

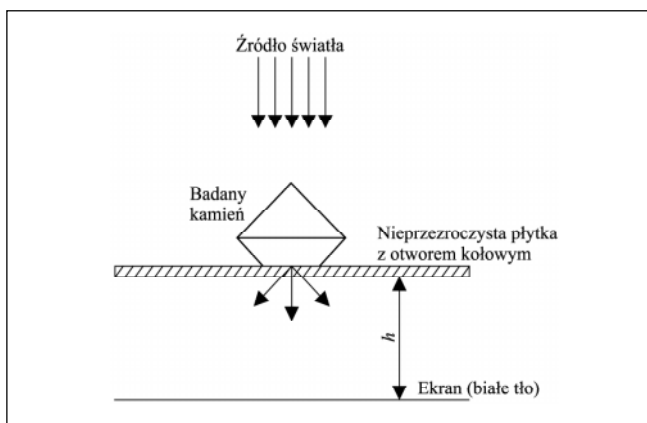
Instrumentalne i niekonwencjonalne metody badania kamieni szlachetnych.

Cz. 3. Metoda Hodgkinsona

Tomasz Sobczak, Nikodem Sobczak

Metoda Hodgkinsona jest niekonwencjonalną metodą badania kamieni szlachetnych i ozdobnych, znaną też jako metoda refraktometru punktowego. Wykorzystuje się w niej dyfrakcję Fraunhofera na otworze kołowym. Pomiar sprowadza się do obserwacji obrazów dyfrakcyjnych wywołanych ugięciem światła białego na małym kołowym otworze po przejściu światła przez badany kamień. Wartość współczynników załamania światła (n), dwójłomności (Δ) i dyspersji (D) szacuje się za pomocą tzw. refraktometru punktowego. Refraktometr punktowy, którego zasadę działania pokazano na rys. 1, jest urządzeniem bardzo prostym. Składa się z płaskiej nieprzezroczystej płytki z niewielkim otworem kołowym, białego ekranu (tła) i silnego źródła światła białego (światłowodowe źródło światła). Istotna dla jakości obrazów dyfrakcyjnych, a pośrednio dla dokładności pomiarów, jest średnica otworu (szerokość szczeliny), ponieważ od niej właśnie zależy kąt ugięcia. Im średnica otworu mniejsza, tym większy kąt ugięcia. Badania prowadzi się w czterech etapach, wyznaczając:

- 1) wartości współczynników załamania światła (n);
- 2) wartości dwójłomności (Δ);
- 3) dyspersji (D);
- 4) wartości ilorazu dwójłomności i dyspersji (Δ/D).



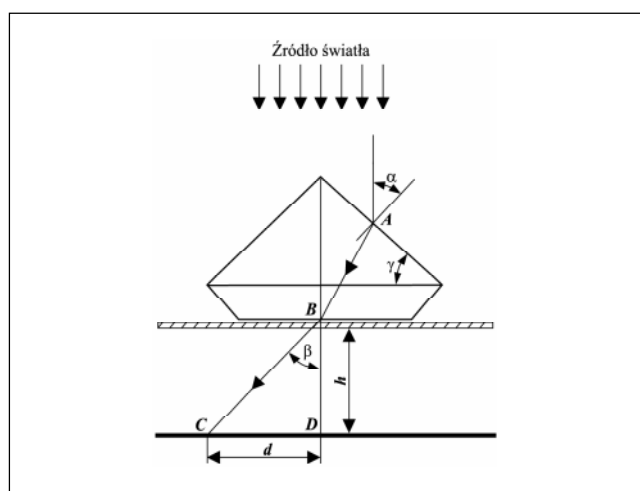
Rys. 1. Schemat ideowy refraktometru punktowego.

Sposób wykonania pomiarów jest następujący: badany kamień umieszcza się centrycznie nad otworem płytki, taflą w dół, i oświetla z góry silnym źródłem światła białego. Padające na kamień światło zostaje załamane i rozszczerzone na granicy ośrodków powietrze – kamień i kamień – powietrze, a następnie, po wyjściu z kamienia, ugięte na krawędzi otworu płytki. W efekcie na białym ekranie pojawia się charakterystyczny obraz dyfrakcyjny w postaci barwnych pierścieni. Kształt otrzymanych obrazów i występowanie w nich pierścieni barwnych wynika z połączenia zjawisk dyfrakcji i interferencji światła. Kamienie jednołomne dają obraz dyfrakcyjny w postaci jednego wielobarwnego pierścienia, natomiast kamienie dwójłomne w postaci dwóch pierścieni.

Współczynnik załamania światła

Pomiar współczynników załamania światła przy użyciu refraktometru punktowego stanowi najprostszą modyfikację metody refraktometrycznej stosowanej w praktyce gemmologicznej. Na rys. 2 pokazano bieg pojedynczego promienia światła monochromatycznego w badanym kamieniu. Na fasety pawilonu promień świetlny pada pod kątem α (prostopadle do taflki kamienia). W punkcie A, na granicy ośrodków (powietrze – kamień) promień ten zostaje załamany, następnie propaguje się w kamieniu wzdłuż odcinka AB i opuszcza kamień w punkcie B po powtórny załamaniu na granicy ośrodków (kamień – powietrze). Do ekranu dociera przez mały kołowy otwór, na którym ulega ugięciu. Kąt załamania w punkcie B i kąt ugięcia na szczelinie jest równy kątowi β . Wykorzystując prawa optyki falowej, można wyprowadzić zależność wiążącą kąty α i β ze współczynnikiem załamania światła n :

$$n = \sin^4 \alpha + (\sin \beta + \sin \alpha \cos \alpha)^2 / \sin \alpha \quad (1)$$



Rys. 2. Bieg promienia świetlnego w kamieniu umieszczonym na refraktometrze punktowym.

