

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ

А.В. ІЩЕНКО, М.В. КОБЕЦЬ

**ЗАСОБИ І МЕТОДИ ВІЯВЛЕННЯ
ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРОЇВ
У БОРОТЬБІ З ТЕРОРИЗМОМ**

Навчально-практичний посібник

Київ 2005

УДК 343.983.4:662
ББК 67.52
К552

Рецензенти:

Дяченко Н.М., кандидат юридичних наук;

Пясецький А.І., кандидат юридичних наук, старший науковий співробітник;

Бараненко Б.І., кандидат юридичних наук, професор

Схвалено до друку Вченою радою Національної академії внутрішніх справ України 3 вересня 2004 р. (протокол № 8).

ПЩЕНКО А.В., КОБЕЦЬ М.В.

К552 Засоби і методи виявлення вибухових речовин та пристроїв у боротьбі з тероризмом: Навч.-практ. посіб. — К.: Національна академія внутрішніх справ України, 2005. — 148 с.

У посібнику розглянуто основні науково-технічні засоби і методи виявлення вибухових речовин та пристроїв, які можуть використовуватися залежно від різних криміногенних, кримінальних та інших обставин та ситуацій, викладено принципи дії науково-технічних засобів, що забезпечують ефективне виявлення, розпізнання вибухових речовин та пристроїв, а також висвітлено питання попередження та розкриття злочинів, пов'язаних із застосуванням вибухівки, методи, засоби та способи протидії радіокерованим вибуховим пристроям.

Для слухачів і курсантів, а також викладачів та науковців навчальних закладів МВС України. Може бути корисним як для практичних працівників правоохоронних органів, так і недержавних служб безпеки і охорони.

ББК 67.52

© Національна академія внутрішніх справ України, 2005

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР	8
Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРОЇВ	10
1.1. Поняття та види вибухових речовин	10
1.2. Поняття та види засобів вибуху	17
1.3. Поняття та види вибухових пристроїв	19
1.4. Основні методи виявлення вибухових речовин та пристроїв.....	24
Розділ 2. МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРОЇВ	27
2.1. Метод візуального контролю	27
Загальна характеристика візуального методу	27
Характерні ознаки вибухового пристрою (зовнішні та внутрішні)	27
Оцінка зовнішніх ознак вибухових пристроїв	28
Внутрішні ознаки вибухового пристрою.....	29
Основні види вибухових речовин та пристроїв	30
2.2. Засоби пошукової техніки	43
Металодетектори (металошукачі)	43
Магнітомеханічні засоби.....	49
Пристрої для контролю важкодоступних місць	50
Оптичні та телевізійні системи огляду	54
2.3. Апаратура з проникаючим випромінюванням	58
Рентгенівські інтроскопи	58
Портативні рентгенівські флюороскопи	61
Рентгенотелевізійні системи	64
Стаціонарні рентгенівські флюороскопи.....	66
Зворотно-розсіяне іонізуюче випромінювання	67
Ядерно-фізичні методи.....	71
2.4. Детектори парів та часток вибухових речовин	73
Газоаналізатори.....	73
Сучасні методи і прилади виявлення вибухових речовин	80
Особливості виявлення вибухових речовин детекторами парів	88

	Засоби хімічного аналізу	93
Розділ 3.	ПРОТИДІЯ РАДІОКЕРОВАНИМ ВИБУХОВИМ ПРИСТРОЯМ	98
3.1	Методи протидії радіокерованим вибуховим пристроям	98
	Основні характеристики радіосигналу керування вибуху	98
	Особливості радіоелектронного заглушення	103
	Критерії радіоелектронного заглушення	107
3.2.	Засоби і системи виявлення та дистанційного блокування радіокерованих вибухових пристроїв	109
	Особливості використання засобів дистанційного блокування	109
	Блокування радіопідривачів засобами серії “Персей”	113
	Засоби виявлення радіоелектронних вибухових пристроїв	117
	Засоби виявлення годинникових і електронних підривачів	119
Розділ 4.	ЗАСОБИ І СИСТЕМИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ	121
4.1.	Вибухотехнічні дистанційно-керовані апарати	121
4.2.	Гідродинамічний руйнівник вибухонебезпечних предметів	125
	ДОДАТКИ	129
	СЛОВНИК ТЕРМІНІВ ТА ВИЗНАЧЕНЬ	136
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	140

ВСТУП

Останнім часом збільшилась кількість злочинів, вчинюваних із застосуванням вибухових речовин та пристроїв. Надзвичайна небезпека таких злочинів полягає в тому, що вибухом можуть травмуватись не тільки люди, на яких він спрямований, але й особи, які перебувають поблизу від місця події, крім того, ним завдаються значні пошкодження об'єктам і предметам довкілля (будівлям, транспортним засобам тощо). Зона ураження вибухового пристрою, залежно від його потужності, може досягти великих розмірів і призвести до загибелі людей та завдати значних матеріальних збитків.

Проведений в МВС України аналіз свідчить, що такі злочини, як правило, здійснюються кримінальними угрупованнями у процесі боротьби за розподіл сфер впливу, для усунення конкурентів в підприємницькій діяльності, вбивства або залякування представників державної влади, правоохоронних органів тощо.

Усе більш загрозливого характеру набуває тенденція до вчинення злочинів терористичної спрямованості, коли для досягнення своєї мети терористи застосовують саморобні вибухові речовини та пристрої. Об'єктами терористичних посягань найчастіше є люди: державні та громадські діячі різних рівнів, працівники правоохоронних органів, військовослужбовці Збройних Сил, представники ділового світу, працівники засобів масової інформації, іноземці, особи, які користуються міжнародним захистом, члени сімей зазначених категорій осіб і цивільне населення, яке випадково потрапляє у зони дій терористів. Також об'єктами терористичних посягань можуть бути будинки та приміщення органів державної влади, громадсько-політичних організацій, транспортні засоби, промислові, оборонні та інші життєво важливі об'єкти, знищення чи руйнування яких може призвести до людських жертв.

Прогнозування розвитку тероризму і можливих наслідків його руйнівної, дестабілізуючої дії є одним із важливих і, водночас, найбільш складних завдань системи національної безпеки

країни. Сучасна наука ще неспроможна чітко передбачити виникнення і динаміку таких процесів, як тероризм, громадянські війни чи революції. Спеціальні служби правоохоронних органів можуть отримувати інформацію про підготовку до вчинення терористичних актів і вживати відповідних заходів щодо боротьби з ними, але самотужки подолати тероризм як небезпечне явище – їм не під силу [46; 58].

Тому боротьбу з цим видом злочинів у межах наданих їм повноважень здійснюють такі правоохоронні органи: Служба безпеки України, Міністерство внутрішніх справ України, Прокуратура України, Державний комітет у справах охорони державного кордону України, Державний митний комітет України, Міністерство оборони України та ін. [47; 52; 54; 59].

У Міністерстві внутрішніх справ України функціонують служби та підрозділи, які залежно від призначення виконують завдання щодо боротьби з кримінальними вибухами. Основні функції щодо процесу розкриття злочинів, пов'язаних з вибухами, покладаються на Департамент карного розшуку МВС України. Для боротьби з цим видом злочину залучаються й інші служби МВС України: ДБОЗ МВС України; ДАСМ МВС України; УМВСТ України; ДДС МВС України; ГШ МВС України тощо.

Усі роботи, які безпосередньо пов'язані з оглядом місця події, зокрема, виявленням, перевезенням, дослідженням та знешкодженням вибухонебезпечних предметів, виконують працівники Вибухотехнічного управління Державного науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України.

Контроль за дотриманням громадянами та юридичними особами, установами й організаціями встановленого порядку виготовлення, придбання, зберігання, обліку, перевезення й використання вогнепальної зброї, боеприпасів та вибухових матеріалів здійснюють спеціальні підрозділи у структурі МВС України згідно з Законом України “Про міліцію” та іншими нормативно-правовими актами [48; 50].

Одним із способів припинення терористичних актів із застосуванням вибухових пристроїв є проведення попереджуваль-

них **ЗАХОДІВ**, тобто недопущення надходжень вибухових пристроїв як на територію охоронюваних об'єктів, так і на місця здійснення громадських заходів, шляхом суворої перевірки на вибухонебезпечність [49].

Слід зазначити, що нині поки що немає універсального приладу, який дозволяв би з великою надійністю виявляти вибухові пристрої чи речовини, які приховують у валізах, побутових предметах, оргтехніці, апаратурі тощо. Однак комбінована апаратура, дія якої ґрунтується на різних фізичних і хімічних принципах (явищах), дозволяє доволі ефективно контролювати предмети на вибухонебезпечність. У зв'язку з цим важливе значення має набір такого оглядово-пошукового комплексу, придатного для різних ситуацій, що виникають у діяльності правоохоронних органів.

Нині існує нагальна проблема оснащення оперативних працівників спеціальних підрозділів, пошукових груп, експертів-криміналістів, службовців контрольних підрозділів та спеціалізованих лабораторій сучасними надійними засобами (комплексами) виявлення та розпізнавання вибухових речовин та пристроїв.

До засобів виявлення та розпізнавання вибухових речовин та пристроїв, на нашу думку, можна віднести науково-технічні засоби оглядово-пошукового напрямку, які залежно від принципу дії та способу пошуку поділяють на такі:

- апаратура з проникаючим випромінюванням;
- детектори парів та часток вибухових речовин (газоаналізатори, засоби хімічного аналізу);
- магнітомеханічні засоби;
- засоби пошукової техніки (металошукачі, або металодетектори);
- прилади візуально-оглядового спостереження та ін.

Таким чином, автори посібника намагались більш детально розглянути принципи дії відповідних технічних засобів, їх тактико-технічні характеристики, методи виявлення вибухових речовин та пристроїв, можливості та перспективи розвитку у розв'язанні зазначених проблем.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР

БРКВП	–	блокування радіокерованих вибухових пристроїв
ВП	–	вибуховий пристрій
ВР	–	вибухова речовина
ВШ	–	вогнепровідний шнур
ГДР	–	гідродинамічний руйнівник
ГШ МВС	–	Головний штаб МВС України
ДАСМ	–	Департамент адміністративних служб міліції
МВС	–	МВС України
ДБОЗ	–	Департамент по боротьбі з організованою злочинністю МВС України
ДЕЗ	–	детектор електронного захвату
ДНДЕКЦ	–	Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України
ДШ	–	детонуючий шнур
ЕД	–	електродетонатор
ЕОП	–	електронно-оптичний перетворювач
ЗВ	–	засіб вибуху
ІЧ	–	інфрачервоне випромінювання
КД	–	капсуль-детонатор
МВС	–	Міністерство внутрішніх справ України
МД	–	металодетектор
НДІСТ	–	Науково-дослідний інститут спеціальної техніки МВС України
ОК	–	об'єкт контролю
ПВ	–	пластикові вибухівка
ПВЧ	–	понадвисока частота
ПЗЗ	–	матриця передачі із зарядовим зв'язком
ПС	–	піротехнічні суміші
РКВ	–	пристрій з радіосигнальним керуванням

вибуху

РКІ – рідинно-кристалічний індикатор

РВП – радіокеровані вибухові пристрої

РП – радіопідривач

СБУ – Служба безпеки України

СВП – саморобний вибуховий пристрій

УМВСТ – Управління Міністерства внутрішніх справ на транспорті

УФ – ультрафіолетове випромінювання

АН – нітрат амонію

DNT – динітротолуол

EGDN – етіленглікольдинітрат

NG – нітрогліцерин

PETN, TEN – пентаеритритетранітрат

RDX – циклоніт, гексоген

TNT – тринітротолуол

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРОЇВ

1.1. ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

Убивства, терористичні акти та інші злочини, вчинені із застосуванням вибухових речовин та пристроїв, становлять найбільшу загрозу для громадян, суспільства і держави. Тому боротьба зі злочинністю, зокрема тероризмом*, належить до одного з важливих і пріоритетних напрямів діяльності правоохоронних органів. Важливим фактором, який впливає на ефективність діяльності правоохоронних органів щодо виконання вимог Президента України та Уряду України стосовно боротьби зі злочинністю, зокрема, пов'язаною із застосуванням вибухових речовин та пристроїв, є не тільки організаційно-правове, але й науково-технічне її забезпечення [51; 60].

У багатьох країнах світу для більш ефективної боротьби з цим видом злочину створено спеціальні підрозділи, що наділені певними функціями. Так, після низки терористичних актів, вчинених в Москві та інших містах Росії в середині 90-х років XX ст., на базі ФСБ створено спеціальний антитерористичний підрозділ, основним завданням якого є боротьба з тероризмом. Аналогічний підрозділ створено в США після подій 11 вересня 2001 р. Конгрес США прийняв закон про утворення спеціального Агентства внутрішньої безпеки для боротьби з цим видом злочину. Уряд Іспанії після низки терористичних актів на залізниці, коли 11 березня 2004 р. загинуло понад 200 осіб та майже 1500 було поранено, затвердило програму про запровадження дій правоохоронних органів щодо підвищення національної безпеки та проведення низки заходів для попередження такого виду злочину, як тероризм.

* *Тероризм* (франц. *terrorisme* від лат. *terror* – страх, жах) – здійснення терору, діяльність і тактика терористів; *терор* – розправа з політичними противниками шляхом насильства.

Для запобігання поширенню тероризму як у самій Україні, так і за її межами, Указом Президента України на базі СБУ був створений Антитерористичний центр, завданням якого визначено координацію зусиль правоохоронних органів у боротьбі з тероризмом. Україна й надалі має активно підтримувати заходи світової спільноти у боротьбі з цим явищем через участь у підготовці та ухваленні під егідою ООН відповідних документів, безумовне дотримання взятих на себе зобов'язань, сприяння тісній співпраці спеціальних органів з аналогічними структурами інших країн, уніфікацію законодавчої бази на основі міжнародних норм, принципову позицію засудження будь-яких форм тероризму [25; 37; 53; 57].

Світовий досвід свідчить, що доки не ліквідовано передумови тероризму, тобто існують соціальна нерівність, етнічні конфлікти, територіальні претензії тощо, та не вжито жорстких заходів щодо нього, доти не можна сподіватися на успішне подолання цієї проблеми [30, 7].

Ефективність попередження та розкриття злочинів, пов'язаних з вибухами, багато в чому залежить від рівня спеціальних знань у сфері вибухознавства.

Загальноприйнята у спеціальній літературі термінологія, що розкриває основні поняття, фізичні властивості речовин та принципи дії пристроїв, пов'язаних з таким явищем, як вибух, про які йтиметься далі, може бути використана працівниками правоохоронних органів, які не мають спеціальної підготовки, для успішного оволодіння відповідними знаннями.

Основними елементами різних видів вибухових пристроїв є заряд вибухової речовини і засіб ініціювання. Без цих основних елементів неможливо розглядати вибуховий пристрій як предмет особливого роду з притаманними йому специфічними властивостями. Крім того, заряд і засіб ініціювання мають бути конструктивно об'єднані, скласти єдиний технічний пристрій. Без цього не може відбутися, власне, сам вибух маси вибухової речовини.

Практика свідчить, що слідчому, експерту найчастіше доводиться мати справу як з різними вибуховими пристроями, так

і з окремими їх елементами, які не мають складової частини будь-якої конструкції чи пристрою, і вирішувати питання установлення їх групової належності. Для вирішення цього питання необхідно створити спеціальну систему криміналістичних класифікацій.

У юридичній, воєнній, гірничодобувній, хімічній літературі існує низка визначень терміна “вибух” [34, 6; 13, 217; 62, 11; 76, 7 та ін.]. Найприйнятніше для нашого розгляду поняття вибуху, запропоноване Н.А. Шилінгом, який вважав, що **вибух** (грец. – руйнування) – це процес швидкого фізичного або хімічного перетворення системи, який супроводжує перехід її потенційної енергії в механічну роботу [74, 5]. Дія, що відбувається при вибуху, зумовлена швидким розширенням газу або парів незалежно від того, чи існували вони до або утворились під час вибуху [6, 4].

За своєю природою вибухи бувають фізичні та хімічні [63, 5].

Фізичний вибух – вибух, що супроводжується переходом потенційної енергії стисненого газу в кінетичну, коли потужність властивості оболонки виявляється недостатньою для зберігання газу, що перебуває під тиском, у початковому об’ємі.

Хімічний вибух – швидка екзотермічна реакція, що відбувається з утворенням сильно стиснених газоподібних або пароподібних продуктів; хімічна реакція, яка супроводжується вибухом, має назву “*вибухове перетворення*”.

Вибухове перетворення залежно від його швидкості поділяється на вибухове горіння і детонацію (лат. *detonare* – прогріміти) [63, 7–8].

Горіння – процес вибухового перетворення, що зумовлює передачу енергії від одного прошарку вибухової речовини до іншої (властивість теплопровідності) і випромінюванням тепла газоподібними продуктами.

Детонація – поширення ударної хвилі з надзвуковою швидкістю хімічного перетворення вибухової речовини.

Сукупність певних елементів, що визначає придатність виготовленого пристрою до вибуху, розуміється як вибуховий пристрій [24], який складається із таких основних елементів, як вибухові речовини та засоби вибуху.

Більш детально розглянемо вищенаведені складові елементи, що використовуються для здійснення вибуху.

У спеціальній та юридичній літературі немає стійкого визначення поняття “вибухові речовини”. Узагальнюючі усі існуючі тлумачення поняття вибухових речовин [34, 21; 39, 57; 7, 8; 8, 86 та ін.], у свою чергу слід зазначити, що **вибухові речовини** – це хімічні сполуки чи суміші, здатні під впливом зовнішнього імпульсу до самопоширення з великою швидкістю хімічної реакції з утворенням газоподібних продуктів та виділенням тепла [3, 4].

Існує низка класифікацій вибухових речовин за такими різними ознаками, як-от: призначенням та способом виготовлення [14, 6], потужністю і фізичним станом [75, 16], хімічною природою і складом [39, 52] та ін. Проаналізувавши різні погляди на вищенаведене та інші класифікації вибухових речовин, а також на підставі їх узагальнення і згідно з поставленими перед нами завданнями, пропонується класифікація, що враховує криміналістичні аспекти для дослідження вибухових речовин (додаток № 1). Деякі запропоновані нами класифікації вибухових речовин розглядаються далі.

Залежно від *фізичного (агрегатного) стану* вибухові речовини можуть бути тверді, рідинні, газоподібні, желеподібні, пластичні тощо. Найбільш застосовуваними у кримінальних структурах виявилися вибухові речовини у твердому та рідинному агрегатних станах (конденсовані вибухові речовини) [75, 16].

Вибухові речовини *за призначенням* бувають такі:

воєнного призначення – застосовуються у воєнній справі для спорядження бойових припасів вибухової дії;

цивільного призначення – застосовуються у народному господарстві і різних сферах науки.

Д.А. Шапошников і І.Д. Моторний у класифікації “за призначенням” поділяють всі вибухові речовини на ініціюючі, бризантні, металні і піротехнічні суміші [72, 18; 39, 174]. У цьому разі впадає в око змішання понять, бо слово “призначення” означає “спосіб використання або застосування чого-небудь” [11, 932].

Через те, що деякі хімічні сполуки здатні не лише горіти, але й за певних умов детонувати [35, 13–14], тому всі вибухові речовини як промислового, так і саморобного виготовлення [42, 7], на нашу думку, можна класифікувати за режимом перетворення (*горіння або детонації*) і умов збудження [6]:

- 1) ініціюючі (первинні) вибухові речовини;
- 2) бризантні (вторинні) вибухові речовини;
- 3) металеві вибухові речовини (порохи);
- 4) піротехнічні суміші.

1. *Ініціюючі (первинні) вибухові речовини* використовуються для збудження детонації бризантних вибухових речовин і для запалювання металевих вибухових речовин [71]. З них найпоширенішими є:

гримуча ртуть (фульмінат ртуті) – дрібнокристалічна речовина білого або сірого кольору, отруйна, погано розчинна у воді. Найбільш чутлива до удару, тертя, накалу, теплового впливу. При зволоженні чутливість помітно знижується. Застосовується для спорядження капсулів-детонаторів. Гільзи цих капсулів – мідні або латунні;

азид свинцю – дрібнокристалічна речовина від білого до світло-рожевого кольору, слабко розчинна у воді. До удару, тертя, впливу вогню менш чутливий, ніж гримуча ртуть, але має більш ініціюючу здатність. Азид свинцю не втрачає своїх властивостей при зволоженні. Застосовується для спорядження капсулів-детонаторів. Гільзи капсулів – алюмінієві;

ТНРС (тринітрорезорцинат свинцю) – дрібнокристалічна несипуча речовина темно-жовтого кольору, погано розчиняється у воді. Під дією прямого сонячного випромінювання темніє і розкладається. За чутливістю посідає середнє місце між гримучою ртуттю і азидом свинцю. Використовується для забезпечення безвідмовності ініціювання азиду свинцю;

тетразен – дрібнокристалічна речовина, погано розчинна у воді. Не взаємодіє з металами.

До ініціюючих вибухових речовин належать також однорідні спалахові суміші, швидкість горіння яких уповільнюють і ре-

гулюють спеціальними домішками. Призначення однорідних спалахових сумішей таке: при горінні отримання променевого полум'я, яке служить для спалахування (запалювання) порохового заряду, уповільнювачів у дистанційних трубках і підривачів, а також в інших об'єктах [63, 18–23].

2. *Бризантні вибухові речовини* (бризантність – франц. *brisant* – що дробить) характеризуються вибуховим перетворенням у виді детонації, для чого використовуються ініціюючі вибухові речовини, які застосовуються головним чином для спорядження боєприпасів і вибухових робіт.

За хімічною природою бризантні вибухові речовини поділяються на три класи:

I клас: азотнокислі ефіри, нітрати спиртів або вуглеводів (нітроефіри), до яких належать такі речовини:

азотнокислі ефіри вуглеводів. Головним представником цих вибухових речовин є нітрати целюлози (нітроцелюлоза), які, залежно від вмісту азоту, поділяються на два різновиди: піроксиліни і колоксиліни;

азотнокислі ефіри спиртів. Характерними їх представниками є:

а) гліцеринтринітрат, або нітрогліцерин;

б) діетилендіглікольдинітрат, або нітрогліколь;

в) пентаерітетранітрат, або ТЕН – (тетранітропентаерітрит, пентрит) – біла кристалічна речовина, негігроскопічна, нерозчинна у воді. Найбільш чутлива із класу бризантних вибухових речовин. ТЕН застосовується для виготовлення детонуючого шнуру, а також для спорядження капсуля-детонатора. Флегматизований ТЕН підфарбовується в рожевий або оранжевий колір, застосовується для виготовлення детонаторів.

II клас: нітросполуки. Їх відносять до важливого класу бризантних вибухових речовин. До них належать:

тринітротолуол, або тротил – кристалічна речовина від світло-жовтого до світло-коричневого кольору, негігроскопічна, погано розчиняється у воді. Виготовляється лускоподібним або

у вигляді гранул. Буває пресований або литий. При прострілі кулею не підривається, пресований детонує від капсуля детонатора; тринітроксилол, або ксиліл;

тринітрофенол, або пікринова кислота – яскраво-жовтий порошок, розчиняється у воді, кислотах, спирті та бензолі, взаємодіє з металами. Особливу чутливість мають пікрати заліза і свинцю. Застосовується для спорядження капсуля детонатора;

тринітрофінілметилнітрамін, або тетрил – кристалічна речовина яскраво-жовтого кольору, негігроскопічна, нерозчинна у воді, менш сприятлива, ніж ТЕН і гексоген. Застосовується для капсуля детонатора і додаткових детонаторів;

циклотриметилентриптроамін, або гексоген – дрібнокристалічна речовина білого кольору, негігроскопічна, нерозчинна у воді. Від прострілу кулею може підірватися. У чистому вигляді він застосовується для капсуля детонатора, а для основного заряду флегматизований або ТГ (суміш тротилу та гексогену);

циклотетраметилентетранітроамін, або октаген – дрібнокристалічна речовина, нерозчинна у воді. Для основного заряду флегматизований.

Найчастіше використовуються сплави нітросполук, наприклад, тротилу з дітронафталіном, гексогеном чи ксилілом і механічні суміші деяких нітросполук чи їх сплавів з іншими речовинами або порошкоподібним алюмінієм.

ІІІ клас: нітронітрати. Вибухові суміші з окислювачами, що являють собою суміш окислювача з вибуховою речовиною або паливом. До них належать:

аміачно-селітрові вибухові речовини, що вміщують як окислювач аміачну селітру (амотолі, амоніти та ін.);

вибухові суміші на основі рідких азотнокислих ефірів, спирту (нітрогліцеринові вибухові речовини), наприклад динаміт;

хлоратні або перхлоратні вибухові речовини, що містять як окислювачі солі хлоринованої або хлорної кислоти (хлорати і перхлорати);

вибухові речовини на основі рідких окислювачів, до яких належать оксиліквіти і суміші двоокисного азоту або концентрованої азотної кислоти.

3. Метальні вибухові речовини (порохи).

Для речовин цієї групи характерним видом вибухового перетворення є горіння, яке не переходить в детонацію навіть при високому тиску, що розвивається в умовах пострілу; ці речовини придатні для надання кулі або снаряду руху в каналі ствола зброї та для надання руху ракетним снарядам [19, 25]. До них належать:

нітроцелюлозні порохи, або бездимний порох, які одержують із нітроцелюлози. Він має густу масу (від жовтого до коричневого кольору), зовні нагадує пластмасу. Чутливий до полум'я, тепла та іскри. На повітрі бездимні порохи згорають без вибуху. Щоб викликати детонацію порохів, необхідно застосувати достатньо потужний проміжний детонатор із бризантних вибухових речовин. Використовується як металевий заряд у стрілецькій зброї і гарматах;

тверді суміші та ракетні палива;

димні порохи – найчастіше, це механічна суміш селітри (частіше – калієвої), деревного вугілля із дрібних порід дерев (вільха, крушина) і сірки. Використовуються у підривачах і вогнепровідних шнурах. За кольором розрізняють від чорних до сіро-чорних, чутливі до тертя, іскри.

4. *Піротехнічні суміші* (система: горюче + окислювач) – використовуються для створювання світлового, димового та звукового ефекту; при горінні – це механічні суміші, основними компонентами яких є неорганічні окислювачі, горюче (органічні або металеві горючі речовини) та сполучена речовина. Застосовуються в боєприпасах освітлювальної сигнальної, запалювальної дії, а також у різних піротехнічних засобах [73].

1.2. ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ ЗАСОБІВ ВИБУХУ

Крім класифікацій вибуху і вибухових речовин, слід розглянути і знаряддя їх здійснення – засоби вибуху, що містять вибухові речовини. Отже, розглянемо засоби вибуху, які широко використовуються як у військовій справі, так і в промисловості.

Засоби вибуху – це пристрої, призначені для збудження (ініціювання) вибуху зарядів вибухових речовин [14, 12].

До них належать:

засоби ініціювання;

засоби передачі ініціюючого імпульсу;

вибухові пристрої.

Засоби ініціювання (ініціювання – лат. *inicere* – викликати, збуджувати) – це пристрої, які спрацьовують від початкового імпульсу (удар, тертя, іскра) і призначені для запалювання пороху, піротехнічних сумішей та детонації бризантних вибухових речовин. Вони поділяються на засоби запалювання та засоби детонації.

Засоби запалювання – це пристрої, які при спрацьовуванні виділяють теплову енергію у формі випромінюваного полум'я, нагріву нитки розпалювання та іскрового розряду. До них відносять: капсулі-запалювання та електрозапалювання.

Засоби детонації – це пристрої для збудження детонації бризантних вибухових речовин. До них відносять:

капсуль-детонатор (КД) – для збудження детонації у бризантних вибухових речовинах [21];

електродетонатор (ЕД) – це капсуль-детонатор, в гільзу якого введено спеціальний пристрій, який перетворює електричну енергію на теплову (у формі випромінюваного полум'я). Цей пристрій називають електрозапалювач [22];

вогнепровідний шнур (ВШ) призначений для ініціювання капсулів-детонаторів і димних порохів [20];

детонуючий шнур (ДШ) складається із вибухової серцевини і оболонки. Серцевина детонуючого шнура виробляється із вибухової речовини підвищеної потужності.

Засоби передачі ініціюючого імпульсу – це пристрої для передачі на відстань ініціюючого імпульсу у формі випромінюваного полум'я (вогнепровідний шнур) або детонуючого імпульсу (детонуючий шнур).

Щоб привести в дію вибуховий пристрій, слід справити зовнішній вплив на заряд вибухової речовини. Дію, здатну викликати горіння чи вибух вибухової речовини, називають початко-

вим імпульсом, або ініціюванням (лат. *initium* – початок). Способи ініціювання вибухової речовини (тобто початкового імпульсу) можуть бути різними:

- механічний (удар, тертя);
- тепловий (іскра, полум'я, нагрів);
- електричний (іскровий розряд, нагрів);
- хімічний (реакція з інтенсивним виділенням тепла).

1.3. ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ

Сучасна криміналістична практика оперує таким поняттям, як “вибуховий пристрій” (ВП), – це пристрій, який спеціально підготовлений до вибуху у певних умовах [42, 8; 15, 8]. Ознаки вибухового пристрою зазначено у Постанові Пленуму Верховного Суду України “Про судову практику в справах про викрадення та інше незаконне поводження зі зброєю, бойовими припасами, вибуховими речовинами, вибуховими пристроями чи радіоактивними матеріалами” від 26 квітня 2002 р. № 3 [61].

Систему ознак вибухових пристроїв шляхом узагальнення даних таких вчених-юристів, як Ю.М. Дільдин і І.Д. Моторний, та іншу юридичну інформацію, необхідну для більш ефективного проведення судових експертиз, розглянуто у додатку № 2.

У сучасній криміналістичній літературі статус і структура вибухового пристрою характеризуються розмаїтістю підходів і поглядів вчених-криміналістів.

Спершу в юридичній літературі вчені-криміналісти розглядали вибухові пристрої з позиції воєнних і технічних наук. З плином часу таких класифікацій і понять було недостатньо для вирішення криміналістичних завдань і вони не охоплювали весь спектр досліджуваних об'єктів. Це було пов'язано з поширенням кримінальних вибухів і збільшенням кількості різновидів знарядь вибуху, які застосовувались для досягнення злочинної мети не тільки як боеприпаси, але й як саморобні вибухові пристрої, що надалі визначили їхній статус у криміналістиці. Учені-криміналісти стали вживати для їх позначення свої поняття. Так, відомий вчений-криміналіст В.М. Плескачевський обґрунтував необхід-

ність визначати їх як зброю вибухової дії [45, 303]. З. Кірсанов і Л. Летоштяк назвали вибухові пристрої вибуховими системами [29, 127]. Проте наведені терміни не дістали поширення в криміналістичній науці.

У воєнно-технічній літературі термін “вибухові пристрої” не вживають. У воєнній сфері використовується тільки поняття “боєприпаси”, до яких відносять певний їх перелік, а вибухові пристрої розглядаються в контексті інженерних боєприпасів [65, 129]. Термін “вибухові пристрої” виступає узагальнюючим у сфері створення засобів озброєння. Узагалі це поняття збірне і використовується тільки в юридичній літературі, бо його вжиття пов’язане з кримінальними діями. Ним охоплюють і бойові припаси, і потужні заряди, що застосовуються в промисловості, і сигнальні чи піротехнічні засоби та ін.

