

Eksperymentalne rekonstrukcje techniki i technologii obróbki bursztynu dla wczesnego średniowiecza

Temat obróbki surowca bursztynowego we wczesnym średniowieczu na Pomorzu niejednokrotnie stawał się obiektem zainteresowania badaczy; został dość szeroko omówiony już w 1957 r. przez Jerzego Wojtasika, który w swych rozważaniach oparł się na analizie materiałów bursztynowych pozyskanych z badań archeologicznych na terenie Wolina¹ i w 1959 r. przez Eleonorę Tabaczyńską, która jako podstawę dla swojej pracy wykorzystała analizę materiałów archeologicznych z Kołobrzegu². Jak dotychczas są to najpełniejsze publikacje dotyczące średniowiecznych technik obróbki bursztynu na Pomorzu. Od tamtych czasów powstały nowe prace o obróbce tego surowca w przeszłości, które choć nie ujmują zagadnienia tak kompleksowo, rzucają jednak nowe światło na interesujące nas zagadnienie, np.: prace A. Wapińskiej, M. Gerda, A. Kwaśniewskiej³.

Podjąłem się omówienia tego tematu, gdyż sam jestem rzemieślnikiem bursztynnikiem i dzięki tej wiedzy, jaką posiadam jest mi łatwiej spojrzeć krytycznie na niektóre zagadnienia dotyczące obróbki bursztynu poruszane w literaturze przedmiotu. W niniejszym artykule łączę wiedzę teoretyczną z praktyczną (eksperymenty⁴, własne doświadczenie w rzemiośle).

Techniki obróbki jantaru znamy z dwóch źródeł. Pierwsze stanowią archeologiczne znaleziska narzędzi i ślady ich użycia na materiale bursztynowym. Drugie to źródła etnograficzne⁵. Na podstawie analizy obu rodzajów danych można stwierdzić, że surowiec bursztynowy najpierw poddawany był sortowaniu, gdzie

¹ Zob. J. Wojtasik, *Znaleziska bursztynowe ze stanowiska 4 w Wolinie*, „Materiały Zachodniopomorskie”, t. III, 1957, s. 139-145.

² W. Łosiński, E. Tabaczyńska, *Obróbka metali żelaznych, rogu i kości oraz bursztynu we wczesnośredniowiecznym Kołobrzegu*, [w:] *Z badań nad rzemiosłem we wczesnośredniowiecznym Kołobrzegu*, red. W. Hensel, Poznań, 1959, s. 107-111.

³ A. Wapińska, *Ze studiów nad wczesnośredniowiecznym bursztyniarstwem Gdańskim (X - XIII w.)*, „Pomorania Antiqua”, t. XV, 1993, s. 57-74; M. Gerds, *Worked and Unworked Amber from Early Medieval Trading Places in the South - Western Baltic Region*, „Offa”, Bd. LVIII, 2001, s. 115-122; A. Kwaśniewska, *Bursztyniarstwo ludowe*, [w:] *Sztuka ludowa Kaszub, Przeszłość i terażniejszość*, Bydgoszcz, 1995, s. 188-190.

⁴ Materiał bursztynowy z eksperymentów wraz z dokumentacją opisową znajduje się w Instytucie Archeologii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. W dalszej części artykułu zamieszczam opisy eksperymentów tylko udanych lub wnoszących nowe informacje - dlatego numeracja eksperymentów w powyższym artykule jest niepełna.

⁵ A. Chętnik, *Przemysł i sztuka bursztyniarska nad Narwią*, „Lud”, t. XXXIX, 1948, s. 376-384; *Jantar w sztuce kurpiowskiej*, „Polska Sztuka Ludowa”, t. XXVII, nr 4, 1973, s. 191-194; *Mały słownik odmian bursztynu polskiego*, „Prace Muzeum Ziemi”, z. 34, 1981, s. 11-12; A. Kwaśniewska, op. cit., s. 191.

podstawowym kryterium wyboru stanowiła jego przydatność do obróbki. Nie wykorzystywano bursztynu kruchego i silnie zanieczyszczonego, a także spękanego lub bardzo porowatego. Sortowanie prowadziło do wyselekcjonowania bursztynu twardego i czystego⁶. Kolejnym krokiem było uporządkowanie surowca ze względu na wielkość bryłek. Również barwa i przejrzystość jantaru miały wpływ na efekt sortowania, co zależy od wielu czynników, jak np. od rodzaju złożonego zamówienia u rzemieślnika.

Przy produkcji ozdób, szczególnie zawieszek, czy figurek przeważnie wykorzystywano naturalne kształty materiału bursztynowego⁷. Często bazowano na bryłkach z naturalnymi otworami (zwanymi nadziakami), które czasem rozwiercano⁸.

Przed przystąpieniem do obróbki mechanicznej surowego bursztynu można było go zmiękczać, rozjaśniać czy zwiększać jego przejrzystość. W tym celu zanurzano bursztyn w oleju,⁹ np. lnianym¹⁰. Moczenie w oleju rozjaśnia bursztyn, gdyż wówczas zachodzi proces wypełniania przez tłuszcz drobnej, porowatej jego struktury dając krótkotrwałe (dopóki olej nie zostanie starty z powierzchni) rozjaśnienie i zwiększenie przejrzystości. Rozmięczenie za pomocą oleju jest tylko powierzchniowe. Proces ten jest długotrwały – zmięczenie uzyskuje się nawet po kilku tygodniach. Przy bursztynach czerwonych (ciemnych) zmięczenie olejem lnianym powoduje osłabienie ich struktury wewnętrznej, a co za tym idzie zwiększa jego kruchość. Podgrzewanie oleju powoduje tylko powierzchniowe i tylko krótkotrwałe zmięczenie bursztynu, poza tym pojawiają się w nim tzw. „łuski”¹¹, a sam surowiec ciemnieje pod wpływem temperatury (por.: eksperymenty 18, 31, 33; ilustr. 11).

Surowy bursztyn oczyszczano z kory (zwietrzliny) nożem, dłutkiem¹², pilnikiem¹³ czy kamieniem szlifierskim¹⁴. Z ustaleń Adama Chętnika wynika, że Kurpie oczyszczali bursztyn w ogniu lub na żarzących się węglach¹⁵. Oczyszczanie bursztynu na rozgrzanych węglach lub na otwartym ogniu powoduje sporą utratę surowca pod wpływem topnienia i kruszenia się jego zdrowej powierzchni oraz powierzchniową zmianę koloru. Bursztyny o barwie żółtej lub mlecznej zwykle pod wpływem temperatury ciemnieją (czerwienieją).

Po wstępnej obróbce większe bryłki cięto lub rozłupywano na mniejsze kawałki¹⁶ o wielkości wynikającej z zapotrzebowania na konkretne wyroby. Cięcia

⁶ W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 108.

⁷ W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 108 też A. Chętnik, *Jantar w...*, op. cit., s. 193.

⁸ A. Chętnik, *Jantar w...*, op. cit., s. 193.

⁹ Proces ten przyspiesza podgrzanie oleju.

¹⁰ J. Wojtasik, op. cit., s. 142.

¹¹ „Łuska” – małe płaskie, okrągłe spękania wewnątrz bursztynu, które dają efekt mienienia się surowca.

¹² Z doświadczeń wynika, iż do obróbki jantaru dobrze nadają się dłutka snycerskie.

¹³ A. Chętnik, *Przemysł...*, op. cit., s. 383; Idem, *Jantar w...*, op. cit., s. 191.

¹⁴ Np.: płytka piaskowca, wapienia (por.: R. F. Mazurowski, *Bursztyn w epoce kamienia na ziemiach Polskich*, „Materiały Starożytne i Wczesnośredniowieczne”, t. V, 1983, s. 69) lub ośelka z piaskowca, (por.: P. Wielowiejski, *Pracownie obróbki bursztynu z okresu wpływów rzymskich, na obszarze kultury przeworskiej*, „Kwartalnik Historii Kultury Materialnej”, t. XXXIX, z. 3, 1991, s. 334).

¹⁵ A. Chętnik, *Jantar w...*, op. cit., s. 198.

