

Praktyczne wykorzystanie laserów w probiernictwie

The practical using of lasers in hallmarking

mgr inż. Robert Wojtowicz

(Kierownik Laboratorium Chemicznego w Okręgowym Urzędzie Probierczym w Krakowie)

Niniejsze opracowanie stanowi kontynuację artykułu „Lasery w urzędach probierczych”, zamieszczonego w poprzednim numerze Biuletynu GUM „Metrologia i Probiernictwo” [nr 1(12) 2016]. W artykule opisano metody umieszczania oznaczeń na wyrobach ze stopów metali szlachetnych, przy użyciu urządzenia do laserowego oznaczania oraz omówiono sprawy jakości i trwałości wykonywanych wizerunków w Okręgowym Urzędzie Probierczym w Krakowie i w jego wydziałach zamiejscowych.

This is a continuation of the article “Lasers in Assay Offices” stated in the previous issue of the Journal “Metrology and Hallmarking” Nr 1(12) 2016. The article describes the method of marking for articles of precious metal alloys, using a laser marking and discusses the quality and durability of images made at the Regional Assay Office in Krakow and branches.

Wstęp

Od wdrożenia nowej metody oznaczania wyrobów z metali szlachetnych przy użyciu lasera upłynęło już 12 lat, pierwsze takie urządzenia zakupiono w 2004 r. Od tego czasu liczba wyrobów, na których umieszczono oznaczenia laserowe, z roku na rok wzrasta.

Zakres usług dla interesantów urzędów probierczych obejmuje:

- oznaczanie wyrobów cechami probierczymi polskimi i konwencyjnymi;
- umieszczanie na wyrobach znaków imiennych wytwórców i importerów;
- umieszczanie oznaczeń liczbowych próby, np. 585, 999;
- oznaczanie wyrobów lub ich części składowych z metalu nieszlachetnego znakiem MET.

Najwięcej umieszczanych oznaczeń stanowią cechy probiercze. Oznaczanie przy użyciu lasera, tak jak tradycyjne znakiem probierczym, następuje zawsze po zbadaniu i określeniu próby wyrobu lub partii wyrobów.

Interesanci urzędów, pomimo ponoszonych dodatkowych kosztów, coraz częściej decydują się na zastosowanie metody laserowej, z następujących powodów:

- 1) cechę probierczą umieszcza się na wyrobach, których nie można oznaczyć metodami tradycyjnymi bez obawy ich uszkodzenia lub zniszczenia;

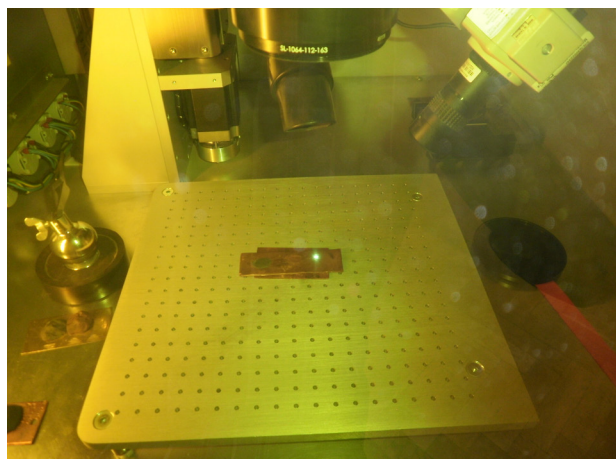
- 2) na wyrobie nie występuje odkształcenie plastyczne, w związku z tym nie jest potrzebna korekta tego odkształcenia;
- 3) cechy laserowe można umieszczać w miejscach niedostępnych dla tradycyjnego oznaczania znakiem probierczym.

Wymienione wyżej zalety decydują o tym, że cechy laserowe cieszą się coraz większym zainteresowaniem wytwórców i importerów biżuterii. O skali wykorzystania tej metody świadczą liczby: np. w 2007 r. w dwóch wydziałach podległych Okręgowemu Urzędowi Probierzemu w Krakowie przy użyciu urządzeń laserowych umieszczono 19 902 oznaczenia, a w 2013 r. już ponad 100 tys. W 2014 r. zakupiono kolejne dwa urządzenia, co przełożyło się w kolejnym roku na prawie trzykrotny wzrost liczby oznaczonych w ten sposób wyrobów (284 977 sztuk). W 2016 r., już przed końcem pierwszego kwartału liczba umieszczonych oznaczeń laserowych przekroczyła 100 tys. sztuk, co dowodzi, iż utrzymuje się tendencja wzrostowa wykorzystania tej metody do oznaczania wyrobów z metali szlachetnych. W 2015 r. liczba wyrobów oznaczonych przy użyciu lasera stanowiła ponad 11 % całkowitej liczby przedmiotów zgłoszonych do OUP w Krakowie. Informacje o zapotrzebowaniu na cechy laserowe w okręgu krakowskim ilustruje poniższa tabela.