У криміналістичній літературі деякі вчені-криміналісти, ґрунтуючись на воєнно-технічній літературі, класифікують вибухові пристрої на боєприпаси вибухової дії і саморобні вибухові пристрої, які застосовуються для вчинення злочинів [69, 9; 4, 62 та ін.]. Інші вчені-криміналісти вибуховими вважають пристрої, що виготовлені тільки саморобним способом [70, 11; 72, 13 та ін.]. На нашу думку, злочинці можуть застосовувати не тільки саморобні вибухові пристрої, але й штатні боєприпаси вибухової дії і пристрої кустарного виготовлення.

У спеціальній та юридичній літературі вибухові пристрої класифікують за призначенням і способом виготовлення, потужністю заряду і видом вражаючої дії, типом механізму приведення в дію, часом спрацювання і ступенем підготовленості до вибуху, за можливістю і способом знешкодження тощо [43; 39; 9; 69; 14 та ін.].

Підсумувавши різні погляди таких вчених-юристів, як Е.М. Тихонова, А.Ю. Семенова, І.Д. Моторного, та проаналізувавши інші класифікації вибухових пристроїв, з урахуванням їх узагальнення та поставлених перед правоохоронними органами завдань [46; 49; 51], спробуємо розробити загальну класифікацію

ВП, що враховує криміналістичні аспекти для дослідження вибухових пристроїв.

За *способом виготовлення* вибухові пристрої, на нашу думку, можна розбити на дві групи: 1) промислові; 2) непромислові, які, у свою чергу, слід поділити на саморобні та кустарні.

Вибухові пристрої промислового виготовлення – це пристрої, виготовлені промисловим способом згідно з нормативно-технічною документацією [35, 10].

Саморобні вибухові пристрої (СВП) – це пристрої, в яких хоча б один із елементів виготовлено саморобним способом або визначене його непромислове нерегламентоване складання, тобто конструкція достатньо підготовленого до вибуху пристрою не обумовлена вимогами згідно з технічними умовами на його виготовлення (монтаж) [42, 8].

Вибухові пристрої кустарного виготовлення – пристрої, які у своєму складі не містять будь-яких промислових елементів та вузлів.

За *цільовим призначенням* виокремлюють такі групи вибухових пристроїв:

1) безпосередньо призначені для знищення живої сили противника, пошкодження техніки, руйнування споруд і укріплення в умовах ведення бойових дій. Вибухові пристрої воєнного призначення, виготовлені промисловим способом, називаються ***штатними боєприпасами***. Вони є предметами озброєння армій, для знищення живої сили та техніки, виробляються за державними і галузевими стандартами. Пристрої, виготовлені саморобним способом, називаються ***саморобними боєприпасами*** і призначені для здійснення диверсійних заходів. Вони також є предметом озброєння злочинних угруповань. Саморобні боєприпаси виготовляються в єдиному екземплярі або малими партіями і у конструктивному відношенні завжди мають аналоги серед промислових зразків.

До цієї групи можна віднести й імітаційно-піротехнічні засоби. Вони призначені для імітаційно-піротехнічних і навчальних цілей (імітація – лат. *imitato* – наслідування, відтворення). При-

строї, виготовлені промисловим способом, призначені для освітлення, задимлення, звукової імітації, створення піротехнічних ефектів при виконанні військовими формуваннями бойових і навчальних завдань, а також для отримання аналогічного роду ефектів у цивільних цілях. Пристрої, виготовлені саморобним способом (різного роду хлопавки і феєрверки), призначені для створення піротехнічних й інших спецефектів у побуті. Слід зазначити, що ці пристрої не містять потужних вибухових композицій, мають малу руйнівну силу і при дотриманні запобіжних заходів не становлять серйозної небезпеки для життя і здоров'я людей.

Відомий вчений-криміналіст у сфері вибухотехніки І.Д. Моторний зараховує імітаційно-піротехнічні засоби до окремої групи [38, 23]. На нашу думку, основне призначення цих засобів визначено у воєнній літературі, в якій їх відносять до боєприпасів [23];

2) призначені для вчинення терористичних актів, вбивств й інших суспільно небезпечних діянь кримінального характеру, здійснених шляхом вибуху. Пристрої такого напрямку можуть називатися **кримінально-терористичними засобами**. Це, як правило, одиничні вироби оригінальної конструкції, що містять потужні бризантні вибухові речовини і спеціальні засоби вибуху. Такі пристрої можуть виготовлятися як кустарним, так і саморобним способом (СВП). Інколи в злочинних цілях перероблюють штатні боєприпаси часів Великої Вітчизняної війни.

Вищерозглянуті засоби мають індивідуальну конструкцію і за використаними матеріалами і речовинами не мають аналогів;

3) призначені для ведення вибухових робіт у промисловості (гірничодобувній, нафтовій тощо). Пристрої, що виготовлені промисловим способом і застосовуються під час проведення вибухових робіт в народному господарстві (перфоратори, генератори тиску, патрони-бойовики та ін.), відносять до пристроїв **господарського призначення (цивільного)**. Це – вибухове штампування, зміцнення матеріалів вибухом, буропідривні роботи в шахтах і кар'єрах, зварка вибухом, синтез нових матеріалів тощо. Кустарні пристрої, як правило, повторюють прості цивільні вироби. Вони виготовляються з викрадених промислових вибухових

речовин і засобів вибуху і використовуються окремими громадянами для побутових потреб: кришіння каменів і скельного ґрунту, глушіння риби у водоймищах, корчування пнів на присадибних ділянках, пристрою котлованів і траншей.

Деякі інші запропоновані нами класифікації вибухових пристроїв розглядатимемо у додатку № 3.

Вибуховий пристрій має достатньо складну конструкцію, що складається з основних і додаткових елементів [35, 61] (додаток № 4).

До основних елементів відносять заряд вибухової речовини чи вибухоздатну суміш і засіб ініціювання. Без цих елементів неможливо визначити пристрій як вибуховий, тобто як предмет особливого роду з притаманними йому специфічними властивостями. Крім того, заряд і засіб ініціювання завжди конструктивно з'єднані один з одним, бо без цього не може відбутися сам процес вибуху маси вибухової речовини. В окремих випадках засіб ініціювання може бути зовнішнім джерелом енергії, але навіть в даному випадку він також має бути зв'язаний із зарядом і здатний викликати горіння, вибух або детонацію заряду.

Додатковими елементами у вибуховому пристрою є такі: механізм приведення в дію (запобіжно-виконавчий механізм), оболонка заряду, корпус пристрою, додаткові вражаючі елементи (готові осколки, ємності з горючою рідиною та ін.), камуфляж і засіб доставки до місця застосування. Проте у кожному випадку вони або можуть мати місце, або можуть не бути зовсім – це залежить від призначення, принципу дії вибухового пристрою, обставин застосування та низки інших чинників. Крім того, одночасно з вибуховим пристроєм в одному предметі або в одному місці можуть перебувати так звані супутні об'єкти.

До супутніх об'єктів відносять таке: тканину, дрантя, газети й інші матеріали, які використовуються для прокладки між деталями пристрою; пакувальні матеріали для вибухонебезпечних виробів промислового виготовлення (обгортковий папір і поліетиленові пакети для патронів і пачок вибухової речовини, картонні коробки і футляри для капсулів-детонаторів і електродето-

наторів, пластмасові заглушки і футляри для ручних гранат і їх запалів, алюмінієві захисні ковпачки для детонуючих шнурів); штатне приладдя комплектів мін, гранат та інших боєприпасів (дерев'яні кілочки, дріт та інші вироби).

У практичній діяльності правоохоронних органів найчастіше виникає необхідність виявлення, виїмки та експертного дослідження вибухових речовин і вибухових пристроїв. Висока суспільна небезпека несанкціонованих транспортувань і використання вибухових речовин та пристроїв збудила вирай актуальну проблему розробки методів та засобів їх виявлення.

1.4. ОСНОВНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРОЇВ

Усі методи, що досліджують наявність (тобто виявлення та розпізнавання) вибухових речовин та пристроїв як під час виконання експертних завдань, так і в позалабораторних умовах (оперативне застосування), на наш погляд, можна об'єднати в чотири основні групи:

- 1 група – фізичні методи;
- 2 група – фізико-хімічні методи;
- 3 група – хімічні методи;
- 4 група – органолептичні методи.

До першої групи (*фізичні методи*) можна віднести такі методи:

дрейф-спектрометричний метод ґрунтується на спектрометрії рухливості іонів в електричному полі;

мас-спектрометричний метод ґрунтується на молекулярному рівні, тобто за рахунок великої швидкості молекули групуються залежно від своєї маси;

метод спектроскопії ґрунтується на спектральному аналізі вибухової речовини у фізичному середовищі (розчинники), зокрема ІЧ-спектроскопія;

метод інтроскопії ґрунтується на взаємодії всієї (або частини) маси вибухових речовин з проникаючим випромінюванням,

в якому використовується потік теплових нейтронів або променів певного спектра електромагнітних коливань;

метод ядерно-магнітного резонансу ґрунтується на дистанційному аналізі елементного складу вибухової речовини за рахунок ядерного випромінювання;

метод нейтронної активації ґрунтується на виявленні вибухової речовини як об'єкт з підвищеним вмістом водню та ін. методи.

До другої групи (*фізико-хімічні методи*) відносять:

газо-хроматографічний метод ґрунтується на виявленні часток вибухової речовини за рахунок розподілу її компонентів на межі фаз високочистих газів-носіїв (аргон, азот) та чутливому сорбенті;

рідинно-хроматографічний метод ґрунтується на виявленні часток вибухової речовини за рахунок його властивостей розчинятися в рідинах-носіях та утримуватися певний час на сорбенті;

потенціометричний метод ґрунтується на зміні електричного опору речовини (вибухової речовини) під дією електричного струму;

поляриметричний метод – під дією світлового потоку кожна речовина (вибухової речовини) має свій спектр та ін. методи.

Ця група методів використовується для виявлення вибухової речовини в прихованих предметах, наприклад, багажу, ручному вантажу, сумках, пакетах тощо.

До третьої групи (*хімічні методи*) належать:

метод крапельної реакції (крапельні тести) ґрунтується на зміні кольору слідів вибухової речовини під дією певного хімічного реагенту;

метод тонкошарової хроматографії ґрунтується на властивостях вибухової речовини в певних умовах (насичена пароповітряна суміш розчинників) розкладатися на чисті речовини та ін. методи.

Ця група методів застосовується для виявлення часток вибухової речовини, що залишаються на різних предметах, на шкірі, одязі тих осіб, які переносили або мали стикання з вибуховою речовиною та наявності самої речовини.

До четвертої групи (*органолептичні методи*) зараховують: візуальний метод ґрунтується на вивченні розпізнавальних зовнішніх прикмет вибухових речовин та пристроїв;

біофізичний метод, який у свою чергу, поділяється на такі: біосенсорний метод ґрунтується на виявленні азотовмістовних речовин за допомогою собак, свиней тощо;

біолюмінесцентний метод ґрунтується на виявленні за допомогою УФ-люмінесценції залишок вибухової речовини на руках, одязі тощо;

ферментативний метод ґрунтується на виявленні мікрочасток вибухової речовини на руках, багажу тощо при нанесенні її на спеціальний оброблений тампон.

Ця група методів застосовується для виявлення слідів таких видів вибухової речовини, що залишаються у прихованих різних предметах, на шкірі, одязі тих осіб, які переносили або мали стикування з вибуховою речовиною.

Технічна реалізація цих методів забезпечується спеціальними приладами, засобами, комплексами, за допомогою яких виявляють наявність вибухової речовини (вибухового пристрою) або їх залишків за певними ознаками.

Кожен з цих методів застосовується залежно від ситуації, способу (наявності вибухової речовини чи можливого її знаходження), обставин, суб'єкта (працівник органу дізнання, оперативник, митник тощо), спеціаліста (криміналіста, експерта) та труднощів дослідження вибухової речовини.

Далі розглядатимемо ці методи більш детально.

Запитання для самоперевірки:

1. Поняття та види вибуху.
2. Класифікація вибухових речовин.
3. Поняття та види засобів вибуху.
4. Поняття та види вибухового пристрою.
5. Основні методи виявлення вибухових речовин та пристроїв.

МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРОЇВ

2.1. МЕТОД ВІЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Загальна характеристика візуального методу

Візуальний метод ґрунтується на вивченні розпізнавальних зовнішніх ознак вибухових речовин та пристроїв. Він реалізується, загалом, у двох варіантах:

по-перше, безпосереднім вивченням об'єктів, які перевіряються за зовнішніми ознаками, тобто агрегатний стан, форма та розмір частки, колір* (додаток № 6), вид упаковки, маркування** (додаток № 5) тощо [2; 12];

по-друге, виявлення вибухових пристроїв за певними змінами електромагнітного поля, створюваного приладом у прихованому середовищі.

Ефективність цього методу, який широко застосовується як у процесі огляду, так і в слідчій практиці, перебуває в прямій залежності від ступеня підготовки спеціаліста й якості роботи техніки.

Характерні ознаки вибухового пристрою (зовнішні та внутрішні)

Виявивши вибуховий пристрій, насамперед, слід встановити зовнішні ознаки та визначити внутрішні особливості. Оглядаючи будь-який предмет, що викликає підозру про належність його до вибухового пристрою, треба мати на увазі, що на ньому можуть зберігатися відбитки пальців рук, сліди крові, мікроволокна та ін. сліди, які при криміналістичному дослідженні можуть надати важливу інформацію для слідства та розшуку.

* *Альбом* бризантных взрывчатых веществ. – Новосибирск: СО АН СССР, 1980.

** *Вещества* взрывчатые промышленные (упаковка, маркировка, транспортирование и хранение). – М.: Госкомитет стандартов СМ СССР, 1982.

Оцінка зовнішніх ознак вибухових пристроїв

Зовнішній аналіз ознак предмета, що викликає підозру про належність його до вибухового пристрою, є першим етапом дослідження ВП. Здійснюючи окремі слідчі дії, зокрема при огляді місця події, цей етап може дати важливі вихідні (початкові) дані для подальшого проведення оперативно-розшукової діяльності та отримання потрібної оперативно-розшукової інформації.

До зовнішніх ознак вибухового пристрою відносять: геометричні параметри (форма, розмір), вага, вид матеріалів, фарбування зовнішніх деталей, маркування, сліди технологічних операцій.

Ці ознаки виявляються візуально або із застосуванням найпростіших технічних засобів, наприклад, вагів, вимірювальних інструментів, оптики, різних освітлювачів тощо. Складаючи висновки при аналізі вибухового пристрою, слід враховувати нерівнозначні його ознаки, тобто вибухові пристрої розглядаються за різними критеріями. Для аналізу вибухового пристрою використовується різноманітний довідково-інформаційний матеріал.

Форма вибухових пристроїв промислового виготовлення та їх елементів – індивідуальна для кожної конструкції або виду пристроїв.

Розмір та *вага* вибухових пристроїв – це єдині кількісні характеристики, що дозволяють проводити діагностику пристрою, використовуючи конкретні значення певних величин. При цьому вага вибухового пристрою може надати початкову інформацію про наявність (чи відсутність) у ній речовини спорядження.

Особливості *конструкції оболонки* в сукупності з лінійними та ваговими характеристиками пристрою дозволяють оцінювати ступінь безпеки вражаючої дії вибуху за можливим утворенням уламків, а також попередньо оцінювати матеріали, які використовують для його виготовлення.

Вагома металева оболонка характерна для артилерійських снарядів, мін, ручних гранат та інших боєприпасів осколочної дії. Насічка на корпусі характерна для осколочних боєприпасів. Тонкі металеві оболонки властиві засобам ініціювання, деяким видам

імітаційних засобів, інженерним боєприпасам фугасної дії. Упаковка із паперу та картону зустрічається в патронірованих зарядах вибухової речовини та деяких імітаційних засобах.

Фарбування та маркування: захисний колір характерний для ручних гранат, інженерних мін; чорний – головним чином для учбових гранат, які не містять вибухові речовини. Фарбою наносять і символічно-цифрове маркування, яке вказує на тип виробу, його спорядження, завод-виробник, рік виготовлення, партію тощо. Штампом-клеєм, також як і фарбою, позначають тип виробу, речовину спорядження, завод-виробник, партію, рік виготовлення та ін. дані.

Сліди технологічних операцій мають бути на зовнішніх поверхнях вибухового пристрою у формі слідів тиску, різання, які можуть бути джерелом інформації про обладнання, інструменти і специфіку прийомів виготовлення деталей та вузлів.

Особливості конструкції підривача визначають спосіб виготовлення підриву і наявність тих чи інших засобів вибуху. Так, наприклад, у виробі, який споряджений пристроєм з “розтяжкою”, ударником найчастіше використовується механічний імпульс (удар) для дії на капсуль-запалювач, запал. Присутність окремих елементів електричних ланцюгів, таких як дроти, замикач тощо, свідчить про використання електродетонаторів або електрозапалювачів.

Внутрішні ознаки вибухового пристрою

Конструктивні ознаки внутрішньої будови предмета, що викликає підозру про належність до вибухового пристрою, розширюють уявлення про ВП. До них належить:

наявність вибухової речовини визначеного типу в окремих елементах і вузлах вибухового пристрою;

внутрішнє розміщення деталей та вузлів вибухового пристрою;

наявність підривача і засобів ініціювання.

Внутрішнє розміщення деталей та вузлів, наявність засобів вибуху і вибухової речовини в об’єкті вибухотехнічного дослі-

дження виявляється шляхом вивчення рентгенівського знімка або зображення на екрані з подальшим їх порівнянням з рентгенограмами відомих типів вибухових пристроїв, виготовлених промисловим способом.

За результатом виявлених ознак уточнюється конструкція вибухового пристрою, який вивчається, що дозволяє приблизно визначити принцип його дії. Це особливо важливо для забезпечення безпеки й надалі при роботі з цим вибуховим пристроєм.

Головним на цьому етапі є встановлення групової належності вибухової речовини і конкретних марок матеріалів, які використовуються при виготовленні вибухового пристрою. Для цього може застосовуватись увесь арсенал хімічних, фізичних і фізико-хімічних методів дослідження матеріалів та речовин. При цьому, залежно від методу, який використовується, беруть необхідні проби досліджуваної речовини і проводять відповідні аналізи.

Якщо в результаті досліджень буде виявлено відповідність всіх вузлів і деталей, матеріалів і речовин технічним умовам на окремі елементи або промислові вибухові пристрої в цілому, то це дозволить дійти висновку про належність даного пристрою (або його частин) до ВП визначеного виду та марки, а також здатність до вибуху без подальшої перевірки працездатності пристрою.

Основні види вибухових речовин та пристроїв

Пластична вибухівка (ПВ) – це поширений вид вибухової речовини, що використовується у вибухових пристроях при вчиненні терористичних актів, головним чином, через стабільність, велику потужність та можливість надати їй будь-яку форму.

Пластичні вибухові речовини – суміші бризантних речовин (гексоген, тетрил та ін.) з пластифікованими добавками, яким можна надавати будь-яку форму.

За своїми властивостями пластичні вибухові речовини на 1/3 перевищують потужність тротилу. Їх виробництво досить поширено в США, Великобританії та Чехії. Так, американська пластична вибухівка типу “С-4” має розмір 280х50х60 мм, білого

кольору, без запаху, вагою 560 г, кріпиться до місця закладки клейкою поверхнею. Англійська пластикова вибухівка типу “Р-3А”, залежно від потужності –темного чи темно-коричневого кольору, покрита пергаментним парафіновим папером. У своєму складі містить графіт, який при обробці залишає сліди. Пастоподібна пластична речовина типу “DEMEX-400” (виробництва Чехії), а також “SEMEX-400” використовується для заповнення ємностей різних форм та об’ємів шляхом спринцювання.

Однорідна щільність пластичних речовин, їх тістоподібність дозволяють легко деформувати бризантні речовини і виготовляти заряди відповідної форми, використовуючи різні види камуфляжів. Основними характерними ознаками, які дозволяють виявляти пластичні вибухові речовини, є пластичність, колір, маслянистість, інколи специфічний (мигдальний) запах.

Фосфорні вибухові пристрої. У багатьох запальних приладах використовується спеціальна речовина – фосфор, з вигляду жовтуватий віск. Ця речовина має таку властивість, як миттєве запалювання при взаємодії з повітрям. Для вчинення терористично-диверсійних актів його змішують із сірковуглецю, що забезпечує інертність запалювання фосфору, а після цього розсипають на поверхні пальної речовини. Після випаровування сірковуглецю фосфор запалюється. Оскільки в цьому разі не потрібно ні годинникового механізму, ні детонатора, вибуховий пристрій виявити дуже складно.

Тротилові шашки випускаються вагою 75, 200, 400 і 2450–2750 г і мають колір від світло-жовтого до жовто-коричневого. Для захисту від зовнішнього впливу їх обертають пропарафінваним папером або вкривають тонким прошарком парафінопетролатумної суміші.

Для з’єднання із засобами вибуху і надійного збудження детонації всі шашки мають гніздо під капсуль-детонатор (електродетонатор) або крізний канал циліндричної (конічної) форми під детонуючий шнур. У окремих виробках для більш міцного з’єднання засобів вибуху гніздо шашки має метричне різьблення діаметром 10 мм, яка викладається тонкою алюмінієвою фольгою.

Троїлові шашки маркуються чорним кольором на паперовій оболонці – вид і маса виробу. Проте маркування різними заводами відрізняється графікою букв і знаків. За допомогою цих відмінностей можна встановити завод-виробник шашки, а в окремих випадках – дату виготовлення. Оглядаючи такі вироби, слід надавати увагу виконанню маркувальних позначень.

Заряди високобризантних вибухових речовин виготовляються з тетрилу, флегматизованого гексогену, сплаву тротилу з гексогеном або ТЕНу, мають масу 150, 300, 500 і 1000 г. Заряди мають форму паралелепіпеда, циліндра, усіченого конуса.

У конструкції зарядів передбачаються один осьовий або дві паралельні осі каналу для з'єднання тротильових шашок з детонуючим шнуром. Для захисту від зовнішнього впливу окремі вироби піддаються гідроізоляції (парафінове покриття, паперова обгортка або паперова гільза). На паперовій гільзі і просоченій парафіном паперовій оболонці зарядів типу “ТГ-500” і “ПТ-300” проставляються такі маркування: заводський номер товарної партії, рік виготовлення (вказуються дві останні цифри), порядковий номер виробу в цій партії.

Пластиди, які використовуються у військово-інженерній роботі у виді брикетів, виготовляються з флегматизованого гексогену, мають форму паралелепіпеда розміром 70х70х45 мм, легко деформуються зусиллями руки.

Промислові вибухові речовини. Більшість з них є складними багатокомпонентними сумішами, що складаються з окислювача, горючих компонентів і технологічних добавок. Головним окислювачем є аміачна селітра, як горючі компоненти використовуються тротил, динітро-нафталін, гексоген, рідкі нітроефіри, дрібнодисперсний порошок алюмінію, дизельне паливо, індустриальні масла, парафіновий віск. Крім окислювача і горючих компонентів, окремі композиції містять хлорид натрію (кухонна сіль), хлорид калію, хлористий амоній, стеарат кальцію, деревну муку, бавовну, призначені для надання вибуховій речовині необхідних технологічних і експлуатаційних властивостей.

Найпоширеніші у виробництві і, відповідно, найчастіше викрадаються такі: амоніт № 6 ЖВ (порошок жовтуватого кольору), скельний амоніт № 1 (порошок сіро-стального кольору), грамоніт 79/21 (суміш гранул білого кольору і лусочок жовтого кольору), алюмотол (гранули сіро-стального кольору), пресований скельний амоніт СК-250 (дві спарені шашки сіро-стального кольору у паперовій оболонці).

Основна маса промислових вибухових речовин випускається в патронуваному виді (паперових оболонках) і мішках. У злочинних цілях, як правило, використовуються патронувані вибухові речовини. Паперова оболонка може зберігатися на заряді у разі дефектного спрацьовування вибухового пристрою. На місці події можна знайти її фрагменти. Вибухові речовини у патронуваному виді мають такі кольори: білий (тільки на відкритих роботах); червоний (в шахтах, небезпечних щодо газу і пилу); синій (тільки при видобутку породи і руди); жовтий (тільки при видобутку вугілля і породи); зелений (в сірчаних, нафтових і озокеритових шахтах); чорний (в нафтових і газових свердловинах) (додаток № 5). Фіксація цих особливостей має значення для визначення можливого джерела походження вибухової речовини.

На патронах промислових вибухових речовин обов'язково вказуються: найменування і марка ВР, маса вибухової речовини в патроні, товарний знак заводу-виробника, рік випуску, номер товарної партії, заводський порядковий номер патрона. Криміналістичне значення має як зміст маркування в цілому, так і окремі фрагменти напису. Вивчаючи графічне виконання букв і цифр, близько розміщених окремих елементів маркування, можна встановити зміст тексту.

Ручні гранати (італ. *granata*, від лат. *granatus* – зернистий) – це боеприпаси, призначені для знищення живої сили і військової техніки противника на близьких відстанях [66, 27]. Вони вельми доступні для застосування в злочинних цілях. Їх поділяють на оборонні, наступальні і протитанкові, мають бойовий, учбовий і учбово-імітаційний варіанти виконання.

В *бойових виробках* корпус гранати фарбують у захисний (зелений) колір. Збоку на поверхні чорною фарбою наносяться маркувальні позначки у виді цифр і букв. Маркування характеризує умовне позначення споряджувального заводу, заводський номер партії, рік і шифр вибухової речовини, яким споряджена граната.

Підрильник ручної гранати іменується запалом. У гранатах типу “Ф-1”, “РГД-5”, “РГ-42” використовується уніфікований запал ручних гранат (“УЗРГМ”, “УЗРГМ-2”). Маркування підрильника виконують на зовнішньому боці скоби тавруванням, а також чорною фарбою. Тавруванням указується тип запалу “УЗРГМ”, рік виготовлення і шифр споряджувального заводу. Чорною фарбою – номер заводської партії.

У *учбових і учбово-імітаційних* варіантах маркування складових частин виробів здійснюється інакше. Корпуси виробів пофарбовано, як правило, в чорний колір, на їх поверхні можуть бути клейма у виді “У”, “УЧ” або “Хол”. Крім того, в донній частині корпусу може бути отвір. Скоби учбових зразків запалу типу “УЗРГМ” маркуються з внутрішнього боку позначками “Уч”, “УЧБОВИЙ” або “ХОЛ”. Учбово-імітаційний запал відрізняється від бойового темно-зеленим кольором, а також позначений білою смугою.

Споряджені корпуси гранат і їх запали зберігаються окремо один від одного. Для того щоб не пошкодити різьбову частину гранати, всередину її загвинчують пластмасові пробки, з конструктивними особливостями для різних типів гранат. Їх криміналістичне значення полягає у тому, що ці супутні об’єкти, як правило, не знищуються, а кидаються на місці приведення гранати в бойове положення. За конструктивною особливістю пробки можна визначити тип використаної гранати. Крім того, на поверхні пробок можуть залишитись придатні для ідентифікації відбитки пальців рук.

Осколкова граната типу “Ф-1” містить заряд тротилу масою 50–56 г, має чавунний корпус і під час вибуху роздрібнюється приблизно на 1000 осколків різної ваги. Більшість осколків має масу 0,1–0,8 г і початкову швидкість 700–800 м/сек., радіус їх ро-

зльоту дорівнює 150–200 м. Вражаючу здатність вони зберігають на відстані до 50 м. Окремі осколки від частин корпусу в місці загвинчування запалу мають велику масу (більше 1 г) і зберігають морфологічні особливості зовнішньої і внутрішньої поверхні корпусу (різьблення, ливарні радіуси та ін.). Крім осколків корпусу, на місці вибуху залишаються деформовані частини і фрагменти деталей запалу типу “УЗРГМ”: частини корпусу, пружини, ударник, шайби, втулки. Скоба при спрацюванні запалу відкидається до вибуху гранати і знаходиться, як правило, недалеко від вирви. Чека (шплінт) і кільце або є серед залишків вибухового пристрою, або залишаються в руках у особи, яка кинула гранату. Контактна дія вибуху проявляється в утворенні пролому в маломіцних перешкодах, вирви в ґрунті, вибоїни в асфальті.

Осколково-наступальна граната типу “РГД-5” містить 110–115 г тротилу. Її корпус містить три сталеві деталі (ковпак, вкладиш і піддон) і одну деталь, виконану з алюмінієво-магнієвого сплаву (трубка для введення запалу). Під час вибуху гранати утворюються до 3000 осколків від всіх частин корпусу, маса осколків складає 0,05–0,4 г. Крупних осколків небагато, і вони належать до верхньої частини корпусу і трубки. Радіус розльоту осколків не більш як 50–60 м, вражаюча здатність – 20–25 м. Контактна дія вибуху аналогічна дії гранати типу “Ф-1”.

Міни (франц. *mina*) – боеприпаси, призначені для устрою мінно-вибухових загороджень, а також знищення живої сили і техніки противника [67, 311]. Існують протитанкові, протипіхотні, протидесантні і спеціальні. Вони можуть бути фугасної, осколкової і кумулятивної дії. Міни вибухають миттєво від різних видів зовнішньої дії (натиск, розвантаження, обрив дроту, струс ґрунту в місці закладки та ін.), або після закінчення заданого терміну уповільнення, або за командою, яка передається по лінії керування.

Бойові вироби мають корпус, пофарбований в зелений колір. Маркування виконують чорним кольором. При цьому вказують: шифр виробу, шифр заводу-виробника, номер партії, рік виготовлення, шифр вибухової речовини, яким споряджений виріб.

На *учбових боєприпасах* в місці, на якому проставляється шифр вибухової речовини, наносять білу смугу завширшки 7–10 мм, а на *учбово-імітаційних виробах* – червону смугу такої ж ширини. Іноді на виріб можуть бути нанесені буквені написи: “учбов” або “інерт”, що свідчить про те, що предмет є учбовим, вибухової речовини не містить і споряджений інертним наповнювачем.

Саморобні вибухові пристрої. Такі пристрої не містять довідково-інформаційних даних, що викликає певні труднощі при їх виявленні та знешкодженні. Через те, що конструкція саморобного вибухового пристрою і рівень майстерності його розробника невідомі, тому їх відносять до найнебезпечніших вибухових пристроїв.

У певних кримінальних колах підвищений інтерес виявляється до саморобних вибухових пристроїв, що приводяться у дію радіосигналом за допомогою дистанційного керування. Вони спрацьовують у момент перебування об’єкта посягання на місці установки саморобного вибухового пристрою (в кабінеті, квартирі, автомобілі, а також за маршрутом руху).

Поширеність використання саморобних вибухових пристроїв пояснюється наявністю уразливих місць, можливістю надійно замаскувати вибуховий пристрій, зниженням рівня виявлення під час транспортування до місця закладки тощо. Радіокерований пристрій маскується в окремо розміщених предметах, транспортних засобах, обладнанні. Місця їх установки можуть бути на вулиці, в автотранспорті, при вході до будівель, під’їзду, ліфту, на сходах тощо. У разі неможливості візуально виявити радіокерований вибуховий пристрій застосовується локальний радіолокаційний захист (радіоблокувач). Він блокує радіосигнал, що подається з пульта керування, на який спрацьовує вибух, наприклад, такі прилади, як “Персей”, “Гном 1(4)”, “Завада” та ін.

