

ПАСИВНИЙ ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ ВІД ЛАЗЕРНОГО ЗОНДУВАННЯ

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

Для захисту приміщення від витоків по оптико-електронному каналові використовуються як активні так і пасивні методи захисту. Активні методи включають різні генератори шуму і датчики, які здатні генерувати завади. Тим не менше, використання цих засобів не завжди доцільно оскільки вони вимагають своєчасної перевірки та контролю роботи, прецизійності регулювання. Саме тому робота присвячена 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.

Keywords: 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 з легкістю здатен отримати потрібну йому інформацію. До таких засобів відносяться спеціальні лазерні мікрофони, а канал витоку 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 у звук. Отримана мовна інформація може містити комерційні чи навіть державні таємниці. Тому захист від представлених засобів на сьогоднішній день вважається актуальним, а проблема витоку інформації з використанням лазерних систем акустичної розвідки є об'єктом дослідження.

Для захисту приміщення від витоку інформації оптико-електронним каналом використовуються як активні, так і пасивні методи захисту. До активних методів відносяться різноманітні генератори шуму та датчики, що здатні генерувати мовоподібні перешкоди. Проте використання цих засобів є не завжди доцільним і цьому відповідає їх ціна, своєчасна перевірка та контроль стану роботи, тонкощі налаштування та регулювання. Саме тому робота присвячена захисту приміщення за допомогою пасивних методів.

Аналіз методів захисту за допомогою плівок

З існуючого покриття на скло застосування у сфері захисту інформації знайшли спеціальні полімерні плівки, вкриті з одного або з двох сторін клейким розчином (адгезивом), здатним приліпати до скляної поверхні.

Плівки являють собою багатошарові структури, що складаються з різних комбінацій прозорого поліестера, пофарбованого поліестера, металізованого (металізація методом електронного променя) або спатерного поліестера (металізація методом іонного обміну в атмосфері

інертного газу) і інсталяційного клею [1]. На рис.1 розглянуті області використання захисних плівок відповідно до цілей захисту інформації.

Класифікація захисних плівок за технологію виготовлення та прозорістю приведена на рис. 2. З представлених вище захисних плівкових технологій найбільш актуальними для цілей захисту інформації слід вважати металізовані та спатерні плівки, які здатні відбивати ближнє та середнє інфрачервоне випромінювання, що може бути застосовано для блокування зчитування вібрацій скла за допомогою лазерного променя.

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

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

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

Результати випробувань металізованих плівок компанії Solar Gard, що були проведені Російським державним гуманітарним університетом [3] з ціллю визначення ефективності їх застосування для протидії прийому акустичних сигналів по відбитому лазерному випромінюванню, показали, що при зчитуванні акустичного сигналу зі скла за допомогою лазера з нанесенням захисної плівки на скло, що відбиває промінь, найкращий ефект був виявлений при подвійному склінні і зніманні сигналу з внутрішнього скла.

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

В роботі [4] описана спатрена захисна плівка отримана методом магнетронного напилення, застосування якої дозволить захистити мовну інформацію, що циркулює у приміщенні, від ЛСАР, та протистояти механічним пошкодженням скла, захистивши приміщення від проникнення зловмисника у середину. Представлена захисна плівка включає в себе полімерну плівку-підкладку та два шари, що здатні блокувати інфрачервоне випромінювання. Бажаною сполукою, що здатна блокувати інфрачервоне випромінювання є оксид індію та олова, наприклад, In_2SnO_3 . Цей матеріал здатний до блокування ІЧ випромінювання у діапазоні від 1400 – 2500 нм., проте пригадуючи робочі діапазони приладів ЛСАР можна сказати, що використання цього шару не є ефективним для вирішення поставлених задач у даній роботі. До того ж індій – рідкісний метал і має досить високу ціну, яка постійно зростає.

