

Maria Wirska

Metoda mikroskopowej analizy cienkich szlifów w badaniach zabytków ceramicznych

Ochrona Zabytków 20/3 (78), 39-45

1967

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

METODA MIKROSKOPOWEJ ANALIZY CIENKICH SZLIFÓW W BADANIACH ZABYTKÓW CERAMICZNYCH

Gwałtowny rozwój archeologii na przestrzeni ostatnich lat spowodował, iż stała się ona stopem wielu dyscyplin naukowych, a analiza zabytków objęła bardzo szeroki zakres metod badawczych i doświadczalnych ustaleń.

Oprócz licznych opracowań materiałów archeologicznych w dziedzinie paleobotaniki czy metalurgii, istnieje również szereg studiów i publikacji, których autorzy starają się, za pomocą kompleksowych metod współczesnej nauki, rozwiązać pewne problemy i zagadnienia technologiczne, związane z wytwórczością ceramiki dawnej.

Wbrew wielu poglądom badań zabytków ceramicznych nie można ograniczać dziś jedynie do określenia formy i ornamentyki wyrobu oraz obserwacji makroskopowo-dotykowych tworzywa, w śledzeniu bowiem rozwoju techniki ceramicznej na przestrzeni wieków daje się zauważyć ustawiczną dążność do nowych, lepszych metod produkcyjnych i zestawów surowcowych. Wprawdzie gołym okiem można niekiedy określić charakter struktury ceramiki np. wstęgowej, łużyckiej, celtyckiej, importowanej rzymskiej, igolomskiej czy średniowiecz-

nej, to jednak obserwacja dokonana za pomocą mikroskopu musi zwiększyć wachlarz pozornie zbliżonych — lecz odmiennych — strukturalnie gatunków.

Metody technologiczne stosowane do zabytków ceramicznych obejmują dziś badania nad ustaleniem składu masy surowcowej wyrobów, technologią oraz odtworzeniem pierwotnych warunków wypalania¹. Z ogólnej oceny ich przydatności najszerszy zakres interpretacji zabytków ceramicznych wydaje się reprezentować metoda analizy mikroskopowej cienkich szlifów do światła przechodzącego, po raz pierwszy zademonstrowana w archeologii polskiej przez prof. T. Reymana w 1955 r.². Nie została ona jednak wówczas rozwinięta na szerszą skalę i miała charakter jedynie wstępnych doświadczeń.

Spoza terenu Polski znane są również ciekawe efekty badań petrograficznych ceramiki Meksyku i Stanów Zjednoczonych, wykonane przez Amerykanów A. O. Sheparda³ i H. Williamsa⁴, opracowania ceramiki antycznej M. W. Feltsa⁵ i starosyryjskiej Matsona⁶, a także

¹ M. Wirska: *Rekonstrukcja pierwotnych warunków wypalania ceramiki zabytkowej w świetle współczesnych badań technologicznych*, „Szkło i Ceramika” 1966, nr 10.

² T. Reyman: *Archeologia Polski*, t. III, z. 1, 1955, s. 167—175.

³ A. O. Shepard: *Rio Grande Glazed Paint Ware*, *Centr. Amer. Anthropol. and Hist.*, Carnegie Inst. Washington 1942, s. 127—262; tenże: *Plumbate a Ueso-american Trade Ware*, „Washington Publication” 1948, nr 573.

⁴ H. Williams: *Petrographic Notes on Tempers of Pottery from Chupicuaro, Cerro del Tepalcate and Ticoman, Mexico*, in *M. N. Porter Excavations at Chupicuaro, Guanajuato, Mexico*, „*Trans. American Philos. Soc.*” 1956, vol. 46, s. 567—580.

⁵ M. W. Felts: *A Petrographic Examination of Potsherds from Ancient Troy*, „*American Journal of Archeology*” 46(1942), nr 2, s. 237—244.

⁶ F. R. Matson: *Technological Development of Pottery in Northern Syria during the Chalcolithic Age*, „*Journal of American Ceramic Soc.*” 28 (1945), nr 1, s. 20—25.

Niemców Buttlera, Obenauera⁷, Ottona⁸ Oberliesa⁹ i innych.

Metoda analizy mikroskopowej cienkich szlifów do światła przechodzącego wymaga w toku jej realizacji przejścia kolejnych, następujących po sobie faz działania. Jednym z ważniejszych punktów trafnej oceny badanego materiału jest właściwy dobór okazów przeznaczonych do analizy. Najlepiej nadają się do tego celu fragmenty naczyń dobrze określonych kulturowo i chronologicznie, o znanej lokalizacji znaleziska. Wskazane jest też zaznaczenie z jakiej partii naczynia pochodzi wytypowany do badania odłamek, fragmenty dna i krawędzi dają bowiem często — zwłaszcza w przypadku ustalania techniki formowania wyrobu — zaburzony, nietypowy obraz układu struktury wewnętrznej tworzywa.

