

розроблена відповідна песочниця. Собрана статистика залежності довжини ключа від терміну шифрування, враховуючи також довжину блоку. Проведені експериментальні дослідження.

Дальшим перспективним розвитком даної теми можна назвати покращення роботи самої криптографічної системи, використовуючи інші алгоритми.

Список літератури:

1. В.А. Устинов, І.П. Клементьев. Введение в облачные вычисления / В.А. Устинов, И.П. Клементьев // Облачные вычисления. – 2011. – № 1. – С. 1-4.
2. В.А. Устинов, І.П. Клементьев. Введение в облачные вычисления / В.А. Устинов, И.П. Клементьев // Основы облачных вычислений. – 2011. – № 1. – С. 48-52.
3. J.R. Vic Winkler. Securing the Cloud: Cloud Computer Security Techniques and Tactics / J.R. Vic Winkler // Securing the Cloud – 2011. – № 1. – P. 32-43.

Баніт В.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШИФРУВАННЯ RSA В ХМАРНИХ СИСТЕМАХ

Анотація

Досліджено метод підвищення ефективності використання шифрування RSA в хмарних системах. Розроблена тестуюча програма. Проведено експериментальні дослідження.

Ключові слова: шифрування, RSA, хмарні системи, криптографія, захист інформації.

Banit V.V.

National Technical University of Ukraine
«Kyiv Polytechnic Institute»

IMPROVED UTILIZATION OF RSA ENCRYPTION IN THE CLOUD SYSTEMS

Summary

Studied a method for increasing the efficiency of use of RSA encryption in cloud systems. Designed test program. Experimental studies.

Key words: encryption, RSA, cloud systems, cryptography, information security.

УДК 534.14:535

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРУЖНИХ КОЛИВАНЬ ПАКЕТУ ВІД ОПТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРІШНЬОГО ШАРУ ПРИ ФТА ПЕРЕТВОРЕНІ

Богданов О.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Проведено аналіз залежності амплітуди та фази стаціонарного пружного коливання тонкого тришарового пакету. Фізичні властивості внутрішнього шару відрізняються від характеристик зовнішніх шарів лише значенням оптичного коефіцієнту поглинання. Зовнішні шари пакету виконані з однакового матеріалу. Постановка задачі виконана в рамках теорії незв'язаної термопружності.

Ключові слова: тришаровий пакет, фототермоакустичне (ФТА) перетворення, пружні коливання, оптичний коефіцієнт поглинання.

Вступ. Ефект фототермоакустичного (ФТА) перетворення знайшов застосування при дефектоскопії тонкошарових виробів, наприклад, в мікроелектроніці. З теоретичної сторони, на сучасному етапі існує велика кількість робіт, які присвячені питанню періодичного у часі ФТА перетворення [1, 2]. Слід також зауважити, що дослідники зазвичай цікавляться лише пружно-деформованим станом на «тіньовій» поверхні об'єкта (термооптична генерація звукових хвиль [3]).

Слід зазначити, що в присутніх, у відкритому доступі, дослідженнях відсутній аналіз параметрів пружних коливань від певних фізичних властивостей матеріалу. Цей недолік є дуже суттєвим для задач дефектоскопії, оскільки «дефектний» внутрішній шар може відрізнятися, від оточуючого матеріалу, лише певними параметрами. Тому, метою представленої роботи є аналіз залежності пружних коливань від фізичних властивостей внутрішнього шару. Зокрема, в рамках даної статті, розглянуто

залежність амплітуди та фази пружних коливань пакету лише від зміни оптичного коефіцієнта поглинання в середньому шарі.

Постановка задачі. Розглядається пружний тришаровий пакет (рис. 1) на який діє амплітудо-модульований оптичний (лазерний) потік. Шари 1 та 3 представляють один той самий матеріал, а шар 2 – будемо вважати «дефектним», відмінність якого (від шарів 1 та 3) полягає у відмінності оптичного коефіцієнта поглинання.

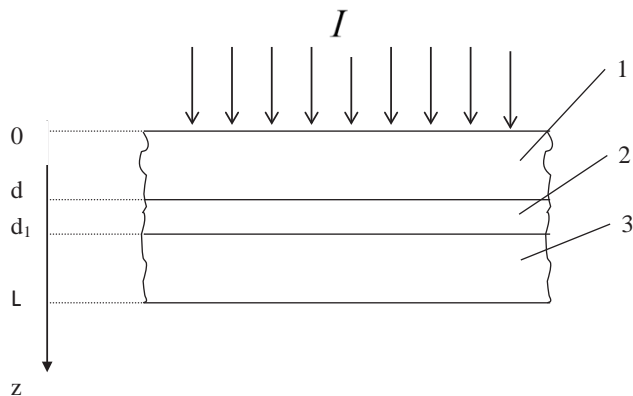


Рис. 1. Пружний тришаровий пакет

Лазерне випромінювання, поглинаючись в пакеті, викликає неоднорідне теплове розширення шарів. Це теплове розширення речовини, в свою чергу, викликає збудження в середовищі акустичних хвиль. Падіння лазерного потоку вважалось нормальним до границі розподілу повітря – пакет. Випромінювання було модульоване по інтенсивності

$$I = I_0 (1 + m \cdot \cos \omega t), \quad \omega = 2\pi f$$

де m – коефіцієнт амплітудної модуляції (дорівнює 1), f – частота амплітудної модуляції.

