

УДК 656.073.5.002.5

Т.В.Терлецький, О.Л.Кайдик

Луцький національний технічний університет

## **ДИСТАНЦІЙНИЙ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ОБ'ЄКТІВ У МИТНІЙ СПРАВІ**

*Розроблено класифікацію інтороскопів. Проведено аналіз методів формування зображень об'єктів.*

За всіх часів існувала і досі залишається актуальною проблема безпеки: боротьба із злочинністю, попередження й усунення економічних правопорушень та екологічних катастроф. Успішне вирішення цих задач безпосередньо пов'язане з рівнем технічної оснащеності митних органів – структури, покликаної здійснювати контроль технічними засобами за дотриманням законодавчих актів. Серед технічних засобів митного контролю вагому частку складають системи, в принцип роботи яких закладено різноманітні методи неруйнівного контролю.

З оперативно-технічної точки зору радіоскопічна митна техніка повинна відповідати наступним основним вимогам:

- забезпечувати однозначне виявлення предметів митного правопорушення в об'єкті контролю;
- не чинити негативного впливу на об'єкт і оточуючих;
- забезпечувати високу швидкодію і зручність в експлуатації.

Техніка виконання рентгенівських установок різноманітна. У відповідності з оперативними завданнями митних органів рентгенівська техніка може використовуватися в різних умовах і для різних вантажів.

В залежності від умов проведення огляду об'єктів митного контролю (ОБМК) засоби інтроскопії поділяють на портативні, мобільні і стаціонарні.

Митний контроль із застосуванням стаціонарних рентген-апаратів переважно здійснюється в спеціально виділених для цього приміщеннях, які постійно або тимчасово належать митній службі. Це пасажирські оглядові зали аеро- і автовокзалів, залізничних станцій, приміщень складів, а також спеціально побудовані митні інспекційно-оглядові комплекси. В них засоби інтроскопії стаціонарно розміщені стосовно до конкретних ОБМК (огляд суб'єкту, транспортного засобу, тощо) і встановлені відповідно до технології контролю.

Існують випадки, коли митний контроль із застосуванням рентген-апаратів здійснюється і в місцях, де стаціонарне їх встановлення неможливе або недоцільне. Наприклад, у зв'язку з малим обсягом оглядових операцій. При цьому застосовують портативні і мобільні апарати.

Конструктивне виконання інтроскопів залежить від виду ОБМК. В залежності від цього їх можна віднести до таких груп:

- огляд суб'єктів;
- огляд транспортних засобів і великогабаритних вантажів;
- огляд малогабаритних вантажів та багажу;
- огляд міжнародних поштових відправлень.

На початку XXI століття в практиці митної служби застосовують рентген-апарати, в яких використовуються два методи отримання зображення: в проникаючому і зворотно розсіяному випромінюванні. Також відомі моделі, що поєднують в собі обидва ці методи.

Різниця між способами отримання зображення суттєва. Так, у проникаючому кванти рентгенівського або гамма випромінювання проходять крізь речовину ОБМК і,

взаємодіючи з електронами атомних оболонок, поглинаються (фотоелектричний ефект), а в зворотному - розсіюються (комптонівське розсіювання).

На рис. 1 подано схему, яка характеризує засоби інтроскопії в залежності від способу отримання зображення ОБМК і його реєстрації.

Ефективність флюороскопічного контролю залежить

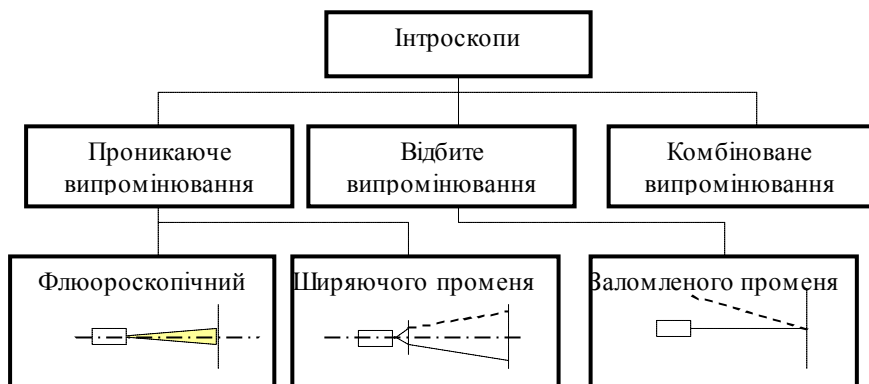


Рис. 1. Класифікація інтроскопів

від способів отримання зображення, які визначаються схемою побудови рентгенівських апаратів цього типу.