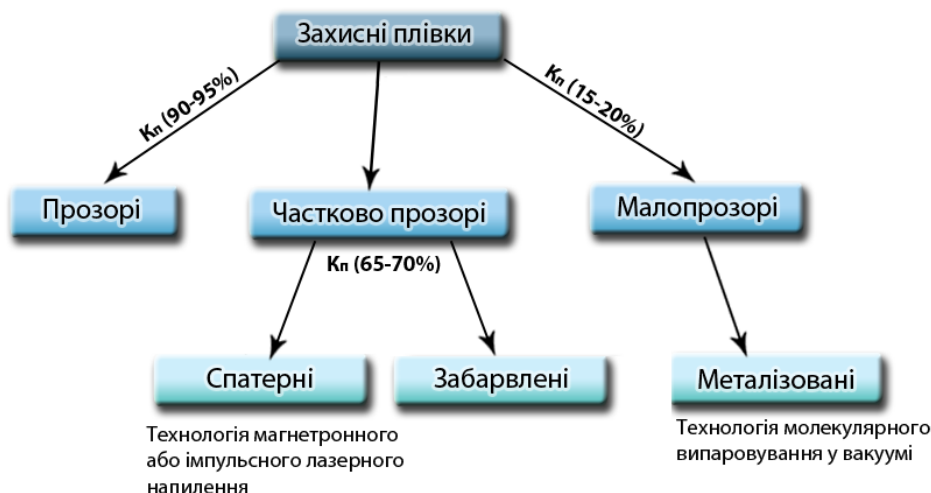


Рис. 2. Класифікація захисних плівок за прозорістю та технологією виготовлення, K_n – коефіцієнт прозорості

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

В роботі [4] описана спатрена захисна плівка отримана методом магнетронного напилення, застосування якої дозволить захистити мовну інформацію, що циркулює у приміщенні, від ЛСАР, та протистояти механічним пошкодженням скла, захистивши приміщення від проникнення зловмисника у середину. Представлена захисна плівка включає в себе полімерну плівку-підкладку та два шари, що здатні блокувати інфрачервоне випромінювання. Бажаною сполукою, що здатна блокувати інфрачервоне випромінювання є оксид індію та олова, наприклад, In_2SnO_3 . Цей матеріал здатний до блокування ІЧ випромінювання у діапазоні від 1400 – 2500 нм., проте пригадуючи робочі діапазони приладів ЛСАР можна сказати, що використання цього шару не є ефективним для вирішення поставлених задач у даній роботі. До того ж індій – рідкісний метал і має досить високу ціну, яка постійно зростає.

Спираючись на те, що використання розглянутого раніше оксиду металу не є актуальним для створення повноцінного захисту в роботі наведено дослідження властивостей альтернативи ІТО шару — плівкового покриття BaCuTeF .

Об'єкти та методи дослідження

Напівпрозорі аморфні плівки BaCuTeF були отримані за допомогою імпульсного лазерного напилення при кімнатній температурі підкладки із подальшим відпалом у атмосфері аргону. Метод лазерного напилення вибирали з міркувань можливості стехіометричного розпилення матеріалу. Відпал у атмосфері аргону проводився для кристалізації отриманих аморфних плівок.

Плівки BaCuTeF наносились на полікристалічну кварцову підкладку розміром 3х3см. Перед напиленням 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°C для десорбції атмосферних газів, що могли знаходитися у поверхневому шарі полікристалічного кварцу.

Для розпилення матеріалу мішені використовувався ексимерний KrF лазер із довжиною хвилі 248 нм. Густина потоку лазерного випромінювання на поверхні мішені під час напилення становила 1 Дж/см². Для запобігання локальному перегріву і забезпечення рівномірності товщини плівки мішень, як і підкладка, оберталися. Плівка була напилена у вакуумі із залишковим тиском 10⁻⁶ Тор при відстані від мішені до підкладки 6 см. Для забезпечення необхідної товщини та рівномірності плівки напилення проводилось з частотою лазерних імпульсів 7 Гц протягом 238 хв. Напилення проводилося на підкладку при кімнатній температурі. Внаслідок напилення було отримано тонку напівпрозору аморфну плівку.

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

Дослідження оптичних властивостей ВаCuTeF проводилися на експериментальній установці [6]. В якості параметрів захищеності були вибрані коефіцієнти пропускання (Кпр), відбивання (Квідб) та поглинання (Кпогл) лазерного променя.

Експериментальна частина

Коефіцієнти пропускання і відбивання лазерного променя від зразків плівки відпаленої при різних температурах наведені в табл. Для прикладу у таблиці наведені коефіцієнти звичайного віконного скла.

Прозорість при використанні лазера з довжиною хвилі 658 нм для плівок, відпалених при температурах, менших за 600°C, знаходиться у межах 65-70%. Для плівок, відпалених при температурах 600°C і вище, прозорість є нижчою і знаходиться у межах 45–60%. Прозорість, можна припустити, зменшується за рахунок збільшення поглинання внаслідок утворення більш впорядкованих полікристалічних фаз, ВаF₂ і Cu_xTe_{1-x}, у структурі ВаCuTeF. Як відомо, Cu_xTe_{1-x} – метал. Це і є причиною збільшення поглинання.