Димні і бездимні порохи. При виготовленні саморобного вибухового пристрою порохи використовують як розривний заряд. У такому складі вони найбільш ефективні за наявності міцної замкнутої металевої оболонки. Порохи можна придбати в мисливських магазинах, у мисливців, їх витягують з учбово-іміта-

ційних засобів, патронів до стрілецької зброї та з ін. вибухонебезпечних виробів.

Димні порохи поділяють на такі: звичайні, фігурні, трубкові, шнурові, мисливські і для виконання гірських робіт. Зерна димного пороху мають аспідно-чорний колір і матовий глянець. Вони не забруднюють рук, не залишають пилу на папері і не розчавлюється при стисканні руками. Різні сорти порохів можна виокремити за розміром і формою зерен. Середній склад димного пороху містить калієву селітру, вугілля і сірку (75, 15 і 10% відповідно). Окремі сорти порохів мають й інші компоненти.

Бездимний мисливський порох марки “Сокіл” – це тонкі пластинки сіро-зеленого кольору, розміром 1х1 мм.

Порохи, витягнуті з боеприпасів до стрілецької зброї, розрізняються за формою і розмірами порохових елементів. Так, у боеприпасах до короткоствольної вогнепальної зброї (наприклад, револьвер, пістолет, пістолет-кулемет) використовується бездимний порох у формі тонких пластинок; пористий порох у боеприпасах до довгоствольної зброї (наприклад, гвинтівка, кулемет) – у формі зерен з одним каналом; для зарядів до гармат малого калібру (20–76 мм) – зерна з одним або сімома каналами; для гармат калібру понад 76 мм застосовують, в основному, порохи трубчастої форми.

Діагностичні й ідентифікаційні дослідження димних і бездимних порохів пов’язані з детальним вивченням їх морфологічних особливостей, гранулометричних характеристик, інструментальним аналізом складу і співвідношення компонентів. Оглядаючи зернисті речовини, схожі на порохи, важливо зафіксувати колір, форму, розміри зерен, їх опірність розчавлюванню при стисканні руками, наявність або відсутність чорного пилу.

Чорний порох (димний порох) найчастіше використовується в трубчастих бомбах. Бездимний порох потужніше за чорний.

Слід враховувати, що спрацьовування досить потужного фотоспалаху достатньо для детонації чорного пороху.

Детонатори. Здебільшого тільки за наявності елементів детонатора (капсуля-детонатора) можна визначити можливе за-

стосування вибухового пристрою. Це прості вмикачі, необхідні для спрацьовування вибухового пристрою. Детонатори поділяють на капсуль-детонатори та електродетонатори. Залежно від принципу спрацьовування вмикачі поділяють на три основні типи: з затримкою за часом, фізичної дії та за зміною стану довкілля. Вдалим прикладом детонатора, що спрацьовує із затримкою за часом, є хімічні олівці, запальні шнури або простий пристрій, який складається з двох дротів, приєднаних до стрілок годинникового механізму. Коли стрілки зустрічаються, контакт замикається і відбувається вибух. Крім того, детонаторами можуть бути хімічні рідини, що запалюються або підриваються при змішуванні через деякий час.

Іншим типом вмикача є детонатор, в якому використовується кислота, що поволі роз'їдає метал або проводку, після чого ланцюг замикається і відбувається вибух.

Детонатори фізичної дії – це пристрої, які спрацьовують після надавлювання. Таким чином, вибух пристрою відбувається у результаті натискання на будь-що або, навпаки, звільнення чого-небудь від тиску.

Детонатори, що спрацьовують від зміни стану довкілля, тобто від зміни температури, висоти, світла або атмосферного тиску.

Капсуль-детонатори. Вибухові пристрої найчастіше детонують від спрацьовування невеликого вибуху, викликаного дією детонатора або капсуля-детонатора. Капсулі-детонатори, що, як правило, виробляються із шарів різноманітних вибухових речовин, мають різну потужність, але навіть найслабкіший вибух капсуля-детонатора може завдати значних тілесних ушкоджень людині.

Капсуль-детонатор у конструктивному плані має вид циліндра (гільзи) діаметром 6,85–7,65 мм і завдовжки 45,5–51 мм. Матеріал гільзи – алюміній, біметал (сталь, вкрита міддю або томпаком), папір патронний світло-коричневого кольору. Усередині гільзи містяться бризантні вибухові речовини та ініціюючий склад в металевій чашці. Верхня частина гільзи вільна і призна-

чена для введення вогнепровідного шнура. Дно гільзи має сферичну (кумулятивну) виїмку.

Капсулі-детонатори залежно від дії спрацьовування поділяють на електричні або променеві. Електричні капсулі-детонатори – це світло-металеві циліндри з міді або алюмінію, приєднуються до джерела живлення за допомогою двох дрітків. Променеві капсулі-детонатори (піронабої або запали) мають на кінці запобіжний запальний шнур. Запалення шнура викличе спрацьовування більш чутливої вибухової речовини в капсулі-детонаторі, що, у свою чергу, призведе до вибуху вибухового пристрою. Найчастіше шнур підфарбовується виробником у певний колір, який вказує на швидкість горіння.

Капсулі-детонатори в алюмінієвих гільзах призначені для воєнних цілей і в заводських умовах не маркуються.

Капсулі-детонатори в біметалічних і паперових гільзах призначені для промислових вибухових робіт. Їх маркують таким же чином, як й електродетонатори. Капсулі-детонатори в паперовій оболонці маркуються в заводських умовах на зовнішній і внутрішній частинах паперової гільзи (дублююче маркування). Цифрове маркування містить два ряди, по п'ять цифр в кожному. Перші дві цифри першого ряду означають рік виготовлення капсуля-детонатора, останні три цифри першого ряду – номер партії, нижній (другий) ряд – номер даного виробу в партії.

Електродетонатори. Електродетонатори – це мініатюрні вибухові пристрої, конструктивно виконані у металевому або паперовому предметі (гільзи) діаметром 7,1–7,2 мм і завдовжки від 45 до 80 мм. Усередині гільза містить бризантну або ініціюючу вибухову речовину, а також уповільнюючий склад (у електродетонаторах сповільненої і короткосповільненої дії) і електрозапальник з поліетиленовою пробкою і кінцевими дротами. Торець електродетонатора, де міститься бризантна вибухова речовина, має кумулятивну виїмку сферичної форми для підвищення ефективності ініціації. Поліетиленова пробка з дротами закріплена в гільзі кільцевим обтиском.

Електродетонатори розрізняють за призначенням (воєнні та промислові), за способом дії (миттєві, сповільнені і короткочасні), за ступенем запобігання (запобіжні і незапобіжні), за чутливістю до електричного струму (зниженої і низької чутливості), за потужністю або здатністю ініціювати заряд (нормальної і підвищеної потужності), за термостійкістю тощо.

Електродетонатори, що виготовляються для воєнних цілей, за виглядом, розміром і маркуванням відрізняються від електродетонаторів, призначених для промислових вибухових робіт.

Воєнні електродетонатори мають блискучу алюмінієву гільзу завдовжки 45–49 мм. Для установки в корпус боеприпасів окремі електродетонатори забезпечені різьбою. Біла смужка на воєнному електродетонаторі означає, що виріб учбовий і не містить вибухової речовини.

Електродетонатори для промислових вибухових робіт мають блискучу біметалічну гільзу коричневого кольору, завдовжки 61–80 мм. Кінцеві дроти електродетонатора завдовжки 2–4 м. Поверхня гільзи залежно від призначення і марки електродетонатора може додатково фарбуватись у різні кольори і вкриватися вогнегасним покриттям. На дні кумулятивної виїмки в заводських умовах методом штампування робляться маркувальні позначки у виді цифр (букв) і крапки в одному з чотирьох положень щодо цифр. Цифра (буква) відповідає останній цифрі року виготовлення електродетонатора, місце поставлення крапки вказує на завод-виробник. Для однозначності трактування маркувального позначення окремі цифри “0”, “6”, “8”, “9” замінені на букви “Г”, “П”, “Т” і “У” відповідно. На холосте (учбове) виконання вказує отвір на циліндричній поверхні або донній частині гільзи, а також наявність додаткового кільцевого обтиску по центру гільзи.

Капсуль-детонатор і електродетонатор у своїй конструкції містять 1 г бризантної вибухової речовини і володіють осколковою і дробовою дією. При вибуху окремих капсуль-детонаторів і електродетонаторів гільза детонатора дробиться на безліч дрібних і найдрібніших осколків. При цьому зберігається торцева частина гільзи з маркуванням року виготовлення і заводу-виробника,

верхня частина гільзи зі слідами обтиску і пластикатна (пластмасова) пробка з обривками дротів електродетонатора. Форма, розміри і співвідношення кількості великих і малих осколків залежать від умов підриву капсуля-детонатора і електродетонатора, ступеня його заглиблення в масу заряду вибухової речовини і низки інших умов.

При підриву капсуля-детонатора і електродетонатора у складі вибухового пристрою кількість осколків збільшується, а їх розміри зменшуються порівняно із залишками після вибуху окремих виробів.

Якщо помістити виріб на міцну металеву поверхню, то можна виявити контактну дію вибуху у виді вм'ятини з характерною ерозією металу перепони.

Детонуючі шнури. Детонуючий шнур має діаметр 4,8–6,1 мм і зсередини складається з порошкоподібної потужної бризантної вибухової речовини – ТЕНу та декількох нитяних обпліток. Зовнішня оболонка може бути або нитяною (біла з червоною ниткою), або гнучкою полімерною червоного кольору. Один погонний метр довжини детонуючого шнура містить 12,5 г вибухової речовини.

Детонуючі шнури можуть мати технологічні дефекти: пропуски вибухової серцевини, нерівномірність її розподілу по довжині шнура (потоншення чи потовщення). Ці ділянки підлягають вибраковуванню шляхом вирізування.

Для захисту від зовнішнього впливу і від висипання вибухової речовини торці детонуючого шнура закриваються алюмінієвими ковпачками з вигнутою півсферичною поверхнею торця. Ковпачки закріплюються пасатижами на поверхні детонуючого шнура кільцевим обтиском. Перед застосуванням детонуючого шнура ковпачки знімають.

При вибуху детонуючий шнур знищується практично повністю. У разі дефектного спрацьовування можливо знайти дрібні фрагменти оболонки детонуючого шнура. Контактна дія вибуху детонуючого шнура виявляється в “розрубі” предметів, утворенні “доріжки” на поверхні ґрунту і вм'ятин на металі.

Вогнепровідний шнур – це пресована з димного порошу серцевина з направляючими нитками, загорнена в нитяні обплітки з гідроізоляційними прошарками. Зовнішня обплітка має чорний колір. Кількість внутрішніх обпліток і вид використаних ниток характеризують тип і марку вогнепровідного шнура. Окремі види виробів мають додаткову зовнішню водоізолюючу оболонку з полівінілхлоридного пластикату білого кольору. Зовнішній діаметр вогнепровідного шнура – 5 – 6 мм, кількість порошу – 6 г на 1 м довжини шнура, швидкість горіння – 1 см/сек.

Згорілий вогнепровідний шнур має вид білизняного мотузка, що обвуглився. Якщо він входив до складу вибухового пристрою, виявляються фрагменти його окремих ниток.

Джерела живлення. Будь-який вибуховий пристрій вимагає автономного джерела живлення для спрацьовування детонатора або іншого ініціюючого пристрою. Електричні батареї – це найпоширеніший вид джерела електроживлення. Сучасні мініатюрні елементи живлення значно полегшують задачу злочинців при виготовленні вибухових пристроїв.

Запитання для самоперевірки:

1. Сутність візуального методу виявлення вибухових речовин та пристроїв.
2. Методи виявлення вибухового пристрою за зовнішніми ознаками.
3. Методи виявлення вибухового пристрою за внутрішніми ознаками.
4. За якими основними ознаками відносять предмет, що викликає підозру, до вибухового пристрою?
5. Назвіть основні види вибухових пристроїв.

2.2. ЗАСОБИ ПОШУКОВОЇ ТЕХНІКИ

Металодетектори (металошукачі)

У сучасних умовах для попередження (припинення) терористичних актів як в місцях великого скупчення людей, так і на об'єктах спеціального призначення найпоширенішими у правоохоронних органах є такі види пошукових знарядь та приладів [18, 4]:

- металошукачі, або металодетектори;
- оглядова рентгенівська апаратура;
- прилади зворотно-розсіяного іонізованого випромінювання;
- пристрої для контролю важкодоступних місць;
- ендоскопи, фіброскопи, бороскопи, оглядові дзеркала, оглядові пристрої з використанням телекамер і т. ін.

Розглянемо докладніше кожен з наведених видів пошукової техніки.

Металодетектори використовуються для попередження терористичних актів шляхом перевірки осіб, які викликають підозру, предметів у аеропортах, на митницях, у місцях великого скупчення людей (на підприємствах, у організаціях тощо), а також поштової кореспонденції щодо наявності вибухового пристрою за конкретними ознаками. Кожен вибуховий пристрій має у складі певні металеві вироби, за ознаками яких можна виявити предмет, що викликає підозру, зокрема, детонатор, капсуль-детонатор, дроти з'єднання, елементи живлення та ін.

Найпоширеніший спосіб прихованого проносу вибухового пристрою у місця можливого терористичного акту – у валізі, під одягом тощо. Вибухові пристрої як промислового, так і саморобного виготовлення можуть бути закамouflьовані під різні побутові предмети. Для контролю людей та можливих небезпечних предметів щодо наявності вибухового пристрою (зброї) у місцях

великого скупчення людей застосовують портативні, ґрунтові та стаціонарні металодетектори (металошукачі).

Портативні металодетектори зручні під час перевірки підозрілих предметів (пакетів, валіз тощо), обшуку підозрюваної особи для виявлення вибухонебезпечних предметів, зброї та ін. Портативні металодетектори виготовляються в малогабаритному діелектричному корпусі, в якому розміщено електронний блок з джерелом живлення та пошуковий елемент різної форми (рис. 1).



Рис. 1. Портативний металодетектор “SUPER SCANNER”

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики портативних металодетекторів, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 1).

Таблиця 1

**Основні тактико-технічні характеристики
портативних металодетекторів**

Назва приладу	Чутливість, мм	Час безперерійної роботи	Індикація	Габарити, мм	Маса, кг	Живлення, В	Примітка
“Гамма” (Росія)	70	8	Звукова	200x70x57	0,550	9	
“МО-1” (Україна)	90	10	Світлова, звукова	190x65x44	0,300	9	
MINISCAN (Росія)	250		Світлова, звукова	160x80x32	0,250	9	селективний
“Super scanner”	220	80	Світлова, звукова	8,3x4,1x42	0,500	9	
“LBD-107”	150	10	Світлова, звукова	470x254x25	0,340	9	
“Унискан-7202А” (Росія)	280	70	Світлова, звукова	380x140x34	0,280	9	
“PD 140R” (Росія)	моделі з різною чутливістю	50	Світлова, звукова	340x80x55	0,400	9	самокалібровка
“ВМ-611ПРО”	моделі з різною чутливістю	20	Світлова, звукова	410x80x30	0,300	9	самокалібровка

Грунтові металодетектори використовують для пошуку (виявлення) на великих територіях (на відкритій місцевості, у приміщеннях тощо) можливої закладки вибухового пристрою у прихованому середовищі (грунт, вода, підлога, стіна та ін.). Вони конструктивно виготовляються з різних видів матеріалів (метал, діелектрик). Характерна ознака цього виду металодетекторів – наявність телескопіч-

ної штанги. Це додаткове комплектування дозволяє значно збільшити зону пошуку (дальність доступу), приблизно на 1,2 м (рис. 2).



Рис. 2. Професійний ґрунтовий металодетектор “GTI 2500”

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики ґрунтових металодетекторів, які використовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 2).

Таблиця 2

Основні тактико-технічні характеристики ґрунтових металодетекторів

Назва приладу	Чутливість, м	Час безперервної роботи, год.	Індикація	Габарити, мм	Маса, кг	Живлення, В	Примітка
“ИМП” (Росія)	0,40	80	Звукова		7,200	6	У воді на глибині до 1 м
“МО-2” (Україна)	0,40	8	Світлова, звукова	1560x300	3	9	Селективний
“Медуза” (Росія)	0,80	8	Звукова, РК-дісплей		2,800	12	
“Стерх Мастер-7234” (Росія)	0,80	8	РК-дісплей (звукова, візуальна, голосова)		2,800	12	Селективний

Назва приладу	Чутливість, м	Час безперервної роботи, год.	Індикація	Габарити, мм	Маса, кг	Живлення, В	Примітка
“Унискан-7215А” (Росія)	0,40	70	Світлова, звукова	380х140х34	0,600	9	Селективний
“UMD-290”		75	Звукова	215х140х80	3,450	6	
“MIL-D1”	0,180	65	Світлова, звукова	975х450х160	7		
“GTI 2500”	1,5-2	14	Звукова, РК-дисплей		1,700	12	Селективний

Стационарні металодетектори використовують у приміщеннях (аеропортів, підприємств, організацій тощо) для виявлення вибухових пристроїв та зброї, які приховують під одягом чи у валізі, що проносять через зону контролю. Стационарні металодетектори можуть використовуватись для забезпечення контрольованих проходів на об'єкти з режимним доступом. Конструктивно вони виконані як арка або дві колони, що утворюють контролюючий прохід (рис. 3). Стационарні металошукачі колонного типу мають селективність (здатність розпізнавати предмети різних форм та металів) нижчу від панельного типу.



Рис. 3. Стационарні металошукачі колонного та панельного типу

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики стаціонарних металодетекторів, які використовуються на практиці, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 3).

Таблиця 3

**Основні тактико-технічні характеристики
стаціонарних металодетекторів**

Назва приладу	Ширина проходу, см	Рівень захисту	Лічильник проходу	Пульт дистанційного керування	Програмне забезпечення	Індикація
Колонного типу						
CLASSIC Standard/ Navy	720	IP 20/ IP 55	-	-	-	Світлова, звукова
HI-PE ELLIPTIC Standard/ Waterproof	720	IP 20/ IP 55	+	+	+	Світлова, звукова
PMD2 ELLIPTIC ENZ/EWZ	720	IP 20/ IP 55	+	+	+	Світлова, звукова
Панельного типу						
HI-PE Multi-Zone	720	IP 20	+	+	+	Світлова, звукова
SMD 600	680	IP 20/ IP 55	+	+	+	Світлова, звукова
SMD 600 Multi-Zone	680	IP 20	+	+	+	Світлова, звукова
02PN10	720	IP 20/ IP 55	+	+	+	Світлова, звукова
PMD2	720	IP 20	+	+	+	Світлова, звукова

Особливості застосування пошукових приладів

Проводячи обшук чи огляд, дуже важливо спостерігати за психологічним станом особи. Використання пошукової техніки справляє на особу помітний психологічний вплив, тому слід контролювати її поведінку та реакцію на конкретні дії правоохоронців, працівників служб безпеки, які беруть участь у пошукових заходах.

Безпосередньо під час проведення пошукового заходу на його результат впливає планомірність дій пошуковців. Так, місце пошуку слід розбити на певні зони і послідовно проводити їх обстеження. Потрібно виявляти надзвичайну обережність при викритті схованок, а саме: запобігати пошкодженню об'єктів вилучення, фіксувати найважливіші моменти за допомогою знімальної фото-, відеоапаратури.

Магнітомеханічні засоби

Під час обстеження та огляду місця події, пов'язаного з вибухом, застосовуються *пошукові магнітні пристосування* типу “ПМП-1” (рис. 4).



Рис. 4. Пошуковий магнітний пристрій “ПМП-1”

Пристрій дозволяє швидко та ефективно обстежити місце вибуху і зібрати уламки, осколки та інші металеві елементи вибухового пристрою чи боєприпасу, розкидані на великій площині.

Пристрій “ПМП-1” керується вручну, має форму платформи, що пересувається (котиться) на двох колесах. Між колесами знаходиться вісь, на якій змонтовані пластини, що обертаються з магнітами на кінцях. Магніти захищені металевими кожухами, що знімаються і дають змогу швидко зібрати знайдені уламки й, одночасно, оберігають їх від механічних пошкоджень (ударів, подряпин тощо). У середній частині вісі прикріплено розкладну штангу-ручку для переміщення (протягання) пристрою по поверхні території обстеження.

Ширина поля обстеження за один прохід – 350 мм, вага – 7,5 кг.

Пристрої для контролю важкодоступних місць

Іноколи виникають певні труднощі під час проведення пошуку вибухових пристроїв у важкодоступних місцях. Такими важкодоступними місцями можуть бути контейнери, автотранспорт, будинки, місцевість зі складним рельєфом, різні невеликі об’єкти, які не підлягають розкриттю (апаратура, валізи, ящики) та ін. Для виконання таких пошукових завдань доволі ефективним є застосування спеціальних пристроїв – оглядові дзеркала, ендоскопи (фіброскопи, боровоскопи), оглядові пристрої із застосуванням телекамер тощо.

Оглядові дзеркала призначені для візуального огляду важкодоступних місць для обстеження різних об’єктів, пошуку предметів, що викликають підозру. Вони можуть ефективно застосовуватися при огляді багажу, автотранспортних засобів, обстеженні приміщень тощо.

Конструктивно оглядові дзеркала можна поділити на такі групи: портативні, автомобільні, дистанційного огляду (з пристроєм керування, телескопічні).

Портативні оглядові дзеркала зручні при транспортуванні завдяки застосуванню телескопічної розкладної ручки. Вони розміщуються у невеликих предметах, які займають мало місця.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики портативних оглядових дзеркал, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 4).

Таблиця 4

**Основні тактико-технічні характеристики
портативних оглядових дзеркал**

Назва дзеркала	Лінійні розміри, мм	Довжина в складеному стані, мм	Довжина в розкладеному стані, мм	Маса, г	Примітка
ОЗ-1М	58x25	200	350	50	
ОЗ-1МА	58x25	200	350	80	З підсвічуванням

При проведенні огляду автотранспортних засобів доцільно застосовувати спеціальні оглядові дзеркала. Деякі з них мають вмонтоване електричне підсвічування (галогенова лампа потужністю 20–55 Вт) із джерелом живлення від акумулятора автотранспортного засобу. Вони ефективні при огляді важкодоступних і затемнених місць і дають пряме зображення об'єкта.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики автомобільних оглядових дзеркал, які використовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 5).

Таблиця 5

**Основні тактико-технічні характеристики
автомобільних оглядових дзеркал**

Назва дзеркала	Лінійні розміри, мм	Довжина ручки, мм	Маса, г	Примітка
ОЗ-1	58x25	450	300	
ОЗ-2	58x50	450	310	
ОЗП-1	58x25	450	300	З підсвічуванням, пряме зображення.
ОЗП-4	58x25 58x50	450	300	З підсвічуванням, пряме зображення.
Шмель-2	40x70 140	1550		З підсвічуванням. Змінні дзеркала.
Trolley	3230x265	950		З підсвічуванням. Дзеркало на коліщатах.
ЗД-5	200x310	1140		З підсвічуванням. Дзеркало на коліщатах.

При обстеженні об'єктів у важкодоступних місцях інколи потрібно дистанційно скеровувати кут нахилу дзеркала. Освітлення об'єктів під час обстеження виконується за допомогою додаткового штучного світла від переносного електричного ліхтаря або освітлюваної лампи. Дистанційне керування – ручне.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики оглядових дзеркал з дистанційним керуванням, які застосовуються на практиці, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 6).

Таблиця 6

**Основні тактико-технічні характеристики
оглядових дзеркал з дистанційним керуванням**

Назва дзеркала	Лінійні розміри, мм	Довжина ручки, мм	Кут нахилу дзеркала, град	Маса, г	Примітка
ЗД-2	75x120	1350	90		
ЗД-3	45x70	50	30–95	300	Без підсвічування
ЗД-4	75x120	1000	30–95	500	
ОЗ-2М	58x50	450	90	300	

Для огляду об'єктів на відстані застосовують оглядові дзеркала з розсувною телескопічною штангою (ручкою), на якій можливе встановлення електричного ліхтаря з акумуляторним живленням. Деякі штанги мають спеціальне кріплення змінних дзеркал різної форми (прямокутних, круглих, ввігнутих, випуклих та ін.). Дзеркала закріплені у захисній оправі.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики оглядових дзеркал для дистанційного огляду, які застосовуються практичними підрозділами правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 7).

**Основні тактико-технічні характеристики
оглядових дзеркал для дистанційного огляду**

Назва дзеркала	Лінійні розміри, мм	Довжина в складеному стані, мм	Довжина в розкладеному стані, мм	Маса, г
ЗД-1	120x75	520	1300	500
ЗД-2	120x75	520	1100	500

Для здійснення візуального контролю у важкодоступних місцях, огляд яких ускладнений через неможливість чи утруднення підходу до них (днище автомобіля, вузькі прорізи, місця, в яких немає природного освітлення), доцільно задіяти сучасні оглядові прилади типу “Лоза” (рис. 5).



Рис. 5. Оглядовий прилад “Лоза”

Цей прилад складається із розсувної телескопічної штанги (від 400 до 1200 мм) з вбудованою телекамерою, оснащеною ІЧ-підсвічуванням, і встановленої на поворотному пристрої. Це дає можливість здійснювати огляд кута огляду в 360° в умовах цілковитої відсутності природного освітлення. Конструктивна особливість водонепроникної головки штанги дозволяє здійснювати об-

стеження об'єктів, які знаходяться під шаром рідини глибиною до 1,0 м.

Електронний блок з рідинно-кристалічним індикатором – монітором і вбудованим передавачем відеосигналу дозволяє зручно оглядати важкодоступні предмети, а також передавати відеосигнал радіоканалом на відстань (50–200 м) для обстеження об'єкта. Вага даного приладу – 2,5 кг. Час безперебійної роботи – 5 годин.

Оптичні та телевізійні системи огляду

Сучасні оптичні і телевізійні системи включають таке: ендоскопічне і портативне телевізійне обладнання, спеціальні оптичні прилади.

Ендоскопічне обладнання застосовується в службах забезпечення безпеки й огляду, в промисловості, будівництві, на транспорті, у медицині, наукових дослідженнях.

Портативні телевізійні системи у правоохоронних органах використовуються для оперативного пошуку вибухових пристроїв, зброї, наркотиків, контрабанди, огляду транспортних засобів, контейнерів, вагонів, суден тощо. Оптичні прилади і дзеркала доповнюють можливість ендоскопічного і телевізійного обладнання і, крім того, мають деякі самостійні застосування, наприклад, дзеркала використовуються для огляду автомобілів.

Ендоскопічне обладнання (рис. 6) має велику гаму гнучких волоконно-оптичних фіброскопів, жорстких бороскопів, гнучких відеоскопів, систем передачі зображення, портативних відеосистем і відеоаналізаторів, що дозволяє оглянути важкодоступні місця з отриманням зображення високої якості. Загальним і головним для таких пристроїв є мініатюрний об'єктив, уміщений на кінці тонкого гнучкого рукава або жорсткої трубки, з внутрішньої частини яких зображення передається по волоконно-оптичному джгуту або шляхом багатокомпонентних луп до окуляра. В окулярній частині може розміщуватися мініатюрна телекамера на ПЗЗ-матриці, сигнал з якої кабелем передається до блока перетворення сигналу і потім на телевізійний монітор. Гнучкі ендоско-

пи (фіброскопи) легко проходять крізь складні вигини різних каналів, при цьому не створюють іскри (при терті з різними предметами), яка могла здетонувати вибуховий пристрій.

Гнучкі ендоскопи призначені для огляду внутрішніх чи важкодоступних місць складної форми, об'єктів різного призначення. Ендоскопи типу “ART” діаметром від 3,5 до 6 мм мають керований вигин у двох напрямках, а ендоскопи діаметром 8 мм мають керований вигин у чотирьох напрямках.

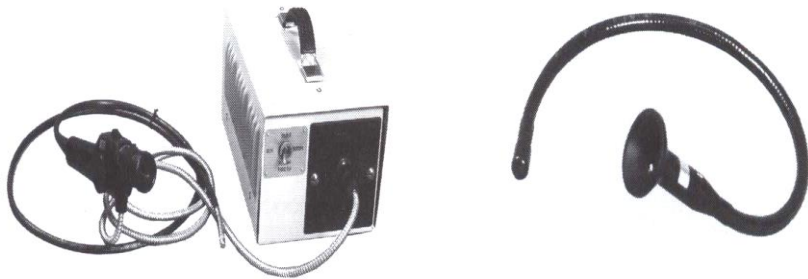


Рис. 6. Ендоскоп та фіброскоп

Ендоскопи можуть комплектуватися блоками підсвічування з живленням від електромережі або акумуляторів. Для акумуляторного блоку підсвічування передбачено зарядний пристрій. Тривалість роботи з акумуляторним блоком підсвічування – не менше як дві години. Передбачена можливість комплектації фото- або телевізійною приставкою для фіксації (документування) або зручного спостереження. Можуть працювати в агресивних середовищах.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики гнучких волоконно-оптичних ендоскопів, які застосовуються на практиці, автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 8).

Таблиця 8

**Тактико-технічні характеристики
гнучких волоконно-оптичних ендоскопів**

Модель ендоскопа	Діаметр робочої частини, мм	Довжина робочої частини, мм	Кут вигину, град	Кут поля зору, град
ART2-3.5-100	3,5	1000	120	50
ART2-4-100	4	1000	120	50
ART2-6-100	6	1000	120	55
ART4-8-100	8	1000	120	50
ART4-8-270	8	2700	120	50

Жорсткі ендоскопи (бароскопи) увібрали в себе ефективні оптичні якості, ергономічність конструкції та високу міцність. Вони призначені для огляду внутрішніх чи важкодоступних місць об'єктів різного призначення. Цей вид ендоскопів передбачає зображення через мініатюрні лінзи, що встановлено у твердій трубці з нержавіючої сталі, для введення їх до об'єкта огляду необхідний прямолінійний канал. *При цьому треба бути дуже обережним, бо під час введення ендоскопа до об'єкта обстеження може виникнути тертя твердої трубки бароскопа з іншими металевими предметами, що може викликати іскру, яка здетонує ВП.*

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики жорстких волоконно-оптичних ендоскопів, які застосовуються на практиці, автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 9).

Таблиця 9

**Тактико-технічні характеристики
жорстких волоконно-оптичних ендоскопів**

Модель ендоскопа	Діаметр робочої частини, мм	Довжина робочої частини, мм	Кут вигину, град	Кут поля зору, град
KL2.7-205-00	2.7	205	0	60
KL4.0-180-30	4.0	180	30	75
KL5.5-200-30	5.5	200	0	45
KL8.0-300-90	8	300	90	65

На практиці найвідомішими виявилися гнучкі волоконно-оптичні фіброскопи таких відомих фірм, як “Everest Imaging, Olympus Industrial” (США), “SAS Research & Development Services”, “Allen” (Великобританія); “Henke-Sess Wolf GmbH” (ФРН); МППО “Спектр” (Росія), та ін.