Як правило, огляд малогабаритних вантажів здійснюють із застосуванням рентген-апаратів, принцип роботи яких базується на “лінійному скануванні” або, як його ще називають, – ширяючому промені. Суть роботи такого апарату можна пояснити так. Електромагнітні промені випромінюються генератором коливань і за допомогою щільного коліматора формуються у вузький вертикальний пучок, схожий на віяло. Пройшовши крізь ОБМК, який транспортується конвеєром, вони потрапляють на детекторні лінійки, що встановлені в горизонтальній і вертикальній площинах. З них електричні

сигнали надходять до перетворювача, де трансформуються і подаються на монітор у вигляді тіньового відбитку.

До переваг лінійного сканування належать: висока продуктивність контролю, можливість контролю об'єкта практично необмеженої довжини, висока роздільна здатність і відсутність спотворення зображення.

Часто виникають ситуації, коли використання прохідного випромінювання не дає повної інформації про вміст ОБМК. В такому випадку доцільно застосувати апарат, в принцип роботи якого закладено метод зворотного розсіяного іонізуючого випромінювання.

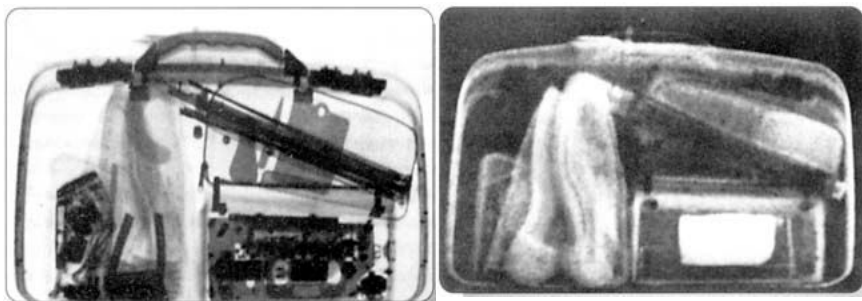
Означений метод базується на здатності кванта проходити крізь речовину ОБМК і, взаємодіючи з електронами атомних оболонок, розсіюватися. Під час розсіювання квант передає частину своєї енергії електрону, викидаючи його з атома і змінюючи напрям свого початкового руху. Ця зміна руху може відбуватись в межах від  $0^\circ$  до  $180^\circ$ . З великої кількості квантів, що змінили свій початковий рух, інформацію про вміст ОБМК несуть ті, які “відбиваються” під кутом близьким до  $180^\circ$  і носять назву – зворотно відбиті. Зворотно розсіяне іонізуюче випромінювання, потрапляючи на детектор, перетворюється у електричний сигнал, який після певного перетворення формується у зображення і виводиться на монітор оператора.

Інтенсивність відбитого випромінювання залежить від густини і атомного номера речовини. Для матеріалів з меншою густиною і меншими атомними номерами, які мають вибухові, наркотичні та інші речовини органічного походження, інтенсивність більша (світліше зображення), а для матеріалів з більшою густиною і атомним номером, що властиво сталі, свинцю та іншим металам, – менша (темніше зображення). Таким чином, будь-які приховані

органічні речовини виступлять в якості відбивача випромінювання.

Останнім часом, з метою підвищенні інформативності контролю, в інтроскопах застосовують одночасно прохідне і відбите випромінювання, тобто рентгенівська система оснащується двома незалежними детекторами. При цьому один детектор розташовується за ОБМК, а другий – перед ним.

На рис. 2 подані зображення валізи, отримані методами прохідного і відбитого випромінювання. З наведено видно, що в радіоприймач сховано предмет органічного походження, який при перегляді в прохідному випромінюванні не видно. Це пояснюється його затемненням матеріалами більшої густини – деталями радіоприймача.