¹⁶ W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 109.

dokonywano za pomocą metalowej piłki¹⁷, dłutka¹⁸, przecinaka, noża¹⁹ lub nici bawełnianej zamocowanej na smyku. Należy podkreślić, że cięcie nicią bawełnianą (por.: eksperyment 2) lekko zwilżoną, jest lepsze niż nicią bawełnianą suchą²⁰ lub nicią lnianą (por.: eksperyment 25; ilustr. 9). Wydajność cięcia tym sposobem w dużym stopniu zależy od dobrego ich skręcenia. Często, by uzyskać regularną bryłkę lub płytkę jantarową, nacinano piłką grudkę bursztynu z kilku stron, tworząc dość głęboki dookólny rowek, a następnie obłupywano²¹. Cięcie metalową piłką powoduje duże straty surowca i zwiększa prawdopodobieństwo pęknięcia bryłki w nieodpowiednim miejscu (por.: eksperyment 4).

Po wyżej opisanych zabiegach następowało ostateczne nadanie pożądanej formy, do czego używano: noża, dłutka, piłki lub pilnika. Obróbka nożem pozostawia na bursztynie charakterystyczny ślad w postaci drobnych „wyłupań”²² (W. Łosiński, E. Tabaczyńska 1959, s. 109). Gdańscy bursztynnicy nazywali tak obróbiającą powierzchnię szlifem słonecznym (por.: eksperymenty 6, 9; ilustr. 5, 6). Nożem uzyskuje się również powierzchnię bez „wyłupań” podobną jak po pilniku (por.: eksperyment 6, 9; ilustr. 5, 6). Pilnik pozostawia na powierzchni bursztynu ślady w postaci grupy delikatnych, biegnących w różne strony regularnych ciągów żłobków (por.: eksperyment 14). Dzięki zastosowaniu tego narzędzia wyrównywano powierzchnię i załamania kantów w celu nadania bardziej subtelnych kształtów po wstępnej obróbce dłutkiem, nożem, czy piłką²³. Do omawianej tu części procesu obróbki nadają się nie tylko pilniki grubsze, służące do obróbki skóry lub drewna. Bursztyn można było szlifować zgrubnie oraz finalnie²⁴, np. za pomocą kamieni szlifierskich o różnej grubości ziaren, od dużych do bardzo drobnych frakcji²⁵. Do szlifowania bardziej precyzyjnego używano np.: mułu rzecznoego, pyłu bursztynowego²⁶, łu, kredy, sproszkowanego wapienia, gliny²⁷, kredy zmieszanej z olejem lnianym lub inną substancją²⁸. Do wygładzania powierzchni można także było stosować kawałki ceramiki²⁹. Na Kaszubach w XIX w. półprodukt gładzono za pomocą łamanego szkła³⁰. Do polerowania powierzchni używano popiołu³¹

¹⁷ Ślady pozostawione przez piłkę „rysują się w postaci regularnych równoległych ciągów” (W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 109).

¹⁸ Praca dłutkiem pozostawia po sobie tzw. sęczki (J. Wojtasik, op. cit., s. 140), Eleonora Tabaczyńska opisuje to tak: „pozostawia ślad wklęsłych ciosów i sęczki” (W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 108).

¹⁹ J. Wojtasik, op. cit., s. 139; W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 108)

²⁰ R. F. Mazurowski, *Amber treatment workshops of the Rzućewo culture in Żuławy*, „Przegląd Archeologiczny”, t. XXXII, 1984, s. 27.

²¹ W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 109.

²² J. Wojtasik opisuje to tak: „nóż pozostawia po sobie na bursztynie drobne dołeczki w postaci chropowatej powierzchni. A powstaje to na skutek odłupywania się drobnych odłamków bursztynu, pod wpływem nacisku nożem” (J. Wojtasik, op. cit., s. 140).

²³ J. Wojtasik, op. cit., s. 140; W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 109.

²⁴ To znaczy: zgrubne szlifowanie pozostawia po sobie na obrabianym przedmiocie głębokie rysy, a nawet wyłupania, finalne zaś szlifowanie tylko bardzo płytkie rysy, które można usunąć z łatwością za pomocą dalszej obróbki innymi sposobami.

²⁵ R. F. Mazurowski, *Bursztyn w...*, op. cit., s. 94.

²⁶ A. Chętnik, *Jantar w...*, op. cit., s. 191.

²⁷ R. F. Mazurowski, *Bursztyn w...*, op. cit., s. 94.

²⁸ A. Kwaśniewska, op. cit., s. 189.

²⁹ P. Wielowiejski, op. cit., s. 337.

³⁰ A. Kwaśniewska, op. cit., s. 191.

³¹ W XIII w. rzemieślnicy w Gdańsku wykorzystywali muł, popiół, piasek (por.: M. Bogucka, *Z zagadnień techniki rzemiosła w Gdańsku w XIII w.*, „Studia i Materiały z Historii Kultury Materialnej”, t. XX, 1964, s. 48–49).

odsianego z miękkiego drewna, a także skóry i tkanin³². Natomiast dla uzyskania połysku przecierano bursztyn tłuszczem, olejem lub łojem.

Wiercenie otworu (por.: eksperymenty 10, 13, 16, 17; ilustr. 7) mogło się odbywać w każdym momencie obróbki³³, choć najbardziej ekonomiczne było ono na etapie początkowym, ponieważ większy przedmiot jest łatwiejszy do unieruchomienia. Podkreślić należy, że jest to najtrudniejsza część pracy, gdyż przy tej czynności powstaje najwięcej uszkodzeń³⁴. Jednym z trudniejszych etapów obróbki surowca bursztynowego jest wywiercenie otworu symetrycznego w stosunku do przedmiotu³⁵. Dla prawidłowego jego wykonania należy powierzchnię natrasować³⁶ za pomocą igły lub wiertła³⁷. W przypadku braku trasowania należy liczyć się z dużym prawdopodobieństwem, że otwór zostanie źle wywiercony w stosunku do osi symetrii przedmiotu (por.: ilustr. 1).

Również przy nawiercaniu dwustronnym często nie trafiano na nawiercenie po stronie przeciwnej przedmiotu, a próba skierowania świdra na właściwe miejsce kończyła się niepowodzeniem. Osoba wiercąca otwór zaczynała wtedy z reguły silnie przekrzywiać świder na boki, aby nadać mu odpowiedni kierunek. Następowало wówczas przełamanie półproduktu na dwie części, wzdłuż osi niedowierconego otworu, czasem obrabiany przedmiot ulegał większemu rozdrobnieniu³⁸.

Rodzaje wierconych otworów dzielimy na: klepsydrowate (por.: ilustr. 2b), z prostym otworem³⁹ (por.: ilustr. 2a), cylindryczne⁴⁰ itp. Cylindryczne uzyskiwano za pomocą świdrów łopatkowych prostych (por.: eksperyment 13). Natomiast otwory klepsydrowate wykonywano świdrem z rozszerzoną podstawą (por.: eksperyment 10; ilustr. 7) lub poprzez płytkie rozwiercenie obustronne za pomocą świdra o średnicy większej niż otwór, także wiertłem krzemienym⁴¹.

Rozwiercenie otworu można było zastąpić skrawaniem za pomocą nożyka lub podobnego narzędzia. Trzeba pamiętać, że poprzez użycie świdra krzemienego, uzyskuje się otwór klepsydrowaty. Taki otwór nie posiada ostrych krawędzi, dzięki czemu nie przeciera się sznurek, na którym przedmioty z tego typu otworem są zawieszane i łatwiej się je nanizuje⁴². Otwory klepsydrowate są charakterystyczne

³² A. Chętnik, *Jantar w...*, op. cit., s. 191.

³³ W materiale z pracowni bursztynniczych z Kołobrzegu, Gdańska i Starej Ładogi zauważono, że otwory były wiercone w nieobrobionych grudkach lub obrobionych częściowo (por.: J. Wojtasik, *Materiały bursztynowe ze Srebrnego Wzgórza w Wolinie*, „Materiały Zachodniopomorskie”, t. XXXII, 1990, s. 147–148).

³⁴ Mniejszą stratę ponosi się, gdy pęka nieobrobiona bryłka niż prawie gotowy produkt.

³⁵ J. Wojtasik, *Znalezisko...*, op. cit., s. 144; P. Wielowiejski, op. cit., s. 322.

³⁶ Trasowanie przedmiotu - polega na nanoszeniu na powierzchnię obrabianego przedmiotu punktów i linii, według których prowadzona jest dalsza obróbka.

³⁷ M. Gerds, op. cit., s. 117.

³⁸ J. Wojtasik, *Znalezisko...*, op. cit., s. 143.

³⁹ Ibidem, s. 144 - 145; W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 111.

⁴⁰ Cylindryczny otwór - o równej średnicy na całej długości.