Завдовжки зовнішні трубки складають до 6 м. Номінальні діаметри – від 0,6 до 13 мм. Робоча довжина – від 225 до 6050 мм. Діаметр відводів для введення головки – від 0,64 до 4,1 мм.

Бароскоп має ручку типу пістолетної, зручну для тримання його в робочому стані. Оператор може оглядати внутрішні поверхні порожнини, обертаючи головку бароскопа в межах 360 °.

Діаметр трубок бароскопу перебуває в межах від 1,2 до 16 мм; робоча довжина – від 0,9 до 2 м.

Відеоскопи ідеально підходять для обстеження віддалених зон. Зображення виводиться на ТВ-монітор у реальному масштабі часу, з одночасним фото- і відеодокументуванням.

Відеоскопи дозволяють здійснювати спостереження на відстані до 20 м.

Запитання для самоперевірки:

1. Призначення та основні види пошукової техніки.
2. Призначення та тактико-технічні характеристики портативних металодетекторів.
3. Призначення та тактико-технічні характеристики ручних металодетекторів.
4. Призначення та тактико-технічні характеристики стаціонарних металодетекторів.
5. Пристрої для контролю важкодоступних місць.
6. Призначення та основні види оптичних та телевізійних систем огляду.
7. Переваги та недоліки оптичних та телевізійних систем огляду при виявленні вибухового пристрою.

2.3. АПАРАТУРА З ПРОНИКАЮЧИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Рентгенівські інтроскопи

Важлива роль у пошуку і виявленні вибухових речовин та пристроїв належить методу інтроскопії, коли застосовуються рентгенівські інтроскопи на базі рентгенооглядових апаратів, рентгено-телевізійних систем тощо.

Сучасна рентгенівська апаратура може швидко та ефективно виявляти замасковані предмети, зброю, елементи вибухового пристрою, що дозволяє не вдаватися до розпаковування валіз, поштових відправлень (посилок) тощо.

Нині рентгенівські системи успішно використовуються для оперативного отримання інформації про внутрішній вміст обстежуваних об'єктів для вирішення широкого спектра антикримінальних (антитерористичних) завдань. Антикримінальне (антитерористичне) застосування рентгенівських приладів у окремих випадках незамінне під час огляду предметів, що викликають підозру, на вміст кримінально-терористичних засобів. Наприклад є такі вибухові пристрої, які спрацьовують при їх торканні та інші схеми захисту від можливого розкривання упаковки. У таких випадках перед тим як починати процес розмінування, необхідно перевірити предмет, що викликає підозру, через рентгенівську апаратуру, його структуру та схему підключення вибухового пристрою. У разі можливої небезпеки осіб, які беруть участь у процесі розмінування, та можливого пошкодження навколишніх будівель слід знешкодити вибуховий пристрій гідродинамічною пушкою.

Розглянемо більш детально принцип дії рентгенівських інтроскопів, що стали досить популярними на пунктах контролю.

Загальний принцип дії рентгенівських інтроскопів (метод інтроскопії) ґрунтується на взаємодії всієї (або частини) маси вибухових речовин з проникаючим випромінюванням, в якому ви-

користовується потік теплових нейтронів або променів певного спектра електромагнітних коливань.

Він реалізується при виявленні вибухових пристроїв (боєприпасів) за тіньовим зображенням на екрані монітора (тепловізора), а також попередньому вивченні конструкції вибухового пристрою, внаслідок просвічування рентгенівськими променями і фіксації зображення на рентгенівській плівці або флуоресцентному екрані, тобто “у прямому полі зору” (наприклад, у багажі, посилю тощо) (рис. 7).

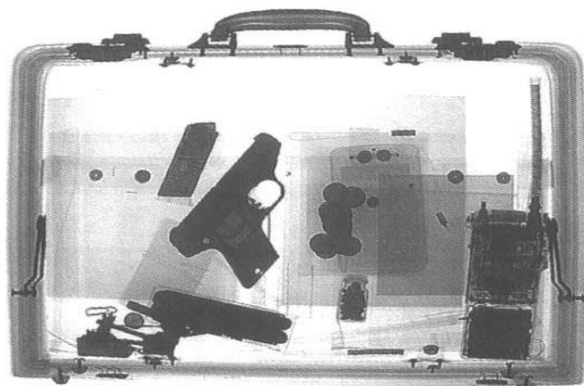


Рис. 7. Тіньове зображення валізи за допомогою рентгенівського випромінювання

На практиці застосовуються такі види рентгенівських інтроскопів: з реєстрацією рентгенівського випромінювання оптичними детекторами – скануючі системи та з люмінесцентним (флуоресцентним) екраном – флуороскопічні системи [68, 209].

В апаратах першого виду сканування предмета, що контролюється, здійснюється рентгенівським випромінюванням. Випромінювання, що проходить, реєструється детекторами, інфор-

мація від яких обробляється електронним пристроєм, що формує за певною програмою тінюву картину внутрішньої будови предмета. Існуюча сучасна апаратура має високу роздільну здатність, що дозволяє виявляти малий дріт діаметром 100 мікрон.

Функціональні можливості рентгенівських інтроскопів значно поліпшились за рахунок застосування так званого *мультиенергетичного методу просвічування*. Цей метод ґрунтується на обробці інформації від детекторів, що сформований від пучків рентгенівського випромінювання з різним енергетичним розподілом рентгенівських квантів у спектрі. Проте енергетичне розподілення фіксується, наприклад, шляхом зміни анодної напруги рентгенівської трубки або фільтрації випромінювання металеві пластинки.

Таким чином, установлюється різниця у взаємодії рентгенівських квантів з матеріалами, що мають різний атомний номер. При цьому зображенням різних елементів на екрані монітора присвоюються кольори залежно від середнього атомного номера речовини, з якого складають перелік предметів, що становлять об'єкт контролю: елементам з атомним номером меншим 10 (вибухові речовини) – оранжевий; з атомним номером від 10 до 18 (кольорові метали, наприклад, алюміній) – зелений; з атомним номером більшим 18 (металеві предмети) – синій.

Цей метод використовується у рентгенівських установках фірми “Rapiscan Security Products” (Великобританія).

У окремих установках (наприклад, в інтроскопах типу “Z-Scan”, США) під час перегляду зображення ділянка, що викликає підозру щодо наявності вибухової речовини, виділяється червоною овальною рисою, що забезпечує оператору додаткову можливість для виявлення вибухового пристрою. У останніх моделях такої установки застосовано волоконно-оптичний детектор рентгенівського випромінювання, що дозволяє значно поліпшити зображення й підвищити продуктивність контролю.

Додаткову можливість виявлення вибухових пристроїв забезпечує реєстрація розсіяних від об'єкта контролю рентгенів-

ських квантів, зокрема, відбитих під кутом приблизно до 180° . Обробка інформації від детекторів, що реєструють зворотно-розсіяне випромінювання, дозволяє сформувати картину внутрішньої будови приповерхневого шару контрольованого об'єкта.

Рентгенівські апарати другого виду (рентгенівські інтроскопи з люмінесцентним (флуоресцентним) екраном більш прості, компактні і значно дешевші, ніж скануючі пристрої. За допомогою дзеркального відображувача оператор може безпосередньо спостерігати на екрані картину тіньового зображення внутрішньої будови контрольованого об'єкта. Проте їхнім недоліком є низька яскравість рентгенолюмінесцентних екранів ($0,1 \dots 0,001 \text{ кд/м}^2$), що призводить до невисокої чутливості контролю.

Зарубіжні портативні, переносні та стаціонарні флуороскопи забезпечують експресний контроль предметів, упаковок, що викликають підозру, а також ефективну перевірку поштових відправлень – листів, пакетів, бандеролей, посилок та ін.

На практиці використовуються портативні рентгенівські флуороскопи типу “ФП-1”, “ФП-2”, “ФП-3И”, “Шмель-90/К” тощо; переносні типу “Шмель-100ТВ”, “РОНА/НОРКА”, а також стаціонарні оглядові рентгенівські комплекси типу “Шмель-ТВС”, “ЛОТОС” та ін., що застосовуються в аеропортах, на митницях тощо.

Розглянемо більш детально вищезазначені пристрої, які мають універсальну дію і можуть здійснювати широкий спектр пошукових завдань, коли потрібно контролювати внутрішню структуру різних об'єктів.

Портативні рентгенівські флуороскопи

Першими сучасними вітчизняними пошуковими флуороскопічними системами, що відповідають всім вимогам безпеки експлуатації, а також за чутливістю, функціональними можливостями, габаритними характеристиками, можна віднести вироби типу “ФП-1” (“ШВЕРТБОТ-3”), “ФП-2”, які випускаються ЗАО

МНВО “СПЕКТР” з 1986 р. для заміни комплекту “РД-12ПК” (“ОСОКА”).

Вони призначені для контролю внутрішнього вмісту предметів та об’єктів, легких будівельних конструкцій, меблів, фурнітури тощо під час проведення пошукових заходів, а також Достатньо ефективні при візуалізації поштових відправлень, легкого багажу, валіз та ін.

Розмір флуороскопічних екранів складає 200х200 мм (“ФП-1”) і 100х100 мм (“ФП-2”). Доступна для контролю товщина не перевищує 30 мм за Al-еквівалентом. Просторова роздільна здатність пошукових флуороскопів не гірше 2 пар ліній на 1 мм за всією площею екрана.

При робочій напрузі рентгенівської трубки 30–75 кВ і анодному струму в межах 0,1–5 мА забезпечується виявлення сталюного дроту діаметром 0,08 мм за шаром фторопласта товщиною 15 мм і дроту діаметром 0,4 мм – за шаром фторопласта товщиною 6 мм. Вага оглядового пристрою не перевищує 3 кг для “ФП-1” і 2 кг – для “ФП-2”.

Ці пошукові флуороскопи можуть працювати практично з будь-яким портативним апаратом типу “РАМ-75” та “РЕЙС-100”.

Одним із останніх розробок фірми “FLASH electronics Ltd” серед портативних оглядових рентгенівських комплексів є “Шмель-90К” (рис. 8). Він призначений для експрес-огляду багажу, поштових відправлень з метою виявлення вибухових пристроїв, зброї, наркотиків тощо. Робоче поле контролю – 255 мм. Роздільна здатність (мідний дріт) – 0,16 мм, проникаюча здатність за Al-еквівалентом – 50 мм. Вага рентгенівського комплексу в цілому (рентгенівський апарат, оглядовий пристрій) – 10 кг.



*Рис. 8. Портативний оглядовий рентгенівський комплекс
“Шмель-90/К”*

Конструкція флуороскопа “ФП-4” реалізована у виді рознесених і з’єднаних скловолоконним джутом блока радіаційно-оптичного перетворювача і модуля підсилення та виводу зображення на екран, що дозволяє здійснювати детальний контроль з проекційним збільшенням масштабу зображення і виявляти дрібні дефекти й укладення.

Особливе місце в системі портативних флуороскопів належить виробу “ФП-3И”. Він простий в експлуатації, автономний, портативний прилад з радіонуклідним джерелом гамма-випромінювання. Призначений для візуалізації внутрішнього вмісту широкого кола невеликих об’єктів і предметів, з метою пошуку за-

боронених укладень, вибухових пристроїв, наркотиків та ін. Флуороскопи особливо ефективні при роботі в польових умовах, бо мають автономне живлення. Як випромінювач використовується радіонуклідне джерело (I-125; Gd-153).

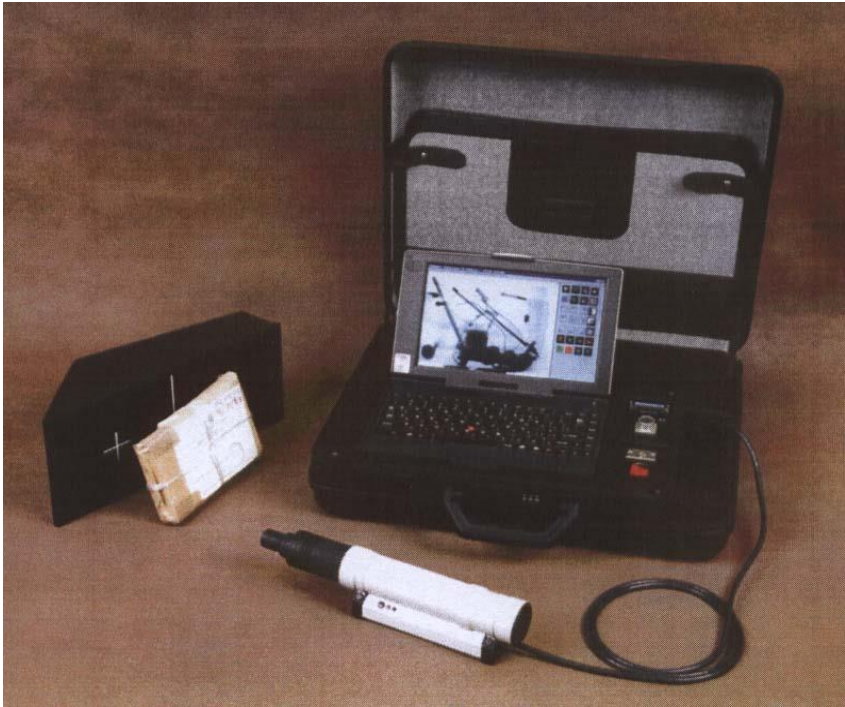
Рентгенотелевізійні системи

Нині на практиці широко застосовуються рентгенотелевізійні системи (РТС). Існуюча у РТС телевізійна камера зчитує зображення з люмінесцентного екрана, перетворює його на телевізійний сигнал і передає кабелем на монітор.

Такі системи дозволяють забезпечувати безпеку роботи оператора за допомогою дистанційного обстеження предметів, що викликають підозру. Для підвищення якості зображення і можливості реєстрації інформації щодо предмета, який обстежується, використовуються аналогові та цифрові накопичення з наступною комп'ютерною обробкою рентгенівського зображення.

Контрольно-пропускні пункти, митні пости тощо забезпечуються напівстаціонарними або переносними пошуковими рентгенотелевізійними комплексами.

У переносних РТС (рис. 9) як перетворювач використовується рентгенолюмінесцентний екран з ПЗЗ-камерою, що працює в режимі накопичення. Ефективність рентгенолюмінесцентних екранів різних виробників однакова. Тому, незалежно від виробника РТС, параметри геометричної роздільної здатності визначаються розміром зони контролю і форматом телевізійного зображення, а параметри просвічування – типом телевізійного апарата, що використовується.



*Рис. 9. Переносний цифровий рентгенівський комплекс
“Колибри-50ЦФ”*

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики переносних рентгенотелевізійних систем, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, ми розробили та склали таблицю таких даних (табл. 10).

Таблиця 10

**Порівняльна характеристика
переносних рентгенотелевізійних систем**

Параметри	“Шмель-100ТВ”	“Шмель-240 ТВ”	Очертание-ТВ (Шелест)	“РОНА/НОРКА”	“Колибри-50ЦФ”
Тип рентген. апарата	імпульсний	імпульсний	постійний	пост./мкф	імпульсний
Напруга на рентген. трубці, кВ	100	240	75/100	75/100	15/50
Перепона: сталь, мм алюміній, мм	10 35	19 72	10 40	10/8 40/30	
Зона контролю, мм х мм	180х240	240х320 320х420	250х250 320х420	90х120 – 294х360	250х200
Роздільна здатність, піксель	768х570	768х570	795х596	768х570	1392х1040
Кількість запам’ят. зображень	5000	5000	5000	3000	10 000
Режим авт. вибору телекамерою експозиції	х	х	–	х	х
Час безперервної роботи від акумуля. батарей, год.	2,5	2,5	2	–	2
Вага, кг:	19	22	30	36/30	15

Стационарні рентгенівські флуороскопи

Одним із найбільш інформативно забезпечених засобів рентгенівського контролю є стаціонарні флуороскопічні екрани. До засобів, які мають у своєму складі ці екрани, можна віднести такі стаціонарні рентгенівські флуороскопи: “ЛОТОС”, “ШИМАЛИТ”, “ШМЕЛЬ-ТВС”, “ШЕРИФ” та ін.

Стаціонарні флуороскопи безпечні в експлуатації. Вони призначені для візуалізації внутрішньої структури невеликих об'єктів, поштових відправлень, електронних пристроїв і модулів з проєкційним збільшенням масштабу тінювого зображення. В основному їх застосовують на контрольно-пропускних, митних пунктах тощо. Стаціонарні флуороскопи дозволяють виявляти приховані вибухові пристрої, електронні пристрої, ювелірні вироби, наркотики, а також інші невеликі предмети.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики стаціонарних рентгенівських оглядових комплексів, які використовуються на практиці, нами розроблено та складено таблицю таких даних (табл. 11).

Таблиця 11

**Порівняльна характеристика
стаціонарних рентгенівських оглядових комплексів**

Параметри	“ЛОТОС”	“ШИМАЛИТ”	“ШМЕЛЬ-ТВС”
Рік випуску	1992	1991	1998
Анодний струм, мА	1	10	5
Напруга на рентгенівській трубці, кВ	20/100	40/100	75/100
Зона контролю, мм х мм	160	400х500х700	500х700х400
Просторова роздільна здатність, пар ліній на мм	10–14		
Комп'ютерна обробка	–	–	+

Зворотньо-розсіяне іонізуюче випромінювання

Вищерозглянуті рентгенівські апарати ґрунтуються на використанні прохідного іонізуючого випромінювання. На практиці при використанні *методу прохідного іонізуючого випромінювання* виникають ситуації, коли під час проведення контролю предметів, які викликають підозру щодо наявності вибухового пристрою, з'ясовується, що вибуховий пристрій приховано в метале-

вих конструкціях. Саме в цьому разі доцільно застосовувати *метод зворотно-розсіяного іонізованого випромінювання*.

Принцип дії даного методу ґрунтується на взаємодії випромінюваних рентгенівських і гамма-квантів з електронами атомних оболонок речовини обстежуваного об'єкта. Проте частина випромінюваних гамма-квантів поглинається, а частина – розсіюється (так зване комптонівське розсіювання). Гамма-кванти, які розсіюються на кути, близькі до 180° , як би повертаються зворотно, і несуть інформацію про вміст об'єкта контролю. Надалі вони потрапляють на спеціальний приймач (детектор) і після необхідної електронної обробки, за комп'ютерною програмою, надають оператору інформацію у вигляді зображення або числового значення.

На практиці використовуються портативні, переносні та стаціонарні прилади зворотно-розсіяного іонізованого випромінювання.

Портативні прилади. На практиці найбільш відомий отримав портативний детектор контрабанди типу K910B “Buster”, розроблений американською компанією CSECO “Campbell Security Equipment Company”. Принцип його дії ґрунтується на реєстрації відбитих від обстежуваної поверхні гамма-квантів радіоактивного джерела барій-133.

Прилад призначено для виявлення за перепонами з металу, дерева, пластмаси, тканин прихованих вибухових речовин, наркотиків тощо. За його допомогою можуть оглядатись автомобілі, стінки контейнерів, човни та ін. При габаритах 140х64х64 він має масу 1,1 кг.

Аналогічний прилад, що використовується з тією ж метою, “Searcher” фірми “Folien-Vogel”. Він має дещо більші, порівнюючи з “Buster”, масогабаритні характеристики (маса датчика-зонда складає 2 кг, електронний блок має розміри 170х120х50 мм). Прилад досить чутливий і дозволяє виявляти за перепоною невелику кількість нітрату амонію. Живлення – 9 В, безперервна робота системи – 8 годин.

Зарубіжні портативні прилади, якими користуються для контролю об'єктів зворотно-розсіяного іонізованого випромінювання, мають високі практичні показники. Науковці працюють над створенням комбінованого приладу одночасного випромінювання обох видів – нейтронного і гамма-випромінювання. Це дозволить розширити можливості портативної пошукової апаратури.

Стаціонарна апаратура. Стаціонарна оглядова техніка, яка використовує одночасно як прохідне, так і зворотно-розсіяне іонізоване випромінювання, виробляється фірмою “American Science and Engineering. Inc.” (США). Ця фірма є світовим лідером у розробці і виробництві такої апаратури. Системи даної фірми оснащуються двома незалежними детекторами. Один установлюється за контрольованим об'єктом і уловлює прохідний рентгенівський промінь, другий – перед контрольованим об'єктом для фіксації зворотно-розсіяних квантів. Результати контролю виводяться на екрани двох моніторів у прохідному і зворотно-розсіяному рентгенівському випромінюванні. Приклади таких зображень наведено нижче (рис. 10 а, б).

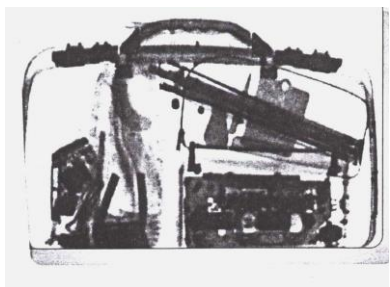


Рис. 10 а. Зображення валізи у прохідному рентгенівському випромінюванні

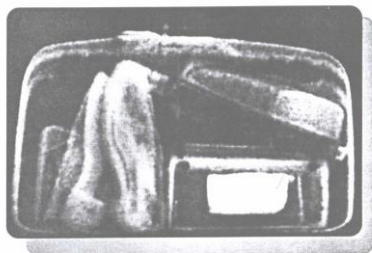


Рис. 10 б. Зображення валізи у зворотно-розсіяному випромінюванні

На рис. 10 а наведено зображення валізи у прохідному рентгенівському випромінюванні (у правому нижньому куті валізи розміщено радіоприймач). На рис. 10 б наведено зображення тієї

ж валізи у зворотно-розсіяному випромінюванні. У правому нижньому куті просвічуваної валізи видно прямокутну пляму. Це імітатор пластичної вибухової речовини, схований в радіоприймачі. Така оглядова апаратура встановлюється в аеропортах, на митницях тощо.

Для контролю великогабаритних об'єктів, наприклад, легкових автомобілів і великовантажних автомобільних трейлерів, розроблено як стаціонарні, так і переносні (напівстаціонарні) системи.

Стаціонарна система типу “Cargosearch” може контролювати великовантажний трейлер завдовжки 20 м, завширшки 2,4 м, висотою 4,2 м і масою до 36 т. До складу системи входять дві рентгенівські скануючі установки (450 кВт, 10 мА), розміщені з обох боків від вантажного автомобіля для отримання найбільш повної інформації про об'єкт контролю; зображення у прохідному і зворотно-розсіяному випромінюванні виводяться на екран чотирьох моніторів. При цьому виявляється наявність подвійних стінок з прихованою між ними контрабандою. Доза випромінювання при обстеженні об'єкта контролю не перевищує 2 мілірентген.

Поряд зі стаціонарною розроблено і напівстаціонарну систему контролю транспортних засобів типу “MOBILSEARCH”, що оперує лиш зворотно-розсіяним випромінюванням. Така система розміщується на вантажному автомобілі, що дозволяє підвищити ефективність виявлення вибухової речовини, вибухового пристрою за рахунок ефекту неочікуваності при розгортанні її в польових умовах.

На рис. 11 наведено зображення легкового автомобіля у зворотно-розсіяних рентгенівських променях, де видно пакети з вибуховою речовиною, що приховані в багажнику автомобіля.

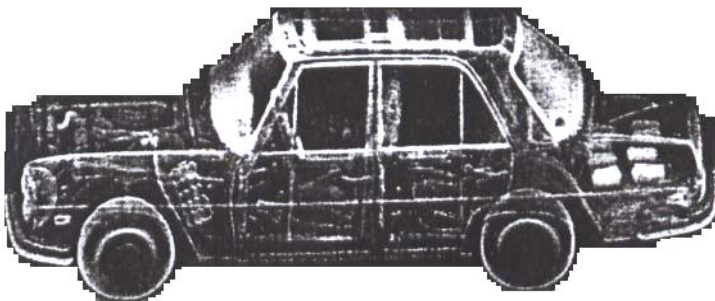


Рис. 11. Зображення автомобіля у зворотно-розсіяному іонізуючому випромінюванні

Зворотно-розсіяне рентгенівське випромінювання застосовується також для виявлення кримінально-терористичних засобів, прихованих під одягом людини. Для цього створена установка типу “BODYSEARCH”.

Обстеження об'єкта здійснюється шляхом переміщення рентгенівської скануючої системи; оператор аналізує зображення на екрані, збільшуючи його в 2, 4 і 8 разів, документуючи його за необхідності. Час обстеження складає 8–10 с, доза випромінювання не перевищує 5 мікрорентген.

Ядерно-фізичні методи

Сучасна практика все більше потребує виявлення вибухових речовин за допомогою саме різних ядерно-фізичних методів. Це зумовлено тим, що при виявленні пластикової вибухівки за допомогою традиційних методів виникають певні труднощі, оскільки пластикова вибухівка – матеріал з низьким атомним номером, він слабо поглинає рентгенівське випромінювання з граничною енергією до 100–150 кеВ. При цьому ситуація може ускладнитися тим, що пластикова вибухівка може бути замаскована під різні предмети.

Ядерно-фізичні методи розрізняють за типом і енергією, що використовує джерело нейтронів, а також видом і енергією вторинного гамма-випромінювання, що виникає при взаємодії нейт-

рона з об'єктом пошуку – азотом (вуглецем чи киснем), який входить до складу вибухової речовини.

Ядерно-фізичні прилади – це складні і відносно дорогі пристрої, які дозволяють виявляти вибухові речовини у різних умовах, у тому числі і за перепорою.

Серед відомих ядерно-фізичних приладів значну увагу привертають *нейтронні дефектоскопи*, які дозволяють виявляти вибухові речовини як об'єкт з підвищеним вмістом водню. Для цього використовують слабкі джерела нейтронів, які потрапляють на вибухову речовину, розсіюються на атомах водню і в подальшому реєструються приймачем.

Нейтронні дефектоскопи типу “Репер-3”, “Светлячок”, “Исток-Н” (Росія) конструктивно реалізовані у портативному варіанті. Вони призначені для виявлення місць закладки недозволених укладень із водньовмістовних речовин, що знаходяться за перепорою і площинами транспортних засобів у режимі одностороннього доступу. Ці прилади працюють за принципом зміни потоку відбитого нейтронного випромінювання, що реєструється від елементів досліджуваної сфери і прихованої речовини, яка підлягає виявленню.

Як джерело випромінювання прилад “Светлячок” використовує радіонуклід 252-каліфорній. Мінімальна маса водньовмістовної речовини, що виявляється, яка може знаходитись за сталюю оболонкою завтовшки 3 мм в порожнині завглибшки до 55 мм, складає від 50 до 100 г. Вага функціонального блоку – 3,5 кг, а виносний датчик зі штангою – 1,5 кг.

Прилад “Репер-3”, який реєструє мінімальну масу 450 г на глибині до 65 мм, має особистий генератор нейтронів. Вага пошукового блоку не перевищує 4,6 кг.

Важливою властивістю цих приладів, що впливає із фізичного принципу їх роботи, можна вважати те, що вони не володіють вибірковістю стосовно до вибухових або наркотичних речовин. Тому вони реєструють їх разом з іншими водньовмістовними речовинами: папером, милом, рідиною тощо.

Ще одним видом оглядово-пошукової техніки виявлення вибухових речовин є *резонансно-хвильові засоби*. Ця апаратура ґрунтується на *методах ядерного магнітного і квадрупольного резонансів*, що дозволяє надійно виявляти безкорпусні вибухові речовини за прямою ознакою – наявністю нітрогруп. Такі прилади дозволяють реєструвати вибухові речовини у кількості декілька грамів при невеликій потужності (декілька десятків мВт) збуджуючого електромагнітного поля.

При застосуванні приладів пошуку, які використовують ядерно-фізичний метод, слід знати і неухильно виконувати, що вести обшук на людині категорично забороняється!

Запитання для самоперевірки:

1. Роль та можливості апаратури з проникаючим випромінюванням у боротьбі зі злочинністю.
2. Основний принцип дії рентгенівської інтроскопії.
3. Принцип дії рентгенівських апаратів.
4. Призначення, тактико-технічні характеристики та основні види рентгенівських флуороскопів.
5. Зворотно-розсіяне іонізуюче випромінювання – призначення та основний принцип дії.
6. Тактико-технічні характеристики та основні види засобів зворотно-розсіяного іонізуючого випромінювання.
7. Ядерно-фізичні методи.
8. Нейтронні дефектоскопи – призначення та основні види.
9. Резонансно-хвильові засоби.

2.4. ДЕТЕКТОРИ ПАРІВ ТА ЧАСТОК ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН

Газоаналізатори

Наступна група приладів, що входять до комплексу оглядово-пошукової техніки, є детектори парів та часток вибухових речовин (газоаналізатори), призначені для оперативного виявлення парів ВР, а також для обстеження різних предметів, об'єктів, транспортних засобів, що викликають підозру, на вміст у них вибу-

хових речовин, вибухових пристроїв під час лабораторного дослідження та в польових умовах.

У цьому розділі детально розглянемо методи виявлення вибухових речовин, які використовуються в детекторах парів, що дістали найбільше поширення на практиці.

Газохроматографічний метод аналізу покладено в основу більшості високочутливих детекторів парів вибухових речовин, що розробляються.

Детектор парів вибухових речовин складається з таких основних елементів:

- прилад для забору повітря (пробовідбірник);
- вузол селекції;
- блок реєстрації;
- блок електроніки.

Пробовідбірник являє собою мініатюрний вакуумний насос, який дозволяє подавати безпосередньо в детектор або на попередній концентратор пробу повітря.

Вузол селекції призначено для виділення парів вибухової речовини із газопрови. У виді концентраторів у багатьох приладах застосовуються хроматографічні колонки або полімерні мембрани. Прилади колонкового типу дозволяють не тільки виявляти вибухові речовини, але й визначати їх вид. Прилади мембранного типу можуть без вузла селекції видавати сигнал (акустичний, світловий) про можливу наявність вибухової речовини.

Блок реєстрації являє собою прилад, який сигналізує про наявність у пробі, що аналізується, молекул вибухових речовин.

Блок електроніки забезпечує подачу сигналу тривоги (світловий або звуковий) за наявності вибухової речовини в об'єктах, які перевіряються.

Чутливим елементом приладу цього типу як реєстратор є детектор електронного захвату (ДЕЗ).

Принцип дії детектора електронного захвату такий: в камері є чистий газ-носіє (аргон або азот). Розміщене в камері бета-джерело (ізоп тритію або нікелю) випромінює потік електронів.

Унаслідок постійної взаємодії потоку електронів з молекулами газу-носія налагоджується рівновага електронного поля. Потік прямує до аноду і утворює початковий струм.

Після того як електрони потрапляють до камери детектора парів ВР, струм швидко зменшується, внаслідок великого розтину захвата електронів молекулами вибухової речовини (що вміщують велику кількість азоту). Якщо концентрація вибухової речовини у пробі, яка аналізується, виявиться вищою за мінімально визначену цим детектором, то детектор парів ВР подає сигнал тривоги.

Дрейф-спектрометричний метод ґрунтується на спектрометрії рухливості іонів (Ion Mobility Spectroscopy – IMS) в електричному полі.