Z założenia równoległości biegu promieni świetlnych na drodze pomiędzy źródłem światła a kamieniem i ich prostopadłości do taflki kamienia wynika, że kąt α padania światła na fasety pawilonu jest równy kątowi γ pawilonu. W związku z tym wzór (1) przybierze postać:

$$n = \sin^4 \gamma + (\sin \beta + \sin \gamma \cos \gamma)^2 / \sin \gamma \quad (2)$$

Zakładając, że kąt pawilonu γ w stosunku do płaszczyzny rondysty, w poprawnie oszlifowanych kamieniach o bardzo dobrych lub dobrych proporcjach, jest stały (w praktyce ok. 40°) oraz że znana jest wartość h , możliwe jest wyznaczenie kąta β z zależności:

$$\sin \beta = d / d^2 + h^2 \quad (3)$$

gdzie: d – promień barwnego pierścienia powstającego wskutek ugięcia światła na szczelinie; h – odległość płytki z otworem kołowym od ekranu (rys. 2).

Przyjmując, że kąt γ dla badanych kamieni szlachetnych i ozdobnych o szlifie brylantowym jest stały, można uznać, że współczynnik załamania światła n zmienia się jedynie w funkcji kąta β (pośrednio zależy od wartości d). Wynika stąd, że średnica barwnych pierścieni obserwowanych w me-

todzie Hodgkinsona jest funkcją współczynnika załamania światła danego kamienia, możliwe jest więc wyskalowanie odległości d na refraktometrze w jednostkach n . Skalowanie takie można przeprowadzić przy pomocy kamieni o znanym współczynniku załamania światła; w takim przypadku miarą n będzie zawsze odległość mierzona od osi barwnego pierścienia (punkt D na rys. 2) do pierścienia o barwie żółtej.

Dwójłomność Δ

Kamienie dwójłomne badane za pomocą refraktometru punktowego dają dwa obrazy dyfrakcyjne, które w zależności od wartości dwójłomności mogą zajmować względem siebie trzy różne położenia:

- 1) obrazy dyfrakcyjne są wyraźnie rozdzielone (duża dwójłomność, np. oliwin $\Delta = 0,036$);
- 2) obrazy dyfrakcyjne pokrywają się w pewnym zakresie (średnia wartość dwójłomności, np. turmalin $\Delta = 0,020$);
- 3) obrazy dyfrakcyjne pokrywają się prawie całkowicie (mała dwójłomność, np. apatyt $\Delta = 0,003$);

W pierwszym i drugim przypadku, używając „cechowanej” skali refraktometru punktowego, można określić wartości współczynnika załamania światła dla żółtej barwy dwóch pierścieni pojawiających się w obrazie dyfrakcyjnym, przy czym różnica tych wartości stanowić będzie wartość liczbową dwójłomności. Dla przypadku trzeciego, gdy obrazy dyfrakcyjne pokrywają się ze sobą, precyzyjne ustalenie położenia barwy żółtej w widmie jest bardzo trudne. Dobre wyniki można uzyskać, wykonując pomiar pomiędzy położeniami pierścieni o barwie czerwonej. Odpowiada to w pewnym sensie zastosowaniu czerwonego filtra w pomiarach refraktometrycznych i choć bezwzględne wartości współczynników załamania światła dla światła czerwonego i żółtego są różne, jednak uzyskana w ten sposób wartość dwójłomności wyznaczanej metodą Hodgkinsona zależy od położenia kamienia względem źródła światła, kątów, jakie tworzą osie optyczne z taflą kamienia, i kąta obserwacji, dlatego pomiar należy powtarzać kilkakrotnie; za wartość diagnostyczną przyjmuje się maksymalną wartość dwójłomności.

Dyspersja

W refraktometrze punktowym odpowiednio wyskalowanym w jednostkach n wartość dyspersji określa się jako różnicę odległości pomiędzy pierścieniem czerwonym a niebieskim danego obrazu dyfrakcyjnego (odpowiada to liniom Fraunhofera B-G). Należy pamiętać, że dla kamieni dwójłomnych, o dwóch obrazach, wartość dyspersji powinna być liczona pomiędzy pierścieniem czerwonym i niebieskim tego samego obrazu.

Stosunek dwójłomności do dyspersji (Δ/D)

Określenie stosunku Δ/D sprowadza się do znalezienia jego maksymalnej wartości. Ponieważ wartość dyspersji jest niezależna od ustawienia kamienia względem źródła światła i położenia płaszczyzny tafli w stosunku do osi optycznych, wyznaczenie maksimum wartości Δ/D zależy jedynie od poprawnego wyznaczenia maksymalnej wartości dwójłomności. Wartość ta jest proporcjonalna do odległości pomiędzy pierścieniami żółtymi lub czerwonymi obserwowanych obrazów, natomiast D jest proporcjonalna do odległości między zewnętrznym pierścieniem czerwonym i wewnętrznym pierścieniem niebieskim danego obrazu. Z praktyki gemmologicznej wiadomo, że w tym zakresie widma wartości Δ/D

zmieniają się nieliniowo od wartości 0 dla kamieni izotropowych do wartości 2,6 dla kamieni anizotropowych. W tabeli zestawiono przykłady wartości n , Δ , D i stosunku Δ/D dla wybranych kamieni szlachetnych i ozdobnych.