⁴¹ Przy wierceniu otworu z jednej tylko strony ważne było, aby wychodzące z drugiej strony wiertło nie powodowało odłupywania krawędzi otworu. Uszkodzeń takich, trudnych do usunięcia, unikano często wierceniem dwustronnym. Przy takim wierceniu nie było niebezpieczeństwa uszkodzenia krawędzi otworu, ale trudniej było trafić wiertłem w otwór nawiercony już częściowo z drugiej strony, por.: P. Wielowiejski, op. cit., s. 334; R. F. Mazurowski, *Bursztyn w...*, op. cit., s. 93).

⁴² J. Wojtasik, *Znalezisko...*, op. cit., s. 144–145.

dla paciorków dwustożkowatych toczonych i stożkowatych oraz zawieszek⁴³. Oba rodzaje paciorków są przeważnie starannie wykończone. Na rycinie 3 przedstawione są poszczególne etapy procesu powstawania paciorka odtworzone na podstawie analizy zabytków archeologicznych z osady wczesnośredniowiecznej Gross Strömkendorf nad Zatoką Wismarską w Niemczech.

Toczenie bursztynu znane było już w okresie halsztackim i niewiele się różniło od wczesnośredniowiecznego. Z okresu halsztackiego pochodzą np. paciorki z cmentarzyska w Gorszewicach, pow. Szamotuły, woj. wielkopolskie⁴⁴. Wstępna obróbka poprzedzająca toczenie, do momentu umocowania bursztynu na kle tokarni⁴⁵, była prawie taka sama jak przy ręcznym sposobie formowania przedmiotu⁴⁶. Różnice technologiczne między ręcznie uzyskiwanym paciorkiem, a toczonym polegały na tym, że aby nałożyć na kiel tokarki paciorek trzeba było najpierw nawiercić w nim otwór i nadać mu w miarę okrągły kształt, czego nie trzeba było czynić przy ręcznej obróbce. Ślady pozostawiane po toczeniu widać na bursztynie w postaci długich ciągów⁴⁷ (por.: eksperyment 26, 27; ilustr. 10). Toczony przedmiot na prymitywnej tokarce jest wprowadzany w ruch „wahadłowo – wirowy” (ze względu na charakter napędu, nie zachodzi wtedy ciągły obrót w jednym kierunku, lecz na przemian w obydwu kierunkach), podczas którego skrawa go nieruchome ostrze, trzymane przez toczącego⁴⁸. Czynność toczenia powodowała usunięcie śladów obróbki ręcznej i wygładzenie powierzchni⁴⁹ oraz zwiększenie symetryczności w stosunku do otworu paciorka. J. Wojtasik na temat procesu toczenia, powołując się na etnograficzne dane A. Chętnika ustalił, że proces ten wykonywano za pomocą kawałków szkła⁵⁰.

Do toczenia również używano pilników⁵¹ i specjalnych ostrzy, tzw. rzeziw. Końcowa obróbka paciorka - szlifowanie i polerowanie - odbywało się podobnie jak przy wytworach produkowanych bez użycia tokarki⁵², natomiast produkty wykonywane na tokarce również były na niej polerowane.

Jednym ze sposobów obróbki surowca była również metoda termiczna. Polegała ona na szlifowaniu bryłki surowego jantaru poprzez pocieranie o rozgrzany metal, kamień lub rozżarzone węgle⁵³. Ślady takiej obróbki w postaci resztek nadtopionego bursztynu na powierzchni obrabianego przedmiotu prawdopodobnie były usuwane za pomocą szlifowania lub polerowania innymi metodami opisywanymi poniżej (por.: eksperyment 24; ilustr. 8).

⁴³ Ibidem, s. 139 i 144; Znaleźiska dwustożkowatych paciorków toczonych zarejestrowano w Gdańsku (por.: K. Jażdżewski, W. Chmielewski, *Gdańsk wczesnośredniowieczny w świetle badań wykopaliskowych z lat 1948/49*, „Studia Wczesnośredniowieczne”, t. I, 1952, s. 68, tabl. 56c) i w Kołobrzegu (por. W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 97).

⁴⁴ Z. Bukowski, *Znaleźiska bursztynu w zespołach w epoce brązu i z wczesnej epoki żelaza z dorzecza Odry oraz Wisły*, Warszawa, 2002, s. 101 i 103.

⁴⁵ J. Wojtasik, *Znaleźisko...*, op. cit., s. 144.

⁴⁶ J. Wojtasik, *Znaleźisko...*, op. cit., s. 143; W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 108.

⁴⁷ W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 97.

⁴⁸ Z. Woźnicka, *Wyroby bednarskie i tokarskie średniowiecznego Międzyrzecza*, [w:] *Z badań nad rzemiosłem*, red. Z. Woźnicka, Poznań, 1961, s. 29.

⁴⁹ P. Wielowiejski, op. cit., s. 334.

⁵⁰ A. Chętnik, *Przemysł...*, op. cit.

⁵¹ W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 109.

⁵² J. Wojtasik, *Znaleźisko...*, op. cit., s. 143.

⁵³ Ibidem, s. 142.

Innym rodzajem obróbki termicznej było podgrzanie bursztynu w oleju lnianym. W literaturze znaleźć można opinię, iż dzięki temu stawał się na tyle plastyczny, że można było go formować w rękach. Umieszczenie bursztynu w gorącej komorze lub piasku miało także powodować zwiększenie przejrzystości surowca⁵⁴.

Powyższe ustalenia można zweryfikować w oparciu o przeprowadzone eksperymenty. Surowiec po podgrzaniu w oleju lnianym nie da się tak formować, gdyż mięknie tylko powierzchniowo⁵⁵. Pod jego wpływem staje się jednak bardziej przejrzysty (trochę ciemniejszy), pojawiają się także w nim łuski, które powodują, że bursztynu zaczyna się mienić. Jednocześnie bryłka staje się twardsza i bardziej krucha (por.: eksperyment 18, 31). Natomiast umieszczenie bursztynu w gorącym piasku lub komorze powoduje jego czerwienienie (ciemnienie prowadzące do całkowitego szernienia) oraz pojawienie się łusek (por.: eksperyment 33; ilustr. 11), natomiast zwiększenie przejrzystości zaobserwowano w stopniu minimalnym.

Również do obróbki termicznej należy wypalanie otworów za pomocą rozgrzanego pręta (drułu)⁵⁶. Znamy na razie jeden pewny przykład takiej obróbki, w postaci paciorka z Wolina (stan. 4, warstwa XVIIb, która datowana jest na X w.). Opisywany tu zabieg polegał na nagraniu do wysokiej temperatury metalowego pręta i przykładaniu go w miejsce, gdzie zaplanowano otwór w obrabianym przedmiocie. Przy tej czynności powstaje i osadza się od strony wylotu spalenizna. Aby tego uniknąć należy przed wypaleniem otworu kilkakrotnie, w zależności od długości planowanego otworu, rozgrzewać pręt i wkładać go od wlotu. Powoduje to, że jest on wówczas najbardziej wrażliwy na temperaturę i topnienie. Wypalanie otworów tą techniką było dość popularne na Wolinie podczas obróbki kości i poroża⁵⁷.

Rysowanie koncentrycznych kółek wykonywano za pomocą cyrkla metalowego. Zdobienie takie spotyka się na bursztynowych kostkach, pierścionkach (por.: eksperyment 38; ilustr. 12). Narzędzia takie wyglądały najprawdopodobniej tak samo jak cyrkle do rysowania ornamentów kolistych na wyrobach kościanych⁵⁸.

EKSPERYMENTALNA OBRÓBKA BURSZTYNU

Narzędzia używane w eksperymentach są wzorowane na średniowiecznych używanych przy innych rzemiosłach. Na wyposażenie warsztatu mogły składać się: nożyki, dłutka, dryle, wiertła, kamienie szlifierskie oraz tokarnia. oprócz tego w skład warsztatu wchodził olej, który używano do procesów klarowania bursztynu.

W tej części artykułu przedstawiono opis eksperymentów pokazujących jakimi technikami obrabiano lub można było obrabiać bursztyn w okresie wczesnego średniowiecza oraz ślady pozostawiane na surowcu przez różne typy narzędzi.

⁵⁴ Ibidem.

⁵⁵ Trzeba jednak pamiętać, że niektóre bursztyny z Bałtyku zachowują się inaczej, np.: są bardziej miękkie.

⁵⁶ Określenie narzędzia „pręt” należy tu zapewne rozumieć jako drut o średnicy nieco mniejszej od planowanej średnicy wytapianego otworu.

⁵⁷ J. Wojtasik, *Znalezisko...*, op. cit., s. 145.