Kolejnym etapem przygotowawczym jest wykonanie dwustronnego przezroczystego szlif o grubości 0,02 do 0,04 mm przy użyciu płaskiej szlifierki stołowej oraz proszków ściernych o ustalonej granulacji¹⁰. Najczęściej stosuje się proszki ściernie karborundowe. Gdy preparowany materiał jest zbyt kruchy — jak większość ceramiki prymitywnej, nisko palonej — wówczas impregnuje się próbkę płynną żywicą polimeryzowaną, która działa na materiał utwardzająco, a ponadto gdy jest zabarwiona — uwidacznia lepiej rozmieszczenie i kształt porów w czerepie. Preparaty powinno się sporządzać w zasadzie w przekroju równoległym do podstawy naczynia i obejmującym pełny przekrój ścianki. Tak przygotowane szlify poddaje się z kolei obserwacji w mikroskopie polaryzacyjnym z zastosowaniem właściwego powiększenia. Dobrą możliwość obserwacji dają powiększenia obrazu od 50 do ok. 150-krotne. Ważne jest w każdym razie przyjęcie jednakowej skali powiększeń dla wszystkich badanych w danej serii preparatów.

Oprócz szlifów przezroczystych cenną rolę w dokumentacji materiału odgrywa także fo-

tografia — jeśli to możliwe — barwna. Doskonałą usługę oddaje tu szczególnie zastosowanie kolorowych filmów diapozytowych, dających możliwość obserwacji na ekranie powiększonych wycinków tekstury tworzywa w naturalnych kolorach z wyeliminowaniem dotychczasowej, skomplikowanej metody obserwacji samego szlifów, który pod wpływem ciepła żarówki łatwo ulegał stopieniu.

Analiza mikroskopowa szlifów w świetle przechodzącym jest metodą dającą najwięcej wiadomości o strukturze i teksturze czerepu, a będącą zarazem najczęściej w użyciu w badaniach ceramiki antycznej.

W analizie mikroskopowej wyróżnia się w zasadzie następujące ogólne elementy badanego materiału:

1. skryto-krystaliczne bezpostaciowe, szkliste (izotropowe)
2. mikrokrytaliczne i ziarniste (anizotropowe)
3. substancje igielkowate
4. przestrzenie niewypełnione (pory).

Wnikliwa obserwacja szlifów w mikroskopie pozwala na określenie mineralnego składu wypalanej masy garncarskiej, kształtu i wielkości ziaren oraz w połączeniu z analizą planimetryczną¹¹, ich wzajemnej ilościowej relacji. Ponadto omawianą metodą można w większości wypadków ustalić sposób formowania naczynia (lepione, toczone czy obtaczane powierzchniowo) na podstawie orientacji wewnętrznej ziaren wydłużonych i kształtu porów w tworzywie¹² oraz stopień wykończenia powierzchni wyrobów¹³.

Obserwacja kolometrycznych zmian tła szlifów, ilości występujących składników ilitycznych czy substancji szklistej pozwala też na dość ogólną, przybliżoną ocenę pierwotnych warunków wypalania wyrobu. Mikroskopowa analiza szlifów zabytków ceramicznych może niekiedy również wskazać na ewentualne powiązania z pobliską bazą lokalnych surowców oraz pozwala ustalić czy niektóre substancje

⁷ W. Buttler, R. Obenauer: *Petrographische Methoden bei Untersuchung vor- und frühgeschichtlicher Keramik*, „Forschungen und Fortschritte” 1934, vol. 10, s. 246. R. Obenauer: *Die Verwendung petrographischer Methoden in der Vorgeschichte*, „Nachtbl. Deutsche Vorzeit” 1933, nr 10, s. 188—190.

⁸ G. Otto: *Die petrographische Untersuchung der Gefäßfunde der Siedlung Hohenrode*, „Veröffentlichungsheft” 11(1939), s. 48—53.

⁹ F. Oberlies, N. Knöppen: *Untersuchung an Terra Sigillata und griechischen Vasen*, „Ber DKG” 30 (1953), z. 5, s. 102—110. N. Knöppen, F. Oberlies:

Tonüberzüge, ein Veredlungsverfahren für Keramiken, „Ber DKG” 31(1954), z. 9, s. 287—301.

¹⁰ A. Rusiecki: *Pracownia Ceramiczna PWSZ*, Warszawa 1963, s. 368.