Tab. Przykłady wartości n , Δ , D i stosunku Δ/D dla wybranych kamieni szlachetnych

Nazwa kamienia	Współczynnik załamania światła n	Dwójłomność Δ	Dyspersja D	Stosunek Δ/D
Andaluzyt	1,634-1,643	0,008	0,016	0,5
Benitoit	1,757-1,804	0,047	0,044	1,1
Beryl (szmaragd)	1,577-1,583	0,005-0,009	0,014	0,5
Granat (pirop)	1,750	brak	0,027	0
Korund (rubin)	1,762-1,770	0,008	0,018	0,4
Kwarc	1,544-1,553	0,009	0,013	0,7
Oliwin	1,654-1,690	0,036	0,020	1,8
Skapolit	1,550-1,572	0,015-0,022	0,017	1,3
Turmalin	1,624-1,644	0,020	0,017	1,2

Wnioski

Metoda Hodgkinsona ze względu na swoją prostotę jest godna rozpowszechnienia. Nie wymaga stosowania kosztownych przyrządów pomiarowych, a mimo to daje możliwość bezpośredniego porównania wielkości n , Δ i D , co zaawansowanym gemmologom pozwala na szybką i bezbłędną identyfikację kamieni. Proponowana metoda ma jednak pewne ograniczenia. Ponieważ poprawność wyników badań zależy od jakości uzyskiwanych obrazów dyfrakcyjnych, wpływ na otrzymywane dane mają następujące czynniki:

- (1) rodzaj i forma szlif – stąd ograniczenie metody do okrągłych szlifów brylantowych i ich modyfikacji;
- (2) proporcje szlif – założenia wymagane bardzo dobre lub dobre (stała wartość kąta $\gamma = 40^\circ$);
- (3) źródło światła – wymagane jest silne źródło światła białego ustawione tak, by czoło fali było prostopadłe do tafli badanego kamienia;
- (4) kąt osi optycznych w stosunku do tafli kamienia – kamienie jednoosiowe o osi optycznej prostopadłej do tafli kamienia dają na refraktometrze identyczny odczyt jak kamienie izotropowe; w przypadku stosowania metody Hodgkinsona można otrzymać tylko jeden obraz dyfrakcyjny;
- (5) wielkość kamienia – wraz ze wzrostem wymiarów kamienia polepsza się jakość otrzymywanych obrazów;
- (6) barwa kamienia – kamienie o intensywnej barwie własnej absorbują promieniowanie o określonych długościach fal (selektywna absorpcja światła), „wycinając” z obserwowanego widma całe zakresy barwne, np. barwę żółtą (kamienie intensywnie niebieskie, indygo i fioletowe), czerwoną (kamienie niebieskozielone) lub niebieską (kamienie pomarańczowe).

Literatura:

- W. Hanneman: *Educating the Eyeball – the Hodgkinson Method*. „Lapidary Journal” 1980 nr 7.
 W. Hanneman: *Understanding the Hodgkinson Method*. „Journal of Gemmology” 1991 nr 3.
 A. Hodgkinson: *Visual Optics*. „Journal of Gemmology” 1979 nr 5.
 T. Sobczak, N. Sobczak: *Niekonwencjonalne metody badania kamieni szlachetnych*. „Acta Universitatis Wratislaviensis” 1996 nr 1784.

Izotopy tlenu „liniami papilarnymi” szmaragdów

Michał Sachanbiński, Tomasz Sobczak

W ostatnich latach obserwujemy coraz częstsze zastosowanie analiz izotopowych również do badań gemmologicznych. Szczególnie analizy stosunków izotopów trwałych pozwalają na charakterystykę genetyczną i dynamiczną minerału i środowiska, opis mechanizmów procesów powstawania minerałów itp. Minerale o tym samym składzie chemicznym mogą mieć różny skład izotopowy, w zależności od warunków ich powstawania i pochodzenia roztworów, z których powstały. Ustalono, że każde źródło minerału (naturalne czy sztuczne) ma swoją charakterystykę izotopową zależną od wielu czynników. Badania izotopowe pozwalają więc określić bardzo precyzyjnie pochodzenie minerału, roztworów minerałotwórczych, temperaturę powstawania minerału, warunki środowiska, kierunki migracji badanych mas (ile substancji pozostało, a ile uciekło z układu) itd.

W gemmologii stosuje się obecnie najczęściej analizy izotopowe tlenu w mikroobszarze (przekrój wiązki laserowej). Pozwalają one wykryć niehomogeniczność składu izotopowego, związaną np. z wielofazowym narastaniem minerału, rozpuszczaniem, strącaniem i rekrytalizacją, a także migracją wody.

Tlen jest ilościowo jednym z głównych składników skorupy ziemskiej. Występuje prawie we wszystkich typach skał, wchodząc w skład podstawowych minerałów skałotwórczych, także wielu kamieni szlachetnych z grupy krzemianów, glinokrzemianów, tlenków i węglanów. Z racji powszechnego występowania tlenu w strukturach minerałów, oznaczenia zmienności jego składu izotopowego są doskonałą metodą w nowoczesnych badaniach procesów powstawania i ewolucji minerałów, w tym zwłaszcza kamieni szlachetnych. Tlen ma trzy naturalne izotopy o przeciętnej częstości występowania w środowiskach naturalnych (tzw. abudancja): ^{16}O – 99,757%, ^{17}O – 0,037% i ^{18}O – 0,205%. W badaniach izotopowych bierze się zwykle pod uwagę zmienności stosunków izotopowych $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$.

