

В.Г. САЛЬНИК, канд. техн. наук,
ЗАТ "Славутський комбінат "Будфарфор"

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДНИХ СИСТЕМ ГЛИНИ SANTON-L

Наведено характеристики складу, дисперсності та властивостей поверхні глини Santon-L (Німеччина), що визначають особливості коагуляційного структуроутворення, плинності та литтєвих властивостей водних систем, що застосовуються в технології кераміки.

Characteristics of composition, dispersion and surface properties of clay Santon-L (Germany), which determine the features of coagulation structure formation, fluidity and castings properties of water systems, which are used in the ceramic technology is given.

Вступ. Для виготовлення санітарних керамічних виробів застосовують метод литва в пористих формах шлікерних мас – дисперсних систем з вологістю 30 – 33 мас. %, значну частину яких складають глини та каоліни родовищ України [1]. Склади мас постійно вдосконалюються відповідно з розвитком технології та впровадженням нового обладнання [2], при цьому враховуються рекомендації провідних європейських компаній-виробників щодо застосування окремих видів імпортової сировини [3, 4]. Зрозуміло, що практичне застосування нової для вітчизняних підприємств сировини [5], в тому числі глинистої, потребує поглибленого вивчення її складу, структуроутворення та властивостей, що стало предметом нашої роботи.

Хіміко-мінералогічний склад дослідних глин. Основними об'єктами дослідження (табл. 1) стали глини Santon-L родовища Німеччини та Веско-Гранітик Андрійовського родовища Донецької області, що широко застосовується у вітчизняному виробництві санітарної кераміки.

Таблиця 1

Хімічний склад дослідних глин

Глина	Вміст оксидів, мас. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	в.п.п.
Веско-Гранітик	57,12	28,29	0,98	1,39	0,80	0,48	0,05	0,42	2,04	8,12
Santon-L	57,60	25,18	1,13	1,43	2,30	0,22	0,34	0,70	1,69	9,45

Аналіз хімічного складу дослідних глин свідчить (табл. 1), що Santon-L відрізняється від Веско-Гранітик дещо меншим вмістом Al_2O_3 і більшою кількістю лужноземельних оксидів $CaO + MgO$ – 2,52 проти 1,28 мас. %, більшим загальним вмістом лужних і лужноземельних оксидів – 7,21 проти 3,74 мас. %. Згідно ДСТУ Б В.2.7-60-97 за мінералогічним складом дослідні глини відносяться до групи гідрослюдисто-каоолінітових, при цьому Santon-L у порів'язанні з Веско-Гранітик містить менше каоолініту та гідрослюди, відзначаючись суттєвим включенням польового шпату (альбіту) і кальциту (табл. 2).

Таблиця 2

Мінералогічний склад дослідних глин

Глина	Вміст породоутворюючих мінералів, мас. %						
	каоолініт	гідрослюда	кварц	альбіт	кальцит	гідроксида заліза	рутіл
Веско-Гранітик	54,1	17,3	24,4	-	1,4	1,1	1,3
Santon-L	47,4	14,2	24,9	6,0	4,1	1,2	1,3

За дисперсністю глина Santon-L відрізняється від Веско-Гранітик значно меншим вмістом тонкодисперсних частинок $< 0,001$ мм – 53,05 проти 70,40 мас. % та більшою кількістю грубодисперсних частинок $> 0,01$ мм – 16,80 проти 4,85 мас. % (табл. 3). За результатами аналізу властивостей поверхні встановлено, що дослідна проба глини Santon-L відрізняється від Веско-Гранітик дещо меншим змочуванням при натіканні полярною (водою) і неполярною (бензолом) рідниною при суттєво меншій ефективній питомій поверхні (табл. 4).