¹¹ Pomiary dla ustalenia procentowych zawartości poszczególnych frakcji wykonuje się w mikroskopie polaryzacyjnym na siatce mikrometrycznej, bądź za pomocą sprzężonego z mikroskopem stolika integrycyjnego. W badaniach przyjmowano wynik obliczenia średniej z 5 oznaczeń po ok. 1000 ziaren.

¹² Patrz il. 6, 7, 8 i 9.

¹³ Patrz il. 3.

są w masie mineralogicznie obce (wprowadzone celowo).

Dla pełniejszej charakterystyki tworzywa ceramicznego wyniki badań należałoby powiązać z wykonaniem analizy spektralnej i chemicznej lub racjonalnej. Uzyskane dane — zwłaszcza ilości występujących topników czy obecność związków charakterystycznych — pozwalają niekiedy na ustalenie pochodzenia użytych do produkcji surowców. Niezbędna jest również (uzupełniająca wyniki badań) makroskopowa obserwacja próbek ceramiki pod względem zabarwienia oraz struktury powierzchni i świeżego przełamu.

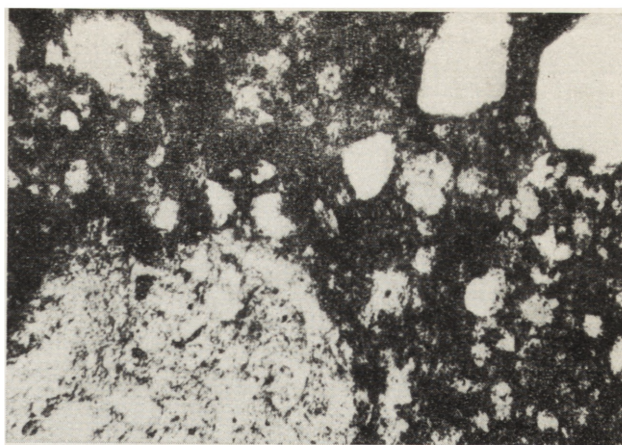
Metoda analizy mikroskopowej szlifów spotyka się wśród pewnych krytyków — których reprezentuje m.in. André Blanck — z zarzutem, iż w niewielkim, cienkim preparacie niekoniecznie znaleźć się muszą wszystkie obecne w tworzywie minerały. Twierdzą oni, że właściwsza byłaby metoda immersyjna obserwacji materiału sproszkowanego. Wydaje się jednak, że jest to pogląd niesłuszny, bowiem w substancji sproszkowanej zatracą się zupełnie tekstura i morfologia masy tworzywa oraz stopień rozdrobnienia składników. Jeśli jednak nie jest konieczna zbyt szczegółowa analiza zabytku, a jedynie ogólna klasyfikacja składników gliny, to w takim przypadku metoda immersyjna jest o wiele szybsza i mniej skomplikowana. Próbkę sproszkowaną umieszcza się w tym celu na szkiełku i pokrywa kroplą płynu o znanym współczynniku załamania, po czym obserwuje się w mikroskopie polaryzacyjnym.

Mimo iż w studiach mikroskopowych nad szlifami przezroczystymi uwzględnić należy oczywiście wiele okoliczności¹⁴, które mające mogą właściwy obraz wewnętrznej tekstury i struktury tworzywa ceramicznego, to jednak ostateczne podsumowanie wszystkich wyników pozwala ustalić wiele wspólnych cech charakterystycznych dla danej kultury i rozwiązać zagadnienia dotyczące nie stosowanych już dziś procesów technologicznych i zestawów surowcowych. Poniżej przedstawiono wyniki analizy mikroskopowej¹⁵ i zdjęcia kilku szlifów ceramiki dawnej:

1. Ceramika celtycka czerwona — Kraków-Podłęże. Fragment naczynia

¹⁴ M. in. wtórne przepalenie wyrobu w trakcie późniejszego użytkowania, nierównomierna temperatura wypalania wyrobu (gwałtowne skoki), przypadkowe wtrącenia w masie surowcowej etc.

¹⁵ Obserwacji dokonano w mikroskopie uniwersalnym (Universal Camera f-my Reichert — Austria); zdjęcia wykonano za pomocą przystawki aparatem fot. Exacta Varex.



