

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСТУ ПАСИВНОЇ ПРОТИДІЇ ВІД ЛАЗЕРНОГО ЗОНДУЮЧОГО ПРОМЕНЯ

Робота присвячена оптимізації параметрів пасивної протидії лазерному зондуючому променю. В роботі проаналізовано доцільність використання симплексних методів моделювання складу відбиваючих матеріалів на прикладі наявних в Україні видів скла. Приведені результати дослідження залежності захисних параметрів від елементарного складу скла. В роботі подані результати експериментальних досліджень використання скла з більшою концентрацією певних елементів для захисту від витоку мовної інформації.

The work is dedicated to optimizing the parameters of passive counter probe laser beam. This paper analyzes the feasibility of using simplex modeling techniques reflecting the composition of the materials available in the example of Ukraine kinds of glass. The results of the study, depending on the settings of protective elemental composition of the glass. This paper presents the results of experimental studies using glass with greater concentrations of certain elements for preventing the leakage of linguistic information.

1. ВСТУП

Проблема протидії витокам інформації з використанням лазерного випромінювання залишається досить актуальною і в той же час однією з найменш вивчених порівняно з іншими засобами промислового шпигунства.

Системи перехоплення інформації на основі лазерного випромінювання особливо привабливі тим, що зчитування мовної інформації є максимально безпечним, на відстані, опосередковано, уникаючи необхідності присутності в приміщенні з метою розміщення там підслуховуючих пристроїв, що завжди пов'язане з ризиком. Окрім того, виявлення працюючого лазерного мікрофона дуже складне, а деколи є технічно нездійсненне.

Стрімкий розвиток техніки та електроніки роблять реальним створення компактних та досконалих систем лазерного-локаційного зондування. Сьогодні на практиці використовуються лазери з можливістю

¹² Національний університет «Львівська політехніка»

обертання проміння на 360°. В наукових джерелах з'явилась інформація про створення ефективного дифузійного лазера, що дозволяє вести зчитування сигналу з скла під досить великим кутом. Таким чином, лазерні системи існують і можуть при дотриманні певних умов бути дуже ефективним інструментом технічної розвідки. Захист мовної інформації від витоків є одним з найактуальніших завдань забезпечення інформаційної безпеки, як у державних, так і комерційних структурах[1-3].

При детальному розгляді з'ясувалося, що в цій області практично немає серйозних розробок та методик, що дозволяють забезпечити захист мовної інформації від її витoku з використанням лазерних систем акустичної розвідки (ЛСАР). Очевидно, необхідним є комплексний підхід, який би включав в себе синтез активних і пасивних методів захисту мовної інформації. Очевидно, пасивні методи є основними для реалізації захисту мовної інформації від ЛСАР.

Оскільки пасивні методи як правило застосовуються при конструкторсько-будівельних роботах, а саме захист стін, дверей, вікон, то відповідно об'єктом нашої роботи було найбільш незахищена ділянка – віконне скло.

На цей час для захисту від витoku інформації з віконних шибок використовується скло до складу якого включені елементів з різною концентрацією, що передбачає збільшення розсіювання, або зменшення відбивання лазерного променя при зніманні інформації зі скла. Тому роботи присвячені захисту інформації від зчитування лазерним променем з віконного скла з певними захисними властивостями є актуальним.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Для досліджень вибрано найбільш популярні зразки скла представлені на ринку України, а саме:

- Saint-Gobain Diamant, 4мм[4]
- Saint-Gobain Diamant, 6мм
- Пролетарій М1, 4мм[5]
- Пролетарій М1, 6мм
- Pilkington Optifloat, 4 мм[6]
- Guardian floatGuard, 6мм[7]

Аналіз вмісту елементів скла, найбільш поширеного на ринку України, проведено на рентгенофлуоресцентному аналізаторі елементарного складу EXPERT 3L[8].

Спектри хімічних елементів і відповідних їм концентрацій мас з похибкою визначення 0,01% масової частки представлені в табл.1-3.

