

## ПАСИВНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ЛАЗЕРНОГО ЗОНДУВАННЯ

© Дудикевич В.Б., Собчук І.С., Ракобовчук В.О., 2013

Для захисту приміщення від витоків по оптико-електронному каналі застосовують як активні, так і пасивні методи захисту. Активні методи використовують різні генератори шуму і датчики, які здатні генерувати завади. Однак використання цих засобів не завжди доцільне, оскільки вони потребують своєчасної перевірки та контролю роботи, прецизійності регулювання. Саме тому робота стосується захисту приміщень з використанням пасивних методів.

**Ключові слова:** оптико-електронний канал, захисні плівки, аморфні плівки, коефіцієнти пропускання, поглинання лазерного променя.

To protect the building from leaks in opto-electronic channels are used as active and passive methods of protection. The active methods include various noise generators and sensors that can generate noise. However, the use of these features is not always appropriate because they require timely inspection and control work, precision adjustment. That is why the work is devoted to defending buildings by using passive methods.

**Key words:** opto-electronic channel protectors, amorphous films, transmittance, absorption of the laser beam.

### Вступ

Одними з найнебезпечніших електронних пристроїв перехоплення мовної інформації можна вважати засоби дальньої розвідки, адже зловмиснику не потрібно мати доступу до приміщення і він легко здатен отримати потрібну йому інформацію. До таких засобів належать спеціальні лазерні мікрофони, а канал витoku інформації з їх використанням називають оптико-електронним. Ці мікрофони здатні вловлювати коливання скла та інших блискучих поверхонь під дією акустичного поля, та в кінцевому результаті перетворити ці коливання на звук. Отримана мовна інформація може містити комерційні чи навіть державні таємниці. Тому захист від цих засобів сьогодні вважається актуальним, а проблема витoku інформації з використанням лазерних систем акустичної розвідки є об'єктом дослідження.

Для захисту приміщення від витoku інформації оптико-електронним каналом використовуються як активні, так і пасивні методи захисту. У активних методах застосовують різноманітні генератори шуму та датчики, що здатні генерувати мовоподібні перешкоди. Проте використання цих засобів не завжди доцільне і цьому відповідає їх ціна, своєчасна перевірка та контроль стану роботи, тонкощі налаштування та регулювання. Саме тому в роботі розглянуто захист приміщення за допомогою пасивних методів.

### Аналіз методів захисту за допомогою плівок

З різного покриття на скло у сфері захисту інформації застосовують спеціальні полімерні плівки, вкриті з одного або з двох боків клейким розчином (адгезивом), здатним прилипати до скляної поверхні.

Плівки являють собою багат шарові структури, що складаються з різних комбінацій прозорого поліестеру, пофарбованого поліестеру, металізованого (металізація методом електронного променя) або спатерного поліестеру (металізація методом іонного обміну в атмосфері інертного газу) й інсталяційного клею [1]. На рис. 1 розглянуто області використання захисних плівок відповідно до цілей захисту інформації.

Класифікація захисних плівок за технологією виготовлення та прозорістю наведена на рис. 2. Зі згаданих вище захисних плівкових технологій найактуальнішими для цілей захисту інформації слід вважати металізовані та спатерні плівки, які здатні відбивати ближнє та середнє інфрачервоне випромінювання, що можна застосувати для блокування зчитування вібрацій скла за допомогою лазерного променя.

Металізовані плівки містять шар металізованого поліестеру, ламінований шаром прозорого або пофарбованого поліестеру, а також шар захисного прозорого поліестеру відповідної товщини. Спатерні плівки виготовляються нанесенням тугоплавких металів із застосуванням методу іонного обміну в атмосфері інертного газу або методу магнетронного напилення.

Дані випробувань ЗАТ “Соларекс” металізованих самоклеючих плівок Llumag виробництва CPFilms США щодо використання у сфері захисту інформації [2] підтверджують високу ефективність деяких видів плівок (R 20 SR CDF, R 15 GO SR HPR) для захисту приміщень від витоку інформації через вікна оптико-електронним каналом.

