DĖL ELEKTRONINIO MIKROSKOPO GALIMYBIŲ PANAUDOJIMO LIETUVOS KRIMINALISTINIŲ TYRIMŲ PRAKTIKOJE

Dr. Janina Juškevičiūtė
Lietuvos teisės universitetas, Teisės fakultetas, Kriminalistikos katedra

Lietuvos teisės universitetas,
Ateities g. 20, 2057 Vilnius
Telefonas 71 45 28
Elektroninis paštas krk@ltu.lt

Jonas Mincevičius
Lietuvos teismo ekspertizės centras

Lietuvos teismo ekspertizės centras,
Lvovo g. 19ᵃ, 2600 Vilnius
Telefonas 72 31 49

Pateikta 2001 m. spalio 1 d.
Parengta spausdinti 2001 m. spalio 8 d.

Recenzavo Lietuvos teisės universiteto mokslo prorektorius doc. dr. **Egidijus Kurapka** ir Lietuvos teismo ekspertizės centro direktorės pavaduotojas dr. **Voldemaras Jankauskas**

SANTRAUKA

Straipsnyje Lietuvos ekspertinės praktikos analizės pagrindu nurodomi elektroninio mikroskopinio tyrimo pranašumai palyginti su kitais tyrimo metodais, atskleidžiamos elektroninio mikroskopo panaudojimo tiriant daiktinius įrodymus galimybės. Analizuojamas daiktinių įrodymų paėmimas ir medžiagos tirti elektroniniu mikroskopu parengimas bei nusikaltimų tyrėjų daromos klaidos rengiant medžiagą tokioms ekspertizėms.

Daug dėmesio straipsnyje skiriama elektroninės mikroskopijos tyrimo rezultatų įrodomosios reikšmės vertinimo problematikai.

Nuo 1965 m., kai buvo pagamintas pirmasis firmos Cambridge Scientific instruments elektroninis mikroskopas, šis prietaisas plačiai naudojamas įvairiose tiek pramonės, tiek mokslo srityse.

Pagrindinis elektroninio mikroskopo pranašumas, palyginti su paprastais optiniais mikroskopais, – galimybė padidinti iki kelių šimtų tūkstančių kartų. To neįmanoma padaryti optiniu mikroskopu. Gerą vaizdo kokybę garantuoja daug didesnis negu optinio mikroskopo fokuso gylis. Turint atitinkamą detektorių galima ištirti mikroobjektų cheminę sudėtį nenaikinant tiriamo objekto [1, p.54].

Geriausiai elektroninės mikroskopijos tyrimams dėl gero elektros laidumo ir atsparumo šilumos poveikiui tinka metalai ir jų lydiniai. Šie požymiai yra svarbūs vaizdo kokybei, kadangi tiriamo objekto paviršius yra skanuojamas elektroniniu zondu – labai mažo diametro elektronų srautu. Jeigu medžiaga blogai praleidžia elektros srovę, jos paviršius stipriai įsikrauna ir įkaista nuo elektroninio zondo poveikio. Pasižyminčių geru elektros laidumu metalų temperatūra skanuojant jų paviršių padi-

dėja tik keliais laipsniais. Nelaidžios elektros srovei medžiagos įkaista iki labai aukštų temperatūrų ir, jeigu jos neatsparios temperatūros poveikiui, jų medžiaga pradeda garuoti.

Objektai tiriami vakuumo sąlygomis, todėl elektroniniu mikroskopu negalima tirti skystų arba lengvai garuojančių medžiagų.

Nelaidžių elektros srovei medžiagų elektros laidumą iš dalies galima padidinti apgarinant jų paviršius anglimi. Norint gauti ypač geros kokybės vaizdą objektai apgarinami auksu. Naujos kartos šiuolaikinių elektroninių mikroskopų pavyzdžių kameroje galima sumažinti vakuumą išlaikant aukštą vakuumą kitose mikroskopo dalyse, kur elektronų srautas yra formuojamas ir fokusuojamas. Sumažinus vakuumą taip pat galima tirti nelaidžius elektros srovei objektus neapgarinus anglimi arba auksu.

Paprastai mikroskopas komplektuojamas keliais detektoriais – įrenginiais, registruojančiais įvairių rūšių spinduliavimą. Pagrindinis elektroninio mikroskopo detektorius yra antrinių elektronų detektorius (*secondary electrons detector*), naudojamas vaizdui gauti. Šis detektorius registruoja elektronus, išmuštus iš medžiagos atomų, didelę energiją turinčiais zondo elektronais. Gaunamas vaizdas yra nespalvotas ir skiriasi nuo optiniu mikroskopu matomo vaizdo tuo, kad šviesesnės spalvos objektas elektroninio mikroskopo vaizde nebūtinai bus šviesesnis už kitą, optiniu mikroskopu matomą kaip tamsesnis (pvz., baltos spalvos dažai gali atrodyti tamsesni negu juodos spalvos dažai).

Tiriant medžiagų elementinę sudėtį ir ypač atliekant konkrečios elementinės sudėties mikrodalelių paiešką labai naudingas yra atmuštų elektronų detektorius (*backscattered electrons detector*). Šis detektorius taip pat naudojamas vaizdui gauti, tačiau, skirtingai negu antrinių elektronų detektorius, jis registruoja tuos zondo elektronus, kurie susidūrę su medžiagos atomų branduoliais nuo jų atsimuša. Atmuštų elektronų energija proporcionali medžiagos atomų branduolių masei, kuri labiausiai priklauso nuo atominio numerio. Šio detektoriaus gautas vaizdas leidžia diferencijuoti medžiagas pagal elementinę sudėtį, kadangi nuo sunkesnių atomų branduolių atsimušę elektronai turi didesnę energiją ir mikroskopo ekrane šviečia stipriau negu elektronai, atmušti nuo lengvesnių atomų branduolių.

Elektroninio zondo elektronai susidurdami su tiriamo objekto medžiagos paviršiumi sužadina dviejų rūšių rentgeninį spinduliavimą: ištisinį ir charakteringą. Pastarojo energija ir bangos ilgis priklauso tik nuo sužadinančių elektronų energijos ir medžiagos elementinės sudėties. Rentgeninio spinduliavimo detektoriumi matuojant energiją arba bangos ilgį galima nustatyti kokybinę ir apskaičiuoti kiekybinę elementinę medžiagos sudėtį.

Zondo elektronai priklausomai nuo energijos ir medžiagos elementinės sudėties prasiskverbia į analizuojamą medžiagą iki kelių mikrometrų [1 p.9], todėl charakteringas rentgeninis spinduliavimas sužadinamas iš pačių paviršutinių medžiagos sluoksnių. Visa tai leidžia ištirti keleto mikrometrų storio sluoksniuotas medžiagas (pvz., daugiasluoksnes dažų dangas) arba tokio pat dydžio dalelių kokybinę ir kiekybinę elementinę sudėtį atskirai nuo visai šalia esančių dalelių ir pagrindo, ant kurio dalelės aptinkamos.

Iš dviejų tipų detektorių, registruojančių rentgeninio spinduliavimo energiją arba bangos ilgį, plačiausiai naudojami detektoriai, registruojantys energiją (*Energy Dispersive X–ray Detector*). Palyginti su detektoriais, registruojančiais bangos ilgį (*Wavelength Dispersive X–ray Detector*), jie pasižymi mažesniu jautrumu, mažesne skiriamąja geba ir prastesniu signalas/triukšmas santykiu, tačiau yra daug pigesni, patikimesni, skirtingai negu WDX detektoriai, nereikalauja kruopštaus bandinių paviršiaus paruošimo, ne tokie jautrūs zondo ir analizuojamo pavyzdžio geometrijos netikslumams. Vienas iš svarbiausių jų pranašumų – trumpas spektro registravimo laikas. Daugeliu atvejų, kai tiriami objektai iš dviejų trijų elementų, kurių koncentracijos viršija 5 proc., atliekant kokybinę ir kiekybinę analizę EDX detektoriumi pasiekiami tokie pat rezultatai, kaip ir WDX detektoriumi, tik per daug trumpesnį pavyzdžio paruošimo ir spektro registravimo laiką. Nustatomų elementų spektras yra labai platus. Naujausi tiek WDX, tiek EDX detektoriai nustato visus Mendelejevo lentelės elementus nuo berilio iki urano [2; 3, p. 22].

[1] Homogenišku yra laikomas vientisos cheminės sudėties objektas.

Palyginti su kitais prietaisais, naudojamais kriminalistikoje, EDX ir WDX detektorių jautrumas aptinkant mažas elementų koncentracijas homogeniškuose[1] objektuose yra gana mažas. Jautresni WDX detektoriai sunkių elementų atveju aptinka 0,01 proc., o EDX detektoriai – 0,1 proc. koncentracijas [3, p. 8]. Tiriant tuos pačius objektus emisinės spektrinės analizės arba atominės absorbcijos metodais aptinkamos daug kartų mažesnės elementų koncentracijos. Tiesa, pastarieji metodai nustato mažiau elementų negu EDX ir WDX detektoriai.

Tačiau kriminalistikoje labai dažnai tenka tirti nehomogeniškus[2] objektus, sudarytus iš daugybės labai mažo dydžio dalelių, kurių sudėtis skiriasi tarpusavyje. Jeigu, pavyzdžiui, turime lipduką su tūkstančiais mikrodalelių, kurių bendras svoris yra keliolika miligramų ir tarp jų yra vos keletas mikrometrų dydžio specifinės elementinės sudėties dalelių, kurių bendras svoris siekia vos kelis nanogramus, koncentracija elementų, įeinančių į minėtas specifinės sudėties daleles, bendrame visų dalelių kiekyje yra 10^{-6} arba dar mažesnė. Pasinaudojant dideliais padidinimais ir įvairiais elektroninio mikroskopo detektoriais tokias daleles galima išskirti iš tūkstančių kitų dalelių, apžiūrėti ir ištirti atskirai kiekvienos dalelės elementinę sudėtį. Atliekant tokius tyrimus elektroninio mikroskopo jautrumas prilygsta, o kartais ir pranoksta kitų prietaisų jautrumą. Be to, gauti rezultatai dažnai turi kur kas didesnę reikšmę, negu analizė, atlikta kitais metodais. Juk tiriant medžiagas emisinės spektrinės analizės arba atominės absorbcijos metodu konstatuojama tik, kad tam tikri elementai įeina į bendrą visų dalelių masę. Joje gali būti įvairios kilmės keli šių elementų junginiai, o ieškomos sudėties dalelių gali visai nebūti.

Tiriant elektroniniu mikroskopu, skirtingai negu kitais prietaisais, nebūtina kruopščiai ir ilgai ruošti medžiagą tyrimui bei šifruoti tolesnius tarpinius rezultatus. Dauguma objektų, jeigu tik leidžia jų matmenys, galima iš karto įdėti į mikroskopo kamerą ir po keliolikos minučių atspausdinti analizės rezultatus.

Tiriant medžiagų mikrokiekį pažymėtinas yra dar vienas elektroninio mikroskopo pranašumas. Pasinaudojant optiniu mikroskopu preparavimo adata atrenkant medžiagą tyrimui emisinės spektrinės analizės arba atominės absorbcijos metodu ne visada pavyksta nuimti dominančias daleles be pašalinių užteršimų. Norint įvertinti užteršimų įtaką analizės rezultatams, jeigu tik medžiagos kiekis leidžia, paruošiami keli pavyzdžiai, kartais prireikia imti kontrolinių kitų medžiagų pavyzdžių. Elektroniniu mikroskopu šį problema išsprendžiama labai paprastai. Padidintas kelis šimtus tūkstančių kartų daleles galima apžiūrėti, parinkti analizei tinkamas jų vietas ir esant reikalui ištirti jų keliolika ar daugiau, kad rezultatai būtų patikimi.

Elektroninio mikroskopo pranašumai iškart buvo panaudoti kriminalistiniuose medžiagų ir gaminių tyrimuose. Tačiau Lietuvoje šie tyrimai plačiau pradėti tik 1998 m., kai Švedijos centrinė kriminalistinė laboratorija Lietuvos teismo ekspertizės centrui padovanojo JEOL gamybos skanuojantį mikroskopą JSM–840. Dabar Lietuvoje kasmet atliekama apie 200 elektroninių mikroskopinių medžiagų ir gaminių tyrimų: 1999 m. – 225; 2000 m. – 200; per 9 mėn. 2001 m. – 125 tokie tyrimai.

Šiuo metu Lietuvos teismo ekspertizės centre elektroniniu mikroskopu tiriamų objektų spektras gana platus:

1. tiriami automobilių lempučių siūlelių apsilydymai, nustatant, ar lemputės sudužimo metu siūlelis buvo įkaitęs;
2. atliekamas stiklo dalelių kiekybinės sudėties lyginamasis tyrimas. Tai yra vienintelis metodas, kuris leidžia nustatyti stiklo mikrodalelių sudėties vienodumą;
3. dažų kokybinės ir kiekybinės sudėties tyrimas;
4. metalų (taip pat ir brangiųjų bei retųjų) kiekybinė analizė;
5. nustatinėjami elektros laidų iš gaisraviečių trumpo jungimo požymiai;
6. šūvio pėdsakų arba kitokios netipinės sudėties mikrodalelių paieška ir tyrimas. Tai leido pakankamai efektyviai, pavyzdžiui, pagal kapsulės skilimo pėdsakus ant asmens, atsakyti į tokį svarbų klausimą, ar šis asmuo šovė iš šaunamojo ginklo.

Norint nustatyti, kaip panaudojamos šio tyrimo suteikiamos galimybės Lietuvos nusikaltimų

[2] Nehomogenišku yra laikomas objektas, kurio viso tūrio arba ploto elementinė sudėtis nėra vienoda.

tyrimo praktikoje, buvo atlikta Lietuvos teismo ekspertizės centre 1999–2001 m. per 9 mėn. atliktų ekspertizių analizė.

Šio tyrimo metu buvo nustatyta, kad iki 70 proc. ekspertizių nenurodoma, kaip tyrimui pateikti objektai buvo supakuoti; iki 2 proc. ekspertizių yra skiriama nepagrįstai, nes nusikaltimų tyrėjai nežino elektroninio mikroskopinio tyrimo panaudojimo galimybių ir ribų bei šio tyrimo metu gautų rezultatų tinkamo panaudojimo įrodinėjimo procese; iki 0,5 proc. ekspertizių yra nepateikiama reikalinga lyginamoji medžiaga[3]; iki 0,1 proc. ekspertizių yra nepateikiama tiriamoji medžiaga[4].

Kita priežastis, dėl kurios nepakankamai išnaudojamos elektroninio mikroskopo galimybės tiriant nusikaltimus yra ta, kad tyrėjai neaprūpinami techninėmis priemonėmis[5], būtinomis mikrodalelėms paimti, o objekto dėl kokių nors priežasčių (pvz., dydžio, svorio) negalima pristatyti į ekspertinę įstaigą[6] arba pėdsakai gali būti sunaikinti[7].

Taigi praktikos analizė parodė, kad nusikaltimų tyrėjai dar nepakankamai supranta pavyzdžių tirti elektroniniu mikroskopu paėmimo ir medžiagos parengimo svarbos.

Tirti elektroniniu mikroskopu gali būti pateikiami daiktai bei nuo objektų nuimtos mikrodalelės. Atsižvelgiant į tai, kas bus pateikiama elektroninės mikroskopijos tyrimui, keliami skirtingi daiktinių įrodymų paėmimo bei medžiagos ekspertiniam tyrimui parengimo reikalavimai.

Pirma panagrinėsime reikalavimus, keliamus pateikiant tirti pačius daiktus. Tačiau ir šiuo atveju tyrimo objektas gali būti: patys daiktai, t.y. makroobjektai, kai, pavyzdžiui, reikia nustatyti dažų cheminę sudėtį, arba ant makroobjektų esančios mikrodalelės.

Paimant daiktus, kurių paviršius bus tiriamas elektroniniu mikroskopu, nekeliama jokių specifinių reikalavimų.

Kur kas sudėtingesnis yra daiktų, ant kurių reikės ieškoti nematomų mikrodalelių, paėmimas bei jų pateikimas tirti. Čia svarbiausia yra neprarasti ant daikto paviršiaus esančių mikrodalelių. Todėl griežčiausi yra daiktų supakavimo reikalavimai. Svarbu, kad pakuojant daiktą, ant kurio tikimasi surasti mikrodalelių, pakavimo medžiaga (popierius, polietilenas) šių dalelių nenutrintų. Tai labai svarbus reikalavimas, kadangi dulkių pavidalo mikrodalelės dažnai labai silpnai laikosi ant objekto nešiklio paviršiaus ir net nestipraus kontakto metu, pvz., dėl elektrostatinių jėgų poveikio, lengvai gali nusitrinti. Todėl tirti pateikiamus daiktus reikėtų pakuoti į kartonines dėžutes, kuriose objektas būtų nejudamai įtvirtinamas. Ant dėžutės turėtų būti nurodoma, kur yra daikto viršus.

Jeigu negalima užtikrinti, kad vieta, ant kurios tikimasi surasti minėtų mikrodalelių, transportavimo metu nesiliestų su kitomis medžiagomis arba dėl kitų priežasčių negalima pristatyti objekto nešiklio į kriminalistinę laboratoriją, mikrodaleles reikia nuimti specialiu elektroninės mikroskopijos tyrimams pritaikytu lipduku. Tokie lipdukai taikomi šūvio pėdsakams paimti, juos galima panaudoti bet kokioms kitoms mikrodalelėms surinkti.

Paimant daiktinius įrodymus ir juos pakuojant svarbu ne tik neprarasti ant jų esančių mikrodalelių, bet nė kiek ne mažiau svarbu ir neužteršti jų tokios pat sudėties mikrodalelėmis, kurių paieškai jie paimami. Jeigu palyginti kartu siunčiamas objektas, nuo kurio spėjama, kad dalelės atsidalijo, nuo pat paėmimo jis turi būti laikomas ir supakuotas atskirai. Be to, reikia nepamiršti, kad tokias mažas dulkių pavidalo mikrodaleles galima pernešti visai atsitiktinai ir savo rankomis. Jeigu, pavyzdžiui, paskyrus šūvio pėdsakų ant rūbų paieškos ekspertizę ekspertas, kuris pakuoja daiktinius įrodymus, iš

---

[3] Vieline tvora aptvertoje saugomoje aikštelėje, į kurią buvo patekta prakirpus tvorą, buvo apvogta transporto priemonė. Po kiek laiko iš įtariamojo asmens buvo paimtos žirklės, skirtos kirpti krūmams. Ekspertui buvo pateiktas klausimas, ar ant pateiktų žirklių yra metalo mikrodalelių. Tvoros viela lyginamajam tyrimui nebuvo pateikta. 2001 02 28 ekspertizės aktas Nr.11–719. Lietuvos teismo ekspertizės centro archyvas.

[4] Tyrimui pateikta posūkio lemputė, tačiau joje nėra kaitinimo siūlelio. 2000 03 02 ekspertizės aktas Nr. 11–203. Lietuvos teismo ekspertizės centro archyvas.

[5] 2001 m. Kriminalistinių ekspertizių tarnyba gavo 8 išvažiuojamąsias kriminalistines laboratorijas, kuriose yra tik 10 lipnia plėvele padengtų aliuminio laikiklių, kurie yra skirti mikrodalelėms, kurios bus tiriamos elektroniniu mikroskopu, paimti. Turint omenyje, kad 2000 m. Lietuvoje buvo padaryta 82 370 nusikaltimų, o specialistai kriminalistai dalyvavo 3230 įvykių vietų apžiūrose, toks nusikaltimų tyrėjų aprūpinimas šia technine priemone leidžia daryti kategorišką išvadą, kad ir tos kriminalistinės techninės priemonės, kurios yra šalyje, dėl nepakankamo aprūpinimo jų aptarnavimui būtinomis priemonėmis neleidžia visapusiškai išnaudoti turimų pajėgumų.

[6] Surinkus mikrodaleles iš slėptuvių, seifų būtų galima nustatyti, ar juose buvo laikyti ginklai, brangieji metalai ar kita.

[7] Jau po 3 val. rasti šūvio pėdsakų dalelių ant rankų yra mažai tikėtina.

pradžių rankomis liečia iš įvykio vietos tirti siunčiamą ginklą ir tūtelę, o tada ant to paties stalo, nenusiplovęs rankų, pradeda pakuoti drabužius, ant drabužių, visai to nenorėdamas, savo rankomis gali pernešti daugybę nematomų šūvio pėdsakų dalelių nuo anksčiau pakuotų ginklo ir tūtelės. Taigi visais atvejais patartina tiesiog įvykio vietoje hermetiškai supakuoti mikrodalelių objektą nešiklį (minėtuoju atveju – įtariamojo drabužius), ir tik tada pakuoti lyginti teikiamą daiktą (minėtuoju atveju – ginklą, tūtelę). Labai dažnai dėl didelio objektų paviršiaus ploto negalima mikrodalelių nuimti nuo viso objekto, todėl pagal galimybę reikia kuo tiksliau nurodyti vietą, kurioje ant objekto nešiklio turi būti ieškoma mikrodalelių, ypač jeigu objektas nešiklis yra didelių matmenų arba jeigu jo paviršius greitai užteršia lipduką (pūkuoti, purvini, birių medžiagų paviršiai).

Labai dažnai dėl didelio objektų paviršiaus ploto negalima mikrodalelių nuimti nuo viso objekto, todėl pagal galimybę reikia kuo tiksliau nurodyti vietą, kurioje ant objekto nešiklio turi būti ieškoma mikrodalelių, ypač jeigu objektas nešiklis yra didelių matmenų arba jeigu jo paviršius greitai užteršia lipduką (pūkuoti, purvini, birių medžiagų paviršiai).

Aprašant byloje visas daiktinių įrodymų paėmimo ir supakavimo aplinkybes patartina daugiau dėmesio skirti įpakavimo kokybei, kad vėliau teisminio nagrinėjimo metu nekiltų abejonių, kad dalelės nuo objekto buvo prarastos arba kad ant objekto galėjo atsirasti jau po įvykio dėl nusikaltimo tyrėjo, kriminalisto specialisto nekvalifikuotumo arba eksperto nerūpestingumo.

Dažniausiai tyrimo tikslas yra ne tai, ar aptiktų dalelių kokybinė ir kiekybinė sudėtis yra tokia pat kaip ir lyginamojo pavyzdžio medžiagos, bet ar aptiktos dalelės atsidalijo būtent nuo konkretaus daikto (lyginamojo pavyzdžio). Tačiau vienareikšmiškai nustatyti aptiktų dalelių kilmės šaltinį apsiribojant vien tik elementinės sudėties tyrimu dažniausiai negalima.

Paanalizuokime, pavyzdžiui, vieną nusikaltimo tyrėjų labai dažnai pateikiamą klausimą: ar galima aptikti kišenėje nusikaltimo įrankio (pistoleto, kasteto, peilio, visrakčio) arba kokio nors kito metalinio daikto metalizacijos pėdsakų?

Kišenėje nešiojamas metalinis daiktas besitrindamas į audeklą gali palikti ant jo mikrometrinių dalelių, ypač jeigu įrankio metalas nėra labai kietas ir nešiojamas gana ilgai arba trinasi kišenėje į kitus panašaus kietumo daiktus. Su elektroninės mikroskopijos tyrimams pritaikytu lipduku surinkus minėtas daleles įvairiais elektroninio mikroskopo detektoriais jas galima išskirti iš tūkstančių kitų dalelių, ištirti ir palyginti jų elementinę sudėtį su nusikaltimo įrankio elementine sudėtimi.

Jeigu minėtas įrankis pagamintas iš specifiniais elementiniais požymiais pasižyminčio retai pasitaikančios kokybinės arba kiekybinės sudėties homogeniško metalo lydinio, yra didelė tikimybė, kad tokias daleles pavyks aptikti ir atlikus jų elementinės sudėties tyrimą bus galima daugiau ar mažiau vienareikšmiškai spręsti, ar dalelių sudėtis tokia pati, kaip minėto įrankio metalo, ir atitinkamai daryti tikėtiną arba kategorišką išvadą, kad dalelės priklauso konkrečiam gaminiui.

Tačiau reikia pažymėti, kad medžiagų, turinčių specifinę, netipinę elementinę sudėtį, pasitaiko labai retai.

Specifinių požymių neturinčių medžiagų teigiami mikrodalelių paieškos rezultatai neturės įrodomosios reikšmės.

Tiriant šūvio pėdsakus ant pateiktų tirti lipdukų su mikrodalelių pavyzdžiais, be aplinkoje paplitusių aliuminio, silicio, kalcio, titano, sieros, chloro, kalio ir natrio, beveik kiekvieną kartą aptinkama geležies, nikelio, chromo dalelių, tikėtina nuo įvairių buityje naudojamų daiktų. Tokių dalelių kilmės šaltiniai gali būti ir dirvožemio mineralai arba vandentiekio vanduo, užterštas vamzdžių rūdimis. Labai dažnai aptinkama vario ir jo lydinių, tikėtina nuo raktų arba monetų. Kartais pasitaiko aukso dalelių nuo papuošalų. Rečiau pasitaiko švino, alavo, bario, kitų elementų, kurių kilmės šaltiniai gali būti labai įvairūs – dažai, kitos statybinės medžiagos. Labai retai, tačiau pasitaiko ir kai kurių retų elementų, pvz., cerio ir lantano nuo žiebtuvėlių akmenukų. Didelė dauguma buityje naudojamų daiktų bei nusikaltimo įrankių (peiliai, kastetai), gaminami iš niekuo ypatingu neišsiskiriančių geležies (plieno), vario, aliuminio lydinių, į kurių sudėtį kaip legiruojantys arba padengimo elementai įeina cinko, nikelio, chromo, kai kurių kitų aplinkoje paplitusių elementų. Tokių daiktų metalizacijos pėdsakų kišenėje arba ant kokio nors kito objekto nešiklio elektroniniu mikroskopu ieškoti nėra prasmės, nes aptikti panašios sudėties dalelių įvairios kilmės dulkių pavidalu galima beveik kiekvieno žmogaus kišenėse, ir, jeigu nerandama kitų daleles identifikuojančių požymių, negalima bus nustatyti jų kilmės šaltinio.

Taigi akimi nematomų mikrometro dydžio mikrodalelių paieška turi prasmę tada, jeigu jos paliktos netipinės elementinės sudėties objekto (medžiagos), jeigu tokių dalelių sudėtis tam tikra prasme yra unikali.

Kitais atvejais tokią paiešką ir tyrimą galima atlikti tada, jeigu kitais tyrimo metodais nustatyta, kad nuimtų nuo objekto nešiklio dalelių kilmės šaltinis gali būti tik vienas daiktas (medžiaga) ir reikia tik patvirtinti, kad jos sudėtis tokia pat kaip lyginamojo objekto, pavyzdžiui, kai ant kokio nors objekto vizualiai matomos trasos ir pėdsakas, sudarytas iš daugybės pašalinių mikrodalelių. Tokiu atveju pagal dalelių lokalizaciją ir išsidėstymą galima spręsti, kad jos paliktos būtent kokio nors įrankio, o ne nusėdo ant šios vietos dulkių pavidalu atsitiktinai.

Konkrečios sudėties mikrodalelių paieška ir tyrimas turi prasmę tik tada, jeigu pateikiamas objektas nešiklis, ant kurio įprastomis naudojimo sąlygomis negali patekti dominančios sudėties dalelių.

Kaip pavyzdį galima pateikti aukštos prabos (daugiau kaip 900) aukso plokštelės metalizacijos pėdsakų paiešką plastikinėje dėžutėje su dvigubu dugnu nuo kosmetinio kremo[8]. Atlikus tyrimą tarp dėžutės sienelių, sudarančių dvigubą dugną, buvo aptikta keletas 1–2 cm dydžio aukso lydinio dalelių. Dėl mažo dalelių dydžio negalima buvo tiksliai apskaičiuoti jų metalo kiekybinės sudėties, tačiau buvo nustatyta, kad jose yra apie 90 proc. aukso. Gauti rezultatai turi didelę įrodomąją reikšmę, kadangi tarp kosmetinio kremo plastikinės dėžutės dvigubo dugno sienelių aukso dalelės atsitiktinai patekti negali. Kita svarbi aplinkybė – labai didelis aukso kiekis mikrodalelių sudėtyje. Iš tokios aukštos prabos aukso papuošalai gaminami labai retai, todėl su didele tikimybe galima teigti, kad aptiktos dalelės atsidalino būtent nuo plokštelės, o ne nuo kokio nors kito gaminio iš aukso.

