

Jürgen Müller

Funkcjonowanie, otwieranie i badania kryminalistyczne wkładki bębnekowej

„Kriminalistik” 2006, nr 5, s. 311–322

We wrześniu 2004 r. w ramach Sympozjum Kryminalistycznego grupy roboczej Zabezpieczanie Śladów Materiałowych, złożonej z biegłych Federalnego Urzędu Kryminalistycznego (BK) oraz Krajowych Urzędów Kryminalistycznych (LKA) dyskutowano o konieczności upublicznienia możliwości i granic badań kryminalistycznych systemów zamków, w szczególności wkładek i kluczy. Impulsem do dyskusji były publikacje oraz ekspertyzy cywilnych biegłych, w których niemożliwe jest prezentowanie wniosków wyciągniętych z badań kryminalistycznych przeprowadzonych na podstawie znalezionych śladów. Głównymi punktami dyskusji były problemy rozpoznawania nieniszczących metod włamań do zamków, oparte na analizie znalezionych śladów wzorcowych, a także wnioski wynikające z analizy kluczy.

Historia zamków

Zamki odgrywają już od ponad 5000 lat poważną rolę w zabezpieczaniu dostępu do własności, chroniąc ją przed kradzieżą lub zabezpieczając ludzi przed niezapowiedzianymi wizytami. Ślady sięgają Egiptu, Hetytów, Greków i Rzymian, których zamki z brązu i żelaza przetrwały do dzisiaj. Pierwsze nowoczesne zamki drzwiowe pojawiły się w Niemczech w średniowieczu. Nowoczesne konstrukcje zawdzięczamy przede wszystkim panom Chubbowi i Yale'owi.

W 1818 r. Anglik Jeremiah Chubb wynalazł zamek zatraskowy, który gwarantował nienaganne funkcjonowanie oraz znaczący postęp w dziedzinie zabezpieczeń w porównaniu ze współczesnymi konstrukcjami. Z odrobiną przeróbek stosowany jest do dziś. Aby udowodnić niezawodność swojego wynalazku, Chubb ufundował nagrodę dla tego, kto otworzy zamek bez pasującego klucza. W 1851 r. stało się to faktem: Amerykanin A.C. Hobbs opracował specjalny zestaw narzędzi, dzięki którym można było zamek otworzyć. Nieco później Linus Yale senior wprowadził na rynek wkładkę bębnekową, działającą na zasadzie egipskich zamków zapadkowych, a w 1865 r. otrzymał na swój wynalazek patent. Wkładka ta działa w zasadzie tak samo do dziś w najnowocześniejszych konstrukcjach. Wkładka, używana dzisiaj w formie znanej w wielu krajach, została opatentowana w 1928 r. przez firmę Zeiss Ikon z Berlina. Jednak i ona nie stanowiła większego problemu dla wynalazców technologii i narzędzi, które otwierały ją bez klucza. Stowarzyszenie Sportowe Techników Zabezpieczeń w Niemczech organizuje od 1997 r. mistrzostwa w nieniszczącym pokonywaniu zabezpieczeń zamków wkładkowych.

Działanie zamków i wkładek

Obecne na rynku zamki drzwiowe składają się z reguły z wielu syste-

mów, zapewniających łącznie żądany poziom zabezpieczeń. Typowe systemy zamków składają się z kombinacji konstrukcji wpustowych, wpuszczanych, nasadowych lub ryglowych i innych. Systemy te są zazwyczaj połączone ze zintegrowaną lub oddzielną wkładką. Najbardziej rozpowszechniony i obecny właściwie w każdych drzwiach jest zamek wpuszczany, montowany w skrzydle drzwi, zawierający zintegrowaną zapadkę i zamek. W drzwiach domów i mieszkań zamek wpustowy jest połączony z podwójną wkładką. Dzięki kombinacji zamka wpustowego z wkładką uruchamianie mechanizmu odbywa się za pomocą klucza poruszającego mechanizm wkładki.

Wkładka zaopatrzona jest w mechanizm o unikalnej kombinacji, który uruchomić może jedynie posiadacz pasującego do niej klucza. Pasujący klucz porusza znajdujące się wewnątrz wkładki popychacze w taki sposób, że układając się w jednej linii, umożliwiają one przekręcenie cylindra. Podczas przekręcania klucza we wkładce obraca się także zabierak, który przesuwając zapadkę zamka i umożliwia zwolnienie zamka. W przypadku zastosowania niepasującego klucza sztyfty wewnątrz wkładki nie układają się w jednej linii, blokując obrót, a co za tym idzie – uniemożliwiają zwolnienie blokady i otwarcie zamka. Ta fundamentalna zasada wykorzystywana jest w zamkach i wkładkach różniących się jedynie wykończeniem. Różnice pomię-

dzy wariantami zamków samochodowych, urządzeń w sejfach i różnego rodzaju blokadach polegają na rozwiązaniach inżynierskich ich mechanizmów.