Na rysunkach 1 i 2 jest uchwycony widok pracy lasera (RMI GNW 20), wykonującego wizerunek tzw.

Tabela 1. Liczba wyrobów oznaczonych cechami probierczymi przy użyciu laserowego urządzenia w odniesieniu do całkowitej liczby wyrobów zgłoszonych do badania i oznaczania

Rok	Całkowita liczba zgłoszonych wyrobów	Wyroby oznaczone laserem (oceanowane)	% udziału	Inne oznaczenia laserowe	Suma oznaczeń laserem	Liczba laserów w okręgu
2007	4 234 433	19 902	0,47	0	19 902	2
2008	4 716 953	39 594	0,84	0	39 594	2
2009	3 891 739	45 678	1,18	0	45 678	2
2010	3 259 081	62 944	1,94	0	62 944	2
2011	2 218 536	102 242	4,61	0	102 242	2
2012	1 887 789	90 825	4,82	1 525	92 350	2
2013	1 884 080	113 400	6,02	3 709	117 109	2
2014	2 388 361	192 929	8,08	3 160	196 089	4
2015	2 570 618	282 987	11,01	1 990	284 977	4



Rys. 1. Laser podczas pracy



Rys. 2. Laser podczas pracy – zbliżenie

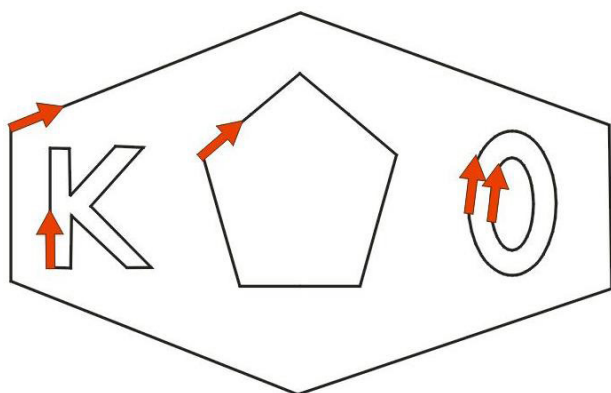
plastyczny (wypełnienie). Widoczne rozbłyski na powierzchni to plazma wywołana działaniem wiązki lasera.

Opis rodzajów oznaczeń – wizerunek liniowy i wizerunek plastyczny (wypukły)

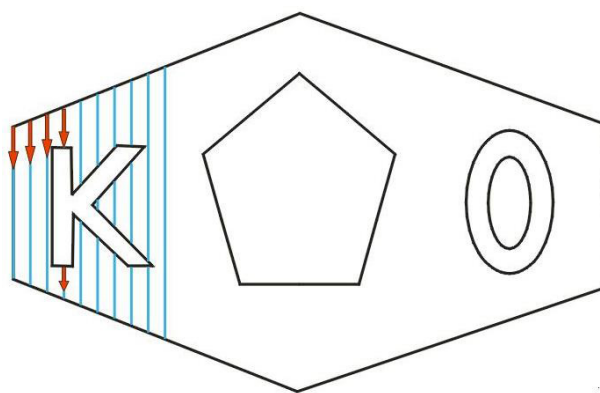
Cecha laserowa jest graficznym odzwierciedleniem cechy probierczej, dla której wzorem był wizerunek znajdujący się na znaczniku probierczym. Dzięki temu uzyskano dwa rodzaje cech: z wizerunkiem liniowym i wypukłym. Aby uzyskać wizerunek liniowy podczas oznaczania wyrobu, promień lasera jest prowadzony jedynie po obrysie danego wizerunku (rys. 3 i 5). W przypadku cechy pełnej (wizerunku wypukłego), promień lasera wypala tło i obrys, tj. negatyw, dzięki czemu wizerunek jest plastyczny.