Таблиця 1

Спектри хімічних елементів і відповідні їм масові долі скла
Saint-Gobain

SAINT-GOBAIN 4		SAINT-GOBAIN 6	
Елемент	Мас. доля, %	Елемент	Мас. доля, %
14Si	54.946±0.252	14Si	55.248±0.257
20Ca	41.953±0.198	20Ca	41.427±0.198
11Na	1.831±0.423	11Na	2.251±0.428
16S	0.482±0.043	16S	0.372±0.043
22Ti	0.129±0.017	22Ti	0.101±0.017
26Fe	0.502±0.007	26Fe	0.476±0.007
28Ni	0.004±0.001	30Zn	0.004±0.001
30Zn	0.003±0.001	33As	0.003±0.001
32Ge	0.002±0.001	38Sr	0.066±0.001
38Sr	0.066±0.001	40Zr	0.027±0.001
39Y	0.004±0.001	50Sn	0.024±0.003
40Zr	0.022±0.001		
41Nb	0.004±0.001		
48Cd	0.015±0.003		
50Sn	0.028±0.003		
82Pb	0.009±0.001		

Таблиця 2

Спектри хімічних елементів і відповідні їм масові долі
скла Пролетарій

Пролетарій 4		Пролетарій 6	
Елемент	Мас. доля, %	Елемент	Мас. доля, %
14Si	54.434±0.307	14Si	54.722±0.285
20Ca	40.096±0.231	20Ca	38.984±0.208
11Na	1.730±0.461	12Mg	2.407±0.249
12Mg	2.004±0.256	11Na	2.724±0.412
16S	0.547±0.048	16S	0.422±0.064
22Ti	0.144±0.018	22Ti	0.103±0.018
25Mn	0.041±0.004	25Mn	0.010±0.003
26Fe	0.502±0.007	26Fe	0.466±0.007
33As	0.003±0.001	33As	0.002±0.001
37Rb	0.004±0.001	37Rb	0.005±0.001
38Sr	0.036±0.001	38Sr	0.045±0.001
40Zr	0.023±0.001	40Zr	0.036±0.001
50Sn	0.056±0.003	42Mo	0.005±0.001
53I	0.019±0.008	50Sn	0.023±0.003
56Ba	0.145±0.020	53I	0.044±0.008
57La	0.217±0.029		

Як видно з табл.1-3, вміст основних елементів і домішок в усіх виробників скла приблизно однаковий. Всі зразки скла на 92-96% складаються з кремнію (Si), та кальцію (Ca) (рис.1).

Таблиця 3

Спектри хімічних елементів і відповідні їм масові долі скла
Pinkilgton, Guardian

Pinkilgton 4		Guardian 6	
Елемент	Мас. доля, %	Елемент	Мас. доля, %
14Si	6.752±0.280	14Si	57.349±0.280
20Ca	37.136±0.189	20Ca	37.108±0.185
11Na	2.149±0.396	11Na	2.378±0.400
12Mg	2.695±0.234	12Mg	2.093±0.226
16S	0.466±0.043	16S	0.321±0.044
22Ti	0.097±0.015	22Ti	0.085±0.017
26Fe	0.586±0.007	26Fe	0.482±0.007
30Zn	0.004±0.001	28Ni	0.004±0.001
37Rb	0.004±0.001	37Rb	0.004±0.001
38Sr	0.046±0.001	38Sr	0.057±0.001
39Y	0.004±0.001	39Y	0.004±0.001
40Zr	0.027±0.001	40Zr	0.019±0.001
41Nb	0.004±0.001	41Nb	0.005±0.001
50Sn	0.023±0.003	47Ag	0.007±0.002
82Pb	0.007±0.001	50Sn	0.022±0.003
		51Sb	0.023±0.004
		53I	0.039±0.008

При аналізі концентрацій домішок, було виявлено, що вміст таких елементів, як Mg, Na, S, Fe, Ti в зразках скла Saint-Gobain, Пролетарій, Pinkilgton та Guardian перевищує 0,1%. (рис. 2-4).

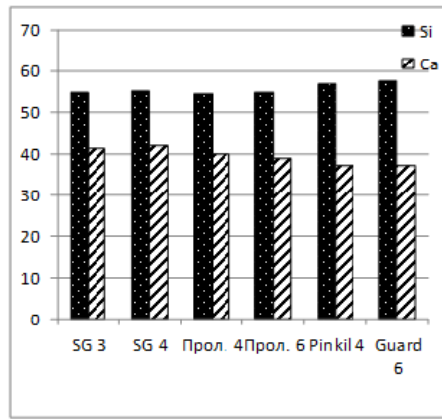


Рис. 1. Вміст кремнію (Si), та кальцію (Ca) в зразках скла

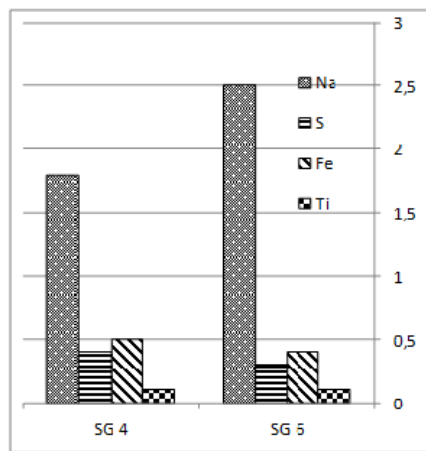


Рис. 2. Концентрація домішок в зразках скла виробника Saint-Gobain, кількість яких є більшою за 0.1%