Do oceny stopnia zabezpieczeń wkładek zamków stosuje się przepisy norm DIN EN 1303 w powiązaniu z DIN 18252 i innymi, z zastosowaniem kryteriów zabezpieczeń chroniących przez włamaniem, otwarciem i zablokowaniem drzwi lub kopiowaniem kluczy.

Pokonywanie zabezpieczeń

Zamek można otworzyć bez pasującego klucza na różne sposoby. Dlatego też podczas badania drzwi i zamków należy mieć na uwadze różne metody pokonywania zabezpieczeń:

- niszczące (na siłę),
- obejście wkładki lub zamka – otwarcie zamka (wkładki),
- skorzystanie z klucza (oryginału lub kopii),
- skorzystanie z klucza (oryginału lub kopii) i dodatkowo pozostawienie śladów, mających imitować skorzystanie z pasującego klucza,
- skorzystanie z otwartych drzwi.

Pokonywanie drzwi metodą niszczącą jest rozpoznawalne przez samego uszkodzonego oraz funkcjonariuszy badających zdarzenie, ponieważ ślady są widoczne gołym okiem. Pozostałe punkty wymagają szerszego badania, np. rekonstrukcji zdarzenia bądź wyjaśnienia metody włamania.

W przypadku braku takich wskazań zaleca się dokładne zbadanie zabezpieczonej przez biegłego wkładki. W celu rozpoznania danego przypadku konieczne jest:

- ustalenie stanu zamka sprzed zdarzenia (zamknięty/otwarty),
- ustalenie rzeczywistego stanu obiektu w momencie stwierdzenia włamania,

- ustalenie dokonanych zmian na obiekcie włamania po jego stwierdzeniu (np. naprawa),
- stwierdzenie ewentualnych „szkod dawnych”.

Ograniczoność dostępnych informacji w ww. kwestiach zmniejsza możliwość dokonania oceny przez biegłego. W skrajnych przypadkach nawet ją uniemożliwia.

Do momentu wyjaśnienia okoliczności włamania sprawa pozostaje dla uszkodzonego pełną zagadką. Często są pomówienia pod adresem członków rodziny lub pracowników, obarczające ich winą o niedopilnowanie zamknięcia drzwi lub niedochowania staranności.

Kto może zostać biegłym?

Wymagania stawiane biegłym w sprawach karnych wynikają z posiadania odpowiedniej wiedzy naukowej, praktycznej lub rzemieślniczej. Podobne wymagania dotyczą biegłych powoływanych publicznie lub biegłych sądowych (przysięgłych), których działalność określają przepisy izb przemysłowych i gospodarczych. I tak dla przykładu, przepisy Izby Gospodarczej z Poczdamu dotyczące wymagań dla powoływanych przez nią biegłych stanowią, że biegły musi „posiadać ponadprzeciętną wiedzę fachową, praktyczne doświadczenie z danej dziedziny oraz umiejętności sporządzania ekspertyz”. Niezależność i niezawisłość są wymogiem najważniejszym.

Organy mogą korzystać z usług publicznych, zaprzysiężonych biegłych lub biegłych specjalistów innych branż do fachowej oceny różnych obiektów i zdarzeń, powołując ich przez sąd.

W procesach cywilnych trzeba posłużyć się książką telefoniczną lub innymi źródłami informacji, takimi jak Internet, bądź zasięgnąć porady lokalnej izby przemysłowej lub gospodarczej. Można tam znaleźć niezależnych biegłych lub ich zespoły,

przeprowadzające ekspertyzy za odpowiednie honorarium. Kryminaliści niemieckich urzędów kryminalnych nie działają z reguły w sprawach cywilnych. W procesach karnych jednak funkcjonariusze policji mogą zwrócić się do biegłych z BKA lub LKA z prośbą o przeprowadzenie ekspertyzy.

Od szkolenia do biegłego

W całych Niemczech jest ok. 200 biegłych z zakresu kryminalistyki (KT), zajmujących się badaniami zamków i kluczy. Należy do tej wąskiej specjalizacji – biegłych z tej dziedziny nazywa się specjalistami od badań śladów narzędziowych i materialnych – nie są prowadzone żadne szkolenia, nie ma też oddzielnych fakultetów ani kursów.