Głębokość tła uzyskuje się przez wielokrotne przejście wiązki lasera, natomiast jakość tła przez odpowiednie odstępy pomiędzy liniami. Zastosowanie do projektowania wizerunku cechy, a następnie do sterowania parametrami lasera z komputera pozwala na uzyskanie cechy jak najbardziej zbliżonej do wizerunku plastycznego uzyskanego za pomocą znacznika probierczego (rys. 4 i 6). Oba rodzaje oznaczeń są czytelne i trwałe. Ocena, który z nich jest lepszej jakości, lub bardziej estetyczny, jest subiektywna. Znak liniowy zwykle będzie wyróżniał się mniej na wyrobie, zwłaszcza na wyblyszczonyj powierzchni.

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono uproszczone schematy dróg, jakie pokonują promienie lasera w metodach: liniowej (rys. 3) oraz wypełnienia (wizerunek plastyczny) rys. 4.



Rys. 3. Schemat wykonywania wizerunku liniowego



Rys. 4. Schemat wykonywania wizerunku metodą wypełnienia (cecha pełna)



Rys. 5. Wizerunek cechy wykonanej metodą liniową



Rys. 6. Wizerunek cechy wykonanej metodą wypełnienia

Czerwone strzałki oznaczają początek przebiegu wiązki lasera, natomiast niebieskie linie na wizerunku plastycznym prezentują w uproszczeniu przebieg wiązki lasera, która wypala jedynie tło.

Dobór parametrów wiązki w zależności od rodzaju materiału

W przypadku umieszczania małych znaków graficznych, jakimi są np. cechy probiercze, największą rolę odgrywa dokładność i precyzja wiązki lasera, mniejszą zaś jej moc. Jest to spowodowane skupieniem energii promieniowania laserowego i wytworzeniem stosunkowo dużej ilości ciepła na bardzo małym obszarze o wielkości około $(2 \times 1,5)$ mm, lub jeszcze mniejszym. W wyniku działania wiązki lasera następuje wypalenie w tych miejscach metalu, czego efektem ubocznym jest tworzenie się w miejscu znakowania i wokół niego zanieczyszczeń w postaci nagaru (osadu). Można go usunąć przy użyciu

ultradźwiękowych myjek z zastosowaniem odpowiednio dobranych płynów czyszczących.

Ustawienie parametrów lasera, a w szczególności mocy wiązki, zależy od rodzaju metalu oraz składu stopu. W uproszczeniu, dwa główne parametry lasera: częstotliwość i szybkość ruchu wiązki można dobrać na stałe, a regulować tylko mocą lasera oraz liczbą przejść. W takim przypadku większej mocy należy użyć do stopu o większej czystości, np. złota próby 0,999 i zmniejszać ją wraz ze zmniejszającą się zawartością złota, aż do złota najniższej próby 0,333. Również dla wyrobów z białego złota należy użyć nieco mniejszej mocy, niż dla wyrobów ze stopu żółtego złota takiej samej próby.

W przypadku metody wypełnienia (plastycznej) oprócz mocy, częstotliwości i szybkości przebiegu promienia, duże znaczenie mają też dodatkowe parametry, czyli np. wartości opóźnień początku i końca przebiegu wiązki oraz gęstość i kierunek przebiegu linii. Oprócz próby metalu szlachetnego, wpływ na

jakość wizerunków mają pozostałe składniki zawarte w stopie. Powoduje to konieczność zaprojektowania dla każdego rodzaju stopu indywidualnych parametrów oznaczania.

W praktyce okazało się, że do oznaczania stopów srebra wymagana moc jest większa niż dla złota. Natomiast moc stosowana do oznaczania stopów platyny i palladu jest zbliżona do mocy używanej do srebra.

Właściwe wykonanie cechy plastycznej wymaga dużo bardziej precyzyjnego doboru parametrów lasera, w szczególności mocy wiązki, niż dla wizerunku liniowego. Różnica w mocy o około 10 % oznacza, że wizerunek może być za słaby albo zbyt mocny, czego efektem będzie „przepalenie” stopu. Ten dobór mocy jest szczególnie istotny w laserach lampowych starszego typu, w których wyraźnie widać różnice przebiegu narastania mocy przy wykonywaniu wizerunku plastycznego i liniowego. W przypadku oznaczania srebra, gdzie rozpiętość prób jest

mniejsza: od 0,800 Ag do 0,999 Ag, można się ograniczyć do mniejszej liczby wariantów ustawień.

Do oznaczania wyrobów o cienkich i bardzo cienkich ściankach należy używać mniejszej mocy lasera i raczej wybierać metodę liniową, gdzie wypala się jedynie obrys, co zmniejsza ryzyko uszkodzenia wyrobu (przepalenia).