В випадку генерації акустичних хвиль в тришаровому пакеті, 1 та 3 шари контактують з повітрям, передбачається що немає відтоку тепла з поверхонь зазначених шарів, а теплообмін протікає лише між шарами пакету, причому при переході тепла з одного шару в інший немає стрибків температури. Також було прийнято, що процес, який збуджується, змінюється в часі по гармонійному закону, а при його описі виправдано використання рівнянь теорії незв'язаної термопружності. [4, 5]

Підсумовуючи усе раніш сказане запишемо математичні рівняння, які описують процеси в пакеті, а також крайові умови для кожної з границь. При зроблених допущеннях вихідна система включає в себе рівняння незв'язаної теплопровідності та рівняння руху кожного з пружних шарів (в межах всього розділу)

$$\frac{\partial^2 \theta_j}{\partial z^2} - \frac{1}{\chi_j} \frac{\partial \theta_j}{\partial t} = -\frac{\beta_j G_j}{2\kappa_j} I_0 \exp(i\omega t - \beta_j z) \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 u_j}{\partial z^2} - \frac{1}{v_j^2} \frac{\partial^2 u_j}{\partial t^2} = \eta_j \alpha_j \frac{\partial \theta_j}{\partial z} \quad (2)$$

В приведених диференційних рівняннях прийняті наступні позначення: θ_j – різниця між температурою речовини в збудженому стані та температурою в стані спокою; χ_j , κ_j , β_j – коефіцієнти теплопровідності, теплопровідності та оптичного поглинання, відповідно; $G_1 = 1$, $G_2 = \exp(-[\beta_1 - \beta_2]d)$, $G_3 = \exp(-[\beta_1 - \beta_2]d - [\beta_2 - \beta_3]d_1)$ – коефіцієнти для вирівнювання температурного поля (щоб на границях не було стрибків температури); $\omega = 2\pi f$; u – виникаючи в шарі переміщення; $v_j = \sqrt{\frac{\lambda_j + 2\mu_j}{\rho_j}}$ –

швидкість розповсюдження пружних поздовжніх хвиль (λ_j та μ_j – коефіцієнти Ламе, ρ_j – густина шару); α_j – коефіцієнти лінійного теплового розширення матеріалу; $\eta_j = \frac{B_j^*}{C_j^T}$, $B_j^* = 3\lambda_j + 2\mu_j$, $C_j^T = \lambda_j + 2\mu_j$.

Рівняння механічної напруги в шарі пакету має вигляд:

$$\sigma_j = C_j^T \frac{\partial u_j}{\partial z} - \alpha_j B_j^* \theta_j \quad (3)$$

Крайові умови запишуться в наступному вигляді: на границі $z = 0$

$$\kappa_1 \frac{\partial \theta_1}{\partial z} = 0, \quad \sigma_1 = 0 \quad (4)$$

на границі $z = d$

$$\theta_1 = \theta_2, \quad \kappa_1 \frac{\partial \theta_1}{\partial z} = \kappa_2 \frac{\partial \theta_2}{\partial z}, \quad u_1 = u_2, \quad \sigma_1 = \sigma_2 \quad (5)$$

на границі $z = d_1$

$$\theta_2 = \theta_3, \quad \kappa_2 \frac{\partial \theta_2}{\partial z} = \kappa_3 \frac{\partial \theta_3}{\partial z}, \quad u_2 = u_3, \quad \sigma_2 = \sigma_3 \quad (6)$$

на границі $z = L$

$$\kappa_3 \frac{\partial \theta_3}{\partial z} = 0, \quad \sigma_3 = 0 \quad (7)$$

Розв'язок задачі. Передбачаючи, що характеристики динамічного процесу змінюються в часі по гармонійному закону, а також враховуючи те, що лазерне випромінювання генерує в середовищі пружні хвилі з частотою рівною частоті амплітудної модуляції випромінювання, будемо шукати рішення в вигляді:

$$\theta(z, t) = \Theta(z) \cdot e^{i\omega t}, \quad u(z, t) = U(z) \cdot e^{i\omega t} \quad (8)$$