Dlatego do kształcenia się na biegłego kryminalistykę powoływani są funkcjonariusze i pracownicy służb, posiadający dyplomy ukończenia szkół wyższych. Obok wcześniejszego wykształcenia technicznego oraz wieloletniego doświadczenia praktycznego w zakresie technik kryminalistycznych konieczne jest odbycie dwuetapowego szkolenia dla biegłych w Instytucie Kryminalistyki BKA.

W praktyce biegłym pomagają w BKA i LKA koledzy, zgodnie z obowiązującą zasadą badania „w cztery oczy”, którzy sprawdzają ponownie wyniki analizy. Ponadto organizowane są sympozja na temat najnowszych trendów i wyników badań w zakresie metod włamań oraz ich badania.

Zlecenie wykonania badania kryminalistycznego

Jeżeli funkcjonariusze powezmą podejrzenie, że zamki zostały otwarte nieoryginalnym kluczem lub innym narzędziem, zostają one poddane badaniu kryminalistycznemu. Przede wszystkim celem jest wyjaśnienie przebiegu zdarzenia, czyli modus operandi. Ponadto badanie służy

kwalifikacji czynu. Wyniki badania mogą wpłynąć na cywilnoprawne aspekty zdarzenia (np. różnice zdań pomiędzy ubezpieczycielem a poszkodowanym).

W celu zlecenia przeprowadzenia badania kryminalistycznego zleceniodawca musi być świadomy jego celu. Powinien wiedzieć, jak funkcjonuje system zamków, że istnieją możliwości manipulowania nim oraz że możliwe są odpowiednie badania. Ponadto musi wiedzieć, że właściwe badanie może doprowadzić do bezpowrotnego zniszczenia zamka. Żeby przeprowadzić badanie, często demontuje się wewnętrzne elementy wkładki – zarówno cylinder, jak i znajdujące się wewnątrz części.

Nieniszczące metody włamań

Do pokonania zabezpieczeń zamka za pomocą innego, nieprzeznaczonego do otwierania zamka, narzędzia służy wiele metod i urządzeń, np.:

- otwarcie poprzez wytrych manipulowany ręcznie,
- otwarcie poprzez wytrych mechaniczny lub tzw. pistolet,
- otwarcie za pomocą technik uderzeniowych,
- metody ciśnieniowe,
- metody kopiowania.

Metody te nazywa się rozmaicie w różnych regionach, np:

- bezinwazyjne – z uwagi na brak użycia siły fizycznej,
- bez śladów – z uwagi na brak zewnętrznych śladów działania,
- nieniszczące – ponieważ cylinder wkładki nie jest uszkodzony i z reguły pozostaje nadal czynny,
- artystyczne – ponieważ otwarcie wymaga prawdziwego kunsztu manualnego.

Wspólnym mianownikiem wszystkich metod jest wprowadzenie do wnętrza zamka ciała obcego, za pomocą którego odblokowywane są zabezpieczenia.

W związku z wymogami technicznymi narzędzia otwierające wykonane są ze stali. Stal jest twardsza od materiałów, z których wykonana jest wkładka i zamek, jak mosiądz lub argenta¹, a więc pozostawia na nich ślady w postaci deformacji i wgnieceń. Tego rodzaju ślady różnią od zwyczajnych śladów użytkowych swoim kształtem lub kierunkiem, a także głębokością bądź mikrośladowymi metalu, które wskazują na użycie do otwarcia zamka nieoryginalnego klucza.

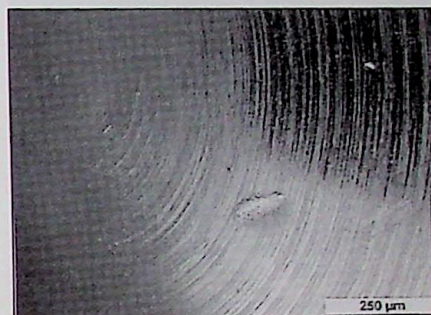
Wkładka bębnekowa dwustronna

Ogólnie rzecz biorąc, materiał wyjściowy obudowy wkładki, sztyftów lub zabieraków zamka o odpowiednim przekroju, wykonanych z drutu z materiału o określonej jakości – dostarczany jest do producenta zamka przez jednego lub kilku dostawców. Pozostałe drobne elementy dostarczane są jako gotowe części składowe lub wyrabiane w zakładzie wytwarzającym zamki.