Ціль	КОНФІДЕНЦІЙНІСТЬ		
	Захист акустичної інформації від зчитування за допомогою лазерного випромінювання	Захист приміщень від перегляду ззовні сторонніми особами	Непрозорі скляні конструкції з частковим або нульовим світлопропусканням
Область використання	Спецприміщення обладнані для переговорів; комп'ютерні зали	Пункти охорони, внутрішні робочі приміщення та ін.	Фотолабораторії, внутрішні робочі приміщення та ін.
Засоби захисту	Скло з захисною металізованою срібною або бронзовою плівкою	Скло з дзеркальною тонованою плівкою	Скло з матовою або непрозорою плівкою
Підтвердження властивостей	Сертифікати РДГУ та інших акредитованих центрів	Незалежні тести, лабораторії DSET, Фенікс, Аризона (США), заключення НДІБФ	Незалежні тести, лабораторії DSET, Фенікс, Аризона (США), заключення НДІБФ

Рис. 1. Сфери використання захисних плівок відповідно до цілей захисту інформації [1]

Результати випробувань металізованих плівок компанії Solar Gard, що провів Російський державний гуманітарний університет [3], щоб визначити ефективність їх застосування для протидії прийому акустичних сигналів за відбитим лазерним випромінюванням, показали, що при зчитуванні акустичного сигналу зі скла за допомогою лазера з нанесенням захисної плівки на скло, що відбиває промінь, найкращий ефект виявлено у разі подвійного скління і знімання сигналу з внутрішнього скла.

Нанесення плівки на зовнішнє скло може істотно ускладнити знімання інформації або потребувати значного (у 10–30 разів) збільшення потужності лазера.

У роботі [4] описана спатерна захисна плівка, отримана методом магнетронного напилення, застосування якої допоможе захистити мовну інформацію, що циркулює у приміщенні, від ЛСАР, та протистояти механічним пошкодженням скла, захистивши приміщення від проникнення

зловмисника усередину. В представлену захисну плівку входить полімерна плівка-підкладка та два шари, що здатні блокувати інфрачервоне випромінювання. Бажаною сполукою, що здатна блокувати інфрачервоне випромінювання, є оксид індію та олова, наприклад,  $\text{In}_2\text{SnO}_3$ . Цей матеріал здатний до блокування ІЧ випромінювання у діапазоні від 1400 – 2500 нм, проте, зважаючи на робочі діапазони приладів ЛСАР, можна сказати, що використання цього шару не є ефективним для розв'язання задач, поставлених у цій роботі. До того ж індій – рідкісний метал і має досить високу ціну, яка постійно зростає.

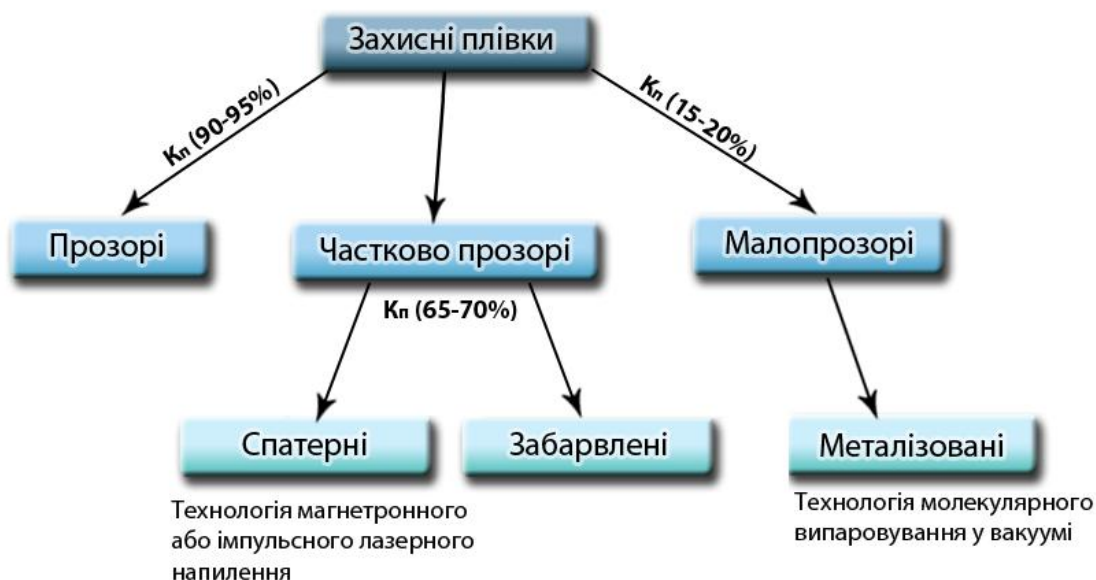


Рис. 2. Класифікація захисних плівок за прозорістю та технологією виготовлення,  $K_n$  – коефіцієнт прозорості

Спираючись на те, що використання розглянутого раніше оксиду металу не є актуальним для створення повноцінного захисту, в роботі досліджено властивості альтернативи ІТО шару – плівкового покриття  $\text{BaCuTeF}$ .