а

б

Рис. 2. Зображення валізи в прохідному (а) і відбитому (б) випромінюванні

Донедавна митний огляд суб'єктів із застосуванням методів інтроскопії на виявлення предметів контрабанди і диверсійно-терористичних засобів, прихованих під одягом, стримувався через шкідливий вплив рентгенівського випромінювання. Новітні досягнення в області неруйнівного контролю дозволили вирішити цю проблему і спроектувати безпечні для здоров'я людини засоби,

призначені здійснювати високоефективний безконтактний огляд суб'єкту.

В основу роботи цих апаратів покладено метод зворотно розсіяного іонізуючого випромінювання. На відміну від проникаючого методу, який застосовується в медицині (рентгенівські промені проходять крізь пацієнта), метод зворотно розсіяного іонізуючого випромінювання дозволяє виявити предмети правопорушення без огляду внутрішніх органів суб'єкта і при значно меншому опроміненні.

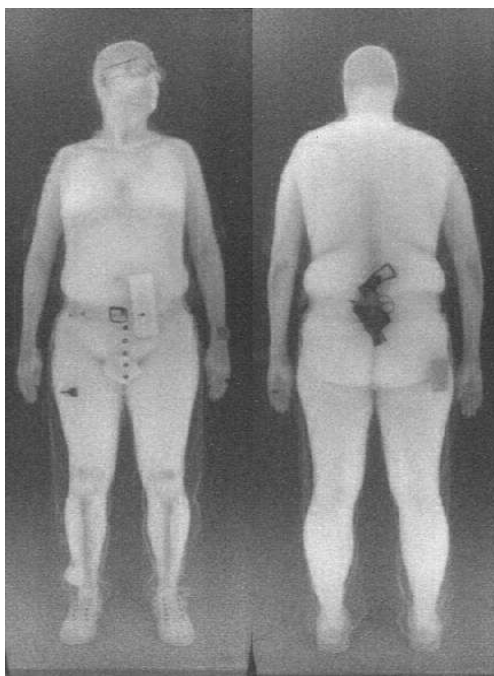


Рис. 3. Тіньове зображення отримане системою *“Rapscan”*

Під час сканування виявляються вибухові, наркотичні речовини, вогнепальна, холодна і пластмасова зброя, керамічні, скляні, дерев'яні вироби.

Огляд нерухомого суб'єкта, який встановлюється перед системою, проводиться шляхом переміщення рентгенівської скануючої системи. Сигнал з детектора, пройшовши через блок перетворення і обробки інформації, виводиться на дисплей оператора для аналізу у вигляді тіньового зображення.

Система огляду особи "Rapscan" дозволяє переглядати область 203x81 см. Новітні технології і програмне забезпечення дозволили значно покращити якість зображення і підвищити його достовірність. Доза опромінення людини, яка підлягає огляду, не перевищує 3 мікрорентгена за одне сканування.

Огляд транспортних засобів і великогабаритних вантажів проводиться переважно в інспекційно-оглядових комплексах (ІОК).

Широке розповсюдження в світовій практиці отримали ІОК побудовані на базі систем огляду "Rapiscan 2000" (моделі 2100, 2200, 2300, 2400, 2500), "Heimann", "Cargosearch" та інші, обладнані функціями чіткого отримання зображення – Crystal Clear і Hi-Scan. Їх використання дозволяє швидко і якісно проводити інспектування вантажних контейнерів і автомобілів. Ці системи здатні інспектувати об'єкти, вага яких не перевищує 60 т, висота – 4,5 м, ширина – 3,5 м і довжина – 25 м.

За конструктивним виконанням вони поділяються на системи з рухомою рентгенівською установкою низької пропускної здатності (модель 2100 до 10 об'єктів на годину) і стаціонарно встановленою високої пропускної здатності (моделі 2300, 2400 і 2500 – до 60 об'єктів на годину).

ІОК, побудовані на основі "Rapiscan 2100", потребують паркування транспортних засобів в середині оглядової камери. Для інспектування контейнерів вони непризначені, оскільки до складу системи конвеєр не входить. У таких ІОК рентгенівська установка переміщується вздовж автомобіля, подібно до того як переміщується оптико-механічний блок в сканера, і генерує зображення. Основна перевага такого комплексу – невелика площа землі, потрібна для встановлення – 25x30

м, що дозволить легко розмістити його в технологічній лінії митного контролю.