Цей метод полягає в тому, що іонізовані молекули вибухових речовин (шляхом випромінювання потоку бета-частинок слабкорадіоактивних джерел тритію або нікелю-63) потрапляють до дрейф-камери, де під дією електричного поля певної конфігурації переміщуються до катоду. Потрапляючи до нього, вони створюють імпульс струму в електричному ланцюзі, який підсилюється й обробляється електронним блоком. Швидкість руху молекул вибухових речовин до катоду залежить від рухомості іонів і параметрів електричного поля, що і покладено в основу ідентифікації речовини, яка аналізується.

Розглянемо деякі детектори, які використовують дрейф-спектрометричний метод.

Детектор “Ionscan”, розроблений фірмою “Barringer Instruments” (Канада), ефективно виявляє та ідентифікує вибухові речовини у слідових кількостях на різних поверхнях.

Головною перевагою комплексу “Ionscan” є здатність ідентифікації вибухових речовин за різним хімічним складом (тротил, гексоген, ТЕН, нітрогліцерин, тетрил). Пробовідбірник комплексу “Ionscan” – це мініатюрний автономний пілосос, в якому проба повітря просочується через плоский фільтр. Тим же фільтром можна просто потерти поверхню предмета, що викликає підозру,

бо мікроскопічні частки вибухових речовин стикаються з поверхнею, до якої доторкалися руки, одяг та предмети багажу. Фільтр з пробою поміщають в термодесорбер, випаровувані частки в потоці газу іонізуються і потрапляють до клітинки “дрейфа” – дрейф-камери, де відбувається вимірювання їх рухливості. Обробка відібраних проб здійснюється автоматично і протягом кількох секунд видається сигнал “пропустити/затримати”. У разі виявлення вибухової речовини комплекс ідентифікує їх і виводить результати на монітор.

Портативний детектор “МО-2” (Росія), розроблений Інститутом прикладної фізики, застосовується працівниками вибухотехнічних підрозділів для пошуку вибухових речовин при дослідженні різноманітних об’єктів (рис. 12).



Рис. 12. Портативний детектор вибухових речовин “МО-2”

У детекторі “МО-2” застосовується технологія спектрометрії рухливості іонів, і він призначений для визначення та ідентифікації різних типів вибухових речовин при обстеженні на безпечність повітряного, автомобільного, водного, залізничного транспорту, банків, офісів, житлових приміщень тощо.

Мас-спектрометричний метод дозволяє досягти найвищої на цей час чутливості виявлення парів вибухових речовин.

Детектори вибухових речовин, в основі дії яких лежить метод мас-спектрометрії, незважаючи на високу чутливість, поки що недостатньо використовуються практиками через їхню складність і високу вартість. Наприклад, мас-спектрометричний детектор (МСД) “Condor” фірми “Sciex” (Великобританія) є досить габаритний пристрій.

МСД “Condor” розміщено на автопричепі завдовжки 9,2 м. Пропускна здатність – 20 контейнерів за 1 год. У комплексі застосовуються сучасні досягнення науки і техніки мас-спектрометрії. Проби повітря з контейнерів або навколо багажу беруться датчиком на кінці шлангу або за допомогою портативного пристрою. Проби потрапляють до контрольного відсіку, в якому знаходиться спеціальний змінний патрон з трьома фільтрами, через які протягом 50 с рівномірно паралельними потоками прокачується повітря. Один з фільтрів призначений для виявлення наркотиків, два інших – для виявлення вибухових речовин. Пари досліджуваних речовин осідають на фільтрах, а потім за допомогою чистого теплого повітря пропускаються через аналізатор. Система здатна виявити концентрацію речовин у такому відношенні: 1 частина на 10^9 частин повітря.

У аналізаторі первинне виділення виконується за допомогою позитивної або негативної іонізації. Молекули, що не відповідають заданій масі, пізніше відсортовуються шляхом послідовного пропускання через три відхиляючі пластини. У результаті відбувається відокремлення парів, що не відносяться до пошукових. Система виявляє близько 64 хімічних речовин. Пошук виконується за допомогою комп’ютера. Після кожного взяття проби увесь комплекс аналізу очищується і вставляється новий патрон. Тефлонове внутрішнє покриття шланга запобігає затриманню речовини, яка може забруднити наступні проби. МСД керується двома операторами. Один відбирає проби ззовні, другий здійснює контроль за роботою аналізатора у внутрішній частині. Весь про-

цес роботи керується комп'ютером, на якому відображаються дії і результати аналізу.

На практиці застосовуються й інші методи реєстрації парової фази вибухових речовин, як-от:

Хемілюмінесцентний метод, який зводиться до того, що молекули вибухових речовин зазнають паралелізму з утворенням окису азоту NO, який, реагуючи з отриманим в приладі озоном O₃, утворює збуджені молекули NO₂. Переходячи в основний стан, ці молекули виділяють інфрачервоне випромінювання (ІЧ), яке реєструється фотозбільшувачем.

Цей метод використовується в приладі "EGIS". Прилад добре зарекомендував себе на практиці. Наприклад, проведені випробування цих приладів у Німеччині службами безпеки довели, що на 400 000 аналізів рівень хибних спрацювань склав майже 0,03 %. Таким приладом оснащені всі найбільші аеропорти Європи.

Для швидкого виявлення прихованих вибухових пристроїв та вибухових речовин *методом декодування* їх парів і часток використовують прилад типу "EVD – 3000" (Канада) (рис. 13).



Рис. 13. Детектор вибухових речовин "EVD – 3000"

Головний принцип роботи цього детектора полягає в термічному розкладанні молекул вибухових речовин із послідовною реєстрацією NO₂ -груп.

Використання детектора не потребує спеціальної підготовки оператора і приводиться в дію менш ніж за одну хвилину після його ввімкнення.

Метод молекулярних ядер конденсації (МОЯК) полягає в тому, що іонізовані молекули вибухових речовин сприяють створенню в реакційній камері аерозольних часток, наявність яких реєструється за зміною світлопропускання. Цей метод використовується у детекторі “Эдельвейс-4” (Росія). Прилад оснащено виносним ручним вихровим пробовідбірником з концентратором і променевим підігрівом обстежуваної поверхні. Тривалість циклу аналізу, після введення проби в прилад, складає 120 с.

Біосенсорний метод ґрунтується на виявленні азотовмісних (вибухових) речовин за допомогою спеціальних тварин: собак, свиней тощо.

У діяльності правоохоронних органів як у нашій державі, так і за кордоном (Росія, ФРН, США, Ізраїль тощо), під час попередження та розкриття злочинів, пов'язаних із застосуванням вибухових речовин, все частіше використовують службово-розшукових собак. Практика свідчить, що їх вмiле застосування дає позитивні результати й сприяє підвищенню ефективності боротьби з цим видом злочину.

Службово-розшукових собак відносять до спецзасобів, за допомогою яких виявляють вибухові речовини, наприклад, гексоген, тротил, пластид та ін. Добір таких собак здійснюється не тільки за породою (вівчарка, спанієль тощо), а також і за характером, тобто вони не повинні бути агресивними, бо пошук і виявлення вибухових речовин здійснюються серед великого скупчення людей.

Службово-розшукові собаки під час виявлення вибухового пристрою чи боєприпасу не повинні подавати сигнал голосом (лаєм), оскільки будь-який акустичний сигнал (в деяких вибухових пристроях акустичної дії) може призвести до їх спрацьову-

вання. Виявивши вибуховий пристрій, вони мають спокійно зупинитися біля нього і виконати команду “сидіти”.

Сучасні методи і прилади виявлення вибухових речовин

Розробникам приладів виявлення вибухових речовин ставиться таке головне завдання: можливість уловлювання слабких слідів (парів) вибухових речовин за рахунок підвищення його чутливості, а також розробка такої характеристики, як селективність, тобто здатність та можливість виділення молекул вибухових речовин з багатьох інших.

Вибіркова здатність, селективність у поєднанні з необхідною чутливістю технічних засобів у плані відпрацьовування. Під час підвищення чутливості системи спостерігається вплив природних об'єктів, що призводить до збільшення хибних спрацьовувань. Однак підвищення вибіркової здатності зумавлює складність конструкції і значно утруднює обробку отриманої інформації. Розв'язання таких проблем з виявлення вибухових речовин потребує дослідження і розвитку різних методів виявлення, серед яких такі методи [17]:

- лазерної і романовської спектроскопії;

- спектроскопічного аналізу з використанням нових датчиків, інфрачервоного лазера;

- використання понадвисокочастотних (ПВЧ) резонаторів, циркулярної камери зі стінками, які змочуються електростатичним осадженням часток проби повітря;

- метод аналізу характерних особливостей (сигнатур) згорання вибухових речовин.

Стисло розглянемо суть та можливості наведених методів та систем.

Метод лазерної спектроскопії

Системи, побудовані на данному методі, призначені для виявлення парів вибухових речовин. У них використовується лазер на Nd: YAG з довжиною хвилі 1,319 мкм. Ця довжина хвилі не є нормальною для цього типу лазера, оскільки вона одержана

шляхом збудження оптичного параметричного генератора на кристалі срібного селеніду галія (Silver Gallium Selenide), що перетворює хвилю завдовжки 1,3 мкм на сигнальну компоненту з довжиною хвилі 1,6 мкм і вільну компоненту з довжиною хвилі 7,5 мкм.

Процес виявлення вибухових речовин зводиться до такого: пучок лазерного випромінювання проходить крізь отвір з дзеркалами, які багаторазово відбиваються. При цьому він декілька разів проходить через середовище, що містить пари вибухових речовин. Після цього пучок спрямовується на детектор ІЧ-випромінювання на основі ртуті.

Для виявлення парів вибухових речовин з дуже малою концентрацією необхідно, щоб світловий потік, який падає на детектор, був досить інтенсивним. Для цього потрібно, щоб енергія випромінювання оптичного параметричного генератора досягла граничного значення. У зв'язку з цим застосовуються імпульсні лазери. Однак енергія їх дещо нижча від потрібного рівня, оскільки виявлення парів вибухових речовин ґрунтується на вимірюванні дуже слабких змін інтенсивності випромінювання при проходженні його через середовище. Тому проводиться порівняльне вимірювання, тобто визначення кількості міліджоулів енергії імпульсу лазерного випромінювання до і після проходження його через пари вибухових речовин.

Чутливість, яка досягається системою, залежить від усіх елементів її сенсорної частини. До цих елементів належить пробовідбірник у виді зонду або насосу. Відібрані проби потрапляють до попереднього концентратора, що видаляє з них велику частину нормальних молекул повітря, наприклад, молекул азоту і кисню. Молекули азоту і кисню легко проходять крізь цю мембрану і видаляються, а великі молекули вибухових речовин нею затримуються.

Системи лазерної спектроскопії, де застосовуються твердотілі лазери і спеціальна оптика, займають значно менше місце, ніж ядерні системи. Лазерний блок має об'єм 0,03 м³. Дещо більший об'єм потрібний для механізму відбору проб.

Час аналізу проби не перевищує інтервалу між імпульсами випромінювання. Оскільки частота повторення лазера становить 10 Гц, то вимірювання виконується системою швидко.

Цей метод застосовує у своїх розробках фірма “Engineering at Discovery Semiconductors” (США).

Метод романовської спектроскопії

Романовська спектроскопія зі збільшеною поверхнею SERS (Surface Enhanced Raman Spectroscopy) є порівняно новим аналітичним методом, який більш ефективний для виявлення парів вибухових речовин. Оскільки кожна молекула характеризується специфічною романовською ознакою її випромінювання, тому цей спосіб особливо ефективний для виявлення вибухових речовин типу TNT і RDX. Чутливість підвищується за допомогою підсилення поверхневого ефекту поглинання парів вибухових речовин спеціальною металевою пластиною з шорсткою поверхнею (підкладкою). Інтенсивність романовського розсіювання може бути збільшена при цьому в мільйони разів.

Фірма “EIC Laboratories” (США) розробила переносний прилад типу “SERS”, призначений для виявлення парів вибухових речовин в реальному часі. Датчик приладу складається з двох модулів: великого – для спектроскопічного аналізу і менших розмірів – для відбору проб парів вибухових речовин. Спектрометричний модуль має діодний лазер збудження і компактний спектрограф для аналізу спектра SERS. Багатоканальний детектор з відеокамерами на приладах зі зарядовим зв’язком (ПЗЗ) дозволяє скласти спектрограф без рухомих частин. Цей детектор відтворює повний спектр SERS протягом 1 с. Маса детекторного модуля – 15,8 кг, що дозволяє переносити його в окремій упаковці за спиною.

Гнучкий оптоволоконний кабель для дуплексного зв’язку з’єднує спектрометричний модуль з віддаленим модулем відбору проб, що має металеву підкладку. По одному світловодному проволу даного кабелю передається збуджуюче лазерне випромінювання на підкладку, а по другому – світло романовського розсію-

вання назад у спектрометр. Крім металевої підкладки, віддалений модуль може мати активний відбірник проб повітря і фільтри, які запобігають забрудненню поверхні підкладки.

Спектроскопічний аналіз з використанням ІЧ-лазера

Продовжуються розробки високочутливих мас-спектрометрів, які мають менші габарити. Так, у розроблюваній системі фірми “John Napkins University” (США) збирання часток вибухових речовин з обстежуваної поверхні виконується шляхом їх нагрівання до стану випаровування випромінюванням малопотужного ІЧ-лазера і відбору проб парів випаровуваних часток вакуумним імпульсним вентилем. Виявлення та ідентифікація відібраних парів виконується мініатюрним масо-пролітним мас-спектрометром. Ця система має суттєві переваги за швидкістю, вибірковістю і чутливістю, порівнюючи з іншими аналітичними системами.

Сфокусоване імпульсне випромінювання ІЧ-лазера може перетворити осілі на поверхні частки вибухових речовин на пари з відносно низьким тиском, які можуть аналізуватися мас-спектрометром. Імпульси лазерного випромінювання можна оптимізувати вибором довжини хвилі, потужності і тривалості імпульсу з врахуванням специфічних особливостей вибухових речовин і їх компонентів. Наприклад, використовуючи граничну потужність імпульсу, тобто потужність, достатню для випаровування часток вибухових речовин, можна досягти того, що інші, менш леткі забруднюючі частки залишаться в твердому стані і не зможуть впливати на фон. Можна також вибрати довжину хвилі випромінювання лазера, близьку до довжини хвилі звичайних коливальних переходів, наприклад в пластичних вибухових речовинах, щоб викликати ефект резонансного нагріву, при якому підвищується відношення корисного сигналу до навколишнього шуму.

Вивчаються ІЧ-лазери декількох типів, зокрема, твердотілі лазери на Nd: YAG, що працюють на хвилі 1,06 мкм і газові лазери на CO₂ з довжиною хвилі випромінювання 10,6 мкм. Лазер на CO₂ ідеально підходить для випаровування твердих часток вибу-

хових речовин. Легко спостерігати випаровування часток вибухової речовини типу RDX при малій їх концентрації навіть при дуже низьких рівнях енергії лазерного імпульсу (близько 0,1 мДж/імпульс). Експерименти з моделлю показали, що імпульс CO₂-лазера з енергією 10 мДж міг створювати температури випаровування до 1000 °C, хоч водні включення в пробі часток вибухових речовин могли знижувати цей ефект.

Розглянемо другий елемент системи відбору проб-інтерфейс, що створює перехід від зовнішнього середовища з атмосферним тиском до вакууму в мас-спектрометрі.

У звичайному мас-спектрометрі впускний (вхідний) отвір для парів не виключає потрапляння деякої кількості атмосферного повітря у вакуумну систему. Для переносного мас-спектрометра масопролітного типу найбільш підходить пристрій впуску парів у вигляді вакуумного імпульсного вентиля. Цей вентиль пропускає тільки контрольовану частину маси відібраної проби парів протягом 160 мс. Такий новий спосіб не тільки знижує навантаження на вакуумний насос, але й підвищує відношення сигнал/шум системи, оскільки його дії синхронізовані з випромінюванням імпульсів лазером.

При відборі проби в точний час з визначеною температурою (при описаній вище оптимізації імпульсу лазерного випромінювання) проба може мати здебільше пари найбільш летючих компонентів вибухових речовин, розміщених на поверхні і поступаючих у фільтр вентиля. Крім того, метод відбору проб з використанням імпульсного вентиля, з'єднаного з високошвидкісним масопролітним мас-спектрометром, дає можливість виявляти в реальному часі забруднюючі пари, характерні для сучасних вибухових речовин і вибухових пристроїв.

Технологія відбору проб парів вибухових речовин може поєднуватися з детекторами різних типів, зокрема, оптичними спектрометрами, спектрометрами на основі рухливості іонів, газовими хроматографіями. Проте перевага віддається масопролітним мас-спектрометрам в результаті їх сумісності з ІЧ-лазерами й імпульсним вакуумним вентилем пробовідбірника. Такий мас-

спектрометр зі співударами електронами EI-TOF (electron impact time-of flight) показав низьке споживання енергії, має незначну масу і габарити, високу чутливість і значні переваги в порівнянні з мас-спектрометром на основі методу ядерного квадрупольного резонансу.

*Використання понадвисокочастотних резонаторів –
мас-аналізаторів понадчутливості*

Понадвисокочастотні резонатори (2–6 ГГц), що відіграють роль мас-аналізаторів понадвисокої чутливості, й їх органічні покриття здатні вибірково поглинати пари вибухових речовин. При цьому програмне забезпечення для формування картини виявлення парів вибухових речовин перетворювачами із спеціальним покриттям і надання даної картини оператору системи можуть бути окремими елементами системи виявлення й ідентифікації вибухового пристрою. Дану систему спільно розробляють такі фірми, як “National Research Laboratory” (NRL), “Los Alamos National Laboratory” (LANL) і університет штату Айова (ISN) – “Iowa State University” (CША).

Чутливими елементами, що реагують на пари вибухових речовин, є мініатюрні тонкоплівкові резонатори фірми “Rockwell”. Резонансна частота цих приладів зміщується під час поглинання ними парів вибухових речовин. Величина даного зміщення і його залежність від часу є функцією застосованого органічного покриття. Вибіркові покриття резонаторів були розроблені і синтезовані фірмами “NRL” і “LANL”. Головна мета розробок така: одержати покриття з високою чутливістю до вибухової речовини типу TNT і його парів для детекторів. Застосовуються покриття різних типів і складу з унікальними характеристиками поглинання парів різних вибухових речовин.

Тонкоплівкові резонатори мікроскопічних розмірів утворюють решітку чутливих детекторів (сенсорів) з різними органічними покриттями. Реакція кожного детектора на наявність парів вибухових речовин використовується для формування картини

виявлення різних типів ВР і подачі сигналізації про їх виявлення оператору.

Використання циркулярної камери зі змочуваними стінками

Дана система складається з пробовідбірника (концентратора), головним елементом якого є мініатюрна циркулярна камера зі стінками, що змочуються (wetted wall cyclone), з'єднана з переносним детектором вибухових речовин. Розглянемо принцип дії такої системи. Високоєфективний вентилятор спрямовує повітряний потік з відібраними пробами в циркулярну камеру, в якій під час циркулярного руху повітряного потоку виділяються компоненти парів вибухових речовин на межі розділення газ/рідина. Відтак проби повітря потрапляють до змішувальної камери, в якій при безпосередньому контакті повітряного потоку зі змочуваними стінками камери виділяються компоненти парів вибухових речовин з концентрацією їх в рідкій фазі. Під час збудження змішувальної камери проби повітря потрапляють до секції відбору, в якій видаляється волога з повітряного потоку. Водяні плівки з внутрішніх стінок трьох секцій даної камери об'єднуються, і частина їх спільного об'єму періодично відбирається для аналізу, а залишена рідина циркулюватиме для підвищення концентрації парів вибухових речовин.

Обчислення, проведені з дослідним зразком пробовідбірника, показують, що концентрація парів у повітрі може бути підвищена протягом 1 с з $0,7 \times 10^{-12}$ до 40×10^{-9} . Цей рівень легко можна виміряти детектором, захищеним від впливу повітряного потоку.

Дану систему спільно розробляють фірма "Research International" і Центр біомолекулярної науки і техніки "Naval Research Laboratory" (США).

Метод аналізу характерних особливостей (сигнатур) згорання вибухових речовин

Кінетика процесу згорання вибухових речовин дуже складна, але можна виокремити два чинники, що впливають на швидкість горіння: співвідношення вибухової речовини і кисню та перебіг самої реакції. Якщо процес згорання потребує надходження

кисню з атмосфери або кінетика цього процесу складна, що характерно для багатьох матеріалів, то горіння відбувається відносно повільно. Як правило, вибухові речовини містять велику кількість кисню, тому їх згорання перебігає досить швидко. Ці основні відмінності між вибуховими речовинами та іншими речовинами можуть бути використані для їх виявлення й ідентифікації. Енергія, що виділяється при згоранні однієї молекули вибухової речовини, може складати від 11 кеВ для TNT до 21 кеВ для RETN.

У результаті швидкого виділення цієї енергії, вона може частково перетворюватися на ультрафіолетове, оптично видиме або ІЧ-випромінювання. Такі випромінювання можна вимірювати й аналізувати для виявлення вибухових речовин і визначати їх тип. Характерні ознаки вибухових речовин можна виділяти за аналізом спектра їх електромагнітного випромінювання. Оскільки вибухові речовини згорають швидше, ніж інші матеріали, то спектр їх випромінювання зміщується в бік більш коротких хвиль.

Температура згорання більшості вибухових речовин перебуває в межах 170–300 °С. Для ініціювання згорання залишкових часток вибухових речовин їх потрібно доводити до таких температур. Цього можна досягнути, наприклад, відбором проб часток і перенесенням їх на гарячу поверхню або нагріванням повітря, що знаходиться навколо них.

Оптичне випромінювання згораючих часток вибухових речовин можна виміряти, наприклад, використовуючи електронно-оптичний перетворювач, прилад із зарядовим зв'язком та фотодіод. Для диференціації вибухових речовин і звичайних матеріалів використовується порівняння сигналів, що відповідають їх ультрафіолетовому випромінюванню.

Виявлення вибухових речовин за допомогою цього пристрою виконують у такій послідовності: залишкові частки вибухових речовин збираються з обстежуваної поверхні предмета вакуумним шлангом і спрямовуються на гарячу поверхню, що знаходиться у внутрішній частині спеціального корпусу, вакуумним насосом. Температура нагрівання поверхні регулюється контролером. УФ-фотодетектор з електронними схемами приймає оптичне випромінювання часток, що згорають. Сигнали з виходу

фотодетектора поступають в аналізатор оптичних імпульсів. Аналіз імпульсів УФ-випромінювання проводиться за їх тривалістю, амплітудою, довжиною хвилі та ін. Можна також застосовувати інші методи відбору часток, а спалювання відібраних проб здійснювати за допомогою лазерного випромінювання.

Особливості виявлення вибухових речовин детекторами парів

Проаналізувавши вищенаведені методи виявлення вибухових речовин, можна дійти висновку, що залежно від типу ВР, обставин, складнощів проведення та ін. використовують різні методи та методики їх дослідження.

Застосування детекторів парів та часток вибухових речовин створює для працівників вибухотехнічних підрозділів певну проблему, інакше кажучи, існує низка ВР, виявлення яких вносить певні труднощі, наприклад пластичні вибухові речовини, тиск парів яких дуже низький.

Науково-технічним звітом Науково-дослідного інституту спеціальної техніки МВС України (НДІСТ МВС України) розглянуто та наведено дані про тиск насичення парів вибухових речовин (найбільш відомих пластичних ВР) при нормальному атмосферному тиску і кімнатній температурі [26] (табл. 12). Із таблиці видно, що до апаратури детектування парів та часток вибухових речовин потрібно висувати високі вимоги, оскільки промислові і воєнні вибухові вироби виробляються із застосуванням різних зв'язуючих речовин.

Як показали дослідження, виявлення вибухових речовин за парами, що виділяються ними, потребує відбору великої кількості проб повітря і виділення з них певної кількості підозрілих речовин. Виявлення за частками речовин (слідові кількості) пов'язане зі збиранням таких часток з поверхонь, на яких вони осідають.

Виявлення вибухових речовин на основі аналізу парів більш ефективне для виявлення ВР з високим тиском парів, а для виявлення наявності часток вибухових речовин більш придатне виявлення ВР з низьким тиском парів, наприклад пластикових вибухових речовин.

Таблиця 12

Технічні характеристики окремих вибухових речовин

Тип ВР	молекулярна вага	Характеристика вибухових речовин			
		температура, °C	тиск пари, мм рт. ст.	густина, г/см ³	мольна частина тиску пари
Нітрогліцерин (NG)	227	25	$2,4 \times 10^{-5}$	$2,9 \times 10^{-9}$	32
Нітрат амонію (AN)	80	25	$5,0 \times 10^{-6}$	$2,2 \times 10^{-11}$	7
Динітротолуол (DNT)	182	25	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-9}$	184
Тринітротолуол (TNT)	227	25	$3,0 \times 10^{-6}$	$3,7 \times 10^{-11}$	4
Циклоніт, гексоген (RDX)	222	25	$7,0 \times 10^{-7}$	$8,4 \times 10^{-12}$	0,9
Пентаеритритетранітрат (PETN), TEN	316	25	$5,4 \times 10^{-6}$	$9,2 \times 10^{-11}$	7

Привертає увагу ще одна проблема, пов'язана з виявленням прихованих закладок вибухових речовин. Як видно з таблиці 12, концентрація у повітрі парів сполук гексогену і ТЕНу, які входять до складу більшості пластичних вибухових речовин, досить низька і потребує від детекторів вибухових речовин більшої чутливості, що ускладнює їхню конструкцію, збільшує масогабаритні характеристики і вартість, знижує продуктивність контролю. Для підвищення ефективності проведення пошукових заходів, спрощення, полегшення та здешевлення апаратури, виявлення прихованих закладок вибухових речовин фахівцями було запропоновано вводити до складу пластичних вибухових речовин легколетючі домішки (маркери), випаровуваність яких на кілька порядків перевищувала б випаровуваність гексогену й ТЕНу і не впливала б на основні експлуатаційні характеристики пластичної вибухівки. Для полегшення виявлення пластичних вибухових речовин міжнародною спільнотою при ООН було прийнято у 1991 р. Конвенцію про маркування пластичних вибухових речовин високолетючими речовинами, яку Україна ратифікувала законодавчим актом [57].

До одного з таких маркерів можна віднести, наприклад, етиленглікольдинітрат (EGDN), який відповідає цим вимогам.

Отже, наводимо порівняльну характеристику одного із параметрів вибухових речовин, тобто його летючості (випаровування) [10] (табл. 13).

Таблиця 13

Порівняльна характеристика летючості вибухових речовин

Тип ВР	Густина парів ВР (порядок величини)		
	число молекул ВР на трильйон молекул повітря (ppt)	число молекул ВР в 1 см ³ повітря	кількість грамів ВР в 1 см ³ повітря
Етіленглікольдинітрат (EGDN)	10 ⁸	10 ¹⁵	10 ⁻⁷
Нітрогліцерин (NG)	10 ⁶	10 ¹³	10 ⁻⁹
Нітрат амонію (AN)	—	—	—
Динітротолуол (DNT)	—	—	—
Тринітротолуол (TNT)	10 ⁴	10 ¹¹	10 ⁻¹¹
Циклоніт, гексоген (RDX)	10	10 ⁸	10 ⁻¹⁴
Пентаеритритетранітрат (PETN), TEN	10 ⁰ – 10 ¹	10 ⁸ – 10 ⁹	10 ⁻¹⁴ – 10 ⁻¹³
С – 4 (91% RDX +9% пластичного зв'язуючого)	10 ⁻¹	10 ⁷	10 ⁻¹⁵

Таким чином, для виявлення вибухових речовин (як основна складова частина вибухового пристрою) найпоширенішими є газо-аналітичні детектори, побудовані на принципах газової хроматографії, дрейф-спектрометрії, мас-спектрометрії, конструктивно виконані в стаціонарному, мобільному і портативному варіантах.

Проаналізувавши дані про тиск насиченості парів при середньому атмосферному тиску, а також детектори для виявлення парів та часток вибухових речовин, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 14).

Таблиця 14

Порівняльна характеристика детекторів парів вибухових речовин

Назва приладу	Принцип дії	Тип виявлених ВР	Чутливість, г/см ³	Габаритні розміри та вага	Примітка
“ЭДЕЛЬВЕЙС-3” (РОСІЯ)	Газохроматографічний, ДЕЗ	Динаміт, тротил, пластид	$3 \cdot 10^{-15}$ (за TNT)	56x136x42см 20 кг	Вихровий пробовідбірник з променевим нагріванням поверхні
“ЭДЕЛЬВЕЙС-4” (РОСІЯ)	Газохроматографічний, МОЯК	Динаміт, тротил, пластид	$5 \cdot 10^{-18}$ (за TNT)	205x75x56см 90 кг	Вихровий пробовідбірник з променевим нагріванням поверхні
“EGIS” (США)	Газохроматографічний, хемілюмінесцентний детектор	Динаміт, тротил, пластид	10^{-11}	110 кг	Пробовідбірник з променевим нагріванням поверхні
“JONSCAN” (США–КАНАДА)	Дрейф-спектрометричний	Динаміт, тротил, пластид	10^{-10} - 10^{-11}	58x46x102см 119 кг	

Назва приладу	Принцип дії	Тип виявлених ВР	Чутливість, г/см ³	Габаритні розміри та вага	Примітка
“ITEMISER” (США)	Спектрометрія рухливості іонів	Динаміт, тротил, пластид	$(1-3) \cdot 10^{-0}$	47х53х37см 19,5 кг	Дається роздрукована плазмограма
“EVD-3000” (КАНАДА)	Термічне розкладення молекул ВР з наступною реєстрацією NO ₂ груп	Більшість промислових ВР	$5 \cdot 10^{-11}$ (для PETN)	51х17х11см 3 кг	
“EVD-8000” (КАНАДА)	Газохроматографічний	Більшість промислових ВР	NG – 20 ppt TNT- 10^{12} PETN – $5 \cdot 10^{12}$	61х46х20см 22 кг	
“ШЕЛЬФ” (РОСІЯ)	Дрейф-спектрометричний	NG, TNT, EGDN	10^{13}	40х9х7 см 1,5 кг	
“MODEL” (АНГЛІЯ)	Газохроматографічний	Більшість промислових ВР	10 ppt	1,7 кг	
“VIXEN” (США)	Газохроматографічний	Більшість промислових ВР		45х40х20см 20 кг	
“ЕКНО” (США)	Газохроматографічний	Більшість промислових ВР	1 ppt	45х33х13см 13 кг	Пам’ять на 63 з’єднання
“МО-2” (РОСІЯ)	Дрейф-спектрометричний	NG, TNT, пластид	10^{-13} (за TNT)	31х10х9см 1,3 кг	

Засоби хімічного аналізу

Із усіх наведених методів виявлення вибухових речовин найбільш практичне поширення серед працівників правоохоронних органів набули хімічні методи.