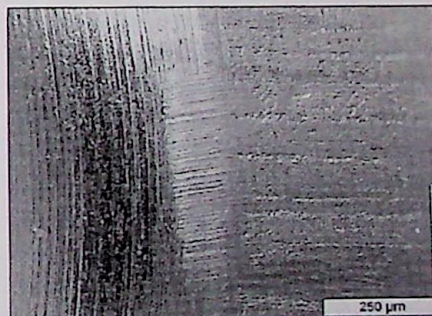
Obudowa cylindra wkładki jest rozcinana wzdłuż w zakładzie, następnie frezowane jest wcięcie na zabierak uruchamiający zapadkę zamka, a także wiercone są otwory pod śrubę mocującą oraz otwory pod sztyfty wkładki. Następnie montowane są prowadnice sztyftów, a potem zamykane od zewnątrz.

W kolejnym etapie produkcji wytwarzane są sztyfty, obrabiane do żądanych wymiarów, wpuszczane w przewidziane dla nich kanaliki. Następnie elementy są poddawane oczyszczaniu i ew. powlekanii powierzchni. Po zakończeniu tych czynności wkładki zostają poddane konfekcjonowaniu wg zgodności z normami DIN EN 1303 w powiązaniu z DIN 18252 – każda wkładka dwustronna wyposażona jest w 2 cylindry, 1 oś oraz 1 zabierak, a także z każdej strony w co najmniej 5 sztyftów wewnętrznych i 5 sztyftów zewnętrznych.

Dodatkowo dalsze części są – w zależności od produktu – montowane automatycznie lub półautomatycznie, z użyciem różnych narzędzi wspomagających. Na koniec wkładka jest poddawana testowi za pomocą kluczy z kompletu. Już podczas produkcji na elementach wkładki powstają ślady, które należy uwzględnić podczas badania kryminalistycznego (ryc. 1–5). Wkładka taka funkcjonuje w drzwiach domu lub mieszkania przez 10, 20, a nawet 30 lat.



Ryc. 1



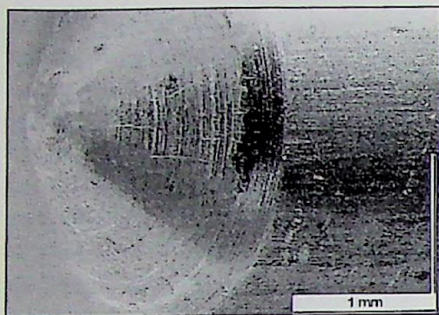
Ryc. 2



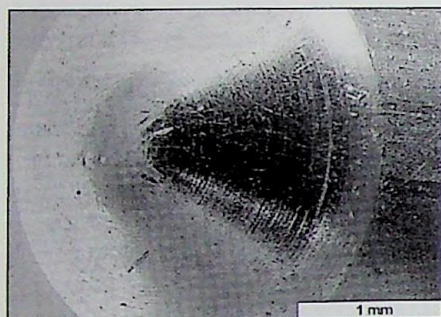
Ryc. 3

W celu odróżnienia śladów eksploatacyjnych od innych firma ASSA ABLOY udostępniła wkładkę bębnekową, poddaną testom 300 tys. cykli

PRZEKŁADY



Ryc. 4



Ryc. 5

otwierania w warunkach laboratoryjnych. Oznacza to, że 300 tys. razy wkładany był klucz, 300 tys. przekręcany o 360° i 300 tys. ponownie wyciągany. Ponadto w sześciostyftowej wkładce przy wkładaniu i wyjmowaniu klucza styft pierwszy poddawany był zużyciu 5-krotnie większemu niż ostatni. Tak więc pierwszy styft poruszany był 3,6 mln razy, a styft 6 „tylko” 600 tys. Mimo to różnice w zużyciu i jego śladach na poszczególnych styftach są nieznaczne. To samo dotyczy klucza. Co prawda zużycie jego ząbków było większe niż styftów we wkładce, ale analizując poszczególne ślady, nie można dostrzec pewnych dowodów na różnice w eksploatacji, polegającej na 600 tys. cykli.

Rezultat testu służyć może jedynie jako punkt wyjścia. W praktyce procesy te są bardziej skomplikowane i niejednorodne. Właściciel ma zazwyczaj do dyspozycji kilka kluczy i może zamówić także dodatkowe egzemplarze.

