

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ВІБРУЮЧОЇ ПОВЕРХНІ НА ЗНАЧЕННЯ ВІДХИЛЕННЯ ВІДБИТОГО ЛАЗЕРНОГО ПРОМЕНЯ

© Партика А. І., 2014

Запропоновано новий підхід, який дає змогу під іншим кутом поглянути на процес зняття інформації з віконного скла офісних приміщень. Моделюванням процесу доведена необхідність створення нової моделі, що дозволить розробити методи протидії перехопленню інформації за допомогою лазерного променя. Проведений аналіз показав, що існує інший варіант дослідження процесу відбиття лазерного променя, який допоможе розкрити реальну картину процесу дистанційного зняття інформації.

Ключові слова: лазерний промінь, несанкціонований доступ до інформації, звукові коливання, оптоелектронний канал витоку інформації, лазерний мікрофон.

In this paper we propose a new approach that allows different angle to look at the process of removing information from the window glass offices. By modeling process demonstrated the need for make a new model that will develop a number of methods against interception by a laser beam. The analysis showed that there is another option on the study of reflection of the laser beam, which will reveal the real picture of proces of the remote interception of information.

Key words: laser beam, unauthorized access to information, sound waves, optoelectronic information leakage, opto-acoustic laser microphone.

Вступ

Стрімкий розвиток досліджень у галузі нанотехнологій останніми роками вплинув і на розвиток систем і засобів, що використовують спецслужби та фірми – недобросовісні конкуренти для несанкціонованого доступу (НСД) до мовної інформації. Все частіше такими системами слугують дистанційні лазерні системи акустичної розвідки (ЛСАР), принцип дії яких оснований на уловлюванні коливань через скло та інші відбивні поверхні, де згодом коливання трансформуються в звук. Вони дозволяють перехоплювати на порівняно великих відстанях акустичну інформацію з віконного скла та інших предметів службових приміщень, що відбивають світло.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Аналіз робіт у галузі поширення інформації показує, що моделі перехоплення інформації дослідники спрощують, ідеалізуючи тим самим реальну ситуацію. Своєю чергою, це вплинуло на розроблення апаратури ЛСАР, її функціональний склад. В результаті практична відстань знімання акустичної інформації за допомогою ЛСАР виявилась обмеженою (близько 1 км), а боротьба з протидією перехопленню інформації звелася до “зашумлення” скла, нанесення на його поверхню спеціальних покриттів, застосування звукопоглинальних екранів і штор типу “жалюзі”.

Одними з найефективніших методів зняття акустичної інформації є використання лазерних систем акустичної розвідки, перевагою яких є можливість безконтактного зондування тонких поверхонь, що відбивають лазерний промінь на досить значні відстані від об'єкта спостереження. Найбільш дослідженими і описаними в літературі є саме такі ЛСАР, що працюють у відбитому світлі. Але водночас давно існують прилади для промислового користування, які за певного технічного доопрацювання можуть бути використані для зняття інформації у розсіяному світлі. Дослід-

ження у цій сфері надзвичайно актуальні для захисту інформації, тому що такі технології та пристрої містять майже всі необхідні конструктивні елементи для ЛСАР, широко використовуються в повсякденному житті, не потребують спеціальних дозволів на їх придбання та використання [1].

У зв'язку з цим необхідні подальші дослідження цієї проблеми з метою пошуку нових методів та засобів захисту мовної інформації від ЛСАР в розсіяному світлі; вдосконалення наявних методів та засобів, що захищають інформацію від ЛСАР у відбитому світлі; розроблення нових оптичних методів вимірювання небезпечних рівнів акустичних коливань на поверхнях з різних кутів та напрямків, на основі яких можливо обґрунтувати небезпечність таких технологій.

Метою роботи є дослідження впливу параметрів віброуючої поверхні на відхилення відбитого лазерного променя під час знімання інформації з віконного скла службових приміщень. Для цього необхідно побудувати математичну модель, яка б дала змогу описати мікрозсуви частинок скла під дією акустичних коливань та оцінити величини відхилення лазерного променя на приймальному боці залежно від різних параметрів середовища.

Математична модель для дослідження деформації віброуючої поверхні

З метою визначення параметрів деформації скла досліджувалось відоме рівняння для акустичної хвилі [2], розв'язок якого показав, що у склі під тиском повітряної акустичної хвилі виникають три складові хвилі: поздовжня хвиля по осі z , яка перпендикулярна до площини скла; дві поперечні хвилі в площині скла по осях x та y . Оскільки товщина скла у напрямку z мала, порівняно з його розмірами у двох інших напрямках x та y , а також довжина акустичної хвилі велика, порівняно з товщиною скла, то за математичну модель можна прийняти загальновідомі рівняння деформації тонкої пластинки.