Виявлення слідів та часток вибухових речовин хімічним способом відбувається в результаті реакції між окремими складовими частинами вибухової речовини і реактивом, що викликає їх пофарбування. Серед них найбільш відомий метод, заснований на крапельних тестах, що дозволяє у короткий термін здобути інформацію про природу досліджуваної речовини. Цей метод має високу чутливість, він нескладний у використанні й уможливорює виявлення якісного складу сумішей у зразках. Принцип його дії ґрунтується на зміні кольору слідів вибухової речовини під дією певного хімічного реагенту. Технічна його реалізація отримана у вітчизняних і зарубіжних комплектах для виявлення вибухових речовин як в умовах виїзду на місце події, шляхом виявлення слідів ВР у різних об'єктах (ручки валізи, портфеля, поверхні упаковки та ін.), так і в лабораторних умовах під час експертного дослідження.

До хімічного методу відносять хімічні та імунохімічні тести й діагностикуми. За призначенням вони мають індивідуальне застосування, що не потребує спеціальної підготовки, для виявлення і попередньої ідентифікації вибухових речовин у поза-лабораторних умовах.

Хімічні діагностикуми характеризуються високою чутливістю на рівні кольорових крапельних реакцій і застосовуються для попереднього установлення природи вибухової речовини. Пропускна спроможність і висока межа виявлення мікрослідку дозволяє виявляти та ідентифікувати вибухову речовину не тільки на конфіскованих матеріалах, руках, предметах одягу, автотранспортних засобах тощо, куди вибухова речовина (сипучого характеру) могла потрапити у результаті прямого контакту, але й проводити оперативну роботу щодо виявлення мікрочасток вибухових речовин на поверхні різних предметів, куди вона могла потрапити не-

прямим шляхом в результаті багатоконтактних переносів через руки (відбитки пальців рук) об'єктів, які становлять інтерес для правоохоронних органів.

Хімічні тести призначені для попередньої ідентифікації вибухових речовин у позалабораторних умовах. За способом застосування хімічні тести поділяють на три основні групи: крапельні, ампельні, аерозольні.

Крапельні тести є найдешевшими, простими та економічними в експлуатації. Вони діють за принципом використання хімічних реакцій вибухової речовини зі спеціально підібраними реагентами з утворенням пофарбування продуктів. Крапельний вид аналізу поєднується з використанням насиченого спеціальними реагентами фільтрувального паперу.

Комплект проб для експрес-аналізу щодо наявності вибухових речовин типу “Поиск-ХТ” (Росія) виділяє ВР за їх слідовими кількостями на поверхні упаковок, одязі, руках людини. За його допомогою виявляють й ідентифікують такі вибухові речовини, як ТНТ, тетрил, гексоген, октоген і ТЄН в кількостях від 10^{-5} до 10^{-8} г. До його складу входять три реактиви-реагенти (А, Б, В) і фільтрувальний папір.

Комплект “PIR-1” (Польща) має набір тестів R, А, В, С1, С2 у виді рідинних реагентів, які розміщені у флаконах. Тест R універсальний для всіх вибухових речовин, тест А виявляє окиси, тест В – полінітрозв'язки, тести С1, С2 – реакції з іонами азоту [1].

Ампельні одноразові тести на цей час є найпоширенішим у практичних підрозділах правоохоронних органів набором для виявлення вибухових речовин різних типів. Хімічна реакція з утворенням пофарбування продуктів відбувається у прозорих полімерних контейнерах (трубки чи пакети), шляхом розміщення в них проби, що містить вибухову речовину, і розчавлюванням скляної ампули з відповідним реагентом. Залежно від хімічної реакції, тобто зміни кольору, визначають тип вибухової речовини.

Найпоширенішим серед ампельних тестів став набір “ERTK” (Explosive Residue Test Kit) фірми “Law Enforcement

Association” (США), який допомагає фахівцям у розпізнаванні (визначенні) типу вибухових речовин за виявленими слідами нітратів на уламках вибухового пристрою. За допомогою набору “ERTK” можна виявляти такі речовини, як органічні нітрати (нітроефіри), нітроаміни, полінітроароматичні речовини.

Набір “ERTK Plus” складається із чотирьох реактивів (№ 1, 2, 3, 4), які дозволяють провести ідентифікацію вибухових речовин за чотирма основними групами: реактив № 1 – полінітроароматичні речовини; реактив № 2 – ефіри нітратів і нітроаміани; реактив № 3 – солі нітратів; реактив № 4 – хлорати.

Аерозольні хімічні тести поєднують у собі простоту крапельних реакцій на фільтрувальному папері з наочністю і зручністю застосування, особливо у позалабораторних умовах. Конструктивне виконання характерне для різних типів побутових спреїв (spray).

Аерозольний тестовий комплект “Expray” фірми “Erez Forensic Technology Ltd.” (Ізраїль) відомий як ефективний і надійний засіб для ідентифікації часток вибухових речовин. У зв’язку з тим, що більшість вибухових речовин погано розчинна у воді, тому сліди вибухівки можуть бути виявлені протягом декількох місяців. До комплекту входять такі елементи: три аерозольні балончики та спеціальний індикаторний папір. За допомогою комплекту виявляють:

1 балончик “Expray-1” (Е) для виявлення вибухових речовин групи А – тетрил, TNT, TNB, DNT, пікринова кислота та її солі;

2 балончик “Expray-2” (Х) для виявлення вибухових речовин групи В – динаміт, нітрогліцерин, RDX, PETN, SEMTEX, нітроцелюлоза, бездимний порох;

3 балончик “Expray-3” (І) для виявлення вибухових речовин групи С – амоніт, амонал.

У набір аерозольного тестового комплекту “PIR-2” (Польща) (рис. 14) входять чотири аерозольні балони (W, S1, S2, O) і набір тестових паперів із захисною плівкою. Аерозольні балони

застосовуються для виявлення W – нітроз'єднань (крім гексогену й октогена), S1, S2 – іонів азоту, O – неорганічних з'єднань азоту, аміачної селітри.



Рис. 14. Аерозольний тестовий комплект “PIR-2”

Комплект експрес-тестів “Лакмус-2” (Росія) призначений для виявлення та ідентифікації різних видів вибухових речовин за їх слідовими кількостями на поверхні предметів, одязі і руках людини. Комплект забезпечує візуальне підтвердження наявності слідів вибухових речовин, у тому числі протягом тривалого часу (до кількох місяців) після припинення контакту з вибуховою речовиною на обстежуваній поверхні.

Наявність слідів вибухових речовин визначається за характером пофарбування тестового паперу з відібраною пробой після її обробки аерозольним складом комплекту.

Комплект дозволяє виявляти і візуально підтверджувати наявність слідів таких вибухових речовин та сумішей на їх основі: тротил, пікринова кислота, гексоген (включаючи пластичні й еластичні вибухові речовини на основі гексогену, С-4, SEMTEX, RDX), октоген, ТЕН (PENT), вибухові речовини на основі нітрогліцерину (динаміти, динамони та ін.), аміачно-селітряні вибухові речовини (амонали, амотоли, амоніти), димний порошок.

До комплекту входять такі елементи: три аерозольні балончики з індикаторним складом, спеціальний тестовий папір, контрольні зразки, аерозольний балончик із змивкою.

Усі перелічені хімічні тести використовуються як експрес-аналіз вибухових речовин. Цей спосіб найпоширеніший серед підрозділів правоохоронних органів, оскільки експрес-аналіз – це найпростіший, швидкий і порівняно недорогий спосіб дослідження вибухових речовин і виявлення вибухівки. Отримані дані є попередніми і не надають кінцевого висновку щодо об'єкта дослідження, тому потрібно подальше експертне дослідження вилученої проби у лабораторних умовах.

Відбираючи проби і зразки вибухових речовин, слід дотримуватися деяких заходів безпеки, оскільки речовини, що реалізуються (реагенти), мають у своєму складі кислоти і солі. Потрапляючи на шкіру людини, вони можуть викликати опік. У таких випадках їх необхідно швидко змити водою.

Значне збільшення кількості злочинів, що вчинюються із застосуванням вибухових речовин, висунуло проблему створення в Україні вітчизняних високоефективних засобів дослідження ВР, а також використання під час огляду місця події універсальних та високоефективних тест-наборів.

Запитання для самоперевірки:

1. Призначення детекторів парів та часток вибухових речовин.
2. Назвіть основні методи газоаналізаторів.
3. Сучасні методи і прилади виявлення вибухових речовин.
4. Особливості виявлення вибухових речовин детекторами парів.
5. Засоби хімічного методу виявлення вибухових речовин.
6. Крапельні тести: призначення та види.
7. Ампельні одноразові тести: призначення та види.
8. Аерозольні хімічні тести: призначення та види.

РОЗДІЛ 3

ПРОТИДІЯ РАДІОКЕРОВАНИМ ВИБУХОВИМ ПРИСТРОЯМ

3.1. МЕТОДИ ПРОТИДІЇ РАДІОКЕРОВАНИМ ВИБУХОВИМ ПРИСТРОЯМ

Основні характеристики радіосигналу керування вибуху

Працівники правоохоронних органів здатні припинити практично будь-який вид “видимої” загрози з боку терористів, проте виникають певні труднощі, у разі застосування радіокерованих вибухових пристроїв (РВП). Практика свідчить, що значно частішало застосування радіокерованих вибухових пристроїв злочинцями (терористами) як у нашій країні, так і за рубежом. Перевага радіокерованих вибухових пристроїв перед іншими кримінально-терористичними засобами та методами підриву полягає у можливості перебування терориста, який здійснює керування підривом, на достатній відстані від місця закладки вибухового пристрою, що забезпечує його безпеку. При цьому він може проводити візуальне спостереження за об’єктом, який замінований, для вибору часу підриву вибухового пристрою, а також уникнути помилки відносно конкретної особи.

Терористи намагаються, по можливості, діяти потай, не привертаючи до себе уваги, у тому числі виготовляючи терористичні вибухові радіокеровані пристрої.

Найпростіший спосіб виготовлення радіокерованого вибухового пристрою – придбання в торговій мережі практично готового побутового пристрою дистанційного радіокерування, наприклад, пейджеру, автомобільної радіостанції, стільникового радіотелефону, різних видів охоронної сигналізації, переробляючи і пристосовуючи їх до конкретної ситуації. Не виключена мо-

живість застосування радіокерованого вибухового пристрою на базі спеціальної апаратури, що розроблюється.

Актуальність даної проблеми примушує шукати й аналізувати різні способи протидії таким засобам тероризму, зокрема і *радіотехнічними методами*.

У даному розділі розглянемо деякі способи протидії РВП та запропонуємо методику оцінки ефективності апаратури заглушення дистанційно керованим радіосигналом вибухового пристрою.

Отже, спробуємо дослідити загальну структурну схему радіокерованого вибухового пристрою (рис. 15).

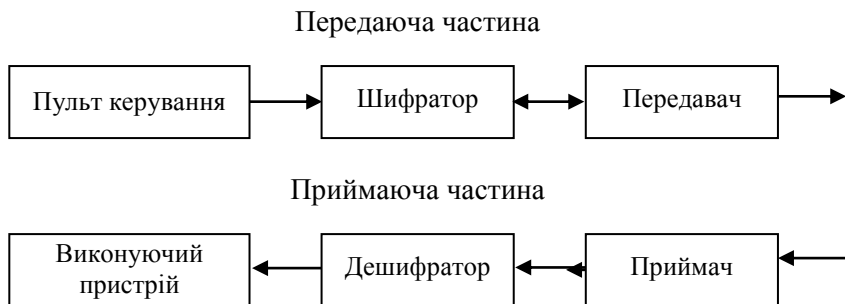


Рис. 15. Схема радіолінії керування вибухом

Головними складовими частини даної схеми є такі: передаюча частина радіокерованого вибухового пристрою складається з пульта керування; шифратора, що формує код команди; передавача з антеною, що генерує та випромінює модульований радіосигнал на приймаючу частину, яка передає команду на підрив. Приймаюча частина має антенну систему приймача радіосигналу, дешифратор та виконуючий пристрій, наприклад, у виді електронного ключа або електронного реле.

Принцип роботи даної схеми такий: при надходженні кодового радіосигналу на приймаючу частину радіокерованого вибухового пристрою здійснюється первинна частотна селекція радіосигналу шляхом виділення командного сигналу. Виділений код

прийнятого командного сигналу на підриив порівнюється дешифратором з опорним кодом, і при його ідентифікації формується команда, яка подається на виконуючий пристрій. Виконуючий пристрій подає напругу на електроланцюг вибухового пристрою, який складається із засобів ініціювання (наприклад, електродетонатору), з'єднувальних дротів, запобіжних елементів (перемикачів, замикачів тощо).

Радіокеровані вибухові пристрої характеризуються за такими параметрами:

- частотний діапазон;
- дальність дії;
- втрати під час проходження сигналу (затухання);
- ширина смуги частот та чутливість приймача;
- способи кодування та модуляції радіосигналу.

Указані параметри значною мірою визначають можливість протидії вчиненню терористичних актів за допомогою радіокерованих вибухових пристроїв. Розглянемо їх докладніше.

Робочі частоти радіокерованих вибухових пристроїв

Найчастіше у радіокерованих вибухових пристроях використовується апаратура, яка випускається промисловістю для дистанційного керування різних побутових приладів. Розподіл радіочастот, які виділені в різних країнах для радіокерування побутовою технікою, згідно з “регламентом радіочастотного контролю смуги частот” [55], охоплює ділянки частотного діапазону від 20 до 500 МГц. Сучасні засоби та системи радіозв'язку загального користування, системи пейджингового радіозв'язку та стільникового радіозв'язку працюють в окремих ділянках смуги частот до 2000 МГц, які виділяються також для наукових, промислових, медичних та ін. цілей [31].

Нині інтенсивно опановується діапазон частот 2300–2400 МГц. Найімовірнішим частотним діапазоном для РВП є опанований діапазон до 1000 МГц, у перспективі можливе розширювання діапазону РВП до 2500 МГц.

Дальність дії радіокерованих вибухових пристроїв

Дальність дії радіокерованих вибухових пристроїв залежить від енергетичного потенціалу (потужності) передавача, чутливості приймача та параметрів антенної системи.

У носимому варіанті вихідна потужність передавача може бути в межах від часток до одиниць Вт (мВт). У разі застосування радіопередаючого пристрою на підлив із салону автомобіля може використовуватись автомобільна радіостанція, в якій вихідна потужність досягає декілька десятків (10–20) Вт, що дозволяє на значній відстані – до 20 км приводити в дію РВП. Через невелику потужність передавача – до 5 Вт, використання радіостанції носимого варіанта досягає відстані значно меншої.

Ефективність підсилення передаючого і приймаючого радіосигналу залежить від параметрів антенної системи, тобто її конструкції та розподілу струму в ній. Більшість антен, які використовуються в РВП, у конструктивному варіанті виконані у виді штири (або телескопічної, або відрізків проводів).

Здебільшого в РВП розміри антен не відповідають певним параметрам, тобто параметру $0,25\lambda$, а суттєво коротші, бо необхідно забезпечити його скритність. У діапазоні частот 20–100 МГц розміри антен складають не більш як $(0,05...0,1)\lambda$, що визначає їх недостатню ефективність. На більш високих частотах розміри антен наближаються до параметру $0,25\lambda$, а на частотах 200–500 МГц можуть застосовуватись рамочні антени з розмірами витків порядку 25х50 мм. Неоптимальність розмірів антен приводить до того, що їх ефективне підсилення складає не більш як – 6 дБ.

Втрати під час проходження сигналу (затухання)

Втрати потужності при передачі сигналу можна поділити на поляризаційні та дальності дії.

Поляризаційні втрати викликані неоптимальним розміщенням антен відносно одна одної, тобто при виконанні вимог прихованого їх розміщення. У такому разі додаткові втрати оцінюються величиною до 3дБ.

У міських умовах на дальність дії РВП впливають не тільки навколишні будівлі, а також щільність їх забудови. Із-за близького розповсюдження радіосигналів РВП до земної поверхні потуж-

ність радіосигналу зменшується пропорційно четвертого ступеня замість другого при розповсюдженні у вільному просторі. Це означає, що при подвоєнні дальності втрати на місцевості змінюються на 12 дБ, а у вільному просторі тільки на 6 дБ, що характерно для сільської місцевості. Для відкритого простору втрати при проходженні радіосигналу на 50 м між ізотопними антенами в сільській місцевості на частоті 30 МГц дорівнює 30 дБ і 78 дБ на частоті 1000 МГц, а для міських умов ці втрати зростають до 46 і 80 дБ відповідно. У місті існують також й інші втрати, викликані складними умовами розповсюдження радіосигналу і впливом різних поглинаючих і відбиваючих перешкод. Величина цих втрат залежить від типу і товщини конструкції (будівель, споруд), причому ці втрати зростають із збільшенням частоти. Внаслідок цього збільшення відстані вдвоє призводить до більш різкого збільшення втрат на 15...25 дБ замість 12 дБ, що особливо проявляється на відстані більше як 50 м. Сумарні втрати на шляху проходження радіосигналу РВП фактично визначають мінімальну відстань від терориста до вибухівки.

Ширина смуги частот і чутливість приймача

У РВП можуть використовуватися приймачі, зібрані за супергетеродинними або надрегенеративними схемами. Останні мають високу чутливість, але дещо поступаються супергетеродинним за величиною смуги пропускання, за рівнем шумів і стабільністю роботи, одночасно перевищуючи їх за габаритом, вагою і енергоспоживанням. Узгоджені зі спектром командного сигналу смуги пропускання приймачів за високою частотою складають 5–20 кГц – для супергетеродинних і 200–300 кГц для надрегенеративних, а за низькою частотою – 10–100 Гц. Найбільш можливе значення чутливості приймача РВП складає від 2 до 10 мкВ при дальності 100–300 м.

Способи кодування і модуляції сигналу

У радіокерованих вибухових пристроях може бути застосований частотно-модульований або амплітудно-модульований сигнал, який несе кодовану інформацію. За відсутністю кодованого радіосигналу радіолінія матиме низьку стійкість до перешкод, які

при невеликих потужностях можуть викликати передчасне спрацювання виконуючих пристроїв.

Для підвищення надійності від хибних спрацювань у вибухових пристроях застосовується кодований командний сигнал. Команда на спрацювання може передаватися у виді частотно-модульованого сигналу з послідовною передачею кодовою комбінацією із 2–5 частот в діапазоні 1–10 кГц, або у виді подвійного коду. У приймачі демодулятор створює тимчасові послідовності синхронізуючих та кодових імпульсів, які подаються на синхронізатор і схему дешифратора. Порівняння прийнятої послідовності з опорним кодом дозволяє виявити наявність правильної команди.

Тривалість командного посилання може складати від 15 мс до 2 с, проте не виключає можливість більш складних варіантів з додатковим підтвердженням команди на вибух.

Особливості радіоелектронного заглушення

Умови радіоелектронного заглушення радіокерованих вибухових пристроїв можна охарактеризувати такими чинниками:

невизначеністю місцеположення об'єкта заглушення;

невизначеністю робочої частоти радіокерованих вибухових пристроїв;

короткочасністю роботи радіокерованих вибухових пристроїв;

великим ризиком неефективного заглушення;

небезпечністю радіоелектронного заглушення засобів зв'язку.

Невизначеність місцеположення РВП вимагає випромінювання радіоперешкод на всі напрями, що визначає необхідність застосування всенаправлених передаючих антен (типу “штир”) і забезпеченням високого рівня потужності радіоперешкод на вході антени приймаючої частини РВП.

Звуження просторової невизначеності, наприклад, у разі перевірки підозрілих об'єктів, місцеположення яких відомо, при отриманні попередньої оперативної інформації дозволяє застосо-

увати направлені антени, що забезпечує суттєве підвищення рівня потужності випромінюваної радіоперешкоди. Це, у свою чергу, підвищує надійність захисту особового складу від підриву. Таким чином, радіоперешкода має загороджувальний характер.

Тривалість роботи РВП визначається тривалістю дії однієї команди на підрив, яка може досягати не більше одиниці секунд. Тому у розпорядженні оператора передавача радіоперешкод дуже мало часу для перехоплення радіосигналу команди на підрив і формування на цій частоті радіоперешкоди.

Таким чином, при радіоелектронному заглушенні РВП необхідно застосовувати неперервне випромінювання передавача, який використовує широкосмуговий діапазон загороджувальної радіоперешкоди. За наявності інформації про частоту роботи РВП можливе застосування на даній частоті радіоперешкоди з більш високою ефективністю. При цьому можуть виникнути додаткові незручності, тобто вплив на якість роботи засобів радіозв'язку загального призначення та телемовлення на відстані випромінювання потужності радіоперешкоди.

Зглушення РВП може здійснюватися шляхом порушення його робочих функцій, що викликає відмову у виконанні команд, або шляхом ініціювання передчасного підриву вибухової речовини.

Для створення радіоперешкод РВП можуть бути використані:

передавачі прямошумових радіоперешкод;

передавачі з модуляцією шуму і/або псевдовипадковими послідовностями;

частотно-свипірюючі передавачі радіоперешкод;

короткочасні передавачі, включаючи іскрові.

Залежно від ширини спектра випромінюваної радіоперешкоди передавачі поділяються на передавачі загороджувальних та прицільних перешкод.

Передавачі прицільно-загороджувальних перешкод випромінюють максимальну потужність радіосигналу в діапазоні частот 40–80 МГц. Несуча частота може знаходитися на різних ділянках певного діапазону частот.

Широкосмугові передавачі загороджувальних перешкод випромінюють максимальну потужність на всьому відведеному діапазоні. При цьому несуча частота, яку використовує злочинець (терорист) для підриву, і тип апаратури не мають суттєвого значення. Головним недоліком під час використання такої апаратури – можливе порушення роботи засобів радіозв'язку загального користування та телемовлення в межах дальності роботи та зниження дальності захисту, бо потужність передавача радіоперешкод розподілена по широкій смузі діапазону частот.

При різних видах модуляцій та засобів кодування, які можуть використовуватися у РВП, універсальною структурою радіоперешкоди, що забезпечує нейтралізацію команди на підри्व, є радіоперешкода у виді “білого шуму”, яка для надійного блокування приймача радіокерованого вибухового пристрою має забезпечувати необхідне порогове відношення перешкода/сигнал на вході приймаючого пристрою на підри्व.

Перевага шумової радіоперешкоди полягає в тому, що вона не може викликати хибне спрацьовування під час використання в РВП кодованого сигналу.

Передавач радіоелектронних перешкод можна представити за спрощеною схемою у виді послідовно з'єднаних елементів: широкосмугового формувальника сигналу перешкод, широкосмугового підсилювача та антенної системи, яка наведена на рис. 16.

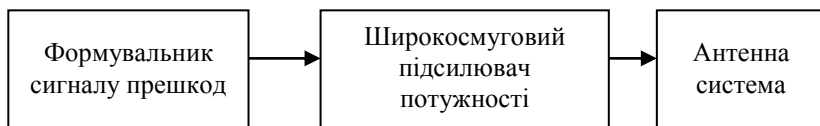


Рис. 16. Схема передавача радіоелектронних перешкод

Формувальник сигналу радіоперешкод є найбільш складна частиною передавача перешкод. Він виконується на аналоговій або цифровій елементній базі, що дозволяє за допомогою цифрового керування не тільки здійснювати контроль функціонування передавача, але й оперативно змінювати параметри і режими створення перешкод шляхом перезавантаження вбудованого про-

цесора від персонального комп'ютера. Сформований сигнал радіоперешкод підсилюється до необхідного рівня потужності та випромінюється антенною системою.

З урахуванням високого ступеня широкосмуговості радіоперешкод для передавачів характерною є багатоканальна будова. Це, насамперед, пов'язано з труднощами реалізації антенних систем. Складно створити високоефективну антену ймовірних габаритів, яка перекривала б широкий частотний діапазон, особливо в його низькочастотній частині. Так, антена у виді полухвильового вібратора на частоті 20 МГц буде мати розмір 7,5 м, що незручно не тільки для носимого варіанта, а також і автомобільного. Звичайно, що перекрити діапазон частот 20–500 МГц однією антенною дуже складно, тому необхідно розділити цей діапазон на два діапазони. При цьому для низькочастотного діапазону буде потрібно створити спеціальну антену, яка реалізовувала б необхідну ефективність і широкосмуговість у сполученні з певними розмірами. Втрати, що виникають через неоптимальність розмірів антени і пов'язані з необхідністю введення пристроїв зв'язування, можуть компенсуватися збільшенням потужності сигналу перешкод, який підводиться до неї.

Кількість каналів передавача радіоперешкод залежить не тільки від конфігурації антенної системи, але й від широкосмуговості кінцевих підсилювачів потужності. Така будова найбільш ефективна для автомобільних і стаціонарних передавачів. У носимому варіанті передавачів радіоперешкод намагаються зменшити до мінімуму кількість антен за рахунок застосування однієї широкосмугової антени у високочастотній частині робочого діапазону (100–1000 МГц) і однієї антени у низькочастотній сфері (20...100 МГц). Проте для перекриття діапазону від 100 до 1000 МГц вимагається два широкосмугових підсилювачі потужності, котрі через частотно-вибірковий суматор працюють на загальну антену.

Критерії радіоелектронного заглушення

Передавач радіоперешкод створює навколо себе зону безпеки, в якій забезпечується ефективно заглушення приймача радіокерованого вибухового пристрою. Оскільки в РВП і у передавачі радіоперешкод використовується звичайна всенаправлена антена (типу “штир”), то зона безпеки за своєю формою в азимутальній площині близька до окружності, центр якої збігається з місцеположенням радіокерованого вибухового пристрою.

Ефективність передавача радіоперешкод може бути оцінена величиною відстані від місця закладки вибухового пристрою до передавача радіоперешкод, в якому забезпечується заглушення радіолінії (тобто не спрацьовує виконуючий пристрій РВП) і відстані між передавачем сигналів керування на підрип і місцем закладки. Відстань між приймаючою частиною радіокерованого вибухового пристрою і передавачем радіоперешкод – це дальність захисту (Дз), яка визначає величину зони безпеки оператора радіоперешкод. При віддаленні передавача радіоперешкод від місця закладки вибухівки на відстань, що не перевищує дальність захисту, не призводить до спрацьовування вибухівки при подачі злочинцем командного сигналу на підрип (рис. 17).

У зв’язку з тим, що відстань, на якій перебуває злочинець (терорист) від місця закладки вибухівки, невідома, а отже, і величина дальності захисту, яка забезпечує в конкретних умовах, може значно відрізнитися від значення вказаного в тактико-технічних характеристиках приладу радіоелектронного заглушення. Тому пропонується використовувати об’єктивний показник ефективності захисту у виді відносного коефіцієнта [28], тобто

$$K = D_z / R_t,$$

де R_t – максимальна відстань між терористом з передаючою частиною радіокерованого вибухового пристрою і місцем закладки приймаючої частини РВП для даної величини Дз, при якій ще забезпечується неспрацьовування приймача радіокерованого вибухового пристрою.

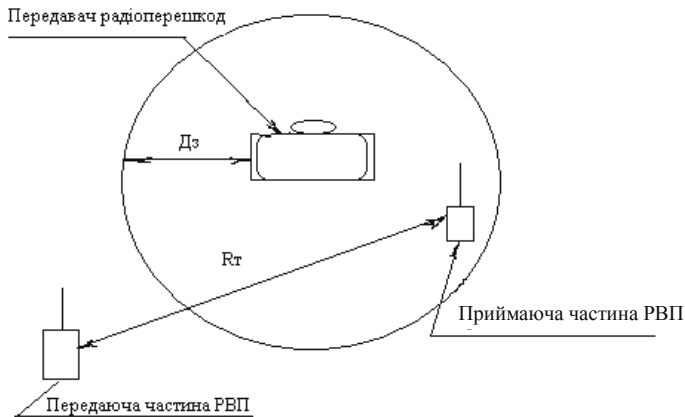


Рис. 17. Визначення коефіцієнту захисту

Коефіцієнт K – це функція параметрів передавача радіоперешкод та радіокерованого вибухового пристрою, який не залежить від їх взаємного положення. У ситуації при широкосмуговій радіоперешкоді і положенні приймаючої та передаючої антен РВП коефіцієнт K має такий вид:

$$K = (\eta P_p G_p \Delta f_{pr} / \alpha P_G \Delta f_p)^{1/4},$$

де α – порогове відношення перешкода/сигнал на вході приймача радіокерованого вибухового пристрою, при якому настає його заглушення;

P_G – енергетичний потенціал передавача РВП;

$P_p G_p$ – енергетичний потенціал передавача радіоперешкод;

η – коефіцієнт якості радіоперешкод;

Δf_{pr} – ефективна смуга пропускання лінійної частини приймача РВП;

Δf_p – ширина спектра сигналу радіоперешкод.

Чим буде вищою випромінювана потужність передавача радіоперешкод і вузьчим спектр радіоперешкод, тим буде більшим коефіцієнт захисту. За допомогою даного показника для кожної ситуації, що характеризується мінімальною відстанню, на

яку може наблизитись терорист до місця вчинення диверсії, можна розрахувати дальність захисту, яка забезпечується передавачем радіоперешкод. Коефіцієнт K за умови однакових параметрів радіокерованих вибухових пристроїв дозволяє об'єктивно порівнювати різні типи передавачів радіоперешкод за ефективністю РВП. Практичний інтерес має значення дальності захисту, безпечної для особи, яка охороняється, або об'єкта. Так, наприклад, при використанні вибухової речовини (гірничя шашка, закріплена на автомашині) у тротиловому еквіваленті 75 г радіус безпечного віддалення складає 50–60 м, а для вибухової речовини (гірничя шашка) у тротиловому еквіваленті 200 г – 150–200 м.

Запитання для самоперевірки:

1. Актуальність проблеми протидії радіокерованим засобам вибуху.
2. Способи протидії пристроям з радіосигнальним керуванням вибуху.
3. Основні характеристики радіосигналу керування вибуху.
4. Особливості радіоелектронного заглушення РВП.
5. Методика оцінки ефективності апаратури заглушення дистанційно керованим радіосигналом вибухового пристрою.

3.2. ЗАСОБИ І СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ДИСТАНЦІЙНОГО БЛОКУВАННЯ РАДІОКЕРОВАНИХ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ

Особливості використання засобів дистанційного блокування

Практика правоохоронних органів свідчить, що значна кількість злочинів, пов'язаних із замахом на життя людини, вчинюється із застосуванням радіокерованих вибухових пристроїв. Найчастіше їх устанавлюють у безпосередній близькості від місцеперебування такої особи. Це можуть бути під'їзди будинків, квартири, автотранспорт тощо.

При цьому використовується широкий спектр вибухових пристроїв з дистанційним керуванням – від промислового до саморобного виготовлення.

Саморобні вибухові пристрої досить широко використовуються злочинцями, в основному через доступність придбання деталей та їх низьку вартість. Такі пристрої мають низьку імітоустійкість і захищеність від перешкод, що може призвести до довільного підриву під час випадкової широкосмугової перешкоди, наприклад, від звичайної іскри струмозйомника трамваю, тролейбуса, електрозварника та ін.

Якщо використовувати широкосмуговий генератор перешкод для блокування каналу керування даного вибухового пристрою, це може викликати самопідрив.

Практика свідчить, що злочинці для зниження ризику самопідриву використовують звичайні таймери, які затримують включення бойової частини, при цьому зберігаючи їх власне життя, але наражаючи на небезпеку життя оточуючих.

