-1 (50,0)	178,8	0,231	7,74	4,33
1С (60,0)	64,51	0,163	3,95	6,13
10С (53,0)	47,5	0,173	2,75	5,78
(60,0)	22,4	0,098	2,29	10,20
КІСК-2 (51,0)	42,0	0,160	2,62	6,25

Технологічні властивості суспензій сумішей каолінів

Проведений нами аналіз водних систем сумішей каолінів дозволив виявити залежність технологічних властивостей від складу і кількісного співвідношення компонентів, при цьому отримані результати тестувань погоджуються з викладеним вище аналізом структурно-механічних і реологічних властивостей (рис. 1).

Очевидно, що суспензії каоліну КІСК-2 відрізняється від 1С параметрами кінетики процесу розрідження і досягає рівної плинності при суттєво більшій концентрації дисперсної фази і меншій вологості. Відповідно з цим водна система суміші 10С із заміною прослянського КС-1 на КІСК-2 досягає технологічної плинності при меншій вологості.

Проведені тестування литтєвих властивостей показали (табл. 7, 8), що за рівними показниками вихідної густини та вологості суспензії суміші 10С у порівнянні з 1С відрізняється ліпшою плинністю та меншим ступенем загусності, а відливки 10С в гіпсові форми або під тиском через однаковий час характеризуються при дещо більшій концентрації дисперсної фази (Сдф) значно більшою її масою (Мдф), що пов'язується з різною істинною густиною прослянського КС-1 і КІСК-2.

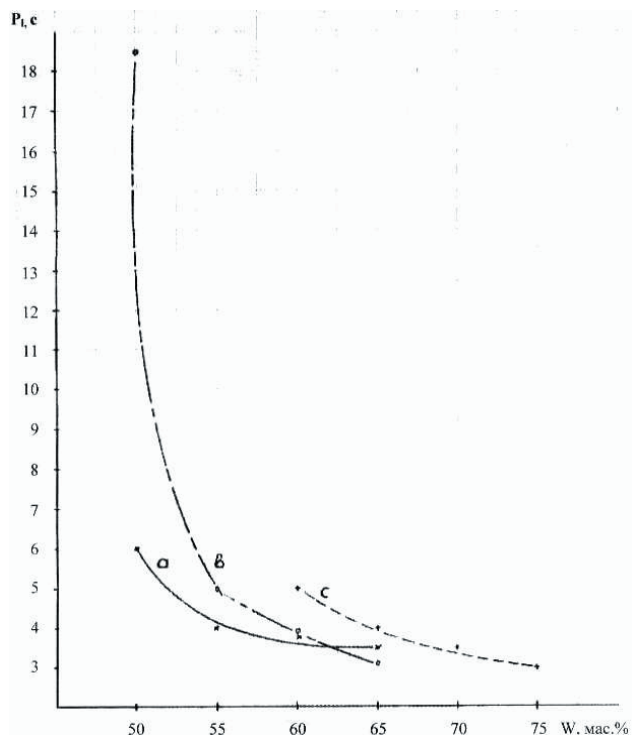


Рис. 1. Залежність плинності від вологості суспензій KICK-2 (а), сумішей 10С (в) і 1С (с)

Таблиця 7

Литтєві властивості суспензій каолінів

Код проби	Плинність, с (віскозиметр Енглера)		Коефіцієнт загусності	Концентрація та маса дисперсної фази при литві в гіпсовій формі (через 10 хв.)		Концентрація та маса дисперсної фази при литві під тиском (через 15 хв.)	
	через 30 с	через 30 хв.		Сдф, мас. %	Мдф, г	Сдф, мас. %	Мдф, г
1С	7,0	10,0	1,43	67,0	48,6	70,5	77,6
10С	5,0	5,5	1,10	67,2	85,8	71,2	127,7
KICK-2	4,0	4,0	1,00	65,2	80,2	67,6	171,1

Зменшення вологості відливки та підвищення інтенсивності фільтрації суспензії 10С у порівнянні з 1С більш суттєво проявляється при литві під тиском, при цьому за вказаними факторами суміш 10С переважає KICK-2.

Таблиця 8

Інтенсивність фільтрації суспензій при литві

Код проби	Густина суспензії, г/см <sup>3</sup>	Вологість, мас. %		Зменшення вологості, %		Інтенсивність фільтрації, % на 1 хв.		
		відливка	гіпсова форма	гіпсова форма	під тиском	гіпсова форма	під тиском	
1С	1,32	60,0	33,0	29,5	27,0	30,5	2,70	2,03
10С	1,34	60,0	32,8	28,8	27,2	31,2	2,72	2,08
KICK-2	1,30	61,0	34,8	32,4	26,2	28,6	2,62	1,91

Висновки

1. Введення KICK-2 до суміші каолінів, що застосовують в масах для виробництва санітарної кераміки, суттєво впливає на хіміко-мінералогічний склад (підвищує вміст лужних оксидів і польового шпату, зменшує вміст каолініту) і дисперсність (зменшує вміст тонкодисперсних частинок < 0,001 мм).

2. Коагуляційна структура суспензії 10С з каоліном KICK-2 при однаковій вологості відрізняється від суміші 1С вітчизняних каолінів типу КС-1 меншими показниками статичної  $P_{k1}$  та динамічної  $P_{k2}$  межі плинності, шведівської  $\eta_1$  і бінгамівської  $\eta_m^X$  в'язкості, періоду релаксації  $\theta_1$  та кінетичної стійкості.

3. Водна система суміші 10С розріджується при більшій за суміш 1С концентрації дисперсної фази і досягає необхідної технологічної плинності 5-8 с при меншій вологості 52,0-54,0 проти 60,0-62,0 мас. %.

4. Литтєві властивості суспензії 10С при однаковій вихідній вологості переважають суспензію KICK-2 за інтенсивністю фільтрації в гіпсовій формі або під тиском, а від суспензії 1С відрізняються меншою загусністю та більшою масою відливки, що вказує на можливість інтенсифікації технології формування кераміки литвом при застосуванні каоліну KICK-2.

Література

- Сальник В.Г., Мочурад В.В. Совершенствование технологических процессов производства санстройизделий на ЗАО «Славутский комбинат «Будфарфор» // Збірник Будівельні матеріали, виробу та санітарна техніка. – 2008. - № 3 (30). - С. 81 – 84.
- Сальник В.Г., Свідерський В.А., Черняк Л.П. Питання виготовлення санітарної кераміки литвом під тиском // Харків: Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. - № 3/1 (33). – С. 72 – 76.
- Fiebiger W. New developments of clay components for high pressure casting bodies for sanitaryware // International Ceramics Journal. – 1997. - Vol. XV. - N 5.
- Михалев В.В., Власов А.С. Каолины для производства санитарно-технических изделий // Стекло и керамика. – 2006. - № 9. – С. 17-21.
- Schwerdtner G., Anger H., Storr M. Kaolin Kemmlitz // Free State of Saxony: Saxony State Office for Environment and Geology – 2006.
- Круглицкий Н.Н. Физико-химические основы регулирования свойств дисперсий глинистых минералов. – К.: Наукова думка, 1968. – 320 с.
- Физико-химическая механика дисперсных минералов. Под общ. ред. Круглицкого Н.Н. / Ничипоренко С.П., Круглицкий Н.Н., Панасевич А.А., Хилько В.В. – К.: Наукова думка, 1974. – 246 с.
- Ходаков Г.С. Реология суспензий. Теория фазового течения и ее экспериментальное обоснование // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева),. – 2003. - т. XLVII - № 2. – С. 33 - 44.