⁵⁸ B. A. Kolczin, *Riemieśło*, [w:] *Archeologija SSSR, Drevnija Rus*, t. XV, red. B. A. Rybakov, Moskwa, 1985, s. 295, tabl. 111/1-3 oraz s. 283, tabl. 99/6.

EKSPERYMENT 2

Cel eksperymentu: sprawdzenie czasu wytrzymałości nici (odpowiednio skręconej) przy cięciu bursztynu oraz uchwycenie wyglądu śladów pozostawianych na bursztynie przez nią. Opis narzędzia: bawełniany sznurek ręcznie skręcony z dwu podwójnych nici, założony na drewniany kabłąk. Długość powierzchni pracującej 34 cm (wykorzystywane 28 cm). Surowiec: bryłka bursztynu wielkości 2×1,5 cm. Przebieg pracy: nacięcie w bursztynie rowka na taką głębokość, aby sznurek nie zsuwał się z obrabianego surowca. W łącznym czasie dwóch minut bryłka została przecięta. Uwagi: po skończonej pracy sznurek stał się mniej elastyczny, pod wpływem wypełnienia sklejonym pyłem bursztynowym, który zebrał się pomiędzy skrętami sznurka. Przeprowadzony eksperyment dowiódł, iż użyty typ skręcenia sznurka bardzo dobrze nadaje się do cięcia bursztynu. Sznurek posiadał ślady przecierania się w środkowej części pracującej.

EKSPERYMENT 4

Cel eksperymentu: doświadczenie miało wykazać przydatność piłki do cięcia bursztynu. Opis narzędzia: piłka metalowa (żelazna) z rączką drewnianą. Grubość ostrza: 0,7 mm, długość ostrza 11 cm, długość całkowita (z rączką) 20 cm. Surowiec: bryłka bursztynu o wymiarach 2,5×1,5 cm. Przebieg pracy: po czterech minutach pracę przerywano z powodu zbyt mocnego klinowania się narzędzia, co groziło rozłupaniem surowca. W tym czasie udało się przeciąć pół centymetra w głąb na odcinku długości jednego centymetra. Po dalszych ośmiu minutach pracy powstało nacięcie dookólne o głębokości 5 – 7 mm. Piłka mocno klinowała się, gdy ostrze mocniej zagłębiło się w bursztynie. Tak przygotowany surowiec rozbito na dwie części za pomocą uderzenia ostrzem dłuta we wcześniej nacięty piłką rowek. Łączny czas pracy: 11 minut. Uwagi: piłka o małych zębach nie nadaje się do przecinania, za to sprawdza się przy nacinaniu płytkich rowków.

EKSPERYMENT 6

Cel eksperymentu: uchwycenie śladów pozostawionych przez nóż na bursztynie. Doświadczenie polega na usunięciu kory poprzez mocniejsze dociskanie ostrza noża do bryłki przy kącie rozwartym natarcia ostrza. Opis narzędzia: nóż żelazny o długości 12,5 cm, (długość ostrza 6,4 cm) z metalową rączką. Powierzchnia obrabiana surowca to około 2×3 cm. Przebieg pracy: pod wpływem obrabiania nożem z bryłki odłupało się dużo drobnych okruchów (o grubości do 2 mm). Przy tej czynności na bryłce pojawił się gruby szlif słoneczny. W niektórych miejscach nóż pozostawił po sobie zagłębienia w postaci falistej powierzchni. Łączny czas pracy: półtorej minuty. Uwagi: drobniejszy szlif słoneczny powstawał tam gdzie był mniejszy nacisk ostrza na bursztyn, a kąt natarcia ostry (por.: ilustr. 5).

EKSPERYMENT 9

Cel eksperymentu: zarejestrowanie rodzajów śladów powstających na bursztynie przy obróbce nożem. Opis narzędzia: nóż żelazny o długości 12,5 cm (w tym ostrze 6,4 cm) z metalową rączką. Przebieg pracy: pierwszą czynnością było zdrapanie kory poprzez mocniejsze dociskanie noża do obrabianej bryłki (o wymiarach około 2×2 cm surowca) przy kącie rozwartym natarcia ostrza. Pod wpływem tej czynności powstał gruby szlif słoneczny. Zmiana kąta natarcia na około 10 – 20° oraz mniejszy nacisk spowodował możliwość odcinania od bryłki delikatnych białych wiórków. Po dłuższym wygładzaniu szlif słonecznego powierzchnia stała się gładka, ale pozostawała jeszcze matowa⁵⁹. W miejscach mocniejszego nacisku noża w czasie ścinania wystąpił drobny szlif słoneczny. W niektórych miejscach nóż pozostawił po sobie zagłębienia w postaci falistej powierzchni. Łączny czas pracy: dwie minuty. Uwagi: mocniejszy nacisk nożem na obrabiany surowiec w trakcie jego ścinania czy skrobienia powoduje odpryskiwanie różnej wielkości okruchów, natomiast przy słabszym nacisku powstają odpady w postaci pyłu i zwijających się pasemek (por.: ilustr. 6).

EKSPERYMENT 10

Cel eksperymentu: sprawdzenie zalet wiercenia wiertłem sercowatym ustawionym w pozycji pionowej do góry oraz kształtu powstającego otworu. Opis narzędzia: wiertło żelazne o ostrzu kształtu sercowatego w drewnianej oprawie napędzane smykem, oparte o drewnianą belkę w pionie. Przebieg pracy: po natrasowaniu nożykiem miejsc wiercenia, zaczęto nawiercanie otworu najpierw z jednej, a potem z drugiej strony. Pionowe ustawienie wiertła powodowało wypadanie pyłu z miejsca nawiercania pod wpływem grawitacji. Łączny czas pracy: minuta i 20 sekund. Uwagi: podczas wiercenia pył bursztynowy wypada od razu z otworu wierconego, dzięki czemu szybciej się wierci, a samo narzędzie nie tępi się tak szybko. Jednocześnie bardzo dobrze kontroluje się docisk bursztynu do wiertła niż przy innych metodach. W trakcie pracy omawianym narzędziem powstał otwór dwu stożkowy (por.: ilustr. 7).

EKSPERYMENT 13

Cel eksperymentu: określenie przydatności dryla do wiercenia delikatnych ozdób bursztynowych. Opis narzędzia: dryl z żelaznym wiertłem o łukowatym ostrzu. Przebieg pracy: po natrasowaniu nożem, wiercenie otworu przebiegało bez przeszkód. W szóstej minucie eksperymentu, w miejscu gdzie znajdowała się cienka ścianka, odłupał się kawałek bursztynu, w związku z tym eksperyment został przerwany. Otwór o kształcie cylindrycznym nie został do końca przewiercony. Uwagi: nacisk całego ciężaru drylu przyczynił się do odłupania kawałka bursztynu. Ciężar dryla pod koniec wiercenia zwiększa prawdopodobieństwo rozłupania całej

⁵⁹ Mat – drobne rysy na powierzchni.

bryłki lub odłupania części bursztynu. Podczas podobnych wierceń potwierdza się fakt, że pod wpływem nacisku wiertła na delikatny bursztyn leżący na twardym podłożu zwiększa się możliwość jego pęknięcia. Jednakże zagrożenie to można zminimalizować poprzez położenie obrabianego fragmentu na podłożu elastycznym (np. skórze). Wiertło o ostrej, szpiczastej końcówce nie jest wskazane gdyż zwiększa ryzyko zniszczenia obrabianego surowca.

EKSPERYMENT 14

Cel eksperymentu: uchwycenie wyglądu śladów pozostawionych przez pilnik na bursztynie oraz określenie przydatności pilnika przy jego obróbce. Opis narzędzia: pilnik metalowy z nacięciami poprzecznymi. Przebieg pracy: użycie pilnika zapewnia szybkie zdzieranie kory z opracowywanej powierzchni i jej dalszą obróbkę. Jednakże narzędzie takie bardzo szybko zapycha się pyłem bursztynowym, przez co niezbędne jest jego częste czyszczenie. Łączny czas pracy: pięć i pół minuty. Uwagi: grubsze pilniki (np. do obróbki skóry czy drewna) nadają się do opracowania zgrubnego nadającego kształt, pozostawiając jednakże głębsze rysy na powierzchni.