### Об'єкти та методи дослідження

Напівпрозорі аморфні плівки  $\text{BaCuTeF}$  отримано за допомогою імпульсного лазерного наплення за кімнатної температури підкладки із подальшим відпалом у атмосфері аргону. Метод лазерного наплення вибирали з міркувань можливості стехіометричного розпилення матеріалу. Відпал у атмосфері аргону проводився для кристалізації отриманих аморфних плівок.

Плівки  $\text{BaCuTeF}$  наносились на полікристалічну кварцову підкладку розміром  $3 \times 3$  см. Перед напленням підкладка проходила триступеневе очищення в ультразвуковій ванні. Для очищення використовували ацетон, метанол та деіонізовану воду. Крім того, після встановлення підкладки у вакуумну камеру її відпалювали при температурі  $300^\circ\text{C}$  для десорбції атмосферних газів, що могли міститися у поверхневому шарі полікристалічного кварцу.

Для розпилення матеріалу мішені використовували ексимерний  $\text{KrF}$  лазер із довжиною хвилі 248 нм. Густина потоку лазерного випромінювання на поверхні мішені під час наплення становила  $1 \text{ Дж/см}^2$ . Для запобігання локальному перегріву і забезпечення рівномірності товщини плівки мішень, як і підкладка, оберталися. Плівка була напилена у вакуумі із залишковим тиском  $10\text{--}6 \text{ Тор}$  з відстанню від мішені до підкладки 6 см. Для забезпечення необхідної товщини та рівномірності плівки наплення здійснювалось з частотою лазерних імпульсів 7 Гц протягом 238 хв. Наплення проводилося на підкладку за кімнатної температури. Внаслідок наплення отримали тонку напівпрозору аморфну плівку.

Для отримання кристалічної структури проводили відпал на установці для швидкого термічного відпалу в атмосфері аргону. Відпал здійснювався при температурах 300, 400, 500, 550, 600 і 700 °С. Тривалість процесу відпалу становила 10 хв з попереднім прокачуванням аргону при кімнатній температурі протягом 10 хв і поступовим охолодженням після відпалу [5].

Дослідження оптичних властивостей ВаCuTeF проводилися на експериментальній установці [6], параметрами захищеності вибрано коефіцієнти пропускання ( $K_{пр}$ ), відбивання ( $K_{відб}$ ) та поглинання ( $K_{погл}$ ) лазерного променя.

### Експериментальна частина

Коефіцієнти пропускання і відбивання лазерного променя від зразків плівки, відпаленої за різних температур, наведено в таблиці. Для прикладу у таблиці подано коефіцієнти звичайного віконного скла.

Прозорість у разі використання лазера з довжиною хвилі 658 нм для плівок, відпалених при температурах, менших за 600 °С, лежить у межах 65–70 %. Для плівок, відпалених при температурах 600°С і вище, прозорість нижча, у межах 45–60 %. Прозорість, можна припустити, зменшується через збільшення поглинання внаслідок утворення впорядкованих полікристалічніших фаз, ВаF<sub>2</sub> і Cu<sub>x</sub>Te<sub>1-x</sub>, у структурі ВаCuTeF. Як відомо, Cu<sub>x</sub>Te<sub>1-x</sub> – метал. Це і є причиною збільшення поглинання.

Результат дії лазерного променя на плівку / скло

№	Коефіцієнт			Матеріал
	$K_{пр.}$	$K_{відб.}$	$K_{погл.}$	
1	0,886	0,051	0,063	Звичайне скло
2	0,712	0,024	0,264	Плівка ВаCuTeF (300°С)
3	0,678	0,031	0,291	Плівка ВаCuTeF (400°С)
4	0,695	0,035	0,27	Плівка ВаCuTeF (500°С)
5	0,597	0,037	0,366	Плівка ВаCuTeF (600°С)
6	0,441	0,049	0,51	Плівка ВаCuTeF (700°С)

Плівки, відпалені при температурі 700 °С, здатні до поглинання частини (51 %) лазерного випромінювання з довжиною хвилі 658 нм, проте збільшення поглинання цього діапазону хвиль впливає на пропускання видимої частини спектра, тим самим унеможлиблюючи застосування цих плівок з розрахунком на високе освітлення у приміщенні. Якщо ж до вимог безпеки входить забезпечення захисту від візуально-оптичної розвідки, низьке пропускання видимого світла може стати перевагою.