Zróznicowanie stosunków izotopowych tlenu jest wyrażane przez $\delta^{18}\text{O}$ według wzoru:

$$\delta^{18}\text{O} = \left[\left(\frac{^{18}\text{O}/^{16}\text{O}}{\text{próbkki}} - \frac{^{18}\text{O}}{\text{wzorca}} \right) : \left(\frac{^{18}\text{O}/^{16}\text{O}}{\text{wzorca}} \right) \right] \times 1000 \text{ [‰]}$$

Wzorcem jest SMOW (*Standard Mean Ocean Water*) lub V-SMOW (woda o składzie izotopowym zbliżonym do składu SMOW, spreparowana przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej w Wiedniu). Dzięki postępowi technicznemu, jaki dokonał się w ostatnich latach w dziedzinie spektroskopii mas, chromatografii gazowej i technikach ekstrakcji laserowej, możliwe jest dzisiaj analizowanie składu izotopowego wodoru w grupach OH i tlenu w SiO_2 w próbkach o masie poniżej 2 mg. Przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości będzie dostępna nowa technika pomiarowa składu izotopowego w grupach OH krzemionki, co pozwoli na wykorzystanie „termometru tlenowego pojedynczego minerału” (*single mineral ^{18}O thermometry*) do oznaczania temperatury krystalizacji w próbkach o masie poniżej 2 mg.

Obecne techniki laserowe, stosowane w analizie izotopowej tlenu, pozwalają na precyzyjny wybór obiektu badań

w skali mikroskopowej, bez konieczności jego fizycznej separacji. Umożliwiają one analizę składu izotopowego tlenu monokryształów lub pojedynczych ziaren minerałów w skale (w przypadku większych ziaren możliwe jest zbadanie zmienności $\delta^{18}\text{O}$ w ich obrębie). Uniwersalność techniki laserowej i jej możliwości analityczne sprawiają, że pozostawia ona w minerale niewielkie, na ogół poniżej 1 mm średnicy, tzw. kraterki ablacyjne. Niekiedy również minerał rozpada się pod wpływem zogniskowania wiązki laserowej.

Pomimo tych niedogodności, już obecnie w mineralogii i gemmologii coraz częściej wykonuje się analizy izotopowe tlenu w mikroobszarze. Bardzo spektakularnym osiągnięciem są badania izotopowe szmaragdów wykonane przez zespół francuskich i kolumbijskich gemmologów pod kierunkiem prof. G. Giulianiego. Na podstawie zmienności izotopów tlenu ustalono, że badane szmaragdy można podzielić na trzy grupy. W grupie pierwszej znalazły się szmaragdy o wartościach $6,2\text{‰} < \delta^{18}\text{O} < 7,9\text{‰}$; należą tu szmaragdy z Brazylii (Quadrilatero, Ferrifero i Anage), Austrii (Habachtal), Australii (Pona) i Zimbabwe (Sandawana). W drugiej grupie o wartościach $8,0\text{‰} < \delta^{18}\text{O} < 12\text{‰}$ znajdują się szmaragdy, między innymi z Zambii, Tanzanii, Rosji, Madagaskaru, Egiptu, Pakistanu (Kaltharo) i Brazylii (Camalba i Socati). Do trzeciej grupy zaliczono szmaragdy o wartościach $\delta^{18}\text{O} > 12\text{‰}$; są to złoża z Brazylii (Santa Terezinha de Goia's), Afganistanu, Pakistanu (Swat Mingora) oraz Kolumbii. Różnice w koncentrowaniu ^{18}O przez szmaragdy z różnych złóż zależą więc od warunków geologicznych i fizyczno-chemicznych, w których one powstawały. Dlatego też wartości $\delta^{18}\text{O}$ są dobrymi „liniami papilarnymi” szmaragdów, na podstawie których można ustalić miejsce ich wydobycia.

Historia wykorzystywania przez ludzkość szmaragdów sięga IV tysiąclecia p.n.e., jednak pochodzenie wielu spośród tych najcenniejszych kamieni jest nieznane. Z problemem tym



Pracownia Gemmologiczna Jacek Ożdżeński

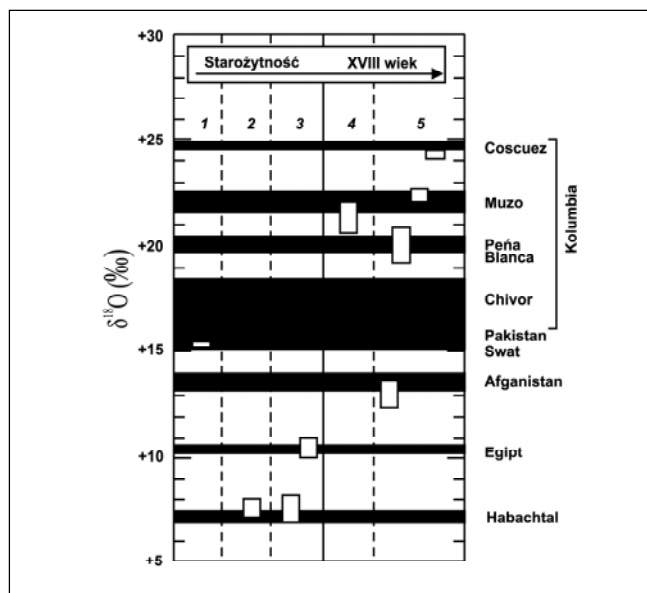
Ekspertyzy, ocena i wycena
diamentów i kamieni szlachetnych