1. Kraków-Podłęże, obraz szlifu ceramiki celtyckiej, czerwonej, chropowatej, pow. ok. 120 × nik+

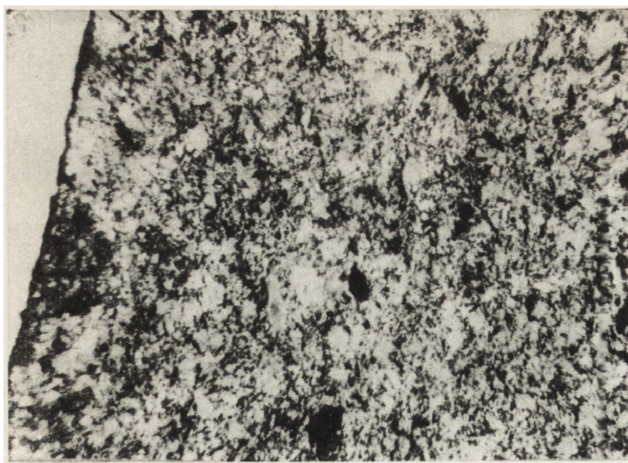
1. Cracovie-Podłęże. Image d'une lame mince de la céramique celtique rouge, rugueuse, agrand. env. 120 ×

o tzw. chropowatej fakturze powierzchni. Tło szlifu stanowi w ok. 60% przepalona substancja ilasta, przepojona dość silnie rdzawobrunatnymi tlenkami żelaza. W tle widoczne liczne, drobne (do 50 μ) ostrokrawędziste ziarna kwarcu oraz większe (powyżej 100 μ , a dochodzące do 300 μ średnicy) ziarna kwarcu, kwarcytów i piaskowca. Ponadto daje się wyodrębnić drobne i sporadycznie większe okruchy rozłukiwanej ceramiki o wyraźnych zarysach ziaren¹⁶ w ilości ok. 2—3%. Wydłużone elementy tworzywa wykazują tylko miejscami pewne ukierunkowanie położenia, co pozwala domniemać, że naczynie było toczone na kole. Rdzawa barwa tła w całym przekroju wskazuje, że proces wypalania wyrobu przebiegał całkowicie w atmosferze utleniającej.

2. Ceramika rzymska tzw. terra sigillata import — Leányvár, Węgry. Tło barwy intensywnej, rdzawobrunatnej, złożone jest z niewielkiej ilości mikrokryształów krzemianów, powstałych w trakcie wypalania substancji ilastej oraz w większości z masy szklistej¹⁷, nie reagującej na światło spolaryzowane, której obecność wskazuje na wysoką ponad 1000°C temperaturę wypalania wyrobu. W tle tym widoczne są stosunkowo nieliczne (ok. 20%), drobne, prze-

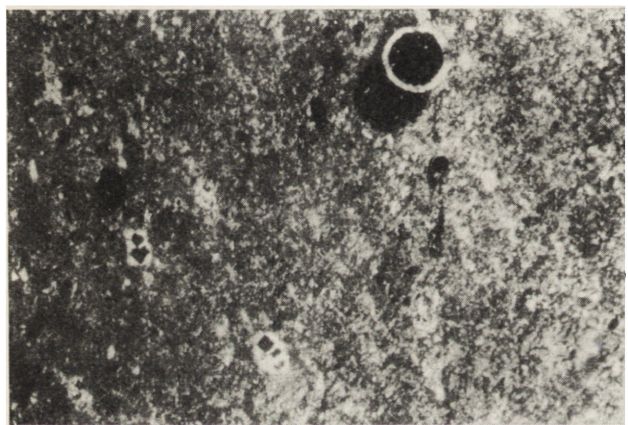
¹⁶ Tlenki żelaza dają przeważnie obraz agregatów nieprzejrzystych, o postrzępionych krawędziach, często z jasną dookoła otoczką na skutek kurczenia się ich w trakcie wypalania masy.

¹⁷ Znaczna ilość substancji szklistej wskazuje na wysoką (ponad 1000°C) temperaturę wypalania wyrobu.



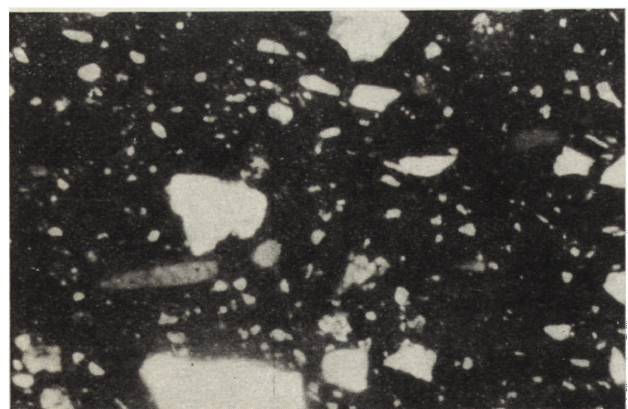
2. Leányvár, Węgry, obraz szlifu ceramiki rzymskiej tzw. terra sigillata, pow. ok. 120 × nik +