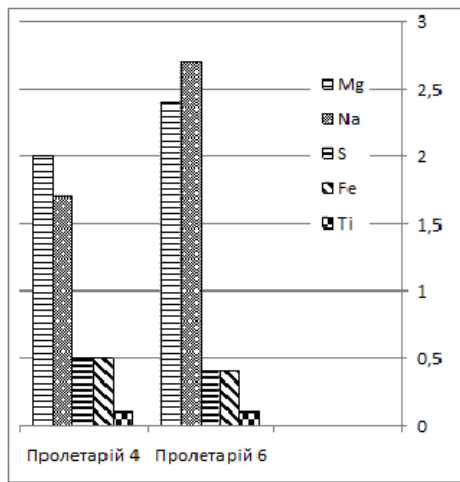


Рис. 3. Концентрація домішок в зразках скла виробника Пролетарій, кількість яких є більшою за 0.1%

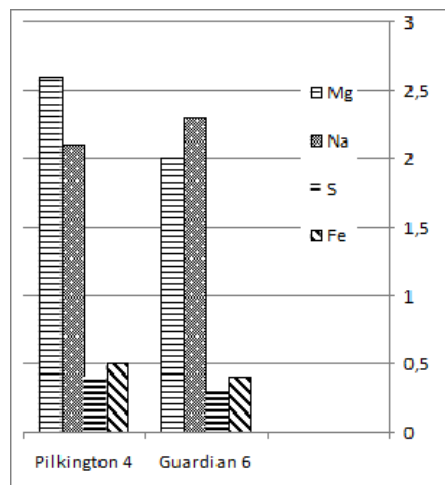


Рис. 4. Концентрація домішок в зразках скла виробників Pilkington, Guardian, кількість яких є більшою за 0.1%

3. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

В даній роботі для моделювання фізико-хімічних характеристик скла запропоновано використання симплексного методу планування для таких елементів, як кальцій, натрій та сірка[9].

Складені таблиці концентрацій допомогли обрати елементи для досліджень. Елементи обирались відповідно до відсоткової концентрації, тобто ті, яких було більше 1% в зразку.

Математичну залежність "склад - властивості" шукали у вигляді:

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n \beta_i * x_i + \sum_{i,j=1}^n \beta_{ij} * x_i * x_j \quad (1)$$

де \bar{y} - вектор вихідних змінних стану(функція відгуку) скла;

β_i, β_{ij} - коефіцієнти рівності регресії, $\tilde{\delta}_i, \tilde{\delta}_j$ - компонентні фактори досліджуваного зразка отримували за симплексними планами експерименту. Коефіцієнти β_i та β_{ij} є лінійними комбінаціями \bar{y}_i та \bar{y}_{ij} , на вузлах решітки на симплексі.

Для стану компонентів скла виконується умова $x_1 + x_2 + x_3 = 1$. Функцією відгуку є змінна \bar{y} , а саме коефіцієнт відбивання падаючого променя лазера. Проведено аналіз частини діаграм "склад - властивості" в області концентрацій компонентів (x_1, x_2, x_3) , виявленої на основі попередніх двофакторних експериментів. Отримали такі значення координат вершин трикутника: $\{z_1(95, 4, 1), z_2(95, 5, 1), z_3(95, 5, 1)\}$. Наступним кроком є перехід в нову систему координат, в якій вершини z_1, z_2, z_3 є незалежними псевдо координатами, при збереженні умови: $z_1 + z_2 + z_3 = 1$. Матриця експерименту (1-6) з додатковою точкою у центрі плану подана в табл. 4. Коефіцієнт відбивання($K_{\text{відб}}$) отримали відповідно до методики[8].