Розв'язуючи диференційні рівняння (1) отримаємо наступні розв'язки для температурного поля в тришаровому пакеті

$$\Theta_j = (C_{4j-3} \cdot \exp[-p_1 j z] + C_{4j-2} \cdot \exp[p_1 j z]) + S_{1j} \cdot \exp[-\beta_j z] \quad (9)$$

де $C_1 - C_{14}$ постійні інтегрування, $p_{1j} = \sqrt{\frac{\omega}{2\chi_j}(1+i)}$, $S_{1j} = \frac{\beta_j G_j I_0}{2\kappa_j(p_{1j}^2 - \beta_j^2)}$. Підставляючи (9) в рівняння (2) знаходимо розв'язок для переміщень пружного тришарового пакету:

$$U_j = (-C_{4j-3} \cdot \exp[-p_1 j z] + C_{4j-2} \cdot \exp[p_1 j z]) \cdot M_{1j} + (C_{4j-1} \cdot \exp[-p_2 j z] + C_{4j} \cdot \exp[p_2 j z]) - S_{2j} \cdot \exp[-\beta_j z] \quad (10)$$

де $M_{1j} = \frac{\alpha_j \eta_j \cdot p_{1j}}{p_{1j}^2 - p_{2j}^2}$, $p_{2j} = \frac{i\omega}{v_j}$, $S_{2j} = \frac{\alpha_j \beta_j \eta_j \cdot S_{1j}}{\beta_j^2 - p_{2j}^2}$. Використовуючи отримані результати (9) та (10) знайдемо формули які описують теплові потоки та, підставляючи (9) та (10) в (3), механічні напруги в шарах тришарового пружного пакету:

$$\kappa_j \frac{\partial \Theta_j}{\partial z} = (-C_{4j-3} \cdot \exp[-p_1 j z] + C_{4j-2} \cdot \exp[p_1 j z]) \cdot M_{2j} - S_{3j} \cdot \exp[-\beta_j z] \quad (11)$$

$$\sigma_j^0 = (C_{4j-3} \cdot \exp[-p_1 j z] + C_{4j-2} \cdot \exp[p_1 j z]) \cdot M_{3j} - (C_{4j-1} \cdot \exp[-p_2 j z] - C_{4j} \cdot \exp[p_2 j z]) \cdot M_{4j} + S_{4j} \cdot \exp[-\beta_j z] \quad (12)$$

де $M_{2j} = \kappa_j \cdot p_{1j}$, $S_{3j} = \beta_j \kappa_j \cdot S_{1j}$, $M_{3j} = -\alpha_j B_j^* \frac{p_{2j}^2}{p_{2j}^2 - p_{1j}^2}$, $M_{4j} = C_j^T \cdot p_{2j}$, $S_{4j} = \frac{\alpha_j B_j^* p_{2j}^2}{p_{2j}^2 - \beta_j^2} \cdot S_{1j}$. [4]

Чисельні результати. Фізичні властивості шарів 1 та 3 обираємо рівними властивостям кремнію, оскільки саме цей матеріал є базовим для побудови сучасних мікросхем: $\alpha = 2,33 \cdot 10^{-6}$ м/град, $\kappa = 156$ ВТ/м, $\beta = 1,2 \cdot 10^6$ м⁻¹, $\chi = 8,8 \cdot 10^{-5}$ град/с, $v = 8,43 \cdot 10^3$ м/с, $E = 10^{11}$ Па, $\nu = 0,27$. Для математичного моделювання було обрано випадок, коли коефіцієнт оптичного поглинання другого шару може відрізнятися на порядок, як менше, так і в більшу сторону. [6]