42-600 Tarnowskie Góry, ul. Ułańska 6c/13
filia: 41-500 Chorzów, ul. Kilińskiego 5

członek fachowy:

- Stowarzyszenia Rzeczoznawców Jubilerskich w Polsce
- Polskiego Towarzystwa Gemmologicznego
- Deutsche Gemmologische Gesellschaft

tel. prac. 032/ 771 09 43
tel. pryw. 032/ 285 58 86



Wartości $\delta^{18}\text{O}$ dziewięciu szmaragdów (białe prostokąty) analizowanych przez G. Giulianię i in. (2000). Diagram pokazuje miejsca wydobycia (pola czarne) uważane za czynne w czasach historycznych. Wszystkie próbki wykazują wartości $\delta^{18}\text{O}$ charakterystyczne dla ich miejsca pochodzenia: 1) kolczyki gallo-romańskie; 2) święta korona Francji; 3) szmaragdy Haüy'ego; 4) wrak hiszpańskiego galeonu; 5) stare kopalnie szmaragdów.

zmierzili się badacze pod kierunkiem prof. G. Giulianię z Centrum Badań Petrograficznych i Geochemicznych CNRS w Vandoeuvreles-Nancy (Francja), którzy postanowili sprawdzić, z jakich kopalń pochodzą niektóre słynne szmaragdy. Motywacją do rozpoczęcia tych badań były wyniki oznaczeń składu izotopowego tlenu uzyskane przez francuskich geochemików w trakcie analizy szmaragdów wydobywanych w kopalniach Kolumbii i Brazylii. Zbadano 9 szmaragdów: 1) najstarszy pochodził z czasów rzymskich i został znaleziony w złotym pierścieniu w 1997 r. w Miribel (Francja); 2) cztery pochodziły z klejnotów należących do nizamów Hajdarabadu (Indie) i są to kamienie oszlifowane w XVIII w., zaliczane do tzw. szmaragdów „ze starych kopalni”, z których wydobywano kamienie już za czasów Aleksandra Wielkiego (III w. p.n.e.); 3) szmaragd z korony króla Francji Ludwika IX (XIII w.); 4) dwa szmaragdy z kolekcji A. Haüy'ego, kolekcjonera i mineraloga, który jako pierwszy w 1806 r. opisał ten minerał; 5) szmaragd znaleziony we wraku hiszpańskiego galeonu „Nuestra Senora de Atocha”, zatopionego w 1622 r. u wybrzeży Florydy (USA).

Na podstawie wyników analiz izotopowych określono miejsca pochodzenia badanych szmaragdów. Ustalono, że szmaragd z Miribel nie pochodzi, jak przypuszczano, z kopalń egipskich lub austriackich, lecz z Pakistanu. Dotychczas uważano, że do 1545 r. jedynym miejscem pozyskiwania szmaragdów były kopalnie w Egipcie i Austrii. Jeden szmaragd nizamów Hajdarabadu pochodzi z Afganistanu, pozostałe z Kolumbii. Szmaragd z korony Ludwika IX wydobyto natomiast z kopalni w Habachtalu, szmaragdy opisane przez A. Haüy'ego pochodzą z Austrii i Egiptu, a te z hiszpańskiego galeonu były znalezione w Kolumbii (diagram).

Literatura:

G. Giuliani: *Towards a $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ isotopic identity card of natural and synthetic emeralds*. „The Emerald, AFG” 1998.

G. Giuliani i in.: *Oxygen isotopes and emerald trade routes since antiquity*. „Science” 2000, 287, 28.

M.O. Jędrysek, A. Weber-Weler: *Analiza izotopowa tlenu w mikroobszarze: krzemiany i tlenki*. „Przegląd Geologiczny” 2000, 48, 7.

Kryteria oceny pereł

Włodzimierz Łapot

Wprowadzenie

Przy ocenie pereł naturalnych i hodowanych bierze się pod uwagę zarówno kryteria ilościowe (obiektywne), jak i jakościowe (subiektywne). Najczęściej uwzględniane kryteria ilościowe to: wielkość pereł (średnica, masa), kształt (forma, symetria), grubość i budowa korteksu (powłoki w perełach hodowanych), wielkość i charakter jądra (w perełach hodowanych), wzajemne relacje powłoki i jądra, gęstość względna pereł, jej skład chemiczny oraz twardość. Do najczęściej uwzględnianych kryteriów jakościowych należą: barwa podstawowa i barwy dodatkowe (overtone, orient), połysk oraz stan i charakterystyka powierzchni pereł (cechy powierzchni), a także rodzaj i rezultat zastosowanych metod poprawiania.

Podobnie postępuje się przy wycenie pereł. Z kryteriów ilościowych bierze się pod uwagę: wielkość pereł (wyrażoną poprzez średnicę lub znacznie rzadziej poprzez masę), jej kształt (formę, symetrię) oraz grubość powłoki (pereł hodowane). Z kryteriów jakościowych uwzględnia się: barwę podstawową i barwy dodatkowe (overtone, orient), połysk oraz stan powierzchni pereł. Jako kryterium mogące mieć niekiedy bardzo istotny wpływ na wartość obiektu uwzględnia się także rzadkość występowania, a w przypadku wyrobów składających się z wielu pereł (np. kolia), bierze się pod uwagę ich dobór i kompozycję w wyrobie.

W Japonii, ojczyźnie pereł hodowanej, przyjęto w 1995 r. następującą formułę oceny jakości pereł: $4S + 2C$, gdzie: S (size) – średnica, S (shape) – forma, S (spot) – nieskazitelność, S (shining) – połysk i/lub orient, C (color) – barwa, C (coating) – powłoka.