Jakość i trwałość wizerunków

Na poniższych zdjęciach (rys. 7–10) przedstawiono przykładowo cechy umieszczone na stopie srebra próby 0,925 Ag, liniowe i plastyczne. Zarówno cechy liniowe, jak też plastyczne, w obu przypadkach są czytelne: przy obserwacji pod lupą, jak też pod mikroskopem. Rysunki 7 i 9 przedstawiają cechy po wypaleniu i lekkim oczyszczeniu z nagaru. Rysunki 8 i 10 przedstawiają cechy po obróbce ścierającej wierzchnią warstwę materiału, która może

zostawić na powierzchni materiału, która może



Rys. 7. Cecha liniowa po lekkim oczyszczeniu z nagaru



Rys. 8. Cecha liniowa po polerowaniu i usunięciu wierzchniej warstwy materiału



Rys. 9. Cecha plastyczna po lekkim oczyszczeniu z nagaru



Rys. 10. Cecha plastyczna po polerowaniu i usunięciu wierzchniej warstwy materiału

symulować proces ścierania się metalu podczas codziennego użytkowania wyrobów.

Jak widać na tych rysunkach, po polerowaniu cechy są w dalszym ciągu czytelne, a nawet ich jakość się polepszyła. Taki sam efekt dotyczy zarówno wizerunków liniowych (rys. 7 i 8), jak również wizerunków wykonywanych metodą wypełnienia (wypukłych) – rys. 9 oraz 10.

W przypadku kontynuacji ścierania powierzchni (np. długie użytkowanie wyrobu), w pewnym momencie musi nastąpić spadek czytelności oznaczenia, a ostatecznie cecha ulega „zatarciu”. Reasumując: trwałość oznaczeń wykonanych laserem, zarówno liniowych, jak też plastycznych, przy zastosowaniu odpowiednich parametrów wiązki, można uznać za wystarczającą, porównywalną do klasycznych cech umieszczonych znacznikiem probierczym.

Laser lampowy i laser światłowodowy (fibrowy)

Użytkując oba typy laserów można porównywać i oceniać ich właściwości i przydatność podczas codziennej pracy. Laser lampowy to laser starszego typu. Jego wadą są duże gabaryty, bardzo rozbudowany system chłodzenia wodą oraz konieczność częstej wymiany lampy – co kilkaset godzin pracy, co generuje znaczące koszty jego eksploatacji. W nowych laserach zastosowano najnowszą technologię światłowodową, dzięki czemu znacząco zmniejszyły się gabaryty urządzenia. Laser chłodzony jest powietrzem i nie wymaga osobnego układu chłodzącego. Zwiększył się komfort pracy, dzięki obniżeniu poziomu hałasu. Ponadto, źródło lasera – trwałość systemu laserowego – szacowana jest na 100 000 godzin. Jakość wizerunków cech uzyskiwanych na obydwu

urządzeniach jest podobna, jednak różnią się one czasem wykonywania oznaczenia pełnego. W przypadku lasera lampowego wynosi to około 20–30 sekund, natomiast na nowym urządzeniu podobne oznaczenie uzyskujemy w ciągu 1–2 sekund.

Wnioski

Od czasu wprowadzenia do pracy w urzędach probierczych laserów, jako dodatkowej metody oznaczania wyrobów ze stopów metali szlachetnych, w znaczącym stopniu wzrasta ich wykorzystanie, co obrazują prezentowane statystyki.

Metoda oznaczania wyrobów przy użyciu laserów stała się alternatywą dla tradycyjnej metody mechanicznej i stwarza możliwość umieszczania cech probierczych na wyrobach o skomplikowanych konstrukcjach, dętych, o małej masie, bez ich odkształceń i zniszczeń.

Umieszczanie cech probierczych przy użyciu laserów w znaczący sposób ograniczyło liczbę wystawianych świadectw badania, które honorowane są jedynie na terytorium RP, co ułatwia swobodny przepływ towarów w UE.

Za każde umieszczenie cechy probierczej z zastosowaniem tej metody oznaczania pobierana jest dodatkowa opłata w wysokości 1,20 zł za jedno oznaczenie, co ma znaczący wpływ na wysokość dochodów uzyskiwanych przez okręgowe urzędy probiercze.

Literatura

- [1] Instrukcja obsługi lasera HKR 7.
- [2] Instrukcja lasera RMI GNW 20.