W zależności od materiału: stal, stal powlekana, mosiądz czy sre-

brzanka, i częstotliwości używania klucza powstają mniejsze lub większe ślady zużycia. Dodatkową rolę odgrywa pogoda, wilgotność czy zanieczyszczenia, a także różne sposoby obchodzenia się z kluczami przez ich użytkowników (ryc. 6–9). W tego rodzaju ślady mogą być wmieszane ślady włamania. Zadaniem biegłego jest ich rozróżnienie.

W celu udokumentowania różnic między śladami włamania a śladami zużycia styftów wewnętrznych przeprowadzono wiele testów. Między innymi w LKA KT w Berlinie wkładki otwarte testowane były metodą niszczącą przez mistrzów w otwieraniu zamków ze Stowarzyszenia Sportowego Techników Zabezpieczeń w Niemczech. W innych testach badano zmiany na nowych styftach wewnętrznych, poddanych próbom włamania różnymi metodami. Styfty badane były przed manipulacją i po niej.

Klucze

W Niemczech popularne stały się wkładki bębnekowe profilowe, do których obsługi stosowane są płaskie klucze z profilowaną końcówką, najczęściej z 5 wypustkami. Klucz musi pasować do profilu otworu wkładki oraz sekwencji styftów.

Producenci zamków zamawiają dziś do produkcji prostych systemów wkładek klucze ślepaki, zaopatrzone w logo firmy, nierzadko produkowane przez wielu dostawców. W zakładzie są one przycinane wg odpowiednich parametrów na obrabiarkach CNC (zazwyczaj trzy sztuki do jednej wkładki) i czyszczone z wiórów. Czasami są one jeszcze powlekane. Klucze są ostatecznie czyszczone ręcznie za pomocą pilnika lub innych maszyn.

W przypadku wkładek bez atestu (standardowe) wystarczy udać się do warsztatu dorabiającego klucze. Pracownik spośród kluczy ślepek wybiera pasujący do oryginału profil i frezuje go na podstawie oryginału w specjalnej maszynie kopiującej.

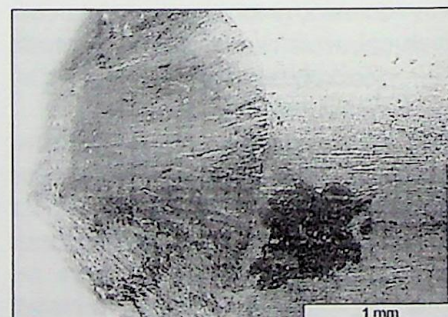
Maszyny dostępne na rynku działają na różnych zasadach. Od systemów mechanicznych przez optyczne aż po elektrotechniczne. Różne systemy pozostawiają różne ślady na oryginalnym kluczu. Kopia klucza



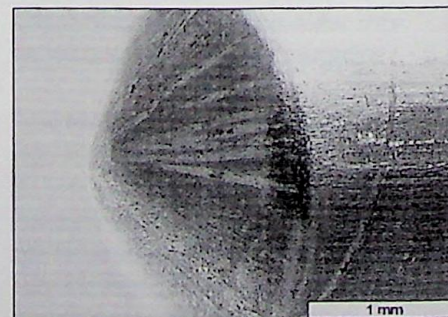
Ryc. 6



Ryc. 7



Ryc. 8



Ryc. 9

może być wykonana inaczej niż oryginał, jeżeli chodzi o materiał i wykończenie.

Poza tymi metodami istnieje wiele innych, umożliwiających kopiowanie. Sprawny rzemieślnik może skopiować kształt, a następnie odlać kopię klucza z tworzywa lub metalu.

W przypadku używania profesjonalnych zestawów do kopiowania możliwe jest wyprodukowanie wysokiej klasy duplikatów wszelkich współczesnych kluczy. Wystarczający na skopiowanie czas nie przekracza kilku minut. Ponadto możliwe jest także zrymowanie oryginalnego klucza, jego fotografowanie bądź odrysowanie na podstawie takich danych możliwe jest stworzenie pasującej kopii.

Ślady kopiowania

W przypadku korzystania z prostych maszyn do kopiowania metodą frezowania można dość łatwo rozpoznać ślady mechanizmu kopiującego na oryginalnym kluczu. Gdy korzysta się z innych systemów, możliwość rozpoznania takich śladów zależy od wielu czynników. Jeśli śladów brak, trudno jest czasem w ogóle stwierdzić, czy klucz został skopiowany.

Ślady kopiowania za pomocą maszyny frezującej to zazwyczaj wzdłużne linie na ząbkach klucza, powstające w wyniku przesuwu końcówki odczytującej frezarki.