Розглядаючи попередню плівку, згадаємо, що ІТО шар блокує інфрачервоне випромінювання в діапазоні 1400 – 2000 нм і майже не заторкує потрібного ближнього ІЧ діапазону, що робить його неефективним для організації безпеки витоку інформації. Тому одним з варіантів підвищення результативності захисту мовної інформації від зчитування лазерними системами з використанням запропонованого покриття є застосування плівки ВаCuTeF, відпаленої за температури 700 °С у комбінації з розглянутим раніше шаром, що містить органічні барвники у своєму складі.

Використання розглянутого оксиду металу дуже ефективно, адже пропускання крізь нього видимого світла з довжиною хвилі 555 нм дорівнює приблизно 90 %.

Барвниками для першого захисного шару можуть бути барвники амонію, наприклад, метал трифенілфосфін, амонієві барвники, металом в яких можуть бути суміші бору, заліза, кобальту, нікелю, міді, цинку; дифенілметанові та трифенілметанові барвники і пов'язані з ними; хінонові барвники (напр., нафтохінон); пірилієві та скварилієві барвники, дітіолові барвники, різні індофенолові та азинові барвники.

Сполуки, що блокують інфрачервоне випромінювання, повинні міститись у складі смоли або полімерного шару. Взагалі може бути використаний будь-який прозорий полімер, наприклад полімерні шари, розглянуті для підкладки плівки[7].

Цей шар розрахований на пропускання видимого світла та відбиття ІЧ випромінювання у ближньому інфрачервоному діапазоні. Тобто загальна структура плівки виглядатиме подібною до зображеної на рис.3.

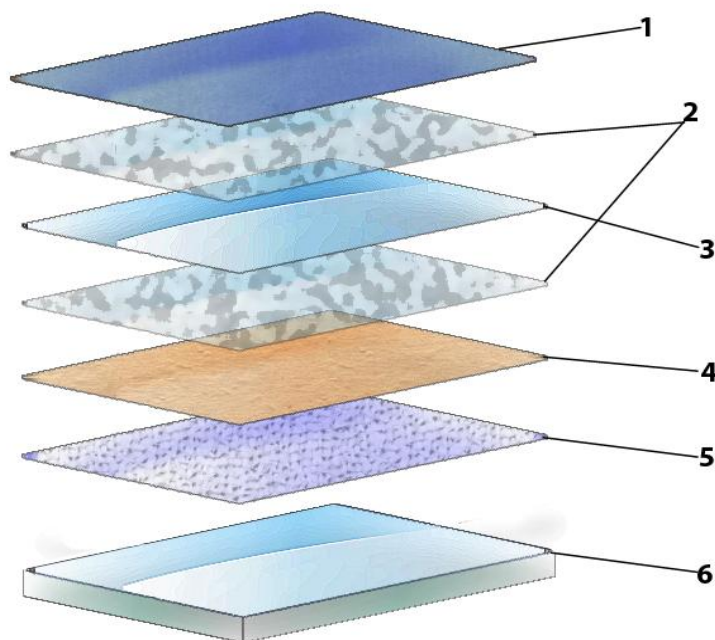


Рис 3. Структура запропонованої захисної плівки на скло:  
1 – плівка ВаСuТеF; 2 – прозорий ламінуючий адгезив; 3 – плівка-підкладка;  
4 – шар, що містить органічні барвники; 5 – чутливий до притискання клей; 6 – скло

Звичайно, високі коефіцієнти відбивання ІЧ випромінювання шару з органічними барвниками свідчать про те, що використання ВаСuТеF, відпаленої за температури 300–500 °С, теж не виключається. Визначивши цілі та необхідний рівень захисту, можна використовувати комбінацію прозоріших плівок ВаСuТеF та шару з барвниками, що дозволить істотно збільшити коефіцієнт пропускання видимого світла у приміщення. Якщо необхідно зменшити пропускання, підкладку плівки також можна пофарбувати.