2. Leányvár, Hongrie. Image d'une lame mince de la céramique romaine dite Terra Sigillata, agrand. env. 120×



3. Jižkovice k. Brna, ČSR, obraz szlifu ceramiki szarej, gładkiej z okresu rzymskiego, pow. ok. 50 × nik +

3. Jizkovice près de Brno, ČSSR. Image d'une lame mince de la céramique grise, polie de l'époque romaine, agrand. env. 50×



4. Vindonissa, Szwajcaria, obraz szlifu ceramiki szarej, szorstkiej z okresu rzymskiego, pow. ok. 50 × nik +

4. Vindonissa, Suisse. Image d'une lame mince de la céramique grise, rugueuse de l'époque romaine, agrand. env. 50×

ważnie ostrokrawędziste, ziarna kwarcu o przeciętnej średnicy 30—60 μ . Większe ziarna kwarcu — ok. 100—150 μ średnicy — spotyka się tylko sporadycznie. Występują poza tym drobne, kilkunastomikronowej wielkości, brunatne tlenki żelaza. Można wnioskować, że glina użyta do produkcji wyrobu była uprzednio dokładnie wyszlamowana. Kierunkowość tekstury wewnętrznej, zaznaczona tylko w partiach niezeszkliwionych, gdzie drobne ziarna o kształcie wydłużonym układają się wyraźnie równoległe do ścian naczynia, wskazuje na proces wytoczenia naczynia na kole garncarskim. Wewnętrzna krawędź skorupy nie jest idealnie wygładzona i nie różni się zbytnio barwą (nieco jaśniejsza) od przekroju wewnętrznego, natomiast krawędź zewnętrzna jest doskonale wyrównana i stanowi ją ok. 10 μ średnicy ciemnobrunatna, nieprzezroczysta, odcinająca się wyraźnie warstewka wypalonego w atmosferze utleniającej żelazistego szlamu o wysokiej dyspersji cząsteczek.

3. Ceramika z okresu rzymskiego, szara, gładka — Jižkovice k. Brna, ČSR. Tło stanowi rdzawobrunatna substancja mikrokrystaliczna, reagująca na światło spolaryzowane. Na tym tle widoczne są nieliczne, bardzo drobne ziarna kwarcu o przeciętnych średnicach 20—40 μ . Miejscami wyróżniają się partie niezbyt dobrze przemieszanej tłustej gliny oraz utwory zaokrąglone, których ścianki zbudowane są z węglanu wapna, wnętrze zaś jest puste. Prawdopodobnie są to szczątki mikrofauny, tzw. otwornic. Ukierunkowanie struktury nie zaznacza się. Preparat od strony krawędzi zabarwiony jest na kolor ciemnobrunatny, co wskazuje, iż ceramika przebywała w końcowej fazie okresu wypalania w atmosferze redukującej oraz raczej nie została wytoczona na kole.

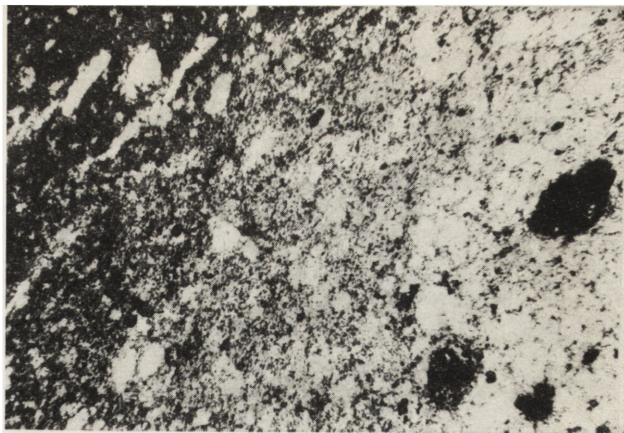
4. Ceramika z okresu rzymskiego, szara, szorstka — Vindonissa, Szwajcaria. Tło stanowi ciemnobrunatna w całym przełomie masa złożona ze stosunkowo niewielkiej ilości mikrokrystalów, większość zaś to substancja szklista (wysoka temperatura wypalania), nie reagująca na światło spolaryzowane. Na jej tle widoczne są ziarna mineralne, głównie kwarcu o średnicy do 200 μ (ziarna ostrokrawędziste — tylko sporadyczne — większe, słabo obtaczone). Obok ziaren kwarcu występują drobne ilości zwiędzłych skałeni i sporadycznie rutylu. Dość wyraźnie zaznacza się kierunkowość ziaren wydłużonych, co wskazywać może, że naczynie wytoczono na kole garncarskim. Użyta do produkcji glina była raczej chuda, o czym świadczy

może obecność frakcji od drobnych do max. 200 μ . Nie zaznacza się oddzielna frakcja grubszej domieszki.