Czy można odczytać wiek tych śladów?

Dla oceny przebiegu zdarzenia dobrze byłoby, aby na podstawie odczytanych śladów dało się określić czas ich powstania. Do tego celu wykorzystuje się ocenę stopnia polysku metalu lub śladów innych materiałów, które pozwalają jedynie na bardzo nieprecyzyjne stwierdzenia. Dzieje się tak z powodu istnienia innych, pochodzących z normalnej eksploatacji, śladów.

Wiele testów przeprowadzanych przez BKA w zakresie częstości cykli użytkowych mechanicznie kopiowanych kluczy samochodowych tylko potwierdziło te obawy. W pewnym zakresie dało się zauważyć konkretne zmiany, jednak w dłuższej perspektywie cechy te nie mogą być uznane za jednoznaczne, prowadzące do stwierdzenia określonej liczby cykli. Cząsteczki substancji odkrytych na powierzchni kluczy, będące efektem kopiowania, nie były stałe i nie mogły być poważnym dowodem.

Zmiany na kluczach stalowych są bardzo niewielkie. Trudno jest ocenić czas powstania śladów na podstawie analizy powierzchni klucza (ryc. 10–11). Także analiza śladów korozji nie przynosi żadnych poważnych rezultatów. Jasne jest, że różnice kolorystyczne zużytych elementów mogą stanowić o czasie ich powstania, nie można jednak wskazać dokładnego terminu.

Aby uzyskać poważne wyniki, należałoby poddać badaniu grubość

powłoki oksydacyjnej każdej z partii materiału w określonych warunkach. Porównanie i określenie wieku możliwe byłoby tylko wtedy, gdyby materiał badany byłby identyczny z referencyjnym, a to w praktyce jest niemożliwe.

Proces oksydacji przyspiesza wilgoć, np. pot. Z kolei silikon proces ten spowalnia bądź zatrzymuje. To właśnie on jest składową preparatów do smarowania zamków. Ponadto czynniki zewnętrzne, takie jak świeże powietrze wiejskie, bliskość morza lub spaliny przemysłowe, w różny sposób mogą wpływać na materiał. Także specyficzny mikroklimat, w którym znajduje się wkładka lub klucze, utrudniające wydanie jednoznacznych opinii. Podobnie czynniki mechaniczne, np. zużycie, zacierają pewne ślady. Ponieważ badaniu jest poddawany materiał w konkretnym stanie, trudne lub nawet niemożliwe jest ustalenie stanu uprzedniego. Nie są to więc metody pozwalające na jednoznaczne określenie wieku materiałów dowodowych. Nie ma żadnych naukowych metod badawczych, pozwalających na określenie wieku. Potwierdzają to liczne opracowania Instytutu Materiałoznawstwa (BAN) oraz Instytutu Badania Korozji w Dreźnie. Należy zatem bardzo ostrożnie podchodzić do wiarygodności ekspertyz stanowiących o liczbie miesięcy czy określonej liczbie cykli eksploatacyjnych.

Czy użyto duplikatu?

Termin „duplikat klucza” jest traktowany różnie technicznie, prawnie czy zwyczajowo. Technicznie rzecz biorąc, duplikat to klucz pasujący do danej wkładki, porównywalny z oryginalnym, a wykonany poprzez jego skopiowanie za pomocą jednej z metod duplikacji, albo klucz, który przypadkowo pasuje także do przedmiotowej wkładki. Jednym słowem każdy klucz, który pasuje, a nie jest oryginałem.



Ryc. 10



Ryc. 11

Do tego nawiązuje stopień bezpieczeństwa danego systemu przed ew. duplikacją fabryczną. Według normy DIN wkładka 5-szyftowa pozwala na 30 tys. kombinacji dla jednego profilu klucza. Ze względu na dużą liczbę producentów i różnorodnych produktów możliwe jest przypadkowe dopasowanie klucza od innej wkładki, tj. nieoryginalnego ani też nie skopowanego z oryginału.

