

**Bogdanov O.V.**

National Technical University of Ukraine  
«Kyiv Polytechnic Institute»

## DEPENDENCE PACKAGE ELASTIC VIBRATIONS ON THE OPTICAL CHARACTERISTICS OF THE INNER LAYER IN FTA TRANSFORMATION

### Summary

The analysis of the dependence of the amplitude and phase of steady elastic vibrations of thin three-layer package. The physical properties of the inner layer are different from the characteristics of the outer layers of only the optical absorption coefficient. The outer layers of the package are made of the same material. Problem statement made in the theory of thermoelasticity unrelated.

**Keywords:** three-layer package, PTA transformation, the elastic vibrations, the optical absorption coefficient.

УДК 544.77.022 : 666.942.82

## СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ВОДНИХ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ КРЕЙДА-КАОЛІН

**Дорогань Н.О., Нудченко Л.А., Черняк Л.П.**  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

Досліджено структурно-механічні та реологічні характеристики водних дисперсних систем на основі крейди з добавками різновидів каолінів. Відзначено особливості коагуляційної структури суспензій при застосуванні каолінів різного хіміко-мінералогічного складу і дисперсності.

**Ключові слова:** крейда, каолін, склад, суміш сировинна, система водна, структура.

**Вступ.** Виробництво портландцементу базується на застосуванні клінкеру, що тримають шляхом високотемпературного випалу сировинної суміші карбонатних і глинистих компонентів [1-3]. Особливі вимоги щодо хімічного складу сировини висувуються для отримання білого портландцементного клінкеру, де як глинисту складову використовують каолін [4-6]. Зрозуміло, що особливості хіміко-мінералогічного складу каоліну, що залежить від його генезису, способу і ступенем збагачення [7-9], можуть суттєво впливати на технологічні параметри виготовлення клінкеру, процесу структуроутворення і властивості цементу як кінцевого продукту. Актуальність поглиблення досліджень в цьому напрямку посилюється освоєнням нових родовищ каолінів, модернізацією способів їх збагачення і розширенням асортименту.

Доцільність застосування в технології білого цементу мокрого і комбінованого способів виробництва, що пов'язано з необхідністю гомогенізації сировинної суміші з малими кількісними добавками мінералізаторів, обумовлює необхідність додаткового вивчення впливу різновидів каолінів на коагуляційне структуроутворення і реологічні характеристики водних систем цементного шламу, що стало метою даної роботи.

**Характеристика об'єктів дослідження.** Об'єктами дослідження стали водні системи бінарних сировинних сумішей крейди Волчярівського родовища Донецької обл. з незбагаченими каолінами

Володимирського родовища Донецької обл. (КВ-3) і Глуховецького родовища Вінницької обл. (КССК) та збагаченим (КС-1) глуховецьким каоліном (табл. 1).

За хімічним складом волчярівська крейда характеризується превалюючим вмістом CaO, а проби каолінів відрізняються (табл. 2):

– вмістом та кількісним співвідношенні SiO<sub>2</sub> : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, за яким утворюють ряд: КССК (3,6) > КВ-3 (1,8) > КС-1 (1,3);

– вмістом лужноземельних та лужних оксидів типу RO+R<sub>2</sub>O, за яким утворюють ряд, мас. %: КССК (5,10) > КС-1 (1,65) > КВ-3 (1,4);

– вмістом барвних оксидів Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub>, за яким утворюють ряд, мас. %: КССК (0,65) < КС-1 (1,58) < КВ-3 (2,06).

Таблиця 1

**Склад бінарних сумішей на основі волчярівської крейди**

Сировина	Вміст компонентів, мас. %			
	Є2	Є3	Є3а	Є4
крейда волчярівська	80,0	79,5	79,5	82,0
каолін КВ – 3	20,0	-	-	-
каолін КВФ – 90	-	-	20,5	-
каолін КС – 1	-	20,5	-	-
каолін КССК	-	-	-	18,0
Na <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub> (понад 100%)	0,5	0,5	0,5	0,5
CaCl <sub>2</sub> (понад 100%)	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблиця 2

**Хімічний склад сировини**

Сировина	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.
Крейда Вч	1,80	0,12	0,08	-	53,4	0,24	-	-	-	44,36
Каолін КВ-3	54,53	30,98	1,28	0,78	0,30	0,33	0,17	0,38	0,39	12,51
КС-1	47,20	36,22	0,32	1,26	0,31	0,22	0,24	0,65	0,47	13,0
КССК	69,48	19,27	0,32	0,33	0,31	0,65	0,17	0,60	3,54	5,25