У цьому випадку деформації вважаються малими. Критерієм оцінки величини деформацій є дуже мале зміщення точок пластини по осі z , порівняно з її товщиною. Отримано вираз для повної вільної енергії (F_{nl}) деформованої скляної пластинки у вигляді:

$$F_{nl} = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \times \iint \left\{ \left(\frac{d^2\xi}{dx^2} + \frac{d^2\xi}{dy^2} \right) + 2(1-\nu) \left[\left(\frac{d^2\xi}{dxdy} \right)^2 - \frac{d^2\xi}{dx^2} \frac{d^2\xi}{dy^2} \right] \right\} dx dy, \quad (1)$$

де h – товщина скляної пластинки; ξ – зміщення частинок скла вздовж осі z (деформація); E – модуль Юнга; ν – коефіцієнт Пуассона.

Вираз отримано з умови, що площина x , y збігається з площиною недеформованої скляної пластинки, і компоненти зміщення точок у площині x , y можуть бути прирівняні до нуля. Форма, якої набуває пластинка під впливом прикладених сил (величина ξ), є зміщенням точок пластинки, яка розглядається як поверхня при її згинанні.

Рівняння, яке описує жорсткість D пластинки, описується виразом:

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}. \quad (2)$$

Для спрощення задачі виберемо випадок використання круглої пластинки. Тоді результат розв'язання задачі деформації буде таким:

$$\xi = \frac{f}{2\pi D} \left[\frac{1}{2} |R^2 - r^2| - r^2 \ln \frac{R}{r} \right], \quad (3)$$

де f – прикладена сила; R – радіус пластинки; r – відстань між джерелом звуку і вікном, м.

Для променя ЛСАР, перпендикулярного до площини віконного скла, відхилення скла на кут α під тиском P призводить до відхилення відбитого променя на кут 2α . Кут відхилення променя, відбитого деформованим склом у бік фотоприймача ЛСАР, визначаємо як:

$$\tan \alpha = \frac{\xi}{R}. \quad (4)$$

Вплив параметрів пластини на зміну деформації скла

З рівнянь (2)–(4) видно, що величина деформації скляної пластинки залежить від багатьох факторів, зокрема від параметрів скла. Щоб оцінити вплив таких параметрів, як товщина скла та його розмір, на величину відхилення відбитого лазерного променя, ми розрахували та побудували відповідні залежності $\alpha(h)$ та $\alpha(R)$.

Для обчислення залежності $\alpha(h)$ прийнято такі вихідні дані, згідно з оптимальними параметрами моделі: $R = 1\text{ м}$, $\nu = 0,25$, $r = 0,75\text{ м}$, $E = 50 \cdot 10^9\text{ Па}$. Отримана залежність зображена на рис. 1. Видно, що максимальне відхилення відбитого променя спостерігається для кута $2\alpha = 4 \cdot 10^{-5}\text{ рад}$ за товщини пластини $h = 1 \cdot 10^{-3}\text{ м}$. Зі збільшенням товщини скляної пластини зменшується зміщення частинок скла, а саме, якщо $h > 2,5 \cdot 10^{-3}\text{ м}$, величина α практично не змінюється. Це дає змогу зробити припущення, що чим товстіше скло, тим менше воно передає вібрації. Отже, з такого скла важче зняти інформаційний мовний сигнал. З метою кращого захисту від зондування лазерним променем віконне скло варто вибрати завтовшки не менше ніж 3 мм.