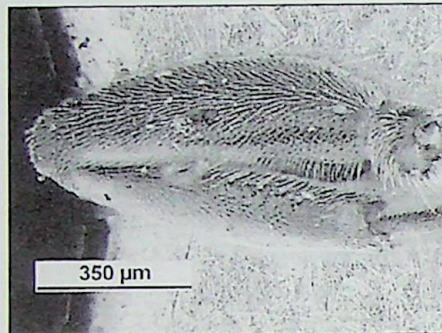
W normalnych warunkach nie da się ustalić, czy zastosowano obcy klucz, tzn. zagubiony/skradziony, skopowany czy przypadkowo pasujący, ponieważ żaden z nich nie pozostawia specyficznych dla siebie, odróżnialnych od oryginalnego klucza śladów. Z reguły daje się ustalić, czy skorzystano z oryginału czy duplikatu. Najprościej widać to po logo, umieszczonym na główce klucza albo po różnym materiale użytym do jego wykonania. Trudniej – ale nie jest to niemożliwe – jest zbadać ślady produkcyjne.

Czy włamano się do wkładki?

We wszystkich wymienionych metodach badania śladów nieniszczących włamań do zamków stwierdzono, że włamania pozostawiają w cylindrach wkładek określone ślady, umożliwiające postawienie tezy na temat zastosowanej metody działania, rodzaju narzędzia oraz przebiegu włamania. W niektórych przypadkach konieczne jest także uwzględnienie ewentualnych wad konstrukcyjnych wkładki lub nieznanymi dotąd metod włamań. Dokładne określenie metody na podstawie śladów jest możliwe tylko w pojedynczych przypadkach. Istnienie określonych śladów jest jednoznacznym dowodem manipulacji.

Czasami we wnętrzu wkładek znajdowane są obce substancje. Nie stanowią one automatycznie dowodów manipulacji, ale najwyżej wskazówkę. Takie substancje to cukier, mąka, cząsteczki lakieru i drobiny

metal, aż do papieru i wosku. We wnętrzach wkładek znajdowano także insekty (ryc. 12).



Ryc. 12

Inaczej sprawa ma się w przypadku elementów drewnianych, spinaczy biurowych lub klejów. Świadczą one nie na rzecz metod włamania, ale na ograniczenie sprawności mechanizmu zamka, i mogą być uznane np. za zniszczenie mienia lub działania przygotowujące właściwe włamanie.

Jakimi metodami i z pomocą jakich środków można rozpoznać i ocenić metody nieniszczącego włamania?

Chodzi o ślady, zmiany na powierzchniach w formie rys i wgnieceń, których nie da się dostrzec nieuzbrojonym okiem. Biegły musi skorzystać z pomocy urządzeń badawczych, np. lupy. Do rzetelnego badania śladów wykorzystywane są mikroskopy optyczne tradycyjne (LiMi), mikroskopy elektronowe (REM) lub systemy badania powierzchni.

Mikroskop optyczny tradycyjny

Najprostszy mikroskop składa się z dwóch soczewek skupiających – obiektywu i okularu. Nowoczesne mikroskopy mają nie tylko dwie soczewki, ale ich cały system, wraz z obiektywami ze zmienną ogniskową (zoom), i umożliwiają obserwację z użyciem zarówno lewego, jak i prawego oka (stereo). Pozwalają na ob-

serwację rzeczywistego, powiększonego obrazu badanego przedmiotu. Dzięki obrazowi stereo powierzchnia jest trójwymiarowa. Ze względu na długość fali świetlnej teoretycznie możliwe są powiększenia do 2000 razy. Popularne powiększenia do zastosowań badawczych, dające dobry obraz śladów stanowią powiększenia 10–50-krotne, w niektórych przypadkach 100-krotne.

Najważniejszym parametrem nie jest jednak powiększenie, lecz rozdzielczość systemu optycznego oraz odpowiednio silne światło (rozproszone źródło strąkowe, koaksjalne doświetlenie lub selektywne oświetlenie LED).

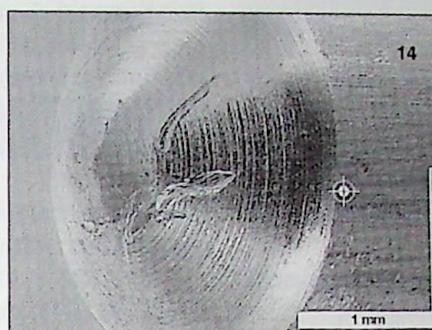
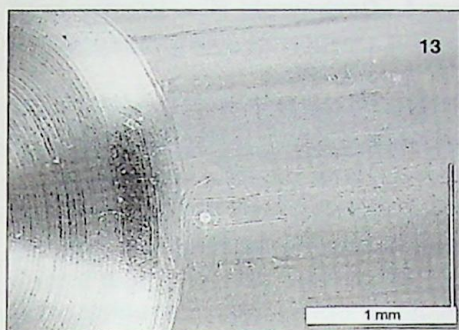
W ostatnich latach do tradycyjnych mikroskopów optycznych dostępne są akcesoria, umożliwiające dokumentację, fotografowanie oraz przetwarzanie obrazu za pomocą komputera. Dzięki nim możliwa jest kompensacja ostrości poprzez zdjęcia o wielokrotnej ogniskowej, co pozwala na zachowanie ostrości na wszystkich poziomach. Tego rodzaju wyposażenie wraz z mikroskopem dostępne jest za ok. 15 tys. euro. Zaletą są barwne obrazy, umożliwiające rozpoznanie różnych materiałów i cząstek, np. metali lub tworzyw sztucznych.