EKSPERYMENT 16

Cel eksperymentu: sprawdzenie kształtu otworu jaki tworzy wiertło o przekroju kwadratowym i spłaszczonej końcówce oraz jego przydatność do wiercenia bursztynu. Opis narzędzia: wiertło żelazne o przekroju kwadratowym i spłaszczonej końcówce. Narzędzie oprawione w drewniany wałek i napędzane smykem. Przebieg pracy: doświadczenie rozpoczęto od natrasowania miejsca przyszłego wiercenia za pomocą noża. Samo wiercenie trzykrotnie trzeba było przerwać dla usunięcia z otworu pyłu bursztynowego, który pod wpływem tarcia zaczynał się topić oraz klinować narzędzie grożąc zniszczeniem obrabianego surowca. Po przewierceniu na wylot bryłki i uzyskaniu stożkowatego otworu, wiercono również z drugiej strony i uzyskano kształt otworu w postaci podwójnego stożka. Łączny czas pracy: 10 minut, 20 sekund. Uwagi: w trakcie pracy tarcie powodowało topienie się bursztynu oraz klinowanie się narzędzia, co bardzo mocno utrudnia użycie tego wiertła do obróbki bursztynu.

EKSPERYMENT 17

Cel eksperymentu: sprawdzenie kształtu otworu przy wierceniu wiertłem o ostrzu sercowatym w pozycji poziomej. Surowiec: bryłka bursztynu o grubości około półtora centymetra. Opis narzędzia: wiertło żelazne o ostrzu sercowatym, oprawione w drewniany wałek i napędzane smykem. Przebieg pracy: po natrasowaniu miejsca wiercenia na bryłce, wiercenie przebiegało bez zarzutów. Eksperyment przerwano po uzyskaniu otworu kształtu stożka rozszerzającego się u wlotu. Łączny czas pracy: 7 minut i 40 sekund. Uwagi: przy tego typu wierceniu można kontrolować nacisk surowca na narzędzie. Uzyskiwany za pomocą opisanego tu narzędzia kształt otworu to stożek rozszerzający się u wlotu.

EKSPERYMENT 18

Cel eksperymentu: sprawdzenie zachowania się różnobarwnych bryłek bursztynu w podgrzewanym oleju oraz rozstrzygnięcie kwestii czy rzeczywiście bursztyn staje się przezroczysty pod wpływem takiego działania? Opis substancji i użytych narzędzi: naczynie metalowe z olejem rzepakowym podgrzewanym na palniku gazowym. Surowiec: trzy lekko oszlifowane i wypolerowane bryłki bursztynowe – ciemnoczerwona nieprzezroczysta, mlecznożółta oraz nieprzezroczysta z czerwoną korą. Warunki: bryłki opierały się o metalowe dno naczynia. Dla zabezpieczenia surowca przed przywarciem do dna naczynia co pewien czas przesuwano je patyczkiem. Przebieg pracy: po zapaleniu palnika bryłki leżały na dnie naczynia w oleju przez 38 minut. Fragment nieprzezroczysty ciemnoczerwony zrobił się lekko przezroczysty, na powierzchni pojawiło się parę wybrzuszeń, a wewnątrz powstało parę łusek. Powierzchnia bryłki stała się mniej twarda. Fragment jasnożółty, nieprzezroczysty zmienił się na przezroczysty, lekko ciemniejszy z dużą ilością drobnych łusek w środku. Powierzchnia, podobnie jak w poprzednim przypadku, zmiękła. Fragment mlecznożółty, nieprzezroczysty z czerwoną korą stał się miejscami przezroczysty, nabierając mlecznego koloru. Także i w tym przypadku kora zmiękła nabierając dodatkowo koloru brązowego. Na pozostałych powierzchniach bez kory próbka lekko zmiękła powierzchniowo. W bryłce pojawiło się nieco bardzo drobnych łusek. Łączny czas pracy: 38 minut. Uwagi: bursztynu nie należy wrzucać do gorącego oleju, gdyż różnica temperatur może spowodować pęknięcie, a nawet jego rozłupanie.

EKSPERYMENT 24

Cel eksperymentu: sprawdzenie zachowania się bursztynu pod wpływem ognia. Warunki: eksperyment przeprowadzono w zamkniętym pomieszczeniu. Opis narzędzia: palnik gazowy używany w zamkniętym pomieszczeniu. Przebieg pracy: bryłka trzymana w płomieniu najpierw lekko się nadpaliła na kolor czarny (zwegłała się, jednocześnie się topiąc). Bursztyn zapłonął jasnym płomieniem (przez jedną minutę), z którego unosił się czarny, smolisty dym. Bryłka topiła się w odległości około 1 mm od podstawy płomienia. W miejscu gdzie palił się płomień widać było, że bursztyn stał się płynny i wrzał. Stopiona bryłka przybrała kolor czarny. Po zgaszeniu ognia płynna powierzchnia powoli gęstniała w czasie około 30 – 40 sekund. Powierzchnia surowca po ostygnięciu całkowicie się zeszkliła na kolor czarny, stając się krucha i złuszczone. Wokół szkliwa dało się zauważyć czerwone odbarwienie żółtego bursztynu spowodowane działaniem temperatury. Szkliwo kruszyło się w palcach na brązowy pył. Pod jego powierzchnią surowiec stał się bardzo porowaty z czytelnymi wytrąceniami zanieczyszczeń węglowych. Łączny czas pracy: jedna minuta. (por.: ilustr. 8).

EKSPERYMENT 25

Cel eksperymentu: sprawdzenie czasu wytrzymałości nici (odpowiednio skręconej) przy cięciu bursztynu oraz uchwycenie śladów pozostawianych na

bursztynie przez nić. Opis narzędzia: lniany sznurek skręcony ręcznie z trzech nici, założony na drewniany kabłąk. Długość powierzchni pracującej 34 cm (wykorzystywane 28 cm). Przebieg pracy: nacięcie w bursztynie rowka na taką głębokość, aby sznurek się nie zsuwał z obrabianego surowca. Sznurek przetarł się po 35 sekundach pracy. W tym czasie zdołano przeciąć $\frac{1}{4}$ bryłki. Założono nowy sznurek, za pomocą którego prawie przecięto przedmiot w czasie minuty i siedmiu sekund. Pod koniec cięcia w najcieńszym miejscu bursztyn rozłupał się tworząc sęczonek na jednej połowce, a w drugiej lekkie zagłębienie. Łączny czas pracy: dwie minuty, ze zmianą sznurka: dwie i pół minuty. Uwagi: o wiele wydajniejszy jest sznurek mocniej skręcony. Szybkie pęknięcie pierwszego sznurka spowodowane było najprawdopodobniej jego osłabieniem w wyniku kontaktu z ostrą krawędzią zewnętrzną obrabianego surowca (por.: ilustr. 9).

EKSPERYMENT 26

Cel eksperymentu: uchwycenie śladów pozostawionych przez ostrza żelazne użyte przy tokarce (z napędem na smyk) na obrabianym bursztynie oraz opis przebiegu procesu toczenia wraz z czasem jego trwania. Opis narzędzia: dłuta i nożyk żelazny w oprawie drewnianej. Tokarnia drewniana z żelaznym kłem kształtu bardzo łagodnego stożka (tzw. Stożek Morsa).

Przebieg pracy: przygotowanie bryłki surowca do formy zbliżonej do paciorka za pomocą noża i pilnika w czasie około pięciu minut. Następnie obustronne przewiercenie otworu w czasie około dwóch minut przy pomocy wiertła sercowatego. Po nałożeniu na kiel tokarni surowiec poddano toczeniu. W czasie tej czynności powstawały bardzo cienkie i pofalowane wiórki. Po nałożeniu na kiel przedmiot toczony był od strony wierzchołka stożkowego kła. Następnie po zakończeniu skrawania tej powierzchni, przedmiot przełożono na drugą stronę poprzez zdjęcie z kła i obrócenie go o 180° w stosunku do poprzedniego położenia. Na powierzchni bursztynu pojawiły się ciągi kolistych rys. Łączny czas pracy: 35 – 40 minut.

Uwagi: w czasie toczenia trzeba przykładać pod odpowiednim kątem ostrze w stosunku do obrabianego surowca. Niewłaściwy kąt przyłożenia powoduje zbyt mocny nacisk narzędzia na surowiec, a co za tym idzie zatrzymanie wirującego przedmiotu w czasie dalszego obracania się kła tokarni. Prowadzi to często do rozłupania toczzonego przedmiotu lub odłupania się z niego sporego fragmentu, co może znacznie utrudniać lub nawet uniemożliwić dalszą pracę. Przy dużych ostrzach metalowych gorzej kontroluje się docisk ostrza do wirującego obiektu. Można go opracowywać, gdy obraca się on naprzemiennie, wymaga to jednak szybkich zmian kąta przyłożenia narzędzia w stosunku do toczzonego przedmiotu.

