

**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 <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> 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 гідрослюдино-каолінітових, при цьому Santon-L у порів'янні з Веско-Гранітик містить менше каолініту та гідрослюди, відзначаючись суттєвим включенням польового шпату (альбіту) і кальциту (табл. 2).

Таблиця 2

Мінералогічний склад дослідних глин

Глина	Вміст породоутворюючих мінералів, мас. %						
	каолініт	гідрослюда	кварц	альбіт	кальцит	гідроксиди 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 змочуван-ням 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  $\epsilon_0'$ , повільної еластичної  $\epsilon_2'$  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-виддів 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 ела- стичної деформації $E_2 \cdot 10^{-4}$ , Па	умовна стати- чна межа плин- ності $R_{к1}$ , Па	найбі- льша пласти- чна в'язкість $\eta_1 \cdot 10^{-2}$ , Па·с	елас- тич- ність $\lambda$	статична пластич- ність $\frac{Pk_1 \cdot 10^2}{\eta_1} \cdot 10^2$ $\eta_1$ $c^{-1}$	період істинної релакса- ції $\theta_1$ , с	умовний модуль деформації $E_\epsilon \cdot 10^{-3}$ , єрг/м <sup>3</sup>
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  $\epsilon_0'$  – 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  $R_{к2}$  – в 1,6

рази (з 57,5 до 34,8) проти 1,2 рази (з 97,0 до 78,68) та бінгамівської в'язкості  $\eta_m^X$  - 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 <sup>-1</sup>	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  $\epsilon_0'$  ( $9,52 \cdot 10^8$  проти  $2,68 \cdot 10^8$ ), повільної еластичної деформації  $\epsilon_2'$  ( $1,69 \cdot 10^8$  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  $E_e$  ( $0,85 \cdot 10^{-3}$  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  $\eta_m^X$ , 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 (рисунок). 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. %.

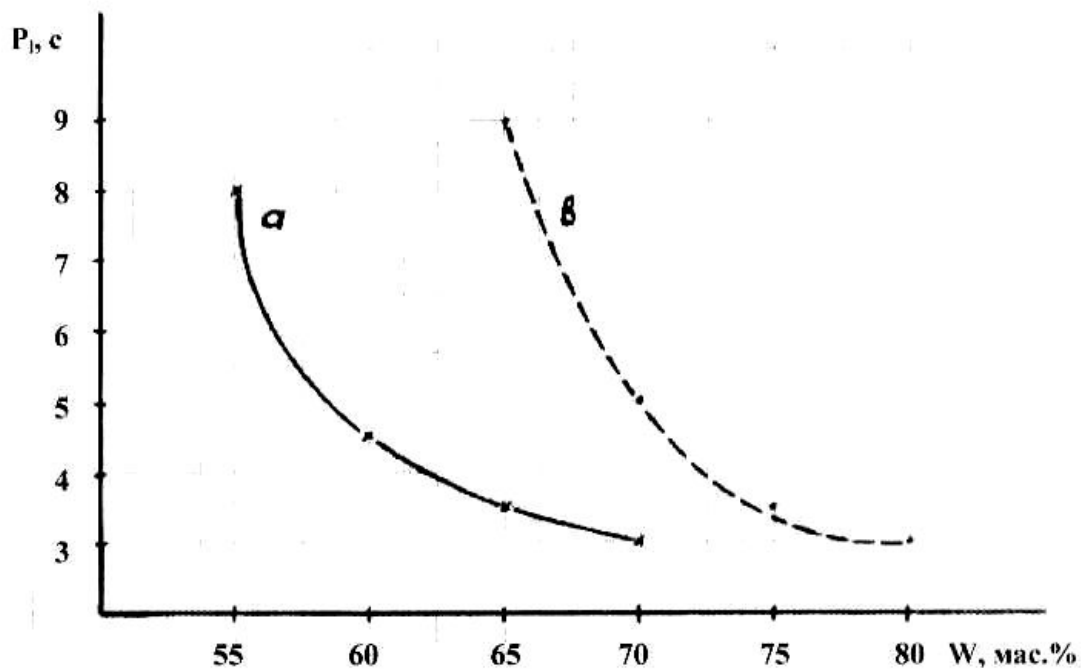


Рисунок – Залежність плинності від вологості суспензій Santon-L (а) і Веско-Гранітик (в)

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 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
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  $\epsilon_0'$ , 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  $E_\epsilon$ , 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  $E_\epsilon$ .

3. За реологічними властивостями водна система Santon-L при однаковій з Веско-Гранітик концентрації дисперсної фази та вологості відзначається суттєво меншою бінгамівською в'язкістю  $\eta_m^X$  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 сансройизделий на ЗАО "Славутский комбинат "Будфарфор" / В.Г. Сальник, В.В. Мочурад // Збірник Будівельні матеріали, виробы 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