5. Ceramika z okresu rzymskiego, czarna, gładka — Cło, pow. Kraków. Tło szlifu o zabarwieniu jasnym, rdzawobrunatnym stanowi substancja mikrokryształiczna, reagująca na światło spolaryzowane, w której widoczne są liczne — w większości ostrokrawędziste — ziarna kwarcu o średnicy nieprzekraczającej na ogół 70 μ , sporadyczne skupiska tlenków żelaza o barwie ciemnobrunatnej, nie przejrzystej i postrzępionych krawędziach oraz dość liczne (ok. 5%), jasne, brunatnoceglaste okruchy wtórnie użytej, tłuczonej ceramiki (rodzaj praszamotu), o ostrokrawędzistych zarysach (wielkość okruchów do 300 μ). Występujące sporadycznie blaszki miki mogą wskazywać, że temperatura wypalenia naczynia nie przekroczyła granicy ok. 950°C¹⁸. Proces toczenia na kole jest bardzo wyraźny; ukierunkowanie struktury wewnętrznej (ziaren wydłużonych) — widoczne. Wnioskując z barwy szlifu zmieniającej się cieniowo od jasnej, żółtawo-brunatnej wewnątrz przekroju przez brunatną do intensywnie czarnej, nąwglonej przy krawędzi zewnętrznej, naczynie wypalone było w pierwszej fazie w atmosferze utleniającej, po czym w końcowej fazie wypalania i studzenia poddane zostało procesowi ostrej redukcji. Czarna, błyszcząca faktura powierzchni zewnętrznej wyrobu była wynikiem długotrwałego, dokładnego gładzenia kamykiem, kością lub drewnianką naczynia niewypalonego, a jedynie lekko podsuchzonego, a następnie poddanego mocnej redukcji w końcowej fazie wypalania. Nie stwierdzono natomiast występowania odrębnej — specjalnie nakładanej — warstewki szlamowanej gliny, jak miało to miejsce w produkcji naczyń rzymskich „terra sigillata” i „terra negra”. Gлина użyta do produkcji wyrobu posiadała dość znaczną zawartość drobnych, pierwotnych frakcji ostrokrawędzistego kwarcu oraz miała charakter żelazisty. Jako sztuczna domieszka — zapobiegająca kurczeniu się wyrobu i uodporniająca go na zmiany temperatury — występowała drobna stłuczka ceramiczna.

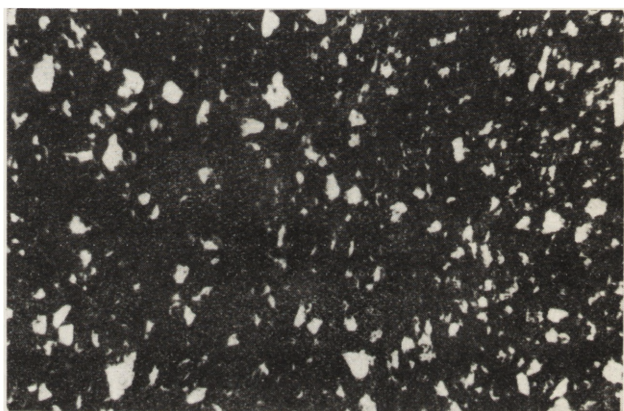
6. Ceramika z okresu rzymskiego tzw. siwa, gładka — Igołomia, pow. Kraków. Tło szlifu stanowi zabarwiona na kolor ciemnobrunatny, dość jednolity w całym

¹⁸ W glinach illitowych, wypalonych powyżej 950°C, zachodzi zjawisko znikania (stapiania się) igielkowatych i blaszkowatych minerałów typu mik.



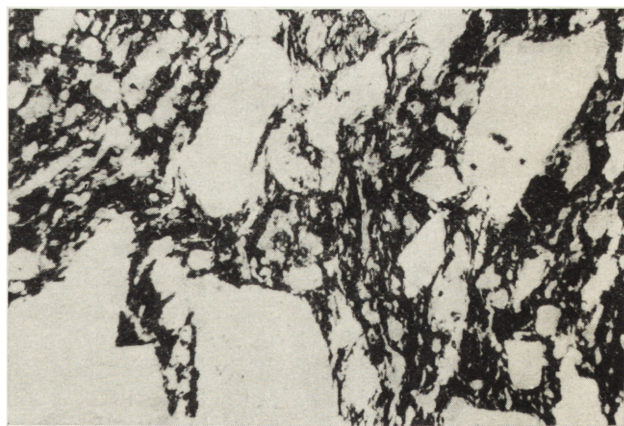
5. Cło, pow. Kraków, obraz szlifu ceramiki czarnej, gładkiej z okresu rzymskiego, pow. ok. 120 \times nik+