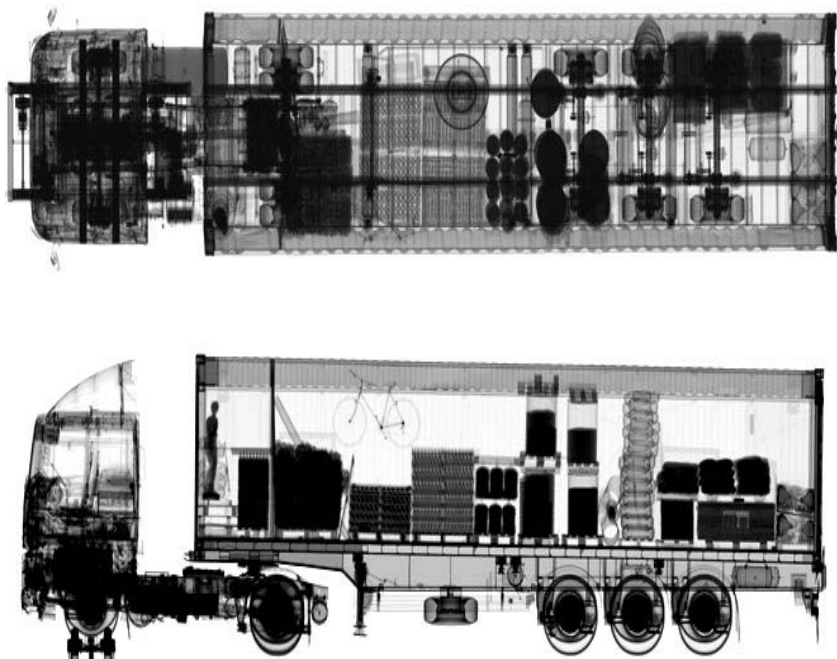


Рис. 4. Приклад зображення вантажного автомобіля у двох площинах

Починаючи з моделей "Rapiscan 2200" системи споряджені конвеєром для переміщення ОБМК.

Для просвічування об'єкта, в залежності від його специфіки, використовується високої енергії рентгівівське випромінювання (0,32-9 мегавольт). Максимальна проникна здатність при використанні генератора в 9 мегавольт становить 350 мм сталі. Зображення можна зберігати в пам'яті комп'ютера разом з показниками товарно-транспортної накладної та іншою інформацією.



За допомогою ЮК систем "Cargosearch" контролюють трейлери і контейнери до 19,5x2,4x4,2 м і загальною вагою до 36 т. Принцип роботи базується на використанні методів прохідного і відбитого випромінювання. Конструктивна особливість таких комплексів – наявність двох рентгенівських установок, розташованих з обох сторін вантажівки, чотирьох детекторів і, відповідно, чотирьох моніторів. Передбачена зміна швидкості огляду: 1, 4 і 8 метрів на хвилину.

З метою отримання ізометричного (просторового) зображення випромінювачі і детектори в "Cargosearch" встановлені під кутом 80 градусів до лінії проходження ОБМК. Таке розміщення дозволяє встановити наявність подвійних стінок з прихованою між ними контрабандою, не вказані в митній декларації вантажі, а також незаконних емігрантів. Якість інспектування ОБМК значно більша за рахунок резервування або дублювання системи. Доза опромінення об'єкта контролю не перевищує 2 мілірентгени.

Флюороскопічні методи контролю достатньо ефективні, але під час їх використання оператор бачить тільки тіньове зображення об'єкта контролю. А для того, щоб зробити однозначний висновок, потрібна просторова уява про сам об'єкт. З цієї причини об'єкт потрібно оглядати з двох сторін.

Огляд ручної поклажі та багажу особи і малогабаритних вантажів доцільно проводити за допомогою рентгенівських апаратів, що значно прискорює процедуру митного контролю. Це особливо відчутно в місцях підвищеного потоку пасажирів і вантажоперевезень.

Застосування методів неруйнівного контролю дозволяє перевірити багаж пасажирів з трьох валіз за 40

секунд. Це в 5 разів швидше, ніж при його ручному огляді з розпакуванням.