Prosta obsługa i relatywnie łatwa wymiana próbek do badania mikroskopowego oraz wielość sposobów doświetlania również stanowią zalety mikroskopów tradycyjnych.

Mikroskop elektronowy

W kryminalistyce korzysta się z mikroskopu elektronowego do obrazowania cząsteczek ciał obcych w wysokiej rozdzielczości. Dostarczają one informacji o morfologii, tj. przestrzennej strukturze cząstki oraz o wielkości i formie. Dzięki zastosowaniu promieni rentgenowskich możliwe jest także badanie składu elementów (analiza strumieniem elektronów).

PRZEKŁADY



Mikroskop elektronowy jest nieiniszczącym, wymagającym pracy na próbkach umieszczonych w próżni, drogim i czasochłonnym urządzeniem badawczym. Ceny mikroskopów elektronowych wahają się pomiędzy 200 tys. a 400 tys. euro. Obraz tworzony jest za pomocą strumienia elektronów. Strumień powstaje w próżni dzięki katodzie wolframowej lub emisji polowej, za pomocą tzw. diody Schottky'ego oraz przyspieszającej strumień elektronów okrągłej anody. Soczewki elektromagnetyczne ogniskują strumień na powierzchni próbki, która badana jest punkt po punkcie, komórka po komórce. Odczytane różnice w strumieniu uwolnionych elektronów powracających są zamieniane na obraz.

Powiększenie uzyskuje się za pomocą ekstrapolacji powierzchni badanego obiektu. Możliwe są powiększenia od 10 do 300 tys. razy. Dla potrzeb kryminalistyki ważniejsza jest jednak skala ostrości.

Z uwagi na użytą technologię obraz nie jest kolorowy, dlatego też do analizy cząsteczek ciał obcych lepiej nadaje się mikroskop optyczny. Zba-

dane nim cząstki można zawsze potem poddać ponownej analizie elektronowej.

Zalety mikroskopu elektronowego polegają na wysokim stopniu ostrości oraz powiększeniach, a także możliwości analizy cząsteczkowej. Wadą – w porównaniu z mikroskopami optycznymi – są wysokie nakłady oraz ograniczona mobilność i wybór oświetlenia. Dzięki zastosowaniu w ostatnich latach mikroskopów elektronowych typu low-vacuum obniżono wymagania co do stopnia atmosfery próżniowej komory badawczej oraz przewodnictwa elektrycznego próbek.

Mikroskop optyczny czy elektronowy?

Z praktycznych względów ocena materiału badanego polega na analizie wzrokowej nieuzbrojonym okiem, dopiero później z użyciem mikroskopu optycznego, a w razie konieczności – elektronowego. Przy niskich powiększeniach oba urządzenia dają porównywalne rezultaty. W związku z różną metodą pracy

otrzymuje się różne informacje wizualne (ryc. 13–18). W przypadku dużych powiększeń mikroskop elektronowy odsłania swoje zalety, w szczególności w zakresie dużej ostrości. Dzięki sprzężeniu z analizatorem rentgenowskim możliwa jest także analiza materiałowa. Ponieważ istotne cechy kluczy, wkładek i zamków daje się bardzo dobrze zanalizować za pomocą mikroskopu optycznego, do badań najczęściej jest używany ten właśnie instrument. W uzupełnieniu korzysta się czasem z mikroskopu elektronowego.

Dzięki analizie powierzchni otrzymuje się dokładne dane o jej stanie, można w doskonały sposób przedstawić graficznie. Zanalizowanie innych danych, takich jak zmiany barwne lub skład surowcowy, nie jest możliwe. Ponadto kalibracja systemu oraz szczegółowe badanie wymagają dużo czasu.

W ramach podsumowania należy jeszcze raz wskazać na konieczność stosowania wysokiej klasy zamków.

¹ Argentan (Neusibler) – stop z grupy Cu-Zn-Ni