EKSPERYMENT 27

Cel eksperymentu: uchwycenie śladów pozostawionych przez ostrze szklane użyte przy tokarce (z napędem na smyk) na obrabianym bursztynie oraz opis przebiegu procesu toczenia wraz z czasem jego trwania.

Opis narzędzia: tokarnia drewniana z żelaznym kłem kształtu bardzo łagodnego

stożka (tzw. Stożek Morsa). Ostrze szklane wykonane z kawałeczka łamanego szkła. Przebieg pracy: obróbkę surowca zaczęto od nadania bryłce kształtu zbliżonego do paciorka za pomocą noża i pilnika w czasie około pięciu minut. Następnym etapem było obustronne przewiercenie otworu w czasie około dwóch minut wiertłem kształtu sercowatego w układzie poziomym. Następnie obrabiany przedmiot nałożono na kiel tokarni i zainicjowano toczenie. Do tego celu używano szklanego ostrza przykładanego do powierzchni wirującego przedmiotu. W czasie toczenia powstawały bardzo cienkie, pofałdowane, białe wiórki, większe jednak niż powstające przy toczeniu metalowymi ostrzami. Po nałożeniu na kiel przedmiot toczono od strony wierzchołka stożkowatego kła. Następnie po wytoczeniu tej jednej strony obrabiany przedmiot przełożono na drugą stronę i obrócono go o 180° w stosunku do poprzedniego położenia. Na powierzchni bursztynu pojawiły się ciągi kolistych rys. Łączny czas pracy: 25 – 30 minut. Uwagi: w czasie toczenia trzeba przykładać pod odpowiednim kątem ostrze w stosunku do obrabianego surowca. Niewłaściwy kąt przyłożenia powoduje zbyt mocny nacisk narzędzia na surowiec, a co za tym idzie zatrzymanie wirującego przedmiotu w czasie, gdy dalej obraca się kiel tokarni. Prowadzi to często do rozłupania toczonego przedmiotu lub odłupania się sporego fragmentu bursztynu co może znacznie utrudniać lub nawet uniemożliwić późniejsze toczenie. Przy małym, szklanym ostrzu łatwiej kontroluje się docisk do wirującego przedmiotu. Można opracowywać przedmiot, gdy obraca się on naprzemiennie, wymaga to jednak szybkiej zmiany kąta przyłożenia narzędzia w stosunku do toczonego obiektu (por.: ilustr. 10).

EKSPERYMENT 31

Cel eksperymentu: sprawdzenie czy olej lub tłuszcz może zmienić twardość (zmiękczyć) bursztynu dla ułatwienia jego późniejszej obróbki. Opis substancji: olej rzepakowy z domieszką oraz bez domieszki soli kuchennej. Opis narzędzia: nóż metalowy w drewnianej oprawie. Warunki: bryłka surowca trzymana była w oleju umieszczonym w szklanym naczyniu. Eksperyment odbywał się w temperaturze pokojowej.

Przebieg pracy: namoczenie bursztynu w oleju rzepakowym powoduje jego o wiele lepsze obrabianie za pomocą ostrego, metalowego narzędzia, ale jednocześnie surowiec staje się o wiele bardziej kruchy. Łączny czas pracy: od grudnia 2003 r. do 25 maja 2005 r. Uwagi: bursztyn stał się miękki tylko w zewnętrznych warstwach, głębiej stawał się coraz bardziej twardy przy jednoczesnym wzroście kruchości, co wyklucza możliwość stosowania tej metody przy obróbce. Oddziaływanie oleju zależy od rodzaju bursztynu i jego porowatości. Takie same efekty uzyskano w przypadku użycia samego oleju jak i oleju z domieszką soli kuchennej.

EKSPERYMENT 33

Cel eksperymentu: sprawdzenie czasu, w jakim bursztyn pod wpływem temperatury zmienia kolor. Opis narzędzia: gliniany piec chlebowy opalany drewnem bukowym. Użyto bursztynu wyszlifowanego i wypolerowanego, koloru

miodowożółtego. Warunki: bursztyn położono w komorze pieca na podsypce z piasku, aby nie przywarł do podłoża. Przebieg pracy: po włożeniu bursztynu do komory pieca rozpalono ogień. Następnie po 35 – 40 minutach było czuć już zapach palonego bursztynu. Po 48 minutach bursztyn przybrał kolor czerwonawy, wewnątrz niego pojawiło się także kilka łusek (drobne spękania). W tym momencie został wyjęty na skraj pieca by ostygł powoli (bowiem nagła zmiana temperatury może spowodować pęknięcie bryłki). Po 20 minutach surowiec wyciągnięto z pieca. Łączny czas pracy: 60 minut. Uwagi: kolor jasny (miodowożółty) stopniowo, powoli zmieniał się w coraz ciemniejszy (por.: ilustr. 11).

EKSPERYMENT 38

Cel eksperymentu: sprawdzenie czasu oraz śladów pozostawionych przez cyrkiel na powierzchni surowca. Opis narzędzia: cyrkle metalowe w oprawie drewnianej i o różnych długościach ramion. Przebieg pracy: rysowanie koncentrycznych kół na wypolerowanej powierzchni bursztynu. W trakcie tej czynności jedno z ramion cyrkla należy mocniej zagłębić w opracowywany surowiec, aby narzędzie nie ześlizgnęło się. Cyrkiel z dwoma ostrzami (ramionami) pozostawia jedno koło, natomiast cyrkiel z trzema ostrzami (ramionami) dwa koncentryczne koła (por.: ilustr. 8). Łączny czas pracy: jedna minuta. Uwagi: podczas rysowania koncentrycznego koła trzeba bardzo uważać by nie uszkodzić powierzchni pod wpływem nacisku narzędzia.

Z przedstawionych powyżej obserwacji wynika, że rozróżnienie skrawania bursztynu przy pomocy szkła, żelaza czy krzemienia nie jest możliwe bez badań traseologicznych. W literaturze tematu brak jest opisu porównawczego śladów noża, pilnika czy innych narzędzi, które pozostawiają ślady podobne do siebie. Problem rozróżnienia narzędzi użytych do obróbki tyczy się głównie piłowania pilnikiem (por.: eksperyment 14) oraz gładzenia nożem (por.: eksperyment 9). Po zastosowaniu noża powierzchnia wygładzona jest lekko falista (jednak nóż mocniej dociskany do powierzchni pozostawia po sobie szlif słoneczny tak jak i pilnik). Natomiast po pilniku nie zaobserwowano takich śladów lub są to niewielkie, ostre uskoki. Rysy powstałe przy użyciu pilnika biegną wzdłuż takich uskoków natomiast przy nożu rysy ciągną się w poprzek powierzchni falistej. Opis śladów pozostawianych przez obydwa narzędzia opisuje J. Wojtasik⁶⁰. Jednak nie uwzględnia on faktu, że odpowiednie użycie narzędzi powoduje pozostawianie różnych śladów. Natomiast bardzo łatwo jest odróżnić powstałe na stwardniałej żywicy ślady cięcia sznurkiem (por.: eksperyment 2, 25) od metalowej piłki (por.: eksperyment 4). Ta ostatnia pozostawia układające się prosto rysy, przy użyciu zaś sznurka powstają rysy łukowate. Przy cięciu nicią powierzchnia bursztynu jest bardziej nierówna – falista, czego w trakcie używania piłki metalowej nie stwierdzono. Te zagadnienia zostały omówione oddzielnie przez J. Wojtasika⁶¹ dla wczesnego średniowiecza

⁶⁰ J. Wojtasik, *Znalezisko...*, op. cit.

⁶¹ Ibidem.

i R. F. Mazurowskiego dla epoki kamienia⁶². Rozróżnienie tych dwóch śladów cięcia na bursztynie może pozwolić na wyróżnienie przedmiotów pochodzących z okresu epoki żelaza znajdujących się na złożu wtórnym w zespołach datowanych na epokę kamienia.

Za pomocą eksperymentu 18 podważono zasadność stwierdzenia cytowanego przez J. Wojtasika, że bursztyn podgrzany w oleju staje się plastyczny i daje się formować w dłoniach. Jak również to, że umieszczenie bursztynu w gorącej komorze lub piasku powoduje zwiększenie przejrzystości. Zgadza się to w niewielkim stopniu, gdyż równolegle następuje zmiana koloru na ciemnoczerwony oraz wewnątrz bursztynu pojawia się tzw. łuska (por.: eksperyment 33). Przy okazji obserwacji eksperymentów związanych ze zmiękczeniem bursztynu za pomocą tłuszczu można wysunąć hipotezę, że bursztyn deponowany jako wyposażenie grobowe jest narażony na bardzo szybkie niszczenie po wejściu w reakcję z tłuszczem ludzkim.