Матриця експерименту

№ експерименту	Псевдокомпоненти			Фактори основного складу			Змінний стан
	1	2	3	Ca	Na	S	К _{відб.}
1	1	0	0	95	4	1	0,073
2	0	1	0	96	3	1	0,078
3	0	0	1	93	6	1	0,061
4	0,5	0,5	0	94	5	1	0,065
5	0,5	0	0,5	95	3	2	0,073
6	0	0,5	0,5	93	6	1	0,061

Після обробки матриці планування отримана така рівність регресії:

$$\bar{y} = 0,0018 z_1 - 0,0007 z_2 - 0,026 z_1 z_2 + 0,048 z_1 z_3 + 0,202 z_2 z_3 \quad (2)$$

Перехід до початкових компонентів досліджуваної системи проводили графічно, представляючи поверхню відгуку трьохкомпонентної системи проєкціями ліній рівних значень на симплексі. Після підстановки у рівність (2) $z_3 = 1 - z_1 - z_2$ переходимо до рівності для двох факторів:

$$\bar{y} = (-0,024) + 0,0258 z_1 + 0,1787 z_2 - 0,048 z_1^2 - 0,202 z_2^2 \quad (3)$$

Поверхні відгуку, які описуються рівністю (3), є поверхнею типу "східний гребінь", тобто вона не має математичних екстремумів у факторному просторі з координатами z_1, z_2, z_3 . Для побудови діаграми "склад - властивості" використана програма Microsoft Fortran PowerStation v4.0. На рис.5 показана діаграма та залежності коефіцієнта відбивання від концентрації кальцію(Ca), натрію(Na) та сірки(S) в зразках скла.

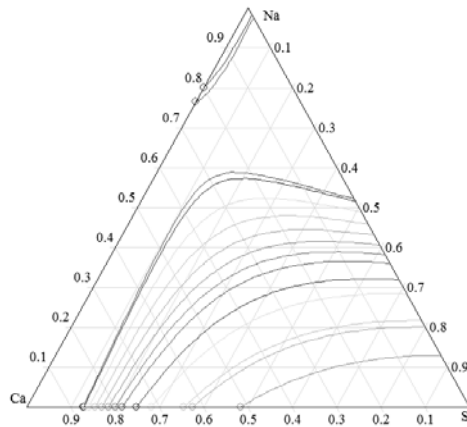


Рис. 5. Залежність коефіцієнта відбивання від концентрації кальцію(Ca), натрію(Na) та сірки(S)

Проаналізувавши дані діаграми можна зробити висновок, для того щоб зменшити коефіцієнт відбивання $K_{\text{відб.}}$ скла необхідно мінімізувати концентрацію кальцію(Ca) .

4. ВИСНОВКИ

Дослідивши скло, яке є найбільш розповсюдженим на ринку України на захищеність від лазерного зондування і визначивши його елементарний склад, було виявлено, що коефіцієнт відбивання напряму залежить від концентрації домішок Ca, Na, S та інших елементів. Значна товщина скла позитивно впливає на захисні властивості.

Отримана модель складу скла з певними захисними властивостями виконана за допомогою симплексного методу, що продемонстровано на прикладі аналізу залежності коефіцієнта відбивання від концентрації трьох складових елементів(Ca, Na, S).

Виявлено вплив концентрації трьох складових елементів скла(Ca, Na, S) на коефіцієнт відбивання скла та його захисні властивості .

Защита помещений от утечки информации [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.soltex.su/articles/15113>. 2. Микрофоны направленного действия для прослушки. Каталог товаров. [Электронный ресурс] -<http://espion.me/products/category/513753>. 3.Продукция - Средства наблюдения. [Электронный ресурс] - <http://www.argoasecurity.com.ua/prod>

ucts.aspx? CategoryID=8. 4. "Saint-Gobain glass" [Online]. Available: [Accessed: Okt. 01, 2013] - [Электронный ресурс] - <http://www.saint-gobain-glass.com/>. 5. Proletary glass. -[Электронный ресурс] - Access mode. <http://www.proletary.ua/>. 6. Pilkington glass. -[Электронный ресурс] - Access mode: <http://www.pilkington.com/>. 7. Guardian glass. [Электронный ресурс]. - Access mode: <https://www.guardian.com/>. 8. Sergij Lych, Volodymyr Rakobovchuk (2013) «Protection Of Window Glass From Acoustic Leakage», «Proceedings Of The 6th International Conference Of Young Scientists». Cse-2013. Lviv pp.248-249. 9. Новик Ф.С. Применение метода симплексных решеток для построения диаграмм состав-свойство./Новик Ф.С., Минц Р.С., Малков Ю.С. – Заводская лаборатория, 1967 – т.33, №7, с.840-847.