Таблиця

Результат дії лазерного променя на плівку / скло

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

Плівки відпалені при температурі 700°C здатні до поглинання частини (51%) лазерного випромінювання з довжиною хвилі 658 нм, проте збільшення поглинання цього діапазону хвиль впливає на пропускання видимої частини спектру тим самим роблячи неможливим 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 слід згадати, що ІТО шар блокує інфрачервоне випромінювання в діапазоні 1400 – 2000 нм і майже не зачіпає потрібний ближній ІЧ діапазон, що

робить його неефективним для організації безпеки витоку інформації. Тому, одним з варіантів підвищення результативності захисту мовної інформації від зчитування лазерними системи з використанням запропонованого покриття є застосування плівки ВаCuTeF відпаленої при температурі 700°C у комбінації з розглянутим раніше шаром, що містить органічні барвники у своєму складі.

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

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

Сполуки, що блокують інфрачервоного випромінювання повинні бути у складі смоли або полімерного шару. Взагалі може бути використаний будь-який прозорий полімер, прикладом може слугувати 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 як на рис.3.

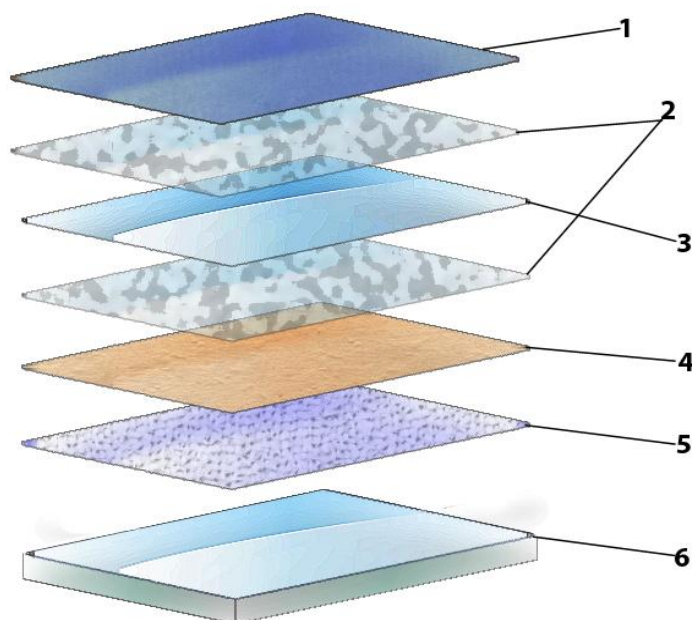


Рис 3. Структура запропонованої захисної плівки на скло:

*1 – плівка ВаCuTeF, 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 говорить про те, що використання ВаCuTeF відпаленої при температурі у 300 – 500 °С теж не виключається. Визначивши цілі та необхідний рівень захисту можливе використання комбінації більш прозорих плівок ВаCuTeF та шару з барвниками, що дозволить істотно збільшити коефіцієнт пропускання видимого світла у приміщення. У разі необхідності зменшення пропускання підкладка плівки також може бути пофарбована.

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

Висновки

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

2. Прозорість при використанні лазеру з довжиною хвилі 658 нм для плівок ВаCuTeF, відпалених при температурах, менших за 600°C, знаходиться у межах 65-70%. Для плівок, відпалених при температурах 600°C і вище, прозорість є нижчою і знаходиться у межах 45–60%.

3. Відповідно до цілей захисту можливе додаткове зменшення пропускання світла шляхом фарбування підкладки плівки. Невисокий коефіцієнт пропускання видимого світла робить малоімовірною (практично неможливою) візуально-оптичну розвідку приміщень, в тому числі 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 еВ, що в подальшому може бути використано у сучасній електроніці. Розроблена плівка представляє інтерес для захисту інформації від ЛСАР, а також може бути використана у сфері сучасних технологій прозорої електроніки.

1. *Спательні 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 ст.*
3. *Структура захисних плівок [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.sdi.ua/ru/articles.html>*
4. *Дослідження впливу температури відпаду 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 р. - 4 ст.*
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 р. - 4 ст.*
6. *Marc Rehfeld. « Sooundproofing laminated glass pane » – Патент США № 5773102 , 1998 р. - 10 ст.*
7. *В.Васінович, В. Ракобовчук. Напівпровідниковий лазер неперервної дії (660нм) та дослідження його параметрів: Матеріали V Міжнародної конференції молодих вчених CSE-2011, Львів, с. 344-347*