W tym artykule zaprezentowano również narzędzia i techniki wiercenia bursztynu i toczenia, co do tej pory było traktowane w literaturze ogólnikowo (por.: eksperymenty 10, 13, 17, 26, 27). W tej pracy potwierdziłem tezę, że wiele narzędzi rogowiarskich pozostawia na bursztynie podobne ślady, jakie znamy z zabytków archeologicznych⁶³. Najlepszym tego przykładem jest narzędzie do tworzenia koncentrycznych kólek na ozdobach (eksperyment 38), a które są typowe dla zdobnictwa wyrobów rogowo - kościanych.

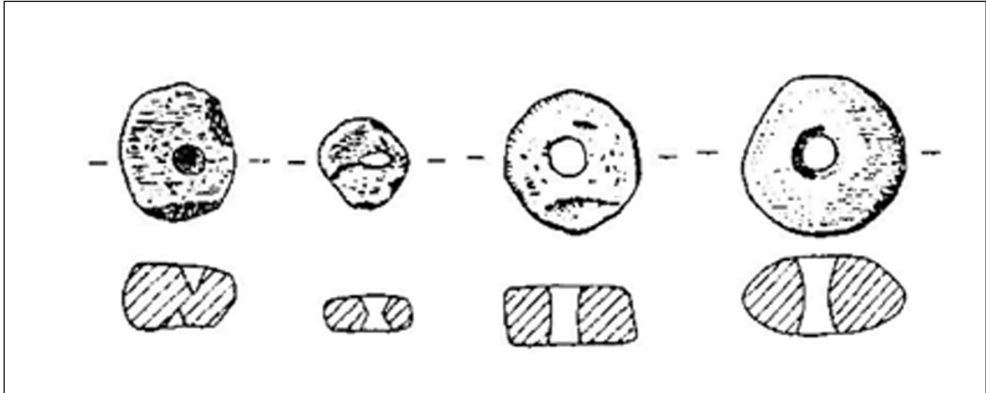
⁶² R. F. Mazurowski, *Amber...*, op. cit. Autor ten opisuje eksperyment cięcia nicią bez skręcenia co znacznie wydłużyło czas pracy jak i skróciło czas wytrzymałości nici.

⁶³ E. Cnotliwy, *Z badań nad rzemiosłem zajmującym się obróbką rogu i kości na Pomorzu Zachodnim we wczesnym średniowieczu*, „Materiały Zachodnio-Pomorskie”, t. 2, 1956, s. 162; J. Wojtasik, *Bursztyn w pradziejach*, „Szczecin”, nr 7-8, 1958, s. 79-92, W. Łosiński, E. Tabaczyńska, op. cit., s. 113.

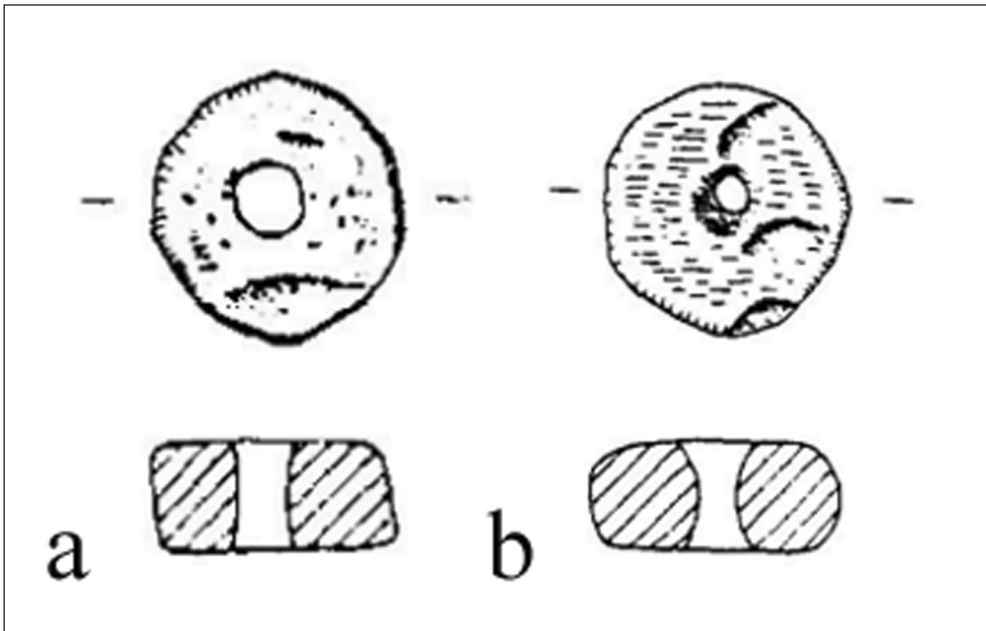
Zusammenfassung

Experimentelle Rekonstruktionen der Technik und der Methode der Bernsteinbearbeitung im Frühmittelalter

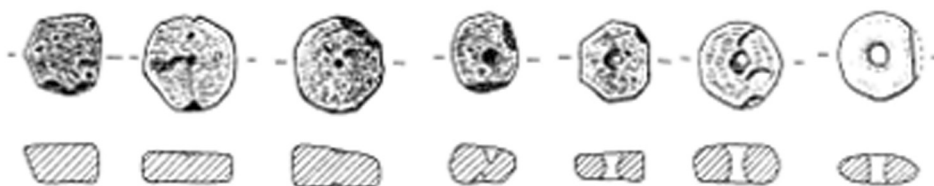
Der Bericht befasst sich mit Techniken und Methoden von Bernsteinbearbeitung im Mittelalter im Pommern. Er stützt sich auf die archäologischen, ethnographischen Quellen und Experimente. Es wurde hier ein Versuch unternommen eine Bernsteinwerkstatt nachzubauen. Zu solcher Werkstatt könnten folgende Werkzeuge gehören: Messer, Feile, Bohrwerkzeug, Drillbohrer, Bohrspindel, Drechsel, Metallsäge, Leinen- und/oder Baumwollgarn zum Schneiden, Sandsteinplatte, Filzstreifen, Lederfragmente, Zirkel zum Zeichnen konzentrischer Kreise. Der Großteil der Abhandlung besteht aus Beschreibungen der 17 ausgewählten Experimente und der Schlussfolgerungen von den Beobachtungen. Die Experimente betreffen die Methoden und die Werkzeuge zur Bernsteinbearbeitung: bohren, (mit Drillbohrer, Bohrspindel), schleifen (mit Messer, Feile), dreheln, (mit Eisen, Glas), einweichen (mit Pflanzenöl) und Thermomethoden (Erwärmung in Öl, Öfen).



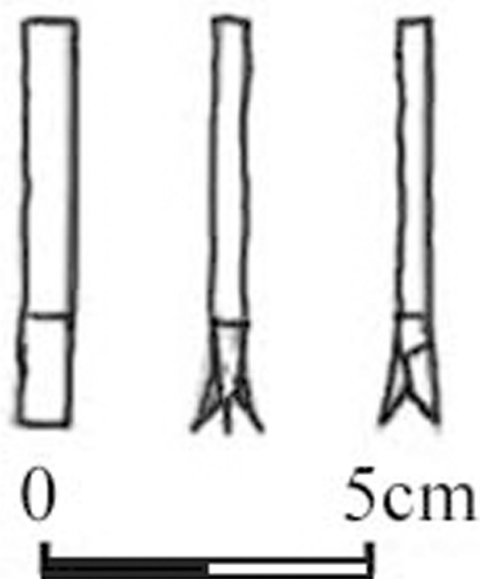
Ilustr. 1. Przykłady niesymetrycznie wywierconych otworów w przedmiotach bursztynowych
(wg M. Gerds, op. cit., s. 116, ryc. I. 1; I. 13; I. 20; I. 31)