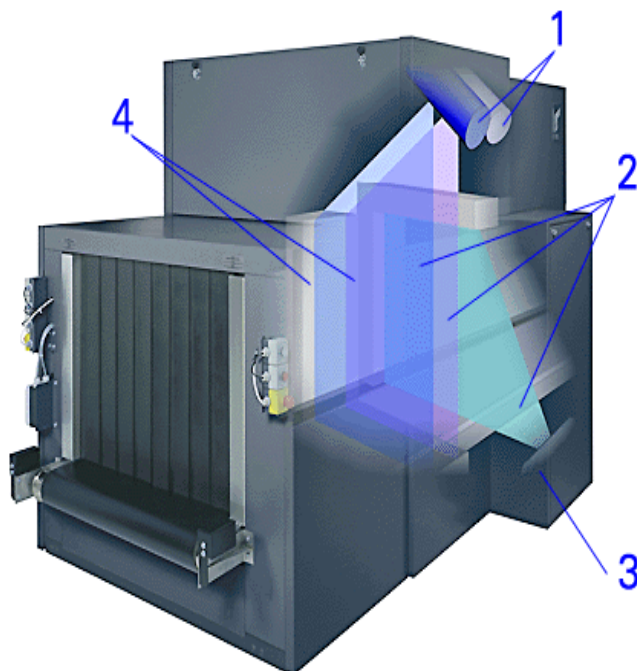


Рис. 5. Інтроскоп HI-SCAN 10080EDS-2is: 1 – вертикальні генератори  $\gamma$  і X – променів, 2 – вертикальні і горизонтальні потоки електромагнітних променів, 3 – горизонтальний генератор X- променів, 4 – детекторні лінійки

Проводячи інспектування ОБМК на залізничних і автобусних вокзалах та інших перепускних пунктах, митник повинен забезпечити якісний, тактовний і швидкий контроль, щоб пасажир перебував у черзі не більше 6 хвилин.

За рахунок використання в інтроскопах сучасного методу обробки інформації Hi-Mat оператор легко визначає призначення предмету. Цей метод полягає у присвоєнні об'єкту, виготовленого з певного матеріалу, відповідного кольору. Присвоєння помаранчевого, зеленого, синього або темно-сірого, майже чорного, кольору здійснюється в залежності від атомного номера  $Z$ -матеріалу. Предмети органічного походження з атомним числом  $Z < 10$  кодуються помаранчевим кольором,  $10 < Z < 18$  – зеленим, матеріали з високими  $18 < Z < 40$  – синім,  $Z > 40$  – темно-сірий. Оскільки коефіцієнт поглинання залежить від товщини матеріалу, то тонші предмети будуть виглядати яскравіше. Якщо апарату не вдається встановити матеріал, зображенню присвоюється темно-сірий колір.

Рентгенотелевізійний апарат HI-SCAN англійського виробництва (рис. 5) спроектований, як інтроскоп зі закритим інспекційним тунелем з трьома джерелами електромагнітного випромінювання. Генератори рентгенівського і  $\gamma$  випромінювання спрямовують потоки у вертикальному напрямку, а один генератор рентгенівського випромінювання - горизонтальному. Застосування різного типу випромінювання і такого спрямування променів дозволяє отримати просторову уяву про об'єкт огляду, виявити предмети органічного походження, які приховані за предметами з більшим атомним числом, і полегшити оцінку його вмісту.

Таким чином, для підвищення ефективності виявлення потенційних предметів митного правопорушення і зменшення економічних збитків держави внаслідок його не виявлення бажане застосування інтроскопів оснащених комбінованим випромінюванням, які здатні формувати мультиенергетичне зображення ОБМК.

**Література:**

1. Довідник інспектора митниці з технічних засобів митного контролю та засобів зв'язку. – Львів: ЗТМУ, 1996. – 167 с.
2. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. В 2-х книгах. Т.2./ Под ред. В. В. Клюева.– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1986. – 488 с.
3. Сайт информационной системы “Техника для спецслужб”. Россия.
4. Сайт компьютерного журнала “Спецтехника”. Россия.
5. Сайт научного-производственного общества «Спектр б». Россия.
6. Сайт Heimann System Group. Англія.
7. Сайт Smiths-heimann. Германія.