За мінералогічним складом вочеряївська крейда характеризується високим вмістом кальциту з домішками доломіту і кварцу, а проби каолінів відрізняються (рис. 1-3, табл. 3):

– вмістом каолініту, за яким утворюють ряд, мас. %: КС-1 (87,) > КВ-3 (73,6) > КССК (37,8);

– вмістом кварцу, за яким утворюють ряд, мас. %: КС-1 (4,5) < КВ-3 (16,6) < КССК (38,2);

– вмістом польового шпату, за яким утворюють ряд, мас. %: КС-1 (3,0) < КВ-3 (3,2) < КССК (20,0).

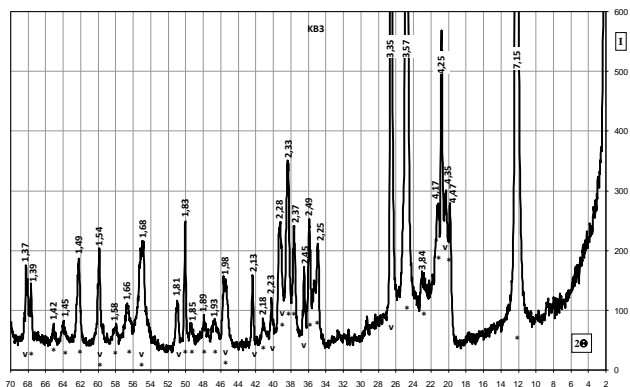


Рис. 1. Дифрактограма збагаченого каоліну КВ-3 Володимирського родовища

Позначення: v кварц, \* каолініт

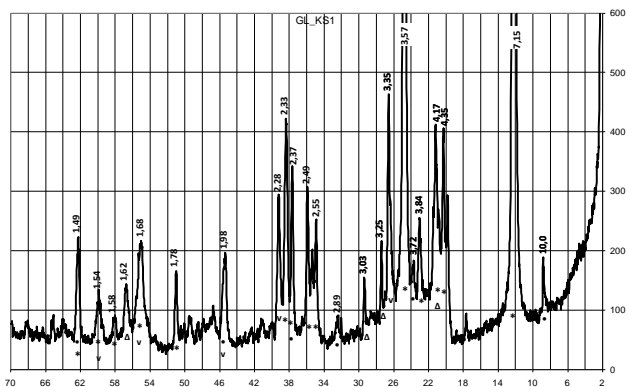


Рис. 2. Дифрактограма збагаченого каоліну КС-1 Глуховецького родовища

Позначення: v кварц, \* каолініт, • гідролюда, Δ польовий шпат

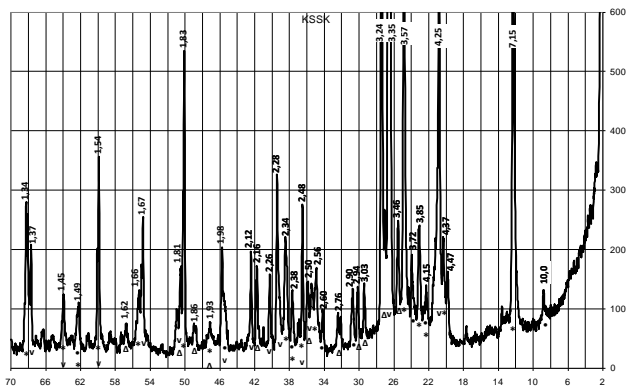


Рис. 3. Дифрактограма незбагаченого каоліну КССК Глуховецького Родовища

Позначення: v кварц, \* каолініт, • гідролюда, Δ польовий шпат

Згідно ДСТУ Б. В. 2.7 – 60 – 97 за дисперсністю проби КВ-3 і КС-1 за вмістом 49,0 – 50,0% тонкодисперсних частинок фракції < 0,001 мм належить до

групи середньодисперсних, а проба КССК (17,2%) – до низькодисперсних.