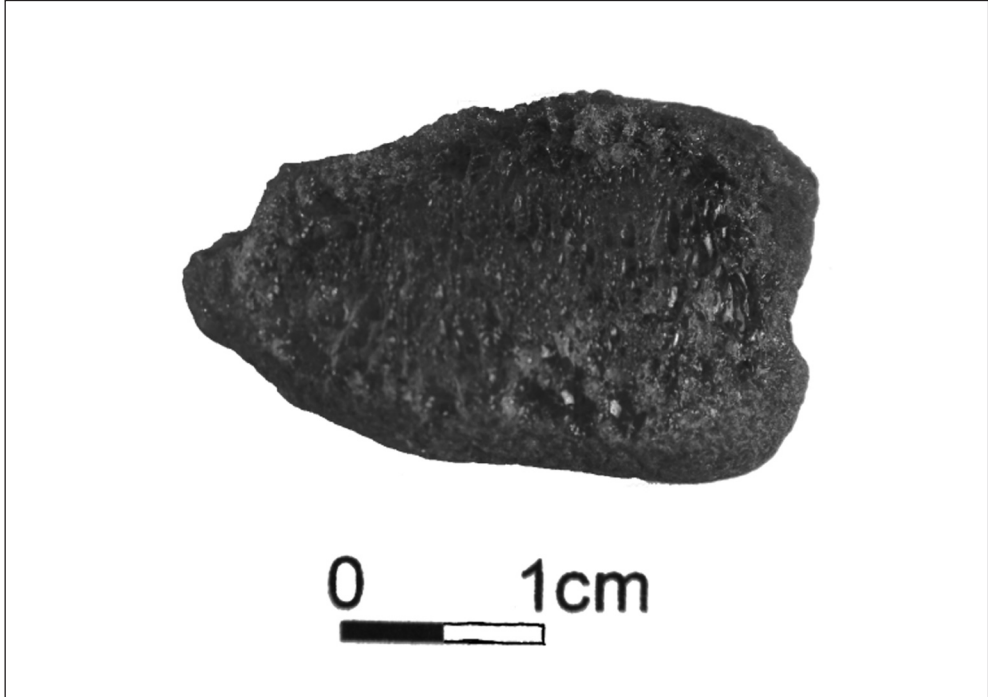
Ilustr. 2. Krzywo wywiercone otwory: (a) cylindryczny oraz (b) dwustożkowy
(wg M. Gerds, op. cit., s. 116, ryc. I. 20; s. 118, ryc. 2)



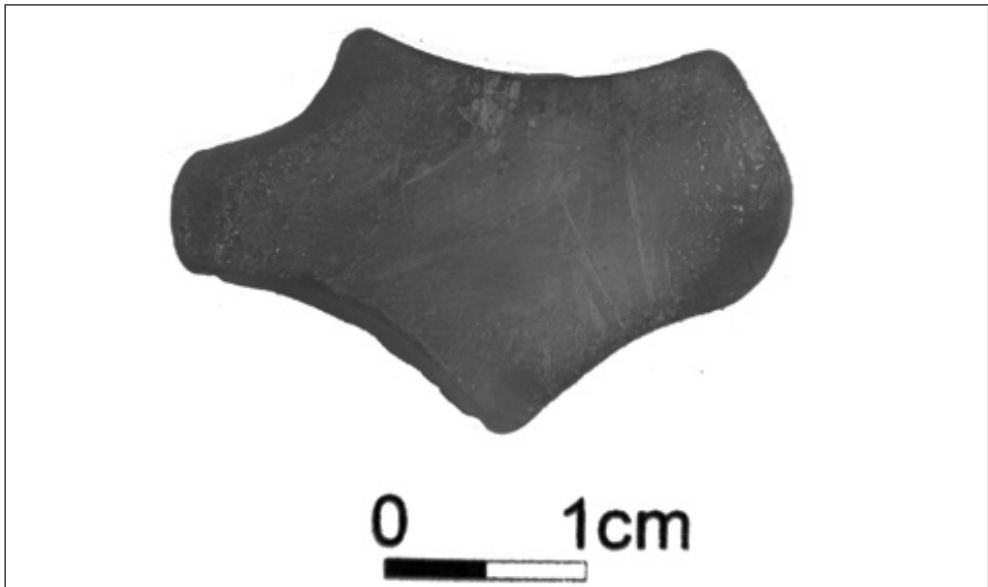
Ilustr. 3. Osada Gross Strömkendorf – kilkustopniowy proces powstawania paciorka burszynowego
(wg M. Gerds, op. cit., s. 118, ryc. 2)



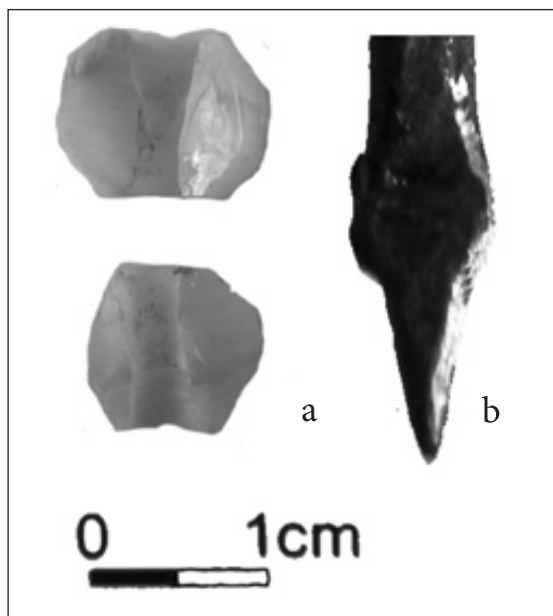
Ilustr. 4. Wiertła metalowe z Nowogrodu Wielkiego używane do rysowania koncentrycznych kółek,
(wg B. A. Kolczin, op. cit., s. 295, tabl. 111/1-3; s. 283, tabl. 99/6)



Ilustr. 5. Eksperyment 6: bryłka z widocznym na powierzchni szlifem słonecznym
(fot. E. Popkiewicz)

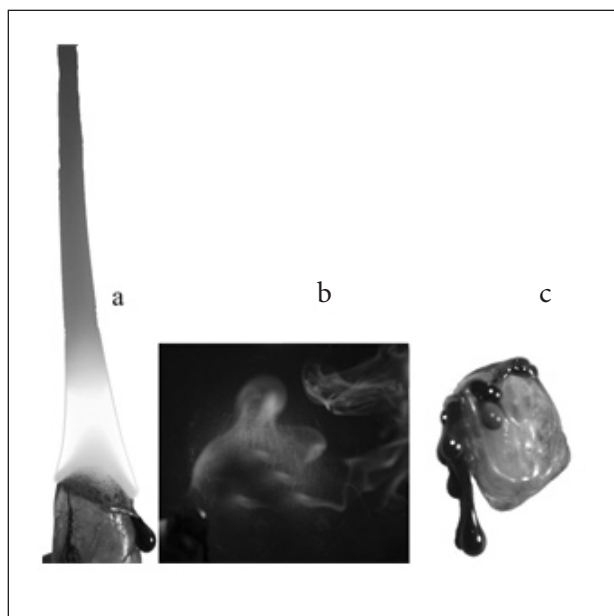


Ilustr. 6. Eksperyment 9: widoczny zagładzony szlif słoneczny w postaci rys i pozostałości szlifu



słonecznego w formie przykrawędnych zagłębień (fot. E. Popkiewicz)

Ilustr. 7. Eksperyment 10: (a) po lewej przewiercony i rozcięty na dwie części paciorek z widocznym otworem dwustożkowatym, (b) po prawej ostrze wiertła sercowatego, za pomocą którego wywiercono



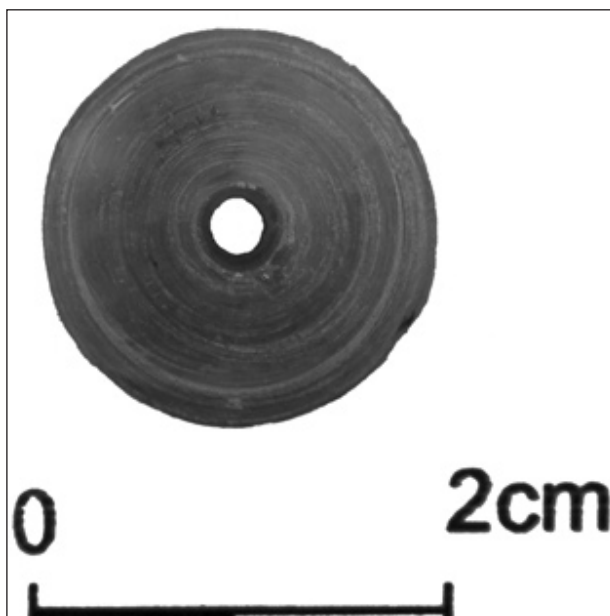
otwór w paciorku (fot. E. Popkiewicz)

Ilustr. 8. Eksperyment 24: (a) palący się bursztyn; (b) biały dym, pojawiający się tuż po zgaszeniu płomienia; (c) bursztyn po eksperymencie z czarnym szkliwem na powierzchni i sypującymi