5. Cło, distr. Cracovie. Image d'une lame mince noire, polie de l'époque romaine, agrand. env. 120 \times



6. Igołomia, pow. Kraków, obraz szlifu ceramiki z okresu rzymskiego tzw. siwej, gładkiej, pow. ok. 120 \times nik+

6. Igołomia, distr. Cracovie. Image d'une lame mince de la céramique de l'époque romaine, dite „céramique grise”, polie, agrand. env. 120 \times



7. Tropiszów, woj. Kraków, obraz szlifu ceramiki z okresu rzymskiego tzw. siwej, chropowatej, pow. ok. 120 \times nik+

7. Tropiszów, dep. Kraków, Image d'une lame mince de la céramique de l'époque romaine, dite „céramique grise”, rugueuse, agrand. env. 120 \times



8. Kornatka, pow. Myślenice, obraz szlifu ceramiki średniowiecznej, pow. ok. $50 \times$ mik+

8. Kornatka, distr. Myślenice. Image d'une lame mince de la céramique médiévale, agrand. env. $50 \times$

Wszystkie zdjęcia wykonała autorka

przekroju, skrytokrystaliczna, silnie żażelaziona, przepalona substancja ilasta, w której tkwią liczne (ponad 30%), ostrokrawędziste ziarna pierwotnego kwarcu o średnicy nie przekraczającej na ogół 70μ . Ziarna wydłużone oraz dość liczne blaszki minerałów mikowych (temperatura wypalania poniżej 950°C) układają się wyraźnie kierunkowo, równoległe do krawędzi naczynia, co świadczy o uformowaniu naczynia na kole garncarskim. Większe ziarna kwarcu (ok. 200μ) zauważalne sporadycznie. Obecne, rzadko rozsiane limonityczne skupiska tlenków żelaza (głina żelazista) oraz nieliczne (dwa w całym obrazie) ziarenka zirkonu. Z jednolitej, ciemnobrunatnej barwy tła (przy krawędziach silniejszy wpływ nawęglania) można wnioskować, że naczynie wypalane było w ciągłym procesie redukcyjnym. Faktura powierzchni zewnętrznej dobrze wyrównana, gładzona.

7. Ceramika z okresu rzymskiego tzw. siwa, chropowata — Tropiszów, woj. Kraków. Tło szlifu barwy brunatnej, stanowi skrytokrystaliczna, żażelaziona, przepalona substancja ilasta, w której tkwią ostrokrawędziste ziarna kwarcu, o wyróżniających się frakcjach: ziaren drobnych, pierwotnych do ok. 90μ średnicy i grubszych (od 200 do 300μ), rozłukiwanego, odsiewanego żwirku (w ilości ok. 10%), składającego się w większości z czystego kwarcu oraz nielicznych kwarcytów i skaleni. Ukierunkowanie równoległe ziaren o kształcie wydłużonym wskazuje, że pomimo zawartości frakcji grub-

szych w masie, naczynie wykonane zostało jednak na kole garncarskim. Proces wypalania wyrobu miał ciągły charakter redukcyjny. W szlifie dało się ponadto wyróżnić czarne okruchy węgliste, stanowiące przypuszczalnie celowy dodatek węgla drzewnego dla usprawnienia i ujednoczenia redukcji masy, co dawało w efekcie późniejszego użytkowania naczynie bardziej szczelne, nadające się do przechowywania płynów.

8. Ceramika średniowieczna — Kornatka, pow. Myślenice. Tło szlifu stanowi mikrokryształiczna, przepalona substancja ilasta, o nierównomiernym, jasno lub ciemnobrunatnym zabarwieniu z licznymi agregatami porowatych tlenków żelaza (głina użyta w produkcji naczynia żelazista, żle wymieszana) W tle tkwią liczne — częściowo zaokrąglone — ziarna kwarcu, kwarcytu i piaskowca, rozmieszczone bezładnie, a jedynie w partii przykrawędziowej ułożone dość regularnie, kierunkowo. Wskazywać to może na fakt, że naczynie wykonane zostało metodą lepienia, a dla lepszego wykończenia powierzchniowo obtaczane.