За вмістом частинок фракції < 0,01 мм, спостерігається більша диференціація: проба КС-1 (88,1%) відноситься до високодисперсних, КВ-3 (79,4%) – до середньодисперсних, а КССК (30,0%) – до грубодисперсних. Проба КС – 1 відрізняється також найменшим вмістом грубодисперсних частинок, при цьому співвідношення фракцій 1,00 – 0,06 до фракцій менше 1 мкм становить 0,003 проти 0,26 – 0,29 для двох інших проб (табл. 4).

Коагуляційна структура водних дисперсних систем. Оцінка впливу вказаних особливостей складу каолінів на структуроутворення водних дисперсій на основі карбонатної сировини, що застосовуються в технології білого цементу, в даній роботі проводилась на сумішах бінарних систем крейда-каолін при однаковій концентрації дисперсної фази і добавки мінералізатора.

Дослідження деформаційних процесів водних дисперсних систем [10,11] показало (табл. 5-7), що за характером розвитку деформацій – швидкої еластичної  $\epsilon_0'$ , повільної еластичної  $\epsilon_2'$  і пластичної  $\epsilon_1'\tau$  проби шламу відносяться до II-го структурно-механічного типу, коли  $\epsilon_2' > \epsilon_1'\tau > \epsilon_0'$ . Разом з тим відзначаються суттєві відмінності в кількісних значеннях і співвідношенні вказаних різновидів деформації.

Так, при застосуванні збагачених каолінів КС-1 і КВФ – 90 замість КВ-3 проби шламу Є3 і Є3а відрізняються від Є2 певним збільшенням розвитком  $\epsilon_0'$  і  $\epsilon_2'$ , що становлять  $1,76 \cdot 10^8$  і  $(5,65-8,03) \cdot 10^8$  проти відповідно  $1,44 \cdot 10^8$  і  $5,19 \cdot 10^8$ , меншим розвитком  $\epsilon_1'\tau$  –  $1,58 \cdot 10^8$  проти  $2,08 \cdot 10^8$  у випадку Є3 і більшим –  $3,22 \cdot 10^8$  у випадку Є3а.

Тобто, згідно з уявленнями фізико-механічної механіки дисперсних структур, у водних системах проб Є3 і Є3а порівняно з Є2 при заміні володимирського каоліну на збагачені КС-1 і КВФ-90 збільшується число контактів частинок типу кут-кут, кут-ребро, ребро-ребро, характерних для розвитку  $\epsilon_0'$ , а також типу площина-кут, площина-ребро, площина-площина, характерних для розвитку  $\epsilon_2'$ .

Порівняння ступеню розвитку пластичних деформацій  $\epsilon_1'\tau$  вказує на певне підвищення плинності проби Є3а. При цьому кінетична стійкість, що визначається коефіцієнтом  $K_y = \epsilon_0' / C$  (де С – концентрація дисперсної фази), у випадку проб Є2, Є3 і Є3а є однаковою і знаходиться на рівні 0,24–0,26.

При застосуванні незбагаченого каоліну КССК проба Є4 відрізняється від інших суттєво меншим розвитком  $\epsilon_0'$ , що становлять  $1,28 \cdot 10^8$  проти  $(1,44-1,76) \cdot 10^8$ , значно більшим розвитком  $\epsilon_2'$   $11,43 \cdot 10^8$  проти  $(5,65-8,03) \cdot 10^8$  та  $\epsilon_1'\tau$  –  $9,16 \cdot 10^8$  проти  $(1,58-3,22) \cdot 10^8$ .

Отже, у пробі Є4 зменшення  $\epsilon_0'$  вказує на менше число контактів частинок типу кут-кут, кут-ребро, ребро-ребро, а збільшення  $\epsilon_2'$  і  $\epsilon_1'\tau$  на більше число контактів типу площина-кут, площина-ребро, площина-площина та підвищення плинності.

При цьому кінетична стійкість, що визначається коефіцієнтом  $K_y = \epsilon_0' / C$  (де С – концентрація дисперсної фази), у випадку проби Є4 зменшується до 0,09 проти 0,24–0,26. Це добре корелюється із відносно меншими у випадку Є4 показниками шведівської  $\eta_1$  ( $21,8 \cdot 10^{-2}$  проти  $62,0-126,2 \cdot 10^{-2}$  Па·с) і бінгамівської  $\eta_m^x$  ( $1,3 \cdot 10^{-2}$  проти  $2,0-3,0 \cdot 10^{-2}$  Па·с) в'язкості та умовного модулю деформації  $E_e$ , який вказує на силу молекулярної взаємодії та енергію зв'язку частинок дисперсної фази.