Таблиця 3

Дисперсність сумішей глини

Глина	Вміст (%) фракцій частинок (мм)				
	1,00 - 0,06	0,06 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	менше 0,001
Веско-Гранітик	1,63	3,22	6,75	18,00	70,40
Santon-L	2,10	14,70	0,35	20,80	53,05

Таблиця 4

Властивості поверхні дослідних глин

Глина	Змочування при натіканні		Коефіцієнт ліофільності	Ефективна питома поверхня, m^2/g	
	вода	бензол		вода	бензол
Веско-Гранітик	0,053	0,276	0,193	52,39	14,68
Santon-L	0,045	0,200	0,227	19,60	10,31

Коагуляційна структура водних глинистих систем. Проведений нами аналіз дозволив виявити особливості деформаційних процесів, що характеризують коагуляційне структуроутворення дослідних водних систем [6 – 8].

Встановлено (табл. 5 та табл. 6), що суспензії Santon-L і Веско-Гранітик за розвитком швидкої еластичної ϵ_0' , повільної еластичної ϵ_2' та пластичної $\epsilon_1'\tau$ 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 різно-видів деформації в залежності від концентрації дисперсної фази або вологості.

Таблиця 5

Структурно-механічні характеристики суспензій глини

Код проби (вологість, мас. %)	модуль швидкої еластичної деформації $E_1 \cdot 10^{-4}$, Па	модуль повільної еластичної деформації $E_2 \cdot 10^{-4}$, Па	умовна стати- чна межа плин- ності R_{kl} , Па	найбі- льша пласти- чна в'язкість $\eta_1 \cdot 10^{-2}$, Па·с	елас- тич- ність λ	статична пластич- ність $\frac{Pk_1}{h_1} \cdot 10^2$, с ⁻¹	період істинної релакса- ції θ_1 , с	умовний модуль деформації $E_\epsilon \cdot 10^{-3}$, ерг/м ³
Веско- Гранітик (40,0)	9,02	15,40	44,7	16,02	0,37	2,79	281,5	1,25
(55,0)	7,45	13,05	37,4	14,2	0,36	2,63	299,0	1,09
(67,5)	3,20	6,87	23,2	7,5	0,32	3,09	344,0	0,56
Santon-L (40,0)	7,32	14,80	24,6	45,6	0,33	0,54	931,0	2,36
(50,0)	2,40	14,08	12,6	20,7	0,15	0,61	1009,8	1,03
(55,0)	2,10	11,8	10,6	16,3	0,15	0,65	914,0	0,85

Так в однаковому інтервалі збільшення вологості з 40,0 до 55,0 мас. % водна система Santon-L у порівнянні з Веско-Гранітик характеризується значно більшим зростанням швидкої еластичної деформації ϵ_0' – в 3,5 рази (з $2,73 \cdot 10^8$ до $9,52 \cdot 10^8$) проти 1,2 рази (з $2,22 \cdot 10^8$ до $2,68 \cdot 10^8$) та пластичної деформації $\epsilon_1'\tau$ - в 2,8 рази (з $4,38 \cdot 10^8$ до $12,27 \cdot 10^8$) проти 1,1 рази (з $12,46 \cdot 10^8$ до $14,08 \cdot 10^8$).

Щодо реологічних характеристик – у вказаному інтервалі збільшення вологості водна система Santon-L у порівнянні з Веско-Гранітик характеризується більшим зменшенням умовної динамічної межі плинності R_{k2} – в 1,6

рази (з 57,5 до 34,8) проти 1,2 рази (з 97,0 до 78,68) та бінгамівської в'язкості η_m^X - в 1,8 рази (з $0,087 \cdot 10^{-2}$ до $0,048 \cdot 10^{-2}$) проти 1,3 рази (з $0,144 \cdot 10^{-2}$ до $0,111 \cdot 10^{-2}$), більшим зростанням плинності – в 1,8 рази проти 1,3.