Przedstawione powyżej wyniki analizy mikroskopowej mają charakter porównawczy, wycinkowy, nie zostały bowiem — z wyjątkiem materiałów ośrodka igołomskiego z okresu wpływów rzymskich — opracowane w szerszym kontekście.

Aby uzyskać właściwy obraz technologii garncarskiej danej kultury, terytorium czy ośrodka, kiedy przedmiotem badań jest masowy materiał ceramiczny, ważnym zagadnieniem jest uprzednia, dokładna klasyfikacja tegoż materiału, sprowadzająca się do porównania jego własności z pewnymi, ustalonymi, ogólnymi cechami, charakterystycznymi dla danej grupy wyrobów. Pozwala to na eliminację wstępnych materiałów nietypowych, mogących w późniejszym podsumowaniu wyników mieć uzyskany przekrój badanej wytwórczości ceramicznej.

W Związku Radzieckim opracowana została przez K. i O. Krugów¹⁹ ciekawa metoda matematycznej klasyfikacji materiałów ceramicznych, wydzielająca kulturę czerniachowską od pozostałych. I chociaż pewne cechy ogólne ceramiki — przyjęte jako dane w wyprowadzonym wzorze matematycznym — są raczej kontrowersyjne i mogą budzić zastrzeżenia co do słuszności ich doboru, to jednak samo założenie jest bardzo interesujące i skłania do podjęcia trudu opracowania tego rodzaju „kluczca cech” dla ceramiki innych kultur.

dr Maria Wirska
Katedra Historii Techniki
i Nauk Technicznych AGH
Kraków

¹⁹ K. Krug, O. Krug: *Archeologia i Jestestwien-nyje Nauki*, Akademia Nauk SSSR, Moskwa 1965, s. 318—324.

LA MÉTHODE DE L'ANALYSE AU MICROSCOPE DES LAMES MINCES DANS LES RECHERCHES CONCERNANT LES OBJETS HISTORIQUES EN CÉRAMIQUE

Les méthodes technologiques appliquées actuellement dans les recherches sur les objets en céramique comprennent les études sur la composition des matières premières de ces produits, ainsi que sur les conditions dont s'accompagnait à l'origine le processus de leur cuite.

Il semble que la méthode de l'analyse au microscope des lames minces en lumière transversale permet d'interpréter l'objet historique de la façon la plus universelle. Toutefois elle exige au cours de sa réalisation l'alternance des phases successives des investigations effectuées. Une juste appréciation de l'objet soumis à l'analyse est conditionnée par le choix d'un objet bien défini au point de vue culturel et chronologique et par l'indication de la partie de cet objet dont provient le fragment choisi. L'étape suivante consiste à prélever une lame polie des deux côtés, de 0,02 à 0,04 mm d'épaisseur en employant un polisseur de table et des poudres abrasives à granulation déterminée. La coupe doit être exécutée parallèlement par rapport au fond de la poterie et de façon à sectionner chacune de ses parois.

Les lames minces ainsi préparées sont ensuite soumises à l'analyse au microscope en lumière polarisée dans un agrandissement approprié. Un agrandissement de 50 × garantit des conditions d'observation satisfaisantes. D'autre part, il est recommandé d'adopter pour tout le matériel d'observation, dans la série d'objets envisagés, la même échelle de grossissement.

On distingue en général les éléments du matériel analysé ci-contre:

1. crypto-cristallin, amorphe, ou verreux soit isotropes,
2. micro-cristallin et granulaires donc anisotropes,
3. substances épineuses,
4. espaces vides: pores.

Une observation approfondie des lames au microscope permet de déterminer la composition minérale de la poterie cuite, la forme et les dimensions des grains, et si on y ajoute l'analyse planimétrique, la relation quantitative des grains. Par la même méthode il est encore possible de déterminer de façon générale, en se basant sur la disposition des grains allongés dans la masse et sur la forme des pores, par quels moyens la poterie en question a été exécutée notamment a-t-elle était pétrie, meulée à la roue ou seulement refrayée. En même temps l'on peut déterminer la qualité du finissage. L'analyse des changements calorimétriques des lames, la quantité des éléments illites, des minéraux du mica et des substances vitreuses, qui s'y révèlent, permet, d'apprécier hautement les conditions du processus de la cuite.

Afin de mieux caractériser le matériel céramique il serait utile de confronter le résultat des recherches suscitées avec ceux d'une analyse spectrale, chimique soit quantitative. Ceci permet parfois de déterminer l'origine des matières premières employées dans la production des poteries et de constater si certaines substances sont étrangères à la matière au point de vue minérologique. A titre d'exemple l'article relate les résultats de quelques analyses au microscope des objets d'ancienne céramique provenant de la culture celtique et de l'époque des influences romaines.