Вибухові пристрої з дистанційним керуванням промислового виготовлення мають високу захищеність від перешкод та імітоустійкість. У даному разі засобами протидії можуть бути широкосмугові генератори шуму, що блокують прийомні тракти пристроїв радіокерування. Дистанційне блокування досягається збільшенням вихідної потужності подібних генераторів перешкод. Відомі на практиці системи блокування типу “Пелена”, “Персей-2М”, “Персей-2С”, “Радіома” (Росія) мають достатню потужність, щоб на відстані не менш як 50 м заблокувати радіоканали керування вибуховими пристроями. При цьому радіус ураження залежить від різних факторів, одним із головних – тротиловий еквівалент боезапасу і спосіб його кріплення. Якщо дані не відомі, тобто який еквівалент боезапасу і вид пристрою радіокерування використовуються, збільшується ймовірність потрапляння в зону активного ураження, бо радіус заглушення менший за радіус ураження. Деякі практичні працівники (наприклад, фірми “Радіола”) пропонують збільшити потужність випромінювання. У такому разі порушуються допустимі санітарні норми, які суворо регламентують перебування опера-

тора у зоні дії таких пристроїв. Уже через 5 хвилин роботи з широкосмуговими генераторами перешкод оператори відчують запаморочення і стомленість.

Треба мати на увазі, що іноді при застосуванні генераторів шуму, що використовують сигнал у виді “білого шуму” для блокування саморобних радіокерованих вибухових пристроїв, може відбутися детонація ВП.

Інший немаловажний фактор, який впливає на практичне застосування засобів блокування, – це демаскуючі ознаки, наприклад, носимі системи блокування типу “Персей” мають висувні антени. Якщо засоби блокування перенести у салон автомобіля, то ефективність цих засобів значно зменшується, оскільки поле високої частоти блокується кузовом автомобіля.

Проблему подвійної безпеки (з однієї сторони, дотримання санітарних норм, а з другої – забезпечення радіусу безпеки від місцезнаходження радіокерованого вибухового пристрою) було розв’язано компанією “Транскрипт” за допомогою системи блокування радіокерованих вибухових пристроїв (БРКВП), що встановлюється на транспортному засобі. Його потужність по відношенню до відомих пристроїв знижена у середньому на два порядки і складає 3 Вт на смугу частот 1 ГГц.

Радіокерування вибуховим пристроєм здійснюється на відстані безпечного віддалення злочинця від ВП. Це досягається за рахунок застосування стандартних систем радіокерованих автосигналізацій, що забезпечує певну відстань керування. З цією метою використовують автосигналізації типу “Клиффорд”, “Престиж” тощо. Система блокування радіокерованих вибухових пристроїв працює у протифазі з системою автосигналізації, тобто вимикання автосигналізації ініціює включення системи блокування. Вимикання системи блокування здійснюється із затримкою, пропорційно відстані безпечного віддалення від автомобіля.

Якщо закладено неімітостійкі системи керування вибухового пристрою, то відбудеться ініціація підриву боезапасу. При цьому життя людей перебуває у небезпеці.

Система блокування має такі основні технічні характеристики: радіус блокування – 5 м; смуга частот – 1–900 МГц; розподіл потужності випромінювання – 3 Вт; потужність – 10 Вт; живлення – 11,5–16,4 В.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики носимих засобів радіоелектронного блокування радіокерованих вибухових пристроїв, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори посібника розробили та склали таблицю таких даних (табл. 15).

Таблиця 15

**Тактико-технічні характеристики
носимих засобів блокування РВП**

Найменування приладу	Виробник	Робочий діапазон, МГц	Вид перешкод	Вихідна потужність, Вт	Тип антени	Виконання
“HP-3035”	H.P. Marketing and consulting	20–250	Загороджувальна шумова	10	Штир (дві)	Сумка 5 кг
“HP-3040”	H.P. Marketing and consulting	80–500	Свипіруюча	20	Штир (дві)	15 кг
“HP-3050”	H.P. Marketing and consulting	20–550	Свипіруюча	10	Виносна типу “мітелка”	Кейс
“Vixen” (ECM-1F) (США)	Circuit wise Electronics	10–550	Свипіруюча	30	Виносна	Валіза-сумка
“Vulcan”	Circuit wise Electronics	10–550	Свипіруюча	30	Виносна	Ранець
“Viper” (ECM 4) (США)	Circuit wise Electronics	10–500	Загороджувальна шумова	170	Штир (0,5м)	Ранець
Mini Jammer DTY-920	Decotec SA	20–500	Свипіруюча	60	Штир (дві)	Валіза 22 кг
“Персей-2М”	АРМ “Спецтехника”	40–80 300–700	Свипіруюча	3	Штир (дві)	Кейс 7 кг

Найменування приладу	Виробник	Робочий діапазон, МГц	Вид перешкод	Вихідна потужність, Вт	Тип антени	Виконання
(Росія)						
“Персей-2С” (Росія)	АРМ “Спецтехника”	20–40 110–160	Свипірююча	3	Прихована	Кейс 7 кг
“Персей-4Т” (Росія)	АРМ “Спецтехника”	40–80 300–700	Свипірююча	3	Штир (чотири)	Мобільна 15 кг
“Пелена 3” (Росія)	ЗАО “Кобра”	20–500	Свипірююча	10	Штир (дві)	Кейс 8 кг
“Пелена 4” (Росія)	ЗАО “Кобра”	500– 1000	Свипірююча	10	Штир (дві)	Кейс 8 кг
“Радиола” (Росія)	ООО “Радэл”	20–1000	Комбінована	70	Прихована	Кейс 15 кг
“Завада-1” (Україна)	“Укроборонсервіс”	20–500		7	Прихована	Кейс 15 кг
“Завада-2” (Україна)	“Укроборонсервіс”	1–1000		20	Виносна	

Носимий варіант системи блокування можна розмістити у дипломаті, у спеціальному жилеті працівника правоохоронного органу тощо. Його можна використовувати при знешкодженні радіофугасу, а також супроводжуючи важливих осіб, та ін. Радіус дії надійного заглушення радіопідривача складає 30 м. Час безперервної роботи від автономного джерела живлення – не менш як дві години.

Блокування радіопідривачів засобами серії “Персей”

Фірмою “Арли специальная техника” (Росія) розроблено систему блокування радіопідривача (РП) серії “Персей”. В основу функціонування цих приладів покладено такі принципи:

виключення випадків провокування підриву електронних підривачів, у тому числі й радіопідривачів, при розміщенні системи блокування РП у безпосередній близькості до виконавчого пристрою на підриг;

рівень електромагнітної дії на біологічні об’єкти не має перевищувати певних норм;

забезпечення максимально можливого радіусу блокування радіопідривача, у тому числі з високим рівнем захищеності від перешкод;

відсутність пошкоджень на близькорозміщеному електрообладнанні різного призначення.

Для реалізації цих принципів у засобах блокування серії “Персей” діапазони випромінювання перешкод значно звужені і прив’язані до діючих діапазонів функціонування радіопідривачів. У кожному із засобів блокування радіопідривачів серії “Персей” випромінювання створюється двома чи більше незалежними генераторами перешкод, розміщеними в одному корпусі, із власними антенно-фідерними пристроями.

Найбільш оптимальним є використання уніфікованих каналів – модулів генераторів перешкод з наступними діапазонами випромінювання, що надійно перекриває робочі діапазони функціонування радіопередавачів: 20...40 МГц; 40...80 МГц; 110...260 МГц; 260...700 МГц. Значення інтегрованої потужності сигналу, що підводиться до антени, у кожному каналі з урахуванням вищерозглянутих вимог не має перевищувати 2,9...3,0 Вт.

За рахунок формування інтермодуляційної перешкоди її діапазон простягається від 10 МГц до 2 ГГц. Наприклад, блокатор радіопідривачів “Персей-2М” з урахуванням вказаного ефекту має значний рівень перешкоди в діапазоні 300...330 МГц. У діапазоні понад 800 МГц рівень перешкоди мінімально можливий, що суттєво звужує ймовірність провокування підриву близькорозміщених електронних підривачів і виводу із ладу електрообладнання. Крім того, забезпечується можливість створення комунікативного вікна для користування стільниковим зв’язком стандарту GSM у діапазоні частот 850, 900, 1800 МГц.

Ефективність блокування радіопідривачів підтверджена результатами випробувань з використанням різних типів РП, у тому числі й найбільш захищених від перешкод із числа відомих на цей час (табл. 16). Згідно з протоколами випробувань відстань блокування радіопідривачів складає не менш як 27 м для засобу “Персей-3С” і не менш як 37 м для засобу “Персей-4Т” при робо-

ті з найбільш захищеними від перешкод РП, тобто подача радіосигналу керування на приймаючо-виконавчий пристрій здійснювалась на відстані 100 м [52, 228].

Збільшення відстані передачі радіосигналів керування також збільшує відстань блокування радіопідривачів, причому за нелінійною залежністю.

Таблиця 16

Таблиця результатів випробувань блокування радіопідривачів засобами серії “Персей”

№ з/п	Тип радіопідривачів	Робоча частота, МГц	Потужність передавача, Вт	Вид модуляції	Мінімальна відстань заглушення РП, м (модель засобу блокування РП)
1	На основі автомобільної охоронної сигналізації типу “Сова” (Росія)	26,94	2	ЧТ (F1)	27 – “Персей-3С” 56 – “Персей-2М” 56 – “Персей-4Т”
2	На основі радіокерованих моделей (Японія)	26,99	5	АТ (A1)	42 – “Персей-3С” 42 – “Персей-2М” 45 – “Персей-4Т”
3	На основі моделі “RS-284” (Великобританія)	156,0	3	ЧМ (F3)	27 – “Персей-3С” 37 – “Персей-2М” 37 – “Персей-4Т”
4	На основі автомобільної охоронної сигналізації типу “SILICON”, “SUN-1” (а також аналоги)	300–306	0,1	ЧТ (F1)	70 – “Персей-3С” 13 – “Персей-2М” 75 – “Персей-2М+” 80 – “Персей-4Т”

Примітка:

1. Радіопідривач вважався заглущеним (блокованим), якщо при подачі не менш 22 радіосигналів керування він не спрацював.

2. Відстань між приймаючо-виконавчим і командопередаючим приладами радіопідривача складала 100 м.

3. Антени приймаючо-виконавчого і команднопередаючого приладів радіопідривача були розміщені таким чином, щоб забезпечити найбільш сприятливі умови для передачі і прийому радіосигналів керування.

Нині розроблено сучасні моделі засобів блокування серії “Персей”. Вони можуть блокувати (заглушати) радіопідривачі, які виконані на основі стільникових радіотелефонів стандарту “GSM-1800”, “GSM-900”, “CDMA-1900”, “AMPS/DAMPS”, безпроводних телефонів з робочою частотою 750...970 чи 1600...2000 МГц та прийомоіндикаторів системи “GPS”.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики засобів блокування радіопідривачів серії “Персей”, які застосовуються на практиці, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 17).

Таблиця 17

**Тактико-технічні характеристики засобів
блокування радіопідривачів серії “Персей”**

Назва приладу	Діапазон заглушення частот, МГц	Радіус дії заглушення РП, м	Час безперервної дії, год	Розміри, мм	Вага, кг
Персей-2М	20–700	30	2	450x330x100	7
Персей-4Т		30	12	500x160x515	15
Персей-9П	750–970	35	3	450x420x130	9,2
Персей-15П	1530–1600	300 (GPS)	3	460x400x140	9,2
Персей-18П	1600–2000	35	3	450x420x130	9,2
Персей-26П	1200–1260 1530–1600	300 (GPS)	2	460x400x140	10,3
Персей-27П	750–970 1600–2000	35	2	450x420x130	10,3

Останнім часом здійснюються наукові розробки в науково-дослідних установах України, Росії та інших держав з удосконалення засобів блокування радіопідривачів. Під час застосування засобів блокування слід враховувати вплив таких технічних харак-

теристик, як потужність передавача та частотний діапазон, на організм людини (оператора).

Засоби виявлення радіоелектронних вибухових пристроїв

Засоби виявлення радіоелектронних підривачів

Для виявлення радіоелектронних пристроїв, у тому числі електронних підривачів, що керуються дистанційно, можна застосовувати так званий нелінійний локатор, тобто апарат, який виявляє напівпровідникові прилади, навіть якщо вони не працюють.

Апаратура даного типу побудована на властивій всім напівпровідникам нелінійності характеристик, тобто на нелінійному перетворенні сигналів (модуляції), що на них подаються будь-яким способом. Такі апарати випромінюють імпульси (або змінне електромагнітне поле достатньої потужності) та приймають і аналізують сигнал-відгук про наявність у ньому нових частотних складових, що відповідають другій та третій гармонікам контрольованого сигналу. До них можна віднести такі детектори нелінійних переходів, як “Энвис”, “NR-900E”, “NR-900M”, “Циклон” (Росія), “Armashield” (Великобританія). Це найбільш точні та надійні (з точки зору виявлення РВП) апарати. Проте, на жаль, їх вартість сягає десятків тисяч доларів.

Принцип дії портативних імпульсних нелінійних локаторів серії “NR-900” (рис. 18) ґрунтується на нелінійному перетворенні зондуючого сигналу в об’єктах, що містять напівпровідникові елементи. Одночасний прийом другої і третьої гармонік дозволяє виявляти об’єкти, що містять напівпровідники штучного походження незалежно від того, ввімкнено чи вимкнено пристрій, а також здійснює селекцію “хибних” напівпровідників (наприклад, таких як контакт метал-окис-метал).

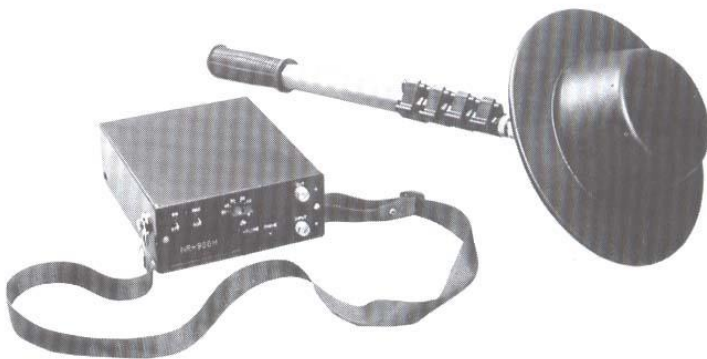


Рис. 18. Нелінійний локатор “NR-900E”

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики детекторів нелінійних переходів, які використовують для виявлення вибухових пристроїв з електронними елементами і якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 18).

Таблиця 18

**Тактико-технічні характеристики
детекторів нелінійних переходів**

Параметри	“NR-900E”	NR-900M	“NR-900EM”	Объ-А	“NR-μ”
Частота випромінюваного сигналу, МГц	900	900	900	1000	
Потужність випромінюваного сигналу, Вт	Режим “300”-150, режим “20K”-25	150	Режим “300”-200, режим “20K”-25	350	
Чутливість приймача, дБ/Вт	-115	-120	-115	145	-150

Вид зонду- ючого сигналу	Імпульсний	Імпульс- ний	Імпульсний		Імпуль- сний/ безперерв- ний
Дальність виявлення, м	2		2	5	
Живлення, В	220/12	220/12	220/12	220/12	6
Вага, кг		7	9,5	3,6	2,8

Під час проведення заходу щодо виявлення електронних вибухових пристроїв нелінійними локаторами слід мати на увазі, що контролюючий (кодовий) сигнал за частотою може збігтися з частотою роботи радіокерованого вибухового пристрою, що може призвести до його спрацювання.

Засоби виявлення годинникових і електронних підривачів

Якщо виконавчим елементом вибухового пристрою є годинниковий механізм чи електронний таймер, слід використовувати спеціальні засоби виявлення годинникових і електронних підривачів типу “Пифон-3М” чи “АНКЕР-4” (рис. 19). Вони призначені для виявлення неконтактним способом активованих годинникових (механічних, електромеханічних і електронних) і електронних підривачів різних типів.



Рис. 19. Засіб знаходження годинникових підривачів “АНКЕР-4”

Принцип дії ґрунтується на прийомі електричних, магнітних і віброакустичних полів, які створюються виконавчими пристроями з часовим уповільненням. Прилади виконано у формі поліцейської дубинки – пасивні, тобто не випромінюють будь-які сигнали.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики засобів знаходження часових і електронних підривачів, які застосовуються на практиці, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 19).

Таблиця 19

Тактико-технічні характеристики засобів знаходження часових і електронних підривачів

Параметри	“АНКЕР-2”	“АНКЕР-4”	“Пифон-3М”
Дальність виявлення підривачів, см:			
- механічних часових	100	20–100	20–100
- електромеханічних часових	40	15–40	15–40
- електронних часових	5	1–15	1–5
- електронних різних типів	10	3–10	1–10
Час безперервної роботи, год	50	15	50
Живлення, В	6	6	3
Вага, кг		0,6	0,6

Запитання для самоперевірки:

1. Актуальність проблеми блокування засобів дистанційного керування радіокерованого вибухового пристрою.
2. Які фактори впливають на практичне застосування засобів блокування?
3. Основні характеристики носимих засобів блокування радіокерованих вибухових пристроїв.
4. Засоби виявлення радіоелектронних підривачів.
5. Засоби виявлення годинникових і електронних підривачів.

РОЗДІЛ 4

ЗАСОБИ І СИСТЕМИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ

4.1. ВИБУХОТЕХНІЧНІ ДИСТАНЦІЙНО-КЕРОВАНІ АПАРАТИ

На цей час для виконання особливо небезпечних робіт зі знешкодження вибухових пристроїв практичними підрозділами широко використовуються роботизовані вибухотехнічні дистанційно-керовані засоби і системи. Найбільш відомі такі моделі, як “Хантер” (Великобританія), “Гарант-1” (Швейцарія), “МРК-25” (Росія), “КАРРА” (ФРН), “Марка” (Ірландія).

Значний досвід використання роботизованих дистанційно-керованих апаратів накопичено в тих державах, у яких вчинення терористичних актів із застосуванням вибухових пристроїв значно почастишали, наприклад, у Великобританії (Північній Ірландії), Ізраїлі, США, Росії тощо.

Вибухотехнічні дистанційно-керовані апарати, як правило, виконуються у виді шасі із системою телекерування і маніпулятором, на якому залежно від визначених завдань може у різних комбінаціях установлюватися таке обладнання:

- засоби пошуку вибухонебезпечних предметів;
- телекамери спостереження;
- захват (з крюком і буксирним тросом), кішка з фалом;
- засоби руйнування вибухонебезпечних предметів ближнього радіусу дії (від 0,1 до 2 м).

Шасі вибухотехнічного дистанційно-керованого апарата виконується гусеничним (з гумовими гусеницями) або колісним (з гумовим покриттям та всіма ведучими колесами). Привод коліс – механічний (від двигуна внутрішнього згорання) або електричний (від зовнішнього джерела через провода або від бортової батареї акумуляторів). Керування даним апаратом здійснюється за допомогою радіосигналу або через провода, якщо вибуховий

пристрій має радіокерування. Прохідність більшості подібних апаратів така, що забезпечує пересування по твердих поверхнях (асфальту, бетону), і має обмежену можливість руху по м'якому ґрунту, луґу тощо. Апарат може долати невеликі перешкоди, наприклад, бордюрні камінці вулиці. Окремі моделі спеціально сконструйовані таким чином, що можуть підніматися сходами будинку, а також по трапу літака.

Вибухотехнічні дистанційно-керовані апарати можуть використовуватися для вирішення таких завдань:

- дистанційний візуальний огляд предметів і приміщень щодо наявності в них вибухонебезпечних предметів;

- візуальна ідентифікація (по можливості) типу вибухонебезпечних предметів, його підривача, маси заряду вибухової речовини, наявності або відсутності уламків корпусу;

- пошук й ідентифікація вибухонебезпечних предметів за допомогою технічних засобів пошуку: газоаналізатора типу "АРГУС", стетоскопа, міношукача; приладу для взяття проб повітря;

- приведення до спрацьовування оптичних підривачів і підривачів з натяжними (що розкидаються) датчиками цілі (розтяжками) в приміщеннях і на відкритій місцевості;

- доставка до вибухонебезпечних предметів різного роду засобів руйнування ближнього радіусу дії і локалізаторів дії вибуху, закріплення на вибухонебезпечних предметах й інших предметах фала.

Проаналізувавши тактико-технічні характеристики вибухотехнічних дистанційно-керованих апаратів, якими оснащено практичні підрозділи правоохоронних органів, автори розробили та склали таблицю таких даних (табл. 20).

Таблиця 20

**Тактико-технічні характеристики
вибухотехнічних дистанційно-керованих апаратів**

	Пересувна вибухотехнічна лабораторія Управління ФСБ (Росія)		EOD Vehicle (Франція)		TEL 600 IEDD/EOD Bomb Disposal Vehicle (ФРН)	MIS 2000 Mobile IED System 2000 (Ізраїль)
	Hobo	Rascal	Wheelbarrow Mk8+	Cyclops Mk4	MV4	Andros Vк5A
Виробник (країна)	Kentree (Ірландія)	Kentree (Ірландія)	Alvis Logistics (Великобританія)	Alvis Logistics (Великобританія)	Telerob (ФРН)	Remotec (США)
Кількість телекамер	3	2	2	1	3	3
Швидкість руху, м/с	0–1,25	0–1,5	0–1,25	0,1,2	0–0,50	0–0,40
Час безперервної роботи, год	1,5	1,5	3	1,1		4
Габаритні розміри, мм:						
довжина	1470	790	1200	870	1300	790 (1580)
ширина	440	410	650	390	670	710
висота	880	340	950	210	920	1054
Вага, кг	228	33	315	27	295	250

Вибухотехнічним підрозділом УМВС у Дніпропетровській області розроблено та впроваджено вибухотехнічний дистанційно-керований апарат для розвідки та знешкодження вибухонебезпечних предметів (рис. 20). На практиці даний вибухотехнічний апарат показав високі результати.



Рис. 20. Дистанційно-керований апарат для розвідки та знешкодження вибухонебезпечних предметів

Цей прилад використовується для пошуку і знешкодження вибухонебезпечних предметів в умовах міста і промислової забудови. Роботизована система включає саморухомишу базу на колісному шасі (всі колеса – ведучі), систему дистанційного керування (по радіоканалу або через провід), оглядову телекамеру з системою передачі інформації на монітор, джерело ІЧ-підсвітлення, лазерний цілепоказник, одноступінчатий маніпулятор із закріпленою на ньому платформою для додаткового обладнання. Привод коліс – електричний, від вбудованої батареї акумуляторів. Основні тактико-технічні характеристики даної роботизованої системи розвідки та знешкодження наведено в таблиці 21.

**Основні тактико-технічні характеристики вибухотехнічного
дистанційно-керованого апарата**

Параметри	Значення
Радіус дії, м	100
Час роботи, хв	35–50
Висота, мм	160
Ширина, мм	380
Довжина, мм	490
Вага, кг	8–12
Кут підйому ГДР, град	0–45
Час підготовки, хв.	5–10
Керування	кабель/радіоканал
Бойовий розрахунок	один оператор

Незважаючи на певні обмеження вибухотехнічних дистанційно-керованих апаратів, їх застосування дозволяє суттєво знизити втрати особового складу антитерористичних підрозділів під час пошуку та знешкодження вибухонебезпечних предметів.

4.2. ГІДРОДИНАМІЧНИЙ РУЙНІВНИК ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Гідродинамічний руйнівник вибухонебезпечних предметів призначений для бездетонаційного знешкодження (руйнування) вибухонебезпечних об'єктів (вибухових пристроїв, боєприпасів) в різних корпусах рідиною або готовими руйнуючими елементами.

Гідродинамічний руйнівник безвідмовно працює при руйнуванні як вибухових пристроїв промислового виготовлення (наприклад, гранат типу “РГ-42”, “РГД-5”, “Ф-1”, “РГН”, “РГО”, мін типу “ПМД”, “ПМН”, “МС-3”), так і саморобних вибухових пристроїв, що споряджені конденсованими зарядами вибухових речовин (тротил, аміачно-селітряні, гексоген тощо), та ініціюючими штатними засобами вибуху (наприклад, “КД-8”, “ЄДП”, “ЄД”), що розміщені в картонних, фанерних, дерев'яних, із полімерних

матеріалів, металевих корпусах. До складу вибухових пристроїв, що руйнуються, можуть входити елементи, які неможливо добути, наприклад, вібраційні датчики, різні пастки та ін.

Склад та принцип дії

Гідродинамічний руйнівник, винайдений вибухотехнічним підрозділом ДНДЕКЦ МВС України (рис. 21), призначений для створення високоенергетичного струменя рідини або надання кінетичної енергії іншому фізичному тілу, що є інструментом руйнування вибухового пристрою.



Рис. 21. Гідродинамічний руйнівник вибухонебезпечних об'єктів

Гідродинамічний руйнівник складається з таких основних елементів:

ствола; затвора із системою запуску; розгінної частини (залежно від типу гідродинамічного руйнівника – виконується разом зі стволом); проривної мембрани (залежно від типу гідродинамічного руйнівника – можуть і не бути); ущільнювальних прокладок.

Ствол виготовляється у формі труби, виконаної із високотвердої сталі чи титанового сплаву. З одного кінця ствола установлюється картридж з піротехнічним складом, підпертим затво-

ром, а з другого кінця накручується розгінна частина, призначена для придання голові струму необхідної початкової швидкості. Між стволом і розгінною частиною установлюється проривна мембрана чи герметична прокладка, необхідна для утримання металюї рідини.

Пристрій кріплення й орієнтування призначено для установки і фіксації гідродинамічного руйнівника в різних положеннях відносно руйнуючого об'єкта і може бути у виді трьохопорної конструкції, що дозволяє робити установку гідродинамічного руйнівника на горизонтальних поверхнях різної кривизни.

З фронтальної сторони пристрій має П-подібну форму, що забезпечує достатній простір для забезпечення орієнтації гідродинамічного руйнівника у двох площинах (за вертикаллю та горизонталлю).

Вузол фіксації дозволяє забезпечити міцний зв'язок гідродинамічного руйнівника з пристроєм (у деяких варіантах передбачено "вільний відкат" ствола).

Піротехнічні картриджі призначені для розміщення металюного заряду і засобів його ініціювання. У своєму складі має гільзи 12 калібру і гільзи калібру 23 мм, в яких знаходяться піротехнічний склад, засіб ініціювання і герметизуючі пижі.

Ущільнювальні прокладки (руйнуючі прокладки) призначені для утримання рідини в каналі ствола. Шомпол призначений для досилання ущільнювальних прокладок у канал ствола, вилучення використаних (або відказаних) картриджем, а також для здійснення чистки і змазки ствола.

Фірма "Фолгат" розробила гідродинамічний руйнівник вибухонебезпечних предметів типу "Линия" (Росія). Він призначений для руйнування на відстані до 50 см вибухонебезпечних предметів (у тому числі споряджених) без ініціювання детонації їх основного заряду вибухової речовини. Забезпечує руйнування як безоболонкових зарядів вибухових речовин (ТНТ, пластичні та еластичні вибухові речовини), так і зарядів у пластмасових (міни типу "МОН-50", "ПМН"), дерев'яних (міни типу "ПМД") й тонкостінних металевих корпусах.

Розглянемо принцип дії засобу руйнування вибухонебезпечних предметів типу “Линия”.

Руйнівник має у своєму складі касету на опорі з отворами під капсуль-детонатори штатних засобів підривання. Касета виконана із матеріалу, яка інтенсивно поглинає ударну хвилю, продукти детонації й уламки, що утворюються при підриву капсуль-детонаторів, забезпечуючи тим самим можливість використання руйнівника в умовах міської і промислової забудови, а також у середині приміщення, поблизу будівель. Касета та опора не містять феромагнітні матеріали, що надає можливість установки руйнівника поблизу від вибухонебезпечних предметів з магнітним підривачем.

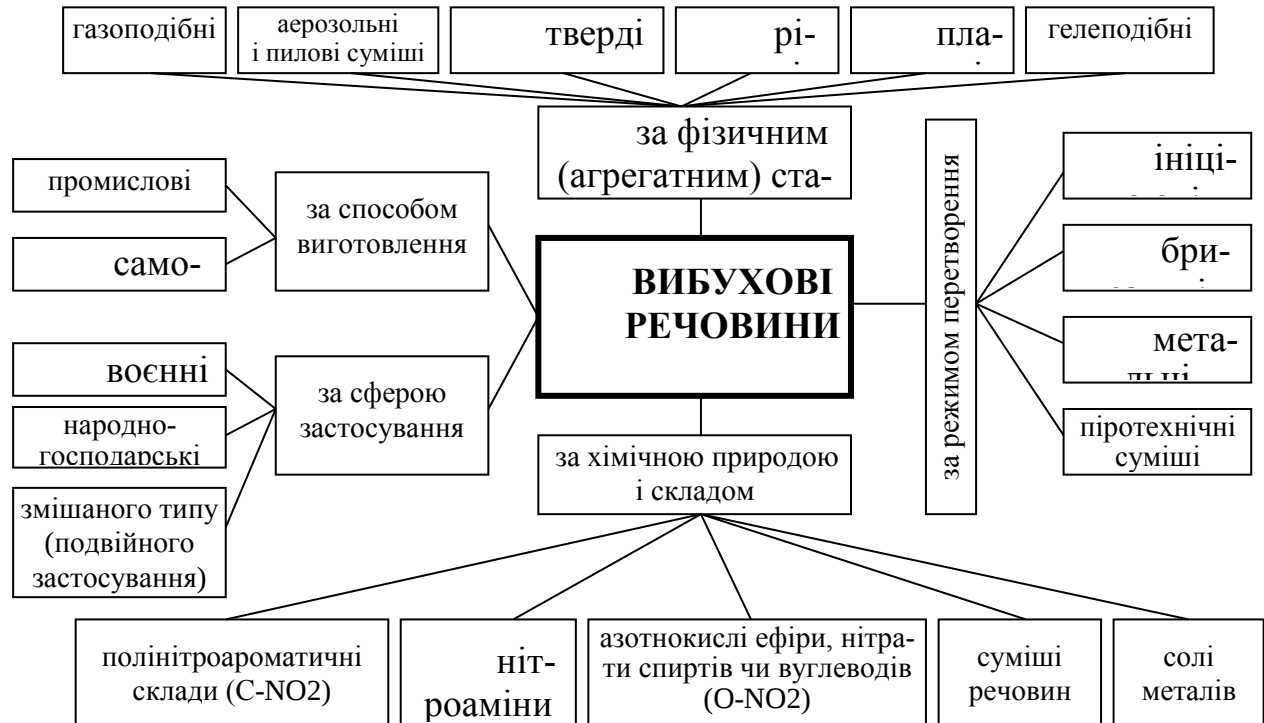
Таким чином, у зв’язку з підвищеною криміногенною ситуацією як в Україні, так і у світі, особливо це стосується злочинів терористичної спрямованості, в яких для досягнення мети застосовуються вибухові пристрої, правоохоронним органам слід приділяти особливу увагу як профілактичним заходам, так і створенню більш ефективних засобів та методик виявлення, вилучення і знешкодження вибухонебезпечних предметів.