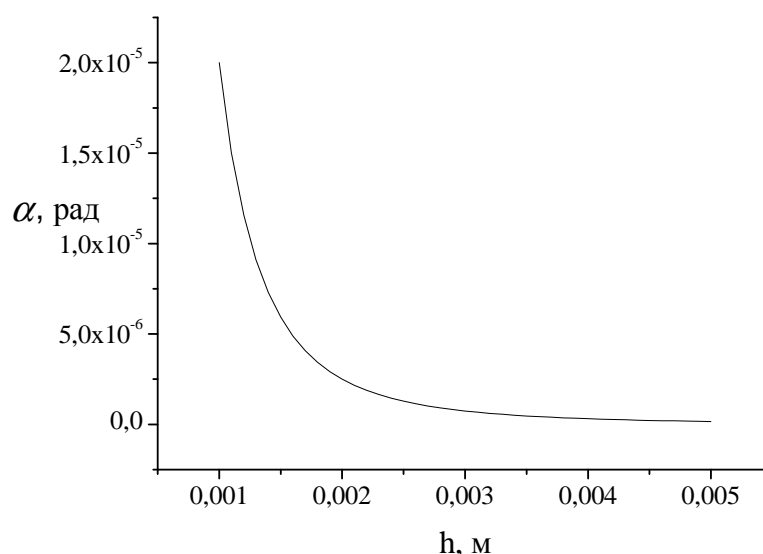


Рис. 1. Залежність величини кута відхилення α від товщини скляної пластинки h

Наступним етапом роботи було отримання залежності $\alpha(R)$ за незмінності інших параметрів моделі. На основі отриманих вище результатів прийнято за оптимальну товщину пластини $h = 2,5 \cdot 10^{-3}\text{ м}$. У результаті моделювання отримано залежність, яка зображена на рис. 2. Аналіз цієї кривої дав підстави зробити такі висновки: максимальне відхилення відбитого променя спостерігається для кута $2\alpha = 11,3 \cdot 10^{-5}\text{ рад}$ за радіуса пластинки $R = 0,3\text{ м}$. Збільшення радіуса скла приводить до зменшення величини кута відхилення α , що, очевидно, пояснюється зменшенням амплітуди вібраційних коливань всередині самого скла.

Також зроблено спробу оцінити, як впливає відстань від джерела звуку до пластинки на зміну кута відхилення 2α . Для обчислення залежності $\alpha(r)$ використано оптимальні значення h і r , які отримано з попередніх обчислень: $R = 1\text{ м}$ і $h = 2,5 \cdot 10^{-3}\text{ м}$. З рис. 3 помітно, що з віддаленням джерела звуку від вікна кут відхилення променя 2α зменшується, і максимальне значення спостерігається за найменшої відстані між вікном і джерелом звуку 0,2 м. Це зумовлено тим, що, поширюючись у просторі, звукові коливання згасають, і тому вібрації частинок скла у вікні зменшуються, відповідно зняти інформаційний сигнал стає складніше. Також варто зазначити, що коли r зростає до величини, більшої за R , то і величина зміщення α також зростає.