#### Висновки і пропозиції.

1. Регулювання параметрів коагуляційної структури дисперсних систем, в тому числі цементного

Таблиця 3

## Мінералогічний склад сировини

Сировина	Вміст породоутворюючих мінералів, мас. %							
	каолінит	кварц	польовий шпат	гідрослюда	кальцит	доломіт	гідроксиди заліза	рутіл
Крейда Вч	0,3	1,8	-	-	94,8	1,1	0,1	-
каолін КВ-3	73,6	16,6	3,2	3,3	0,5	-	1,4	0,8
КС-1	87,0	4,5	3,0	4,0	0,6	-	0,4	1,3
КССК	37,8	38,2	20,0	1,7	0,6	-	0,4	0,3

Таблиця 4

## Дисперсність глинистої сировини

Сировина	Вміст (%) фракцій частинок (мм)				
	1,00-0,06	0,06-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менше 0,001
каолін КВ-3	14,01	6,59	10,6	19,75	49,05
КС-1	0,17	11,78	9,40	28,80	49,85
КССК	62,38	7,62	3,00	9,85	17,15

Таблиця 5

## Структурно-механічні характеристики шламу

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 статична межа плинності $R_{к1}$ , Па	Найбільша пластична в'язкість $\eta_1 \cdot 10^{-2}$ , Па·с	Еластичність $\lambda$	Статична пластичність $\frac{P_{ст}}{\eta}$ · 10 <sup>2</sup> с <sup>-1</sup>	Період істинної релаксації $\theta_1$ , с	Умовний модуль деформації $E_c \cdot 10^{-3}$ , ерг/см <sup>3</sup>
Є2(36,9)	13,86	3,85	3,50	96,15	0,78	0,04	3194	2,30
Є3(36,3)	11,40	2,49	4,00	126,20	0,82	0,03	6186	1,76
Є3а(37,0)	11,37	3,54	3,00	62,04	0,76	0,05	2298	1,88
Є4(37,4)	15,68	1,75	1,80	21,82	0,90	0,08	1390	0,91

Таблиця 6

## Розвиток деформацій в пробах шламу

Код суміші	Характер деформації			Коефіцієнт стійкості $\epsilon_0 / C$	Структурно-механічний тип
	швидка еластична $\epsilon_0' \cdot 10^8$	повільна еластична $\epsilon_2' \cdot 10^8$	пластична $\epsilon_1' \cdot 10^8$		
Є2(36,9)	1,44	5,19	2,08	0,26	II
Є3(36,3)	1,75	8,03	1,58	0,24	II
Є3а(37,0)	1,76	5,65	3,22	0,26	II
Є4(37,4)	1,28	11,43	9,16	0,09	II

Таблиця 7

## Реологічні показники проб цементного шламу

Код проби (вологість, мас.%)	умовна динамічна межа плинності $R_{к2}$ , Па	найменша пластична в'язкість $\eta_m^N \cdot 10^{-2}$ , Па·с	динамічна пластичність $\Psi \cdot 10^4$ , с <sup>-1</sup>
Є2(36,9)	20,00	2,77	0,072
Є3(36,3)	18,00	3,07	0,059
Є3а(37,0)	17,50	1,96	0,089
Є4(37,4)	9,00	1,27	0,071

шламу є важливою умовою оптимізації складу сировинної суміші для виробництва портландцементу мокрим і комбінованим способами.

2. Структурно-механічні та реологічні властивості шламу як водної дисперсної системи залежать від хіміко-мінералогічного складу, властивостей по-

верхні, розміру частинок і концентрації дисперсної фази. При цьому варіювання різновидів каоліну як глинистого компоненту у сировинній суміші білого цементу одночасно із збільшенням білизни дозволяє регулювати в'язкість, плинність і стійкість шламу – важливих технологічних параметрів виробництва.

## Список літератури:

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. – М.: Высшая школа, 1980. – 460 с.
2. Duda Walter H. Cement Data Book, Volume 3: Raw Material for Cement Production – French & European Pubns, 1988. – 188 p.
3. Taylor H. F. W. Cement Chemistry – London: Thomas Telford Publishing; 2 edition, 1997 – 459 p.
4. Технология белого портландцемента. /А.Н. Грачян, П.П. Гайджуров, А.П. Зубехин, Н.В. Вэтыч. М.: Стройиздат, 1970. – 72 с.
5. Рояк С.М., Рояк Г.С. Специальные цементы. – М.: Стройиздат, 1983. – 277 с.
6. Зубехин А.П., Голованова С.П., Кирсанов П.В. Белый портландцемент. Ростов н/Д.: Ростовский гос. ун-т, 2004. – 263 с.