Wielkość i kształt

W pierwszej połowie XX w. wielkość pereł określano przeważnie za pośrednictwem ich masy (gran, karat) lub objętości. Współcześnie wielkość pereł określa głównie wymiar średnicy podawany w milimetrach, a jednostki masy są stosowane bądź tylko dla pereł o wyjątkowej wielkości, bądź dla pereł o silnie asymetrycznym kształcie, znacząco odbiegającym od kulistego czy owalnego, po przeliczeniu ich na hipotetyczną średnicę pereł kulistych (Sobczak, Sobczak 1995). Średnica pereł hodowanych pochodzących z Japonii i Chin, podobnie jak pereł naturalnych, wynosi zazwyczaj od 2,0 mm do 9,5 mm. Pereł mórz południowych (Australia, Polinezja, Filipiny itp.) mają przeważnie od 9,0 mm do 14 mm. Pereł o średnicy większej od 14 mm należą już do rzadkich.

Wielkość pereł łączy się w sposób nieuchronny z jej kształtem. Za najdoskonalszy kształt pereł uznaje się powszechnie kulę. Stopień przybliżenia danego kształtu do formy kulistej można uznać za podstawowe kryterium oceny kształtu. Najbardziej poszukiwane są pereł:

- kuliste,
- kropłowate lub gruszkowate,
- owalne (regularne).

Wyraźnym mniejszym zainteresowaniem cieszą się pereł o kształcie:

- guzikowatym lub bączkowatym (regularne),
- półbarokowym (o nieznacznej asymetrii),
- barokowym o różnych interesujących kształtach (np. grzyb, serce, dzban, główka),
- barokowym (nieregularne, asymetryczne, fantazyjne itp.).

Określenie wielkości perły kulistej nie stwarza większych kłopotów i polega na bezpośrednim pomiarze jej średnicy. Wielkość symetrycznych pereł kropłowatych, gruszkowatych i owalnych wyraża się poprzez średnią arytmetyczną ich długości, szerokości i wysokości. Wielkość pereł o bardziej nieregularnych kształtach wyraża się często za pośrednictwem ich masy przeliczonej za pomocą odpowiedniego dla danego kształtu współczynnika, tzw. współczynnika oszacowania, na hipotetyczną średnicę perły kulistej (Sobczak, Sobczak 1995). Umożliwia to w konsekwencji porównanie wielkości badanej perły, niezależnie od jej kształtu, z wzorcową perłą kulistą. Za wzorec przyjmuje się perłę kulistą o średnicy 7 mm. Gdy wyliczone hipotetyczne średnice pereł różnią się od perły wzorcowej, można zastosować dla oceny ich wielkości tzw. współczynnik korekcji, który dla pereł mniejszych od perły wzorcowej przybiera wartości ujemne, a dla pereł większych – wartości dodatnie.

Grubość powłoki

Do początku lat 80. XX w. grubość powłoki pereł hodowlanych była w niewielkim stopniu uwzględniana przy ocenie. W tamtym czasie producenci bardzo dbali o to, by grubość powłoki perłowej była wystarczająca, tzn. miała średnio od 0,6 do 1,0 mm, a perły przebywały w morzu od 3 do 5 lat. Przyczyny ekonomiczne i rezultaty badań naukowych oraz eksperymentów hodowlanych spowodowały u głównych producentów intensyfikację produkcji (Malane i in. 1988). Efektem ubocznym tej intensyfikacji było pojawienie się na rynku także pereł o niezadowalającej grubości powłoki perłowej. Według Pearl Science Laboratory of Japan (1993) współczesne perły dobrej i bardzo dobrej jakości powinny mieć grubość powłoki od 0,4 do 0,6 mm, wyjątkowo do 0,8 mm. By otrzymać taką powłokę, potrzebne są obecnie dwa sezony hodowlane, czyli około 17-19 miesięcy. Perły o akceptowanej na rynku jakości mają powłokę o grubości około 0,3 mm. Potrzeba na to jednego sezonu hodowlanego, czyli około 7-9 miesięcy. W obrocie handlowym spotykane są też perły o powłoce do 0,2 mm, które nie powinny być dopuszczone do sprzedaży. Są one rezultatem hodowli trwającej zaledwie 3-6 miesięcy. Powłoka tych pereł jest tak cienka, że jądro bywa dostrzegalne gołym okiem. Perły tak niskiej jakości wchodzą na rynek z pominięciem wszelkich instytucji kontroli jakości; powoduje to oczywiste szkody rynkowe. Kontrolę grubości powłoki perłowej można obecnie przeprowadzić bardzo skutecznie perłoskopem laserowym (Łapot 1999) – przyrządem stosunkowo tanim i prostym w działaniu, choć wymagającym pewnego doświadczenia przy obsłudze.