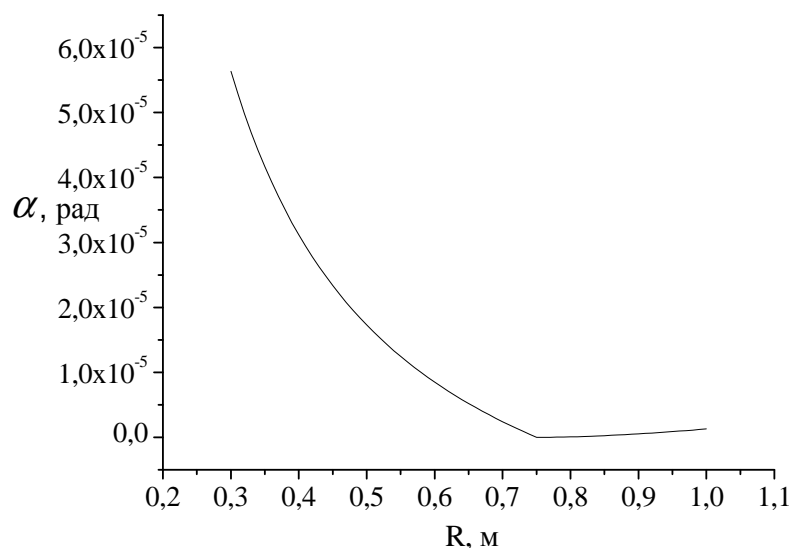


Рис. 2. Залежність величини кута відхилення α від радіуса скляної пластинки R

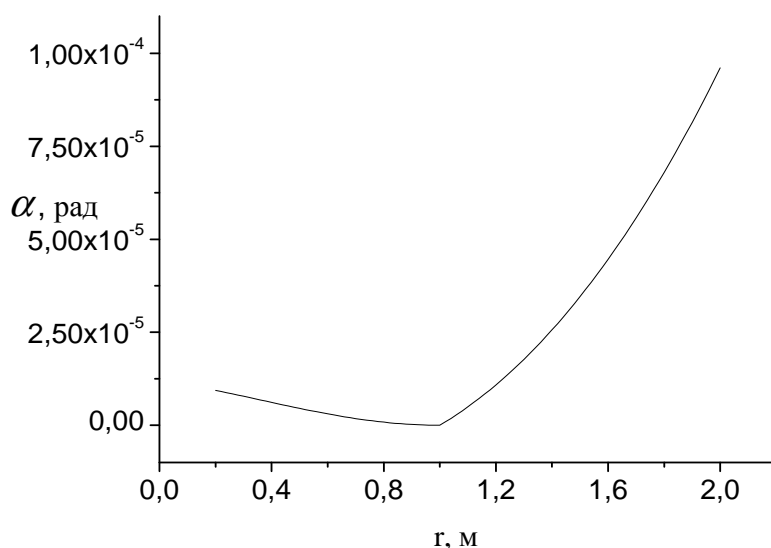


Рис. 3. Залежність величини кута відхилення α від відстані джерела звуку до пластинки r

Узагальнивши отримані результати, бачимо, що загалом кут відхилення променя деформованою поверхнею – близько 2α 30–50 мкррад. Така величина відхилення променя на кілька порядків менша від самої розбіжності променя сучасних лазерів, і, крім того, вона істотно нижча за рівень механічних коливань приймальної апаратури, викликаних впливом чинників навколишнього середовища (тремтіння рук та подих оператора, вітрове навантаження, вібрації опорної триноги лазера тощо) [3].

Висновки

У роботі запропоновано математичну модель, яка описує вібрації частинок скла під дією акустичних коливань, та проведено числову оцінку впливу факторів середовища на деформацію скляної пластинки. Зокрема, розраховано, як впливають геометричні параметри скла, та побудовано відповідні залежності $\alpha(h)$ та $\alpha(R)$. Також показано, як впливає відстань від джерела звуку до

скла на вібраційні показники останнього, що, своєю чергою, на пряму визначає можливість зчитування інформації з поверхні скла лазерним променем.

1. Хорев А. А. *Защита информации от утечки по техническим каналам. Часть 1. Технические каналы утечки информации: учебное пособие / А.А. Хорев.* – М.: Гостехкомиссия России, 1998. – 320 с. 2. *Изучение лазерного устройства, обеспечивающего регистрацию разговоров, ведущихся в помещениях [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/dir/cat32/subj1348/file14451/view148775.html>. 3. *High Performance Laser Diodes [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <http://www.axcelphotonics.com/products.html>.

УДК 006.06

О. В. Мотринчук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

МЕТОД КАНО ЯК ОДИН З ІНСТРУМЕНТІВ ОЦІНКИ СТУПЕНЯ ЗАДОВОЛЕНОСТІ СПОЖИВАЧА

© Мотринчук О. В., 2014

Проведено соціологічні дослідження за зворотним зв'язком з підприємствами-роботодавцями ВНЗ, розглянуто модель “Метод Кано” для оцінки потреб та очікувань підприємств-роботодавців, досліджено характеристики випускника, необхідні для подальшого працевлаштування.

Social researches on employers of higher education institutions were conducted, Kano model was used for evaluation of enterprises-employers' needs and expectations, graduates' characteristics, that are needed for further employment, were researched.

Постановка проблеми

Проблема ефективності управління вузом в умовах ринкових відносин набуває особливої актуальності з появою нових вимог, що ставлять до вищого навчального закладу ринок освітніх послуг та ринок праці, повноправним учасником яких є сучасна освітня організація, відповідно, основним її завданням є створення механізмів, що забезпечують якість освітніх послуг, які надаються.

Система освіти в цьому випадку повинна орієнтуватися на розвиток особистості студента, а саме його підготовку до вирішення нестандартних проблем, підвищення соціальної, професійної та географічної мобільності, що представляють безліч різних шляхів вибору власного майбутнього.

Освіта загалом і вища освіта зокрема відіграє в суспільстві унікальну роль: вона відтворює особистість, озброює її знаннями, формує світогляд і творчі здібності, виховує як патріота і громадянина – тобто реально готує його до майбутнього. І від того, якою буде наша освіта, без перебільшення, залежить майбутнє держави: народу і культури [1].

Найважливішим показником ефективності інвестицій в освіту є її якість. А оскільки основний потенціал інноваційного розвитку зосереджений у вищих навчальних закладах та його рівень безпосередньо визначається якістю вищої освіти, то одним з основних напрямів модернізації освіти є розроблення моделей управління якістю вищої освіти [1].