7. Куковский Е.Г. Особенности строения и физико-химические свойства глинистых минералов. – К.: Наукова думка, 1966. – 132 с.
8. Мороз И.И., Комская М.С., Сивчикова М.Г. Справочник по фарфоро-фаянсовой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1976. – т. 1. – 296 с.
9. Каолины Украины. Справочник / Овчаренко Ф.Д., Круглицкий Н.Н., Русько Ю.А., Мороз И.И., Комская М.С., Теодорович Ю.Н. – К.: Наукова думка, 1982. – 367 с.
10. Регулирование процессов структурообразования сырьевых цементных шламов. / Пашенко А.А., Круглицкий Н.Н., Чередниченко Л.С., Руденко И.Ф. / – К.: Вища школа, 1973. – 67 с.
11. 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.

**Дорогань Н.А., Нудченко Л.А., Черняк Л.П.**  
 Национальный технический университет Украины  
 «Киевский политехнический институт»

## СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ВОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ МЕЛ-КАОЛИН

### Аннотация

Исследованы структурно-механические и реологические характеристики водных дисперсных систем на основе мела с добавками разновидностей каолинов. Отмечены особенности коагуляционной структуры суспензий при использовании каолинов разного химико-минералогического состава и дисперсности.

**Ключевые слова:** мел, каолин, состав, смесь сырьевая, система водная, структура.

**Dorogan N.A., Nudchenko L.A., Chernyak L.P.**  
 National Technical University of Ukraine  
 «Kiev Polytechnic Institute»

## STRUCTURE FORMATION OF WATER DISPERSIBLE SYSTEMS CHALK-KAOLIN

### Summary

Structural-mechanical and rheology descriptions of the water dispersible systems on the basis of chalk with additions of varieties of kaolin are investigational. The features of coagulative structure of suspensions at the use of kaolin with different chemical and mineralogical composition and dispersion are marked.

**Keywords:** chalk, kaolin, composition, mixture raw material, water system, structure.

УДК 004.415.23

## КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛЕННЯ ПРАВ ДЛЯ ВІДДАЛЕНОГО ДОСТУПУ ДО МЕРЕЖІ КЕРУВАННЯ

**Дорогий Я.Ю., Николин О.І.**  
 Національний технічний університет України  
 «Київський політехнічний інститут»

Розроблено систему розподілення прав доступу до виділеної мережі керування. Проведено аналіз існуючих рішень, спроектовано систему, вибрано компоненти системи. Значну увагу було приділено автоматизації перевірки правильності роботи системи, проектуванню веб-інтерфейсу та створенню документації.

**Ключові слова:** Рівень доступу, мережа управління, веб-сервер, база даних, проектування системи, безпека, IT Процедура безпеки.

**Постановка проблеми.** Існує два варіанти керування інформаційною мережею, перший – це керування використовуючи ту ж інфраструктуру, що і для передачі інформації з використанням таких протоколів, як Telnet та SNMP. Таке рішення є найбільш поширеним, але його недостатньо для критично важливих мереж. У випадку неполадок з інформаційною мережею, неможливо буде вносити зміни для налаштувань або повноцінно отримувати інформацію про стан мережі. Для вирішення даної проблеми можна використати окрему, незалежну від основної, мережу керування. Така мережа дозволить отримати доступ до вузлів мережі у випадку неполадок, використовуючи альтернативний канал зв'язку.

При використанні мережі керування виникають питання безпеки та розподілення доступу до неї. Система повинна бути захищеною від прослуховування та забезпечувати можливість створення набору рівнів доступу та присвоєння їх користувачам.

До отриманої системи ставилися такі вимоги:

- забезпечити шифрування при обміні даними між сервером та клієнтом;
- отримати надійну та гнучку систему розподілу прав доступу користувачів до обладнання;
- забезпечити можливість одночасної роботи не менше ніж 50 користувачів;
- забезпечити єдину централізовану точку для налаштування мережевого обладнання;