Barwa

Na barwę perły zasadniczy wpływ ma gatunek małża perłorodnego. *Pinctada fucata* z Japonii produkuje masę perłową barwy białej lub białoróżowej. *Pinctada maxima* z Australii, Filipin, Birmy czy Indonezji wytwarza perły białe, białoróżowe, kremowe, różowe i żółte. *Pinctada margaritifera* z Polinezji produkuje perły szare, ciemnoszare i czarne z refleksiem zielonym, niebieskim lub oberżynowym. *Unio* z rzek i jezior

daje perły białawe lub białozielonawe. Na barwę perły znaczący wpływ ma także: zawartość planktonu w wodzie (intensyfikacja odcienia zielonego), stopień zasolenia (intensyfikacja odcienia kremowego wraz ze wzrostem zasolenia), obfitość określonych związków w wodzie (np. syderyt – barwa brunatnawa masy perłowej, azuryt – barwa niebieskawa, smitsonit – szara, związki manganu – fluorescencja masy perłowej pod wpływem promieniowania rentgenowskiego i wpływ na barwę białą). Również głębokość bytowania małży perłorodnych ma wpływ na barwę; dotyczy to szczególnie małży wytwarzających perły o intensywnej barwie (Polinezja, Okinawa). Bytowanie małży na głębokości większej od 10 m powoduje zauważalne rozjaśnienie barwy produkowanej masy perłowej, np. jasnoszarą zamiast czarnej.

Na barwę perły składają się:

- 1) *barwa podstawowa (barwa masy perłowej)*; zależy ona od ilościowego stosunku aragonitu do konchioliny (zawierającej tlenki metali – pierwiastków przejściowych odpowiedzialnych bezpośrednio za barwę) oraz od sposobu jej rozmieszczenia w masie perły; w miarę wzrostu udziału konchioliny, zwłaszcza w warstewkach zewnętrznych perły, jej barwa staje się coraz ciemniejsza; najczęstsze barwy podstawowe pereł słonowodnych to: czarna, szara, brunatna, czerwona, żółta, fioletowa, zielona, niebieska, różowa, biała; w perłach słodkowodnych przeważają barwy: biała, szara, jasnobrązowa, zielonawa i czerwona;
- 2) *efekty świetlne (orient i overton)* modyfikujące barwę podstawową masy perłowej zjawiskami wywołanymi dyfrakcją i interferencją światła; decydujący wpływ mają tu właściwości środowiska bytowania małża (temperatura wody, pH środowiska wodnego, skład chemiczny wody, głębokość zanurzenia, zawartość planktonu w wodzie):
 - *orient* to delikatna, zazwyczaj punktowa gra barw (specyficzna opalescencja) o różnym stopniu nasycenia barwą różową (połysk perłowy), wywołana dyfrakcją i interferencją światła na nieregularnych krawędziach płytek aragonitu tworzących nakładające się warstewki; im bardziej ta struktura jest subtelna (im cieńsze i liczniejsze są warstewki aragonitu), tym perła wykazuje więcej orientu; efekt ten pochodzi zatem z głębi powłoki perły i w pewnym stopniu zależy także od jej grubości; efekt ten nadaje perle specyficzną „świetlistość”; w perłach czarnych lub intensywnie szarych efekt orientu prawie zupełnie nie występuje, gdyż następuje silna absorpcja światła przez powłokę perły;
 - *overton* jest rezultatem dekompozycji i załamania światła przez kryształki aragonitu powłoki perłowej, które nadają perle o określonej barwie dodatkowe połyskliwe odcienie różnych barw (zazwyczaj różowej, niebieskiej, zielonej, fioletowoczerwonej) modyfikujące barwę podstawową; overton pojawia się wówczas, gdy warstewki masy perłowej są dostatecznie cienkie i wystarczająco przeświecające.

W zależności od barwy i obserwowanych efektów optycznych wyróżnia się zwykle perły (Sobczak, Sobczak 1995):

- *różowe*, o różnym stopniu nasycenia barwą różową od białoróżowej do różowoczerwonej i różowym overtonie; niekiedy także niebieskim i/lub zielonym overtonie;
- *kremowe*, o różnym stopniu nasycenia barwą kremową

- od białokremowej do kremowożółtej i różowym orientem lub różowym i zielonawym overtonem;
- *srebrne*, barwa podstawowa biała do szarej i różowy orient;
 - *złote*, barwa podstawowa żółta i różowy orient;
 - *czarne*, barwa podstawowa czarna, czarnoszara, brunatna, purpurowoczarna, fioletowoczarna, ciemnoniebieska, ciemnozielona oraz zielony lub zielononiebieski overton;
 - *niebieskie*, barwa podstawowa ciemnoniebieska do szaroniebieskiej oraz intensywnie zielony, zielony i różowy overton;
 - *zielone*, barwa podstawowa szarzielona do zielononiebieskiej, zielony overton;
 - *brunatne*, barwa podstawowa ciemnobrązowa, overton różowopurpurowy, zielony lub fioletowy.

Barwa perły w przekroju poprzecznym nie jest jednorodna; poszczególne warstewki różnią się odcieniem i połyskiem. Perły starzeją się, matowieją (tracą połysk) i nabierają szarocznego zabarwienia.

Barwa pereł bywa poprawiana metodą wybielania, a jej rezultatem jest rozjaśnienie mało efektownych barw ciemnych. Metodę tę stosuje się rutynowo, praktycznie jest niewykrywalna, a jej rezultat dość stabilny. Inna metoda, stosowana również rutynowo, polega na barwieniu różnymi środkami chemicznymi lub naturalnymi. W rezultacie uzyskuje się poprawę lub nadanie pożądanej barwy, np. czarnej, oraz ukrycie jej niejednorodności; otrzymany rezultat jest zazwyczaj dość stabilny, choć zdarza się, że barwa z upływem czasu może płowić. Wykrywa się ją przez: potarcie wacikiem nasyconym acetonem (odbarwienie), obserwację profilu otworu przewierconego w perle (barwnik występuje tylko w warstewce przypowierzchniowej), badaniu fluorescencji (naturalna czarna perła wykazuje fluorescencję, natomiast barwione czarne perły nie wykazują fluorescencji). Jeszcze inną metodą, stosowaną okazjonalnie, wykorzystywaną do poprawiania barwy pereł jest napromieniowanie (naświetlanie), którego trwałym rezultatem jest wytworzenie „czarnej” perły (czasem szarej lub niebieskawoszarej) z perły białawej. Jest to rezultat trwały, o ile nie zastosowano następnie innych metod traktowania. Wykrywa się ją za pomocą perlaskopu lub na podstawie badania widma w podczerwieni, przy czym to ostatnie badanie nie zawsze bywa skuteczne.