Таблиця 6

Реологічні показники суспензій глини

Код проби (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 ⁻¹	Плинність $1/\eta_m^X \cdot 10^2$
Веско-Гранітик				
(40,0)	97,0	0,144	6,74	6,94
(55,0)	78,6	0,111	7,10	9,01
(67,5)	46,8	0,057	8,20	17,54
Santon-L				
(40,0)	57,5	0,087	6,60	11,49
(50,0)	38,1	0,055	6,93	18,20
(55,0)	34,8	0,048	7,30	20,83

За однакової концентрації дисперсної фази $C = 45$ мас.% та вологості водна система Santon-L відзначається більшим розвитком швидкої еластичної деформації ϵ_0' ($9,52 \cdot 10^8$ проти $2,68 \cdot 10^8$), повільної еластичної деформації ϵ_2' ($1,69 \cdot 10^8$ проти $1,53 \cdot 10^8$) і коефіцієнтом стійкості $K_y = \epsilon_0'/C$ (0,90 проти 0,32), меншим розвитком пластичної деформації $\epsilon_1'\tau$ ($12,27 \cdot 10^8$ проти $14,08 \cdot 10^8$), меншими еластичністю (0,15 проти 0,36) та умовним модулем деформації E_ϵ ($0,85 \cdot 10^{-3}$ проти $1,09 \cdot 10^{-3}$), більшим періодом істинної релаксації.

За реологічними характеристиками при однаковій концентрації дисперсної фази $C = 45$ мас. % та вологості водна система Santon-L відзначається вдвічі меншими показниками умовної динамічної межі плинності R_{K2} та бінгамівської в'язкості η_m^X , вдвічі більшим показником плинності.

Технологічні властивості глинистих суспензій. Отримані результати технологічних тестувань погоджуються з викладеним вище аналізом структурно-механічних і реологічних характеристик. Встановлено, що суспензія глини Santon-L відрізняється від Веско-Гранітик параметрами процесу розрідження (рисунки). Очевидно, що суспензія Santon-L у порівнянні з Веско-Гранітик досягає необхідної технологічної плинності 5 – 8 с при суттєво більшій концентрації дисперсної фази – 42,0 – 45,0 проти 30,0 – 34,0 мас. %.

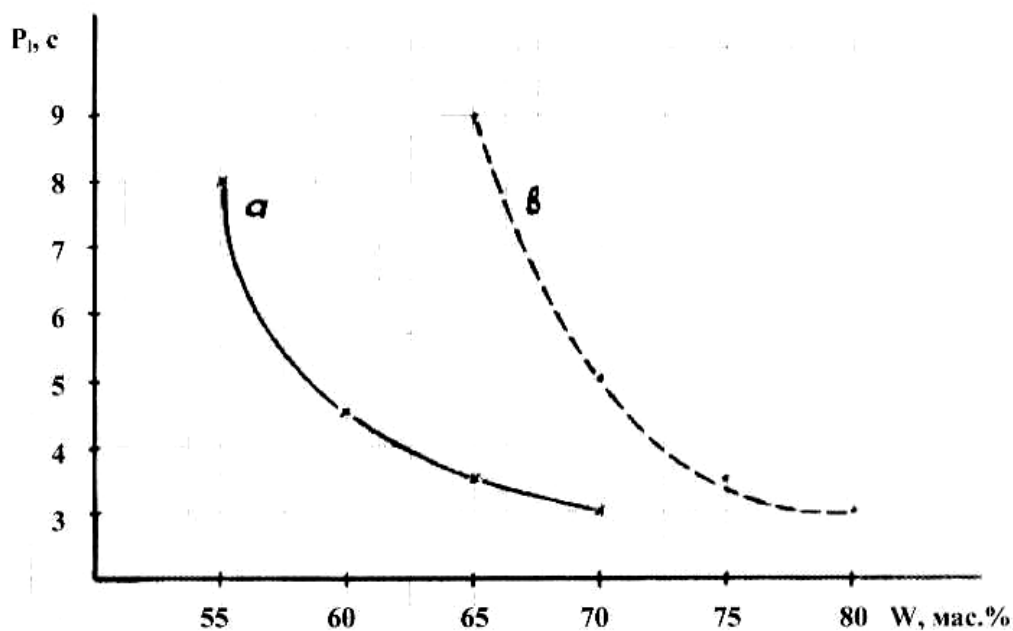


Рисунок – Залежність плинності від вологості суспензій Santon-L (a) і Веско-Гранітик (в)

Проведені тестування литтєвих властивостей суспензій при вихідній вологості, що забезпечує технологічну плинність, показали (табл. 7), що відливки з Santon-L в гіпсові форми або під тиском через однаковий час відрізняються від Веско-Гранітик більшою концентрацією (Сдф) та масою (Мдф) дисперсної фази.