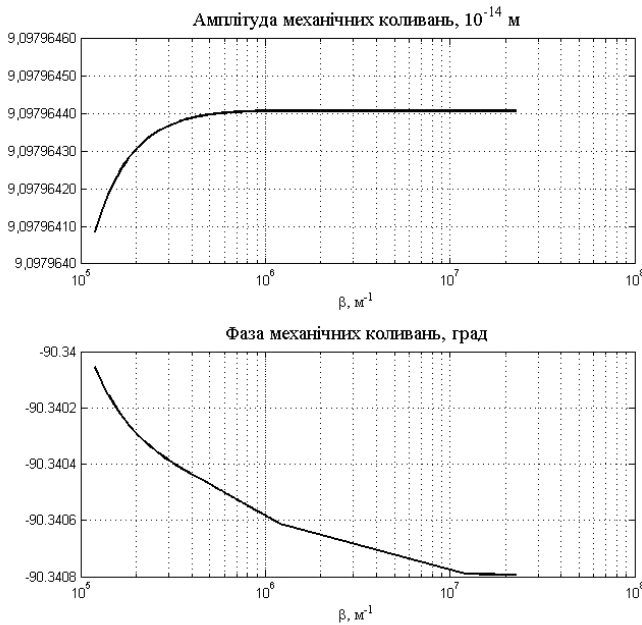


Рис. 2. Частота амплітудної модуляції 100 Гц

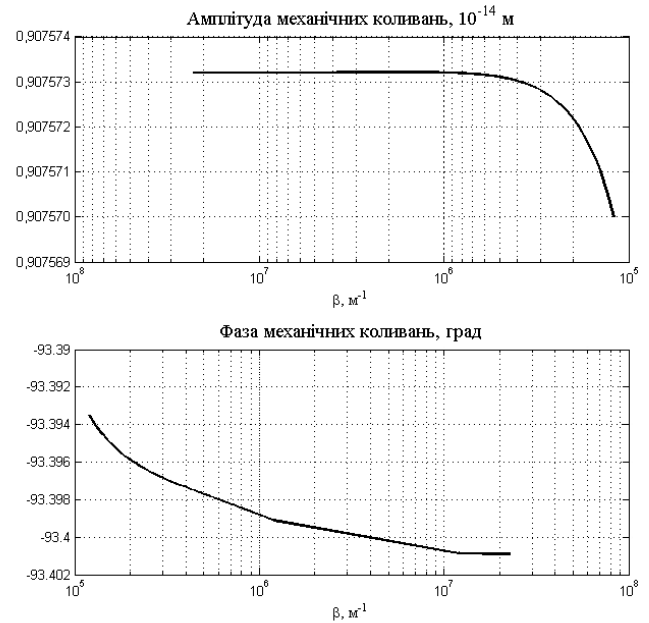


Рис. 3. Частота амплітудної модуляції 1 кГц

Результати чисельного дослідження для деяких частот амплітудної модуляції оптичного випромінювання представлені на рис. 2 та рис. 3.

Висновки. Як видно з наведених результатів математичного дослідження, амплітуда пружних коливань має нелінійну залежність від значення коефіцієнта оптичного поглинання матеріалу. Проте різниці значень досить мала, тому

можливість їх зафіксувати вимірювальною апаратурою

є низькою. З іншого боку, фіксуємо також нелінійну залежність фази пружних коливань, значення яких лежить в межах роздільної здатності вимірювальної апаратури. Цей факт вказує на шлях реєстрації відмінності коефіцієнта оптичного поглинання під час ФТА дефектоскопії.

Список літератури:

1. Коваленко А. Д. Термоупругость. – К.: Вища школа, 1975. – 216 с.
2. Корнаухов В. Г. Тепловое разрушение полимерных элементов конструкций при моногармоническом деформировании // Прикладная механика. – 2004. – Т. 40, – № 6. – С. 30–70.
3. Лямшев Л. М. Лазерное термооптическое возбуждение звука / Отв. ред. В. И. Ильичев; АН СССР, Акустический институт им. Н. Н. Андреева – М.: Наука, 1989. – 237 с.
4. Бабаев А. Э. Нестационарные тепловые процессы в полупространстве, при действии равномерно распределенных тепловых источников на интервале вдоль продольной координаты / Бабаев А. Э., Савин В. Г., Богданов А. В. Сотников А. В. // Электроника и связь. – 2002. – № 15. – С. 20–24.
5. Гузь А. Н. Дифракция упругих волн в многосвязных телах. / Гузь А. Н., Головчан В. Т. – К.: Наукова думка, 1972. – 254 с.
6. Кикоин И. К. Таблицы физических величин. Справочник / Под ред. акад. И. К. Кикоина. – М.: Атомиздат, 1976, – 1008 с.

Богданов А.В.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

ЗАВИСИМОСТЬ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ ПАКЕТА ОТ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРЕННЕГО СЛОЯ ПРИ ФТА ПРЕОБРАЗОВАНИИ

Аннотация

Проведен анализ зависимости амплитуды и фазы стационарного упругого колебания тонкого трехслойного пакета. Физические свойства внутреннего слоя отличаются от характеристик внешних слоев только значением оптического коэффициента поглощения. Внешние слои пакета выполнены из одинакового материала. Постановка задачи выполнена в рамках теории несвязанной термоупругости.

Ключевые слова: трехслойный пакет, фототермоакустическое (ФТА) преобразования, упругие колебания, оптический коэффициент поглощения.

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, процеси 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 шлам, 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 SiO₂ : Al₂O₃, за яким утворюють ряд: КССК (3,6) > КВ-3 (1,8) > КС-1 (1,3);

– вмістом лужноземельних та лужних оксидів типу RO+R₂O, за яким утворюють ряд, мас. %: КССК (5,10) > КС-1 (1,65) > КВ-3 (1,4);

– вмістом барвних оксидів Fe₂O₃ + TiO₂, 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 ₂ SiF ₆ (понад 100%)	0,5	0,5	0,5	0,5
CaCl ₂ (понад 100%)	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблиця 2

Хімічний склад сировини

Сировина	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.
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