Запитання для самоперевірки:

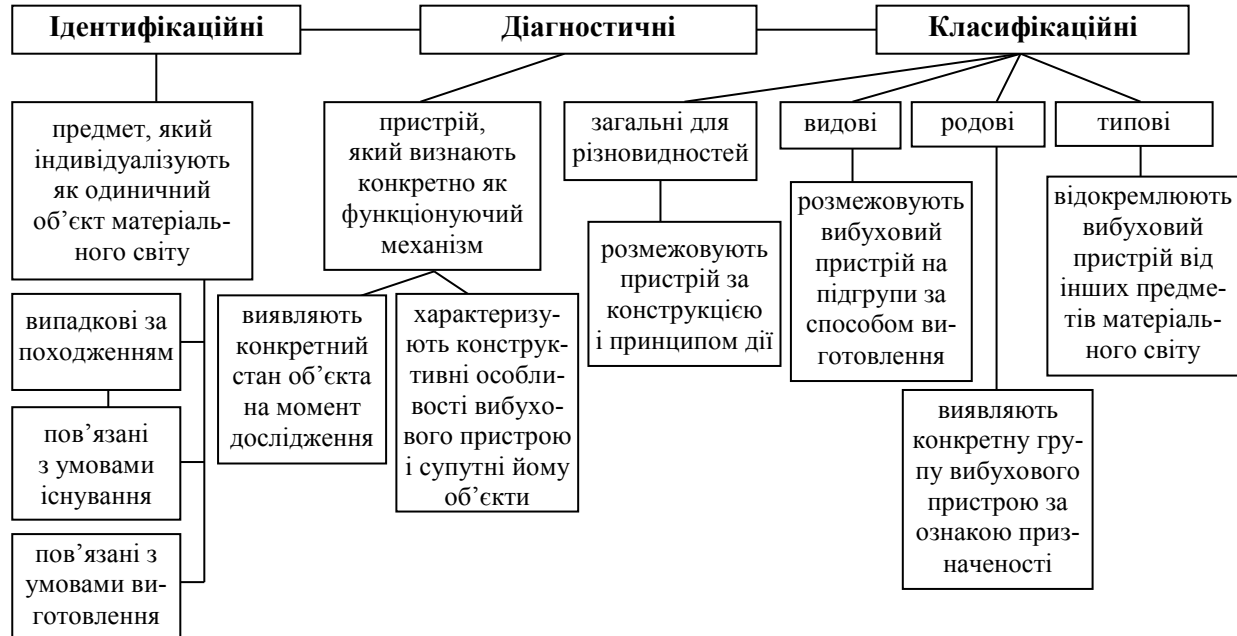
1. Призначення та види роботизованих засобів і систем.
2. Основні тактико-технічні характеристики роботизованих засобів і систем.
3. Гідродинамічний руйнівник: призначення та принцип дії.

ДОДАТКИ

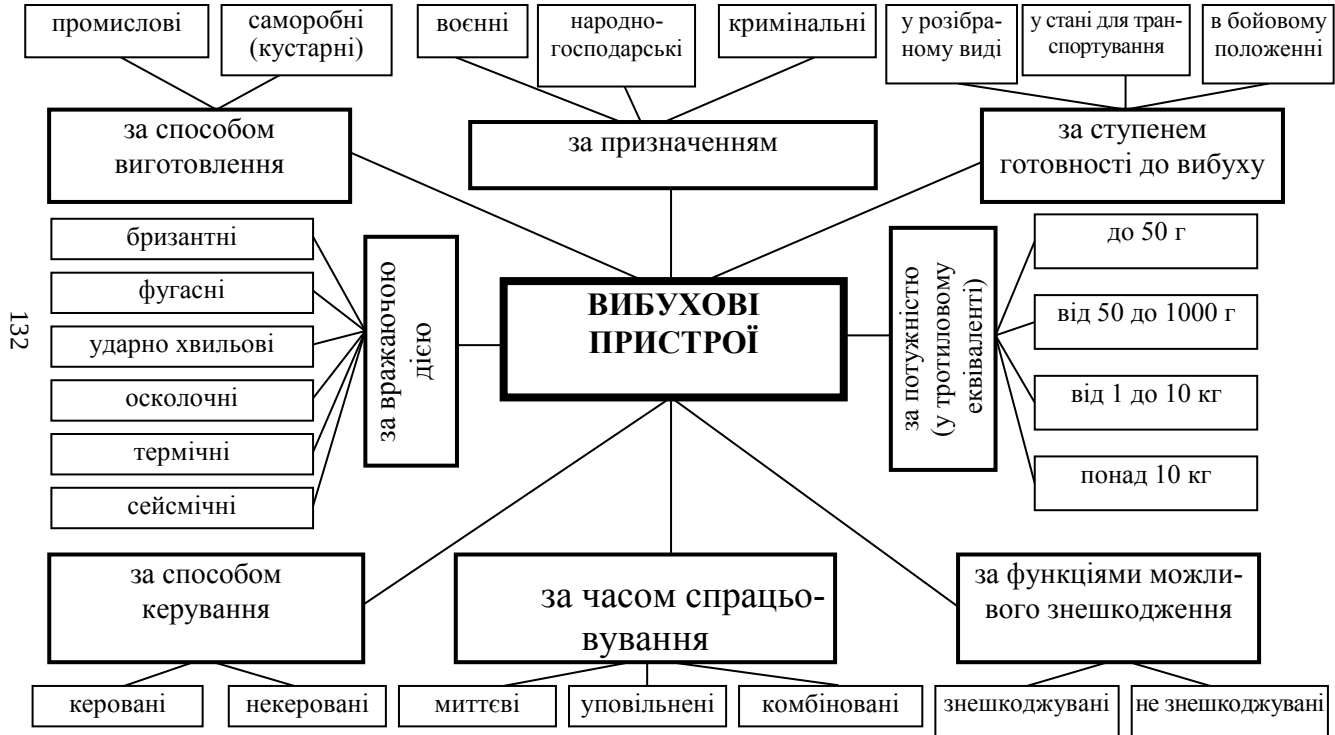
КРИМІНАЛІСТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН



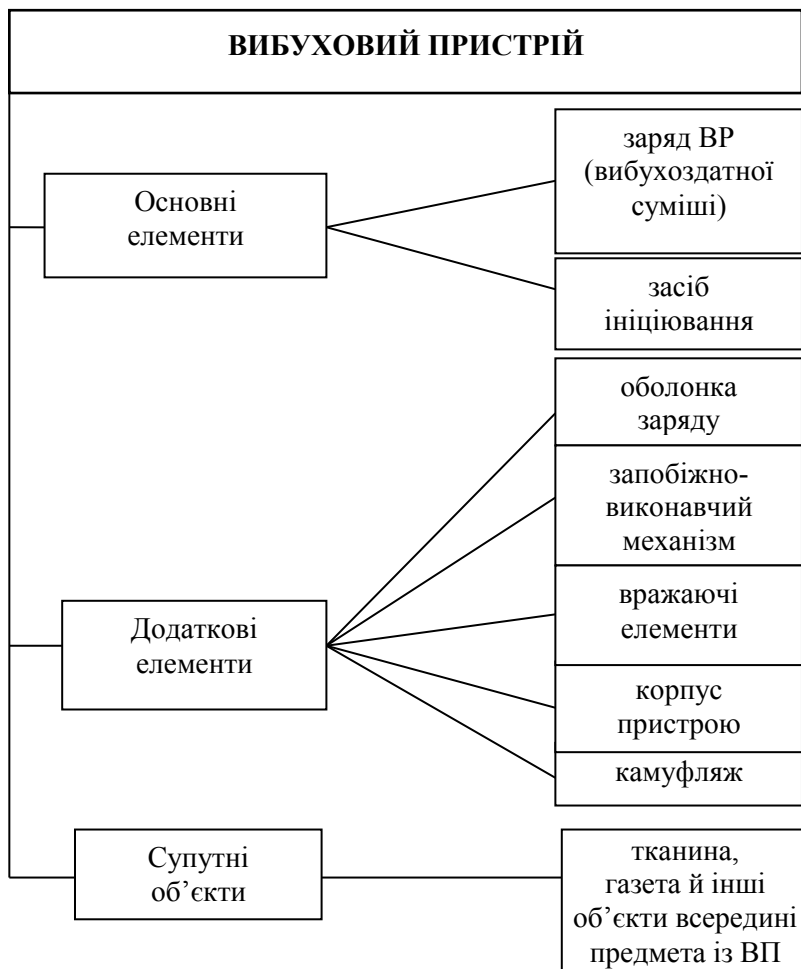
СИСТЕМА ОЗНАК ВИБУХОВОГО ПРИСТРОЮ



КРИМІНАЛІСТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ



КЛАСИФІКАЦІЯ ВИБУХОВИХ ПРИСТРОЇВ



Класифікація деяких промислових вибухових речовин

Клас ВР	Вид вибухової речовини та умови застосування	Колір смуги або оболонки патронів (пачок)
I	Незапобіжні вибухові речовини для підтримання тільки на земній поверхні	Білий
II	Незапобіжні ВР для підтримання на земній поверхні та в забоях підземних виробок	Червоний
III	Запобіжні ВР для підтримання тільки породи у забоях підземних виробок, де є виділення метану і відсутній вибуховий пил	Синій
IV–VII	Запобіжні ВР для підтримання вугілля та (або) породи чи горючих сланців у забоях підземних виробок	Жовтий
Спеціальні (С)	Незапобіжні і запобіжні ВР та вироби з них призначені для спеціальних вибухових робіт, крім забоїв підземних виробок	
1-а група	Вибухові роботи на земній поверхні: імпульсна обробка металів; ініціювання свердловинних та зосереджених зарядів	Білий
2-а група	Вибухові роботи у забоях підземних виробок, безпечних щодо газу та пилу	Червоний
3-я група	Прострілково-вибухові роботи у розвідувальних, нафтових, газових свердловинах	Чорний
4-а група	Вибухові роботи у сірчаних, нафтових та інших шахтах, небезпечних за вибухом сірчаного пилу, водню і парів важких вуглеводів	Зелений

**Умовні позначення вибухових речовин
при маркуванні боєприпасів**

Амоніт 50 / 5.....А-50

Амоніт 80 / 20.....А-80

Гексоген.....Г

Пластид-4ПВВ-4

Морська суміш.....МС

Тротил.....Т

Тетрил.....Тетр.

ТЕНТН

Сплав тротилу, гексогену і алюмінієвого порошкуТГА

Сплав тротилу з гексогеном:

 тротил / гексоген 50 / 50.....ТГ-50

 тротил / гексоген 30 / 70.....ТГ-30

СЛОВНИК ТЕРМІНІВ ТА ВИЗНАЧЕНЬ

Азид свинцю – вибухова дрібнокристалічна речовина від білого до світло-рожевого кольору, слабо розчиняється у воді. До удару, тертя, впливу вогню менш чутливий, ніж гримуча ртуть, але має більш ініціюючу здатність. Застосовується для спорядження капсулів-детонаторів.

Бездимний порох одержують із нітроцелюлози, тобто у своєму виді має густу масу (від жовтого до коричневого кольору). Використовується як металний заряд у стрілецькій зброї і гарматах.

Вибух – процес швидкого фізичного або хімічного перетворення системи, який супроводжує перехід її потенціальної енергії в механічну роботу. Робота, яка відбувається при вибуху, зумовлена швидким розширенням газу або парів незалежно від того, чи існували вони до або утворились під час вибуху.

Вибухове перетворення – хімічна реакція, яка супроводжується вибухом.

Вибуховий пристрій – пристрій, який спеціально підготовлений до вибуху у певних умовах.

Вибухові пристрої промислового виготовлення виготовлені промисловим способом згідно з нормативно-технічною документацією.

Вибухові речовини – хімічні сполуки чи суміші, здатні під впливом зовнішнього імпульсу до саморозповсюдження з великою швидкістю хімічної реакції з утворенням газоподібних продуктів та виділенням тепла.

Вогнепровідний шнур призначений для ініціювання капсулів-детонаторів і димних порохів.

Гексоген – вибухова дрібнокристалічна речовина білого кольору, негігроскопічна, нерозчинна у воді.

Гідродинамічний руйнівник призначений для бездетонаційного знешкодження (руйнування) вибухових пристроїв у різних корпусах рідиною або готовими руйнуючими елементами.

Гримуча ртуть – вибухова дрібнокристалічна речовина білого або сірого кольору, отруйна, погано розчиняється у воді. Найбільш чутлива до удару, тертя, накаливання, теплового впливу. Застосовується для спорядження капсулів-детонаторів.

Детонатори – прості вмикачі, необхідні для приведення в дію вибухового пристрою.

Детонуючий шнур служить для збудження детонації бризантних вибухових речовин, складається із вибухової серцевини і оболонки.

Димний порох – як правило, механічна суміш селітри (частіше – калієвої), деревного вугілля із дрібних порід дерев (вільхи, крушини) і сірки. Використовується в підривачах і вогнепроводних шнурах.

Електродетонатор – капсуль-детонатор, у гільзу якого введено спеціальний пристрій, який перетворює електричну енергію в теплову.

Електрозапалювач – спеціальний пристрій, який перетворює електричну енергію в теплову (у формі випромінюваного полум'я).

Засоби вибуху служать для збудження (ініціювання) вибуху зарядів вибухових речовин.

Засоби детонації – пристрої, які спрацьовують від початкового імпульсу, призначені для збудження детонації бризантних вибухових речовин.

Засоби запалювання – пристрої, які виділяють при спрацьовуванні теплову енергію у виді випромінюваного полум'я, нагріву нитки розпалювання та іскрового розряду.

Засоби ініціювання – пристрої, які спрацьовують від початкового імпульсу (удар, тертя, іскра), призначені для запалювання порошу, піротехнічних сумішей та детонації бризантних вибухових речовин.

Засоби передачі ініціюючого імпульсу призначені для передачі на відстань ініціюючого імпульсу у виді випромінювання полум'я (вогнепровідний шнур) або детонуючого імпульсу (детонуючий шнур).

Капсуль-детонатор – пристрій для збудження детонації в бризантних вибухових речовинах.

Нітрати – солі азотної кислоти, які утворюються при дії кислоти на метали, їх оксиди і гідроксиди.

Нітрогліцерин – речовина, що являє собою маслянисту безбарвну рідину, яка використовується для виготовлення вибухових речовин.

Нітросполуки – органічні похідні азотної кислоти (рідкі чи тверді кристалічні речовини), що мають жовте забарвлення, яке надається їм сумішами.

Оксиди – сполуки будь-якого хімічного елемента з киснем.

Пейджер – це радіоприймальний пристрій з дисплеєм на рідинних кристалах, на якому відображається інформація, що передається.

Пікринова кислота – яскраво-жовтий порошок, використовується як вибухова речовина, розчиняється у воді, кислотах, спирті та бензолі, взаємодіє з металами. Застосовується для спорядження капсуля-детонатора.

Піротехнічна суміш призначена для створення світлового, димового або звукового ефекту, являє собою механічні суміші, основними компонентами яких є окислювач, пальне та сполучена речовина.

Пластичні вибухові речовини – суміші речовин (гексоген, тетрил та ін.) з пластифікованими добавками. Це однорідна маса від білого до чорного кольору з гірким мигдальним запахом, якій можна надавати будь-якої форми.

Саморобні вибухові пристрої – пристрої, в яких хоча б один з елементів виготовлено саморобним способом або визначено його непромислове нерегламентоване складання, тобто конструція достатньо підготовленого до вибуху пристрою не зумовлена вимогами згідно з технічними умовами на його виготовлення (монтаж).

Сенсибілізатори – група сумішей, які впливають на підвищення чутливості вибухових речовин до механічного зовнішнього імпульсу. До них входять такі суміші, як пісок, скло, корунд, металеві ошурки та ін.

Сорбент – тверда речовина, яка має здатність тією чи іншою мірою поглинати із навколишнього середовища своєю поверхнею молекули, атоми, іони. Як сорбент використовують гіпс, целюлозу, оксид магнію та ін.

Сорбірація – властивість однієї речовини поглинати іншу речовину.

ТЕН – вибухова кристалічна речовина білого кольору, негігроскопічна, нерозчинна у воді. Найбільш чутлива із класу бризантних вибухових речовин. Застосовується для виготовлення детонуючого шнура, а також для спорядження капсуля-детонатора.

Тетрил – вибухова кристалічна речовина яскраво-жовтого кольору, негігроскопічна, нерозчинна у воді, менш сприятлива, ніж ТЕН і гексоген. Застосовується для капсуль-детонаторів і додаткових детонаторів.

ТНРС (тетразен) – вибухова дрібнокристалічна несипуча речовина темно-жовтого кольору, погано розчиняється у воді. За чутливістю посідає середнє місце між гримучою ртуттю і азидом

свинцю. Використовується для забезпечення безвідмовності ініціювання азиду свинцю.

Тротил – вибухова кристалічна речовина від світло-жовтого до світло-коричневого кольору, негігроскопічна, погано розчиняється у воді.

Фізичний вибух – вибух, який супроводжується переходом потенційної енергії стисненого газу в кінетичну, коли потужність властивості оболонки виявляється недостатньою для зберігання газу, що знаходиться під тиском, в початковому об'ємі.

Фізичний метод – вивчення об'єкта зводиться до визначення реакції молекулярної системи на зовнішні дії у виді електричного чи магнітного поля, електромагнітного випромінювання, потоку елементарних часток [5, 8].

Флегматизатори – група сумішей, які впливають на зниження чутливості вибухових речовин до механічного зовнішнього імпульсу. До них відносяться такі суміші, як віск, парафін, вода, масляні речовини та ін.

Фугасність – властивість вибухової речовини, яка полягає в тому, що при вибуху ВР в глибині ґрунту відбувається його викид і утворюється вирва, розмір якої пов'язаний з щільністю ґрунту, глибиною розміщення заряду та його потужністю.

Хімічний вибух – швидка екзотермічна реакція, яка відбувається з утворенням сильно стиснених газоподібних або пароподібних продуктів.

Хроматографія – вчення про закономірності розподілу складних сумішей речовин на індивідуальні сполуки за рахунок різниць у сорбітизації [40, 129].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алмакаева Л.Г., Гончар В.К. Экспресс-анализ взрывчатых веществ // Бизнес и безопасность. – 2001. – № 6. – С. 50.

2. *Альбом бризантных взрывчатых веществ* / Под ред. М.И. Подгорной. – Новосибирск: СО АН СССР, 1980. – 63 с.
3. *Андреев К.К., Беляев А.Ф.* Теория взрывчатых веществ. – М.: Оборонгиз, 1960. – 595 с.
4. *Аполлонов А.Ю., Исаков В.Д., Гальцев Ю.В.* и др. Взрывные устройства и их классификация в криминалистической взрывотехнике // Актуальные вопросы теории и практики судебной медицины. – М. – С.Пб., 1996. – С. 61–65.
5. *Афанасьев В.А., Заиков Г.Е.* Физические методы в химии. – М.: Наука, 1984. – 175 с.
6. *Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П.* и др. Физика взрыва / Под ред. К.П. Станюковича. – 2-е. изд., перераб. – М.: Наука, 1975. – 704 с.
7. *Белозеров Ю.П., Нагаев Е.А.* Незаконный оборот огнестрельного оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ и взрывных устройств: Науч.-практ. пособие. – М.: Юрид. лит., 2000. – С. 8.
8. *Беляков А.А.* Взрывчатые вещества и взрывные устройства (криминалистическая взрывотехника). – М.: Юрлитинформ, 2003. – 256 с.
9. *Беляков А.А.* Понятие, признаки и классификация взрывных устройств // Рос. юрид. журнал. – 2000. – № 4. – С. 70–72.
10. *Вандышев Б.А.* Обнаружение взрывчатых веществ путем анализа их паров и частиц // Специальная техника. – 1998. – № 2. – С. 23–30.
11. *Великий* тлумачний словник сучасної української мови. – К.: Ірпінь, 2002. – 1440 с.
12. *Вещества* взрывчатые промышленные (упаковка, маркировка, транспортирование и хранение): Словарь. – М.: Госкомитет стандартов СМ СССР, 1982.
13. *Взрыв* // СЭС. – 2-е изд. – М., 1983. – С. 217.
14. *Взрывные* устройства промышленного изготовления и их криминалистическое исследование: Учеб. пособие / Ю.М.

Дильдин, В.В. Мартынов, А.Ю. Семенов, А.А. Шмырев. – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991. – 120 с.

15. *Винокуров С.И.* Особенности осмотра места происшествия при расследовании преступного обращения с взрывчатыми материалами // Следственная практика. – 1981. – Вып. 132. – С. 86–93.

16. *Галахов С.С.* Криминальные взрывы. Основы оперативно-розыскной деятельности по борьбе с преступлениями террористического характера. – М.: Экзамен, 2002. – 288 с.

17. *Гончар В.К.* Новые методы и приборы обнаружения взрывчатых веществ // Бизнес и безопасность. – 2001. – № 2. – С. 49–50.

18. *Гончар В.К., Золотар О.В.* Знаряддя та прилади пошукової техніки: Навч.-метод. посібник. – К.: НАВСУ, 2001. – 76 с.

19. *Горст А.Г.* Пороха и взрывчатые вещества. – М.: Машиностроение, 1972. – 207 с.

20. *ГОСТ 3470-80* “Шнур огнепроводный”. – М., 1980.

21. *ГОСТ 6254-85* “Капсюли-детонаторы для взрывных работ”. – М., 1985.

22. *ГОСТ 9089-75* “Электродетонаторы мгновенного действия”. – М., 1975.

23. *ГОСТ В 20313-74* “Боеприпасы. Основные понятия”. – М., 1974.

24. *Единые правила безопасности при взрывных работах.* – М.: Недра, 1976. – 240 с.

25. *Європейська конвенція про боротьбу з тероризмом від 27 січня 1977 року.*

26. *Заїчко К.В., Гончар В.К.* Розробка та виготовлення приладу для виявлення вибухових речовин // Звіт про результати науково-дослідної роботи. Шифр “Вибух-3”. – К.: ДІУЦ спеціальної техніки МВС України, 2002. – 47 с.

27. *Застосування спеціальних вибухотехнічних засобів та методів при виявленні вибухонебезпечних предметів: Метод. рекомендації / І.І. Прошковський, Р.А. Хомко, Ю.В. Саламаха,*

С.В. Нестеров, В.С. Борисов. – К.: ВТУ ДНДЕКЦ МВС України, 2001. – 11 с.

28. *Исхаков Б.С., Каргашин В.Л., Юдин Л.М.* Проблемы борьбы с радиоуправляемыми взрывными устройствами // *Специальная техника*. – 2000. – № 2. – С. 28–35.

29. *Кирсанов З.И., Летоштяк Л.* Новая отрасль криминалистической техники // *Борьба с преступностью на современном этапе*. – Барнаул, 1982. – С. 127.

30. *Кобець М.В., Хахановський В.Г.* Боротьба з проявами тероризму, що пов'язані з використанням вибухових речовин: Навч.-метод. посібник. – К.: НАВСУ, 2000. – 72 с.

31. *Кобець М.В., Яковенко О.В., Хахановський В.Г.* Засоби і системи зв'язку ОВС: Навч. посібник. – К.: НАВСУ, 2004.

32. *Конституція України від 28 червня 1996 року № 254к/96-ВР.*

33. *Кримінальний кодекс України від 5 квітня 2001 року № 2341-ІІІ.*

34. *Курузов Б.Н.* Взрывные работы. – М.: Недра, 1988. – 338 с.

35. *Место взрыва как объект криминалистического исследования: Учеб. пособие / Ю.М. Дильдин, В.В. Мартынов, А.Ю. Семенов, А.Д. Стецкевич.* – М.: ЭКЦ МВД России, 1995. – 2-е изд., перераб. и доп. – 98 с.

36. *Место взрыва как объект криминалистического исследования: Учеб.-практич. пособ. / Ю.М. Дильдин, В.В. Мартынов, А.Ю. Семенов, А.А. Шмырев.* – 2-е изд. – М.: ВНИИ МВД РФ, 1989. – 68 с.

37. *Міжнародна конвенція про боротьбу з бомбовим тероризмом від 16 грудня 1997 року.*

38. *Моторный И.Д.* Криминалистическая взрывотехника: новое учение в криминалистике: Учеб.-метод. и справоч. пособие. – М.: Издатель Шумилова И.И., 2000. – 177 с.

39. *Моторный И.Д.* Теоретико-прикладные основы применения средств и методов криминалистической взрывотехники

в борьбе с терроризмом: Монография. – М.: Издатель Шумилова И.И., 1999. – 199 с.

40. *Нифантьев Э.Е., Верзилина М.К., Котлярова О.С.* Внеклассная работа по химии с использованием хроматографии. – М.: Просвещение, 1983. – 143 с.

41. *Овчинский В.С.* Международно-правовые основы борьбы с терроризмом: Сб. документов. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 480 с.

42. *Основы криминалистического исследования самодельных взрывных устройств: Учеб. пособие /Ю.М. Дильдин, В.В. Мартынов, А.Ю. Семенов, А.А. Шмырев.* – М.: ВНКЦ МВД СССР, 1991. – 94 с.

43. *Пащенко В.И., Гудков В.В.* Использование специальных знаний при расследовании преступлений, совершенных с применением взрывных устройств: Учеб.-практ. пособие. – К.: ГНИЭКЦ МВД Украины, 2003. – 116 с.

44. *Пащенко В.И., Фатеев В.М., Борисов В.С.* Выявление и разряжение радиоуправляемых самодельных взрывных устройств и проведение взрывотехнических экспертиз специалистами-взрывотехниками: Метод. рекомендации. – К.: РВВ МВД Украины, 1997. – 52 с.

45. *Плескачевский В.М.* Оружие в криминалистике: понятие и классификация. – М.: ООО “НИПКЦ Восход”, 1999. – С. 303.

46. *Про боротьбу з тероризмом: Закон України від 20 березня 2003 р. № 638-IV.*

47. *Про Державну прикордонну службу України: Закон України від 3 квітня 2003 р. № 661-IV.*

48. *Про затвердження Положення про дозвільну систему: Постанова Кабінету Міністрів України від 12 жовтня 1992 р. № 576.*

49. *Про заходи щодо дальшого зміцнення правопорядку, охорони прав і свобод громадян: Указ Президента України від 18 лютого 2002 р. № 143/2002.*

50. *Про міліцію: Закон України від 20 грудня 1990 р. № 565-XII.*

51. *Про невідкладні заходи щодо посилення боротьби зі злочинністю*: Указ Президента України від 21 липня 1994 р. № 396/94.

52. *Про оперативно-розшукову діяльність*: Закон України від 18 лютого 1992 р. № 2135-XII.

53. *Про приєднання України до міжнародної конвенції про боротьбу з бомбовим тероризмом*: Закон України від 29 листопада 2001 р. № 2855-III.

54. *Про прокуратуру*: Закон України від 5 листопада 1991 р. № 1789-XII.

55. *Про радіочастотний ресурс України*: Закон України від 1 червня 2000 р. № 1770-III.

56. *Про ратифікацію Європейської конвенції про боротьбу з тероризмом*: Закон України від 17 січня 2002 р. № 2990-III.

57. *Про ратифікацію Конвенції про маркування пластичних вибухових речовин з метою їх виявлення*: Закон України від 3 грудня 1997 р. № 687/97-ВР.

58. *Про розвідувальні органи України*: Закон України від 22 березня 2001 р. № 2331-III.

59. *Про Службу безпеки України*: Закон України від 25 березня 1992 р. № 2229-XII.

60. *Про спеціальну програму антитерористичних заходів*: Указ Президента України від 3 лютого 2003 р. № 66/2003.

61. *Про судову практику в справах про викрадення та інше незаконне поводження зі зброєю, бойовими припасами, вибуховими речовинами, вибуховими пристроями чи радіоактивними матеріалами*: Постанова Пленуму Верховного Суду України від 26 квітня 2002 р. № 3 // Вісник Верховного Суду України. – К.: Верховний Суд України, 2002. – № 4(32).

62. *Расследование убийств, совершенных с применением взрывчатых веществ* / Р.З. Боршигов, В.П. Власов, А.М. Ларин, Н.П. Ландышев и др. – М.: Прокуратура СССР, 1975. – 79 с.

63. *Руководство по подрывным работам*. – М.: Воениздат, 1969. – 464 с.

64. Саламаха Ю.В., Фатеев В.М., Шевченко О.І. Огляд легкового автомобіля на наявність вибухових пристроїв: Метод. рекомендації / Відп. ред. І.П. Красюк. – К.: ВТС ДНДЕКЦ МВС України, 2000. – 27 с.
65. Советская военная энциклопедия. В 8-х томах. Т. 2. Воениздат, 1976.
66. Советская военная энциклопедия. В 8-х томах. Т. 3. Воениздат, 1976.
67. Советская военная энциклопедия. В 8-х томах. Т. 5. Воениздат, 1976.
68. Специальная техника и информационная безопасность: Учебник. – Т. 1. – М.: Акад. управл. МВД России, 2000. – 372 с.
69. Тихонов К.Н. Криминалистическая взрывотехника и взрывотехническая экспертиза: Метод. рекомендации. В 2-х ч. – Барнаул: АГУ, 1989. – 34 с.
70. Цветкова В.Н., Ястребов А.Г. Методические рекомендации по осмотру места взрыва, организации и проведению взрывотехнической экспертизы (экспертизы остатков взрывных устройств и следов взрыва). – М.: ВНИИСЭ Минюста СССР, 1983. – 24 с.
71. Шагов Ю.В. Взрывчатые вещества и пороха. – М.: Воениздат, 1976. – 120 с.
72. Шапошиников Д.А. Взрывоопасные предметы и вещества: Словарь-справочник. – М.: РИО РТА, 1996.
73. Шидловский А.А. Основы пиротехники. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1964. – 339 с.
74. Шилинг Н.А. Взрывчатые вещества и снаряжение боеприпасов. – М.: Оборониздат, 1946. – 320 с.
75. Энциклопедия судебной экспертизы / Под ред. Т.В. Аверьяновой, Е.Р. Россинской. – М.: Юрист, 1999.
76. Эпов Б.А. Основы взрывного дела. – М.: Недра, 1974. – 224 с.

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

Андрій Володимирович ІЩЕНКО,
Микола Вікторович КОБЕЦЬ

ЗАСОБИ І МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРОЇВ У БОРОТБІ З ТЕРОРИЗМОМ

Навчально-практичний посібник

Редактор *В.В. Джунь*
Коректор *Л.В. Малюта*
Комп'ютерна верстка *С.В. Заєць*

Підписано до друку 26.01.05. Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Обл.-вид. арк. 9,25. Ум. друк. арк. 8,6. Вид. № 106/1.

Тираж прим. Зам. №

Редакційно-видавничий центр
Національної академії внутрішніх справ України.
03035, Київ-35, Солом'янська пл., 1.

А.В. ІЩЕНКО, М.В. КОБЕЦЬ

**ЗАСОБИ І МЕТОДИ ВІЯВЛЕННЯ
ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ТА ПРИСТРОЇВ
У БОРОТЬБІ З ТЕРОРИЗМОМ**

Навчально-практичний посібник

Київ 2005