Таблиця 7

Литтєві властивості глинистих суспензій

Глина (вологість, мас.%)	Плинність, с (віскозиметр Енглера)		Коефіцієнт загустності	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
Веско-Гранітик (67,5)	5,0	5,5	1,10	70,4	32,4	67,6	11,7
Santon-L (57,0)	7,5	8,0	1,07	72,4	51,3	74,8	30,2

Висновки:

1. Як і більшість вітчизняних глин, що застосовуються в технології санітарної кераміки, глина Santon-L за мінералогічним складом відноситься до групи гілрослюдисто-каолінітових, проте відзначається грубодисперсністю та меншою ефективною питомою поверхнею.

2. За характеристиками деформаційних процесів коагуляційна структура суспензії Santon-L відзначається розвитком швидкої еластичної деформації ϵ_0' , що вказує на переважну кількість найбільш міцних контактів частинок за типами кут-кут, кут-ребро, ребро-ребро. При однаковій концентрації дисперсної фази (60,0 мас. %) превалювання таких контактів поряд з меншим шаром зв'язуваної води (завдяки меншій ефективній питомій поверхні) обумовлюють в випадку Santon-L значно більший умовний модуль деформації E_ϵ , що відображує ступінь молекулярної взаємодії та енергії зв'язку частинок. Із зменшенням концентрації дисперсної фази та збільшенням кількості іммобілізованої води зростає товщина водних прошарків між частинками та зменшується E_ϵ .

3. За реологічними властивостями водна система Santon-L при однаковій з Веско-Гранітик концентрації дисперсної фази та вологості відзначається суттєво меншою бінгамівською в'язкістю η_m^X і відповідно більшою плинністю, що підтверджується результатами технологічних тестувань.

4. Практично важливим для застосування Santon-L є забезпечення не обхідної плинності суспензії при меншій вологості та збільшення концентрації дисперсної фази і маси відливки – особливо при литві виробів під тиском.

Список літератури: 1. Сальник В.Г. Сировинна база виробництва санітарно-будівельної кераміки / В.Г. Сальник, В.А. Свідерський, Л.П. Черняк // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". – К.: НТУУ "КПІ". – 2006. – № 3(47). – С. 135 – 138. 2. Сальник В.Г. Совершенствование технологических процессов производства санстройизделий на ЗАО "Славутский комбинат "Будфарфор" / В.Г. Сальник, В.В. Мочурад // Збірник Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2008. – № 3 (30). – С. 81 – 84. 3. Fiebiger W. New developments of clay components for high pressure casting bodies for sanitaryware / W. Fiebiger // International Ceramics Journal. – 1997. – Vol. XV. – № 5. 4. Михалев В.В. Каолины для производства санитарно-технических изделий / В.В. Михалев, А.С. Власов // Стекло и керамика. – 2006. – № 9. – С. 17 – 21. 5. Черняк Л.П. Критерії вибору сировини для сучасного виробництва будівельної кераміки / Л.П. Черняк // Строительные материалы и изделия. – 2003. – № 1 – С. 2 – 4, № 2. – С. 6 – 8. 6. Круглицкий Н.Н. Физико-химические основы регулирования свойств дисперсий глинистых минералов / Н.Н. Круглицкий. – К.: Наукова думка, 1968. – 320 с. 7. Ничипоренко С.П. Физико-химическая механика дисперсных минералов / [С.П. Ничипоренко, Н.Н. Круглицкий, А.А. Панасевич, В.В. Хилько]; под общ. ред. Н.Н. Круглицкого. – К.: Наукова думка, 1974. – 246 с. 8. Ходаков Г.С. Реология суспензий. Теория фазового течения и ее экспериментальное обоснование / Г.С. Ходаков // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2003. – Т. XLVII. – № 2. – С. 33 – 44.

Надійшла до редколегії 25.02.10