Представлена комбінація шарів може значно ускладнити зчитування мовної інформації за допомогою використання лазерних систем акустичної розвідки, причому плівки ВаСuТеF вважаються напівпровідниками р-типу, властивості яких можуть бути згодом задіяні у сучасній електроніці.

### Висновки

1. Встановлення на зовнішньому віконному склі приміщень захисної плівки ВаСuТеF у комбінації з високовідбивним шаром барвників зменшує або повністю виключає ефективність дії лазерних засобів перехоплення мовної інформації за рахунок, переважно, різкого зниження потужності сигналу, відбитого або поглинутого зовнішнім шаром скла з плівковим покриттям. Їх застосування потребуватиме використання в апаратурі для підслуховування значно потужніших лазерів, що виключає прихованість роботи подібної апаратури.

2. Прозорість у разі використання лазера з довжиною хвилі 658 нм для плівок ВаСuТеF, відпалених при температурах, менших за 600 °С, лежить у межах 65–70 %. Для плівок, відпалених при температурах 600 °С і вище, прозорість нижча, у межах 45–60 %.

3. Відповідно до цілей захисту можливо додатково зменшити пропускання світла, пофарбувавши підкладку плівки. Невисокий коефіцієнт пропускання видимого світла робить малоімовірною (практично неможливою) візуально-оптичну розвідку приміщень, зокрема і контроль інформації на екранах дисплеїв ПК через вікна з наклеєними плівками в денний і вечірній час.

4. Досліджені плівки ВаCuTeF є напівпровідниками із шириною забороненої зони 2.9 eV, що згодом може бути використано у сучасній електроніці. Розроблена плівка становить інтерес для захисту інформації від ЛСАР, а також може використовуватись у сфері сучасних технологій прозорої електроніки.

1. *Спаторні плівки та технологія магнетронного напилення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tonirrostov.ru/vidy-plenok/spatternye-plenki-novinka>.* 2. *Peter Jahoda. Low-emissivity window film and process for producing such a film – Патент США № 20100266801, 2010 р. – 12 с.* 3. *Структура захисних плівок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sdi.ua/ru/articles.html>.* 4. *Дослідження впливу температури відпалу на електричні властивості прозорих плівок на основі ВаCuTeF / З.Ю. Готра, Дж. Тейт, Р. Кікінеші, А.А. Закутаєв, В.О. Ракобовчук. – Східно-Європейський журнал сучасних технологій. – 2007. – С. 4.* 5. *Структура та оптичні властивості прозорих електропровідних плівок на основі ВаCuTeF / З.Ю. Готра, Дж. Тейт, Р. Кікінеші, З.А. Дутчак, А.А. Закутаєв, Л.М. Ракобовчук, Б.М. Яворський // Східно-Європейський журнал сучасних технологій. – 2007. – 4 с.* 6. *Marc Rehfeld. Sooundproofing laminated glass pane. – Патент США № 5773102, 1998 р. – 10 с.* 7. *Васінович В., Ракобовчук В. Напівпровідниковий лазер неперервної дії (660 нм) та дослідження його параметрів: мат. V Міжнародної конференції молодих вчених CSE-2011, Львів. – С. 344–347.*

УДК 366:061.2/4

Ю.Р. Плахтій, Р.І. Байцар

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

## РИЗИКИ У СФЕРІ ЗАХИСТУ ПРАВ СПОЖИВАЧІВ

© Плахтій Ю. Р., Байцар Р.І, 2013

**Проаналізовано споживчі ризики від неякісної, фальсифікованої, небезпечної продукції та недостовірної інформації. Наведено модель поведінки споживача на ринку під час вибору потрібного йому товару. Розглянуто види споживчих ризиків та їх мінімізацію, а також можливі напрями їх подолання.**

**Consumer risks of low quality, falsified, unsafe products and false information have been analyzed. The model of consumer behavior on the market while choosing goods he needs has been set as an example. Kinds of consumer risks and their minimization as well as possible directions to overcome them have been examined.**

### Вступ

У світових лідерів, економічно розвинених держав, зосереджено багато економічних та політичних стратегій, спрямованих на захист споживача від неякісної, небезпечної, фальсифікованої продукції. Внаслідок еволюції захисту прав споживачів у кожній державі сформовано свої закони, норми, правила, а також певна структурованість цієї сфери.