Jeigu tiriamo įrankio metalas neturi specifinių požymių, daug geresnius rezultatus galima gauti tiriant cheminių atspaudų metodu. Šis metodas ne toks jautrus kaip tyrimas elektroniniu mikroskopu, tačiau kartais juo galima nustatyti kišenėje buvusio gaminio formą, kurią sudaro daugybė mikrodalelių, įsitrynusių į kišenės audeklą, ir iš to spręsti, ar konkretus daiktas buvo nešiojamas kišenėje.

IŠVADOS IR SIŪLYMAI

1. Elektroninio mikroskopo panaudojimas tiriant daiktinius įrodymus žymiai praplečia medžiagų ir gaminių tyrimo galimybes. Tam tikrais atvejais tai yra vienintelis būdas nustatyti svarbias bylos aplinkybes. Vienas iš pagrindinių jo pranašumų yra galimybė aptikti ir ištirti praktiškai neribotai mažo dydžio mikroobjektų morfologines savybes ir elementinę sudėtį nenaikinant tiriamų objektų.

2. Mūsų atliktos ekspertinių tyrimų praktikos analizė parodė, kad tiriant nusikaltimus nepakankamai išnaudojamos elektroninio mikroskopinio tyrimo galimybės. Taip nutinka dėl subjektyvių priežasčių, nes nusikaltimų tyrėjai nepakankamai žino šio tyrimo teikiamas galimybes bei tyrimo metu gautų rezultatų įrodomąją reikšmę, ir dėl objektyvių priežasčių, nes nėra mikrodalelėms nuimti reikalingų techninių priemonių.

3. Siekiant užtikrinti, kad Lietuvos Respublikos ekspertinėse įstaigose elektroninis mikroskopas būtų panaudojamas pakankamai veiksmingai ir racionaliai, būtina nusikaltimų tyrėjus aprūpinti reikalingomis priemonėmis.

4. Stengiantis, kad tinkamai būtų paimti elektroniniam mikroskopiniam tyrimui pateikiami daiktiniai įrodymai bei ekspertiniam tyrimui parengta medžiaga bei teisingai įvertinta šio tyrimo rezultatų įrodomoji reikšmė, labai svarbu organizuoti nusikaltimų tyrėjų, teisėjų bei advokatų apmokymą.

LITERATŪRA

1. **JSM**–840 elektroninio mikroskopo aprašymas.
2. **Oxford** Instruments interneto svetainė www.oxford–instruments.com;
3. **AN** 10/55S analizatoriaus aprašymas.

[8] 2000 02 20 ekspertizės aktas Nr.11–592. Teismo ekspertizės centro archyvas.

4. **Badania** pozostałości po wystrzale metodą skaningowej mikroskopii elektronowej i energodyspersyjnej mikroanalizy rentgenowskiej CSEM–EDS. Zarys teoretyczny i obecny stan badań. Podinsp. Mgr inż. Andrzej Filewicz // Problemy kryminalistyki. – 1996. Nr. 212.
5. **Encyclopedia** of Forensic Sciences: Spectroscopic Techniques, K P Kirkbride, Forensic Science Centre, Adelaide, South Australia. 2000. T.1.

ZUR FRAGE DER GEBRAUCHSMÖGLICHKEITEN DES ELEKTRONISCHEN MIKROSKOPES BEI DER KRIMINALISTISCHEN UNTERSUCHUNG

Dr. Janina Juškevičiūtė
Rechtsuniversität Litauen

Jonas Mincevičius
Gerichtsbegutachtungzentrum, Litauen

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Artikel werden, auf Grund litauischer Gerichtsbegutachtungpraxisanalyse, Vorzug von elektronischer mikroskopischen Untersuchung im Vergleich mit anderen Methoden und die Benutzung elektronischer mikroskopischen Untersuchungmöglichkeiten von Sachbeweiß gezeigt. Man die Sammlung von Sachbeweißen und ihre Vorbereitung für Untersuchung mit Hilfe durch elektronischen Mikroskops analysiert. In diesem Artikel schenkt man auch große Aufmerksamkeit den durch Ermittler begangenen Fehler bei der Vorbereitung von Sachbeweiß für solche Begutachtung.

Die erhaltenen Ergebnisse solcher Begutachtung spielen große Rolle für Einschätzung von Beweiße.

Außerdem werde hier die Problematik der Einschätzung von beweise betont, weil der erhaltenen Ergebnisse mikroskopischer Begutachtung von großer Bedeutung sind.