Połysk

Połysk definiowany jest jako zdolność do odbijania światła będąca kombinacją refleksu powierzchniowego i refleksu wewnętrznego. Połysk pereł określa się opisowo od bardzo błyszczącego przez błyszczący aż do matowego. Istotny wpływ na jakość połysku pereł ma temperatura wody, w której bytowały perły. Perły hodowane w wodach stosunkowo ciepłych mają przeważnie połysk matowy, gdyż warstwy masy perłowej są stosunkowo grube i wybarwione, podczas gdy perły hodowane w wodach chłodniejszych mają przeważnie połysk błyszczący, gdyż warstwy masy perłowej są relatywnie cieńsze i mniej wybarwione.

Połysk bywa poprawiany różnymi metodami. Metody te uznaje się za dopuszczalne i normalne, jeśli wykorzystują one sól morską, drobne kawałki bambusa czy orzecha. Uznaje się je za niedopuszczalne, jeśli wspomniane wyżej środki są zastępowane przez abrazyjne środki chemiczne, które dają efemeryczne nabłyszczanie powierzchni perły. Uzyskany w ten

sposób połysk jest bardzo mylący i mało trwały, a oko (także eksperta), nie jest w stanie wykryć tego oszustwa, jeśli ekspertyza ma miejsce w przeciągu miesiąca po dokonanych zabiegach. W miarę upływu czasu zaczynają się jednak stopniowo ujawniać pierwotne naturalne defekty tak „spreparowanej” perły. Zwykle po upływie roku są one już bardzo wyraźne i stają się widoczne nawet dla niezbyt wprawnego oka. Mało solidni hodowcy stosują także zabieg werniksowania implantowanego jądra, co sztucznie wzmacnia refleks wewnętrznego, a tym samym poprawia ogólny połysk perły. Ryzyka związanego z ewentualnym oszustwem można uniknąć poprzez kontakty handlowe z producentami o sprawdzonej i ugruntowanej renomie i niekorzystanie z tzw. okazji.

Stan powierzchni

Definiuje go obecność defektów widocznych nieuzbrojonym okiem. Są to zwykle wszelkiego rodzaju drobne zagłębienia i wypukłości, rysy, spękania, karby, plamy i smugi barwne, niejednorodności wzrostu itp.

Ocenę stanu powierzchni dokonuje się przez porównanie z idealnie jednolitą barwnie i morfologicznie powierzchnią wzorcową, np. kuli, kropli. Miarą tej oceny jest liczba i rodzaj występujących na powierzchni defektów (Sobczak, Sobczak 1995). Przyjęte jest, że obecność jednego zagłębienia nie obniża oceny stanu powierzchni perły, gdyż i tak trzeba wykonać otwór dla zamontowania perły w wyrobku; wierceń takie wykonuje się wówczas dokładnie w miejscu występowania takiego zagłębienia.

Rzadkość występowania

W dobie przemysłowej produkcji masowej, w tym umiędzynarodowienia masowej produkcji pereł hodowanych, kryterium to stale zyskuje na znaczeniu. W pierwszej kolejności dotyczy to rozróżnienia pereł naturalnych i hodowanych; oczywiste jest, że perły naturalne są z powodu ich właściwości i rzadkości występowania znacznie wyżej cenione niż hodowane. Kryterium to dotyczy również rozróżnienia pereł słodkowodnych i słonowodnych, zarówno naturalnych, jak i hodowanych, oraz wielkości, kształtu, barwy, połysku, pochodzenia itp.

Dobór i kompozycja pereł w wyrobku

Bizuteria z perłami powinna odznaczać się doskonałą harmonią i dopasowaniem użytych pereł. Muszą one być jednolite pod względem barwy, połysku, kształtu i gradacji wielkości, które to cechy nie powinny przekraczać pewnego przedziału zmienności, np. w koliach japońskich i chińskich różnica średnicy perły centralnej i brzegowej nie przekracza nigdy 0,5 mm; w koliach wykonanych z większych pereł różnica może być większa, np. w koliach wykonanych z dużych pereł mórz południowych (Polinezja, Australia, itd.) różnica ta może wynosić 2-3 mm. Łączy się to z kompozycją pereł w wyrobku, nawet takim, w którym występują tylko dwie perły. Dobór i kompozycja pereł w wyrobku powinna przyciągać uwagę kupującego, bowiem w sposób oczywisty decyduje o jego pięknie i ma istotne znaczenie przy wycenie wyrobu.

Literatura:

- W. Łapot: *Perlaskop (neoendoskop) – laserowy przyrząd do badania pereł*. „Polski Jubiler” 1999 nr 2(7).
 F.J. Malane, D.A. Hancock, B. Jeffries: *Final Report of the Pearling Industry Review Committee*. „Fisheries Management Paper” 17. Fisheries Department of Western Australia 1988.
 T. Sobczak, N. Sobczak: *Perły*. Wyd. Tomasz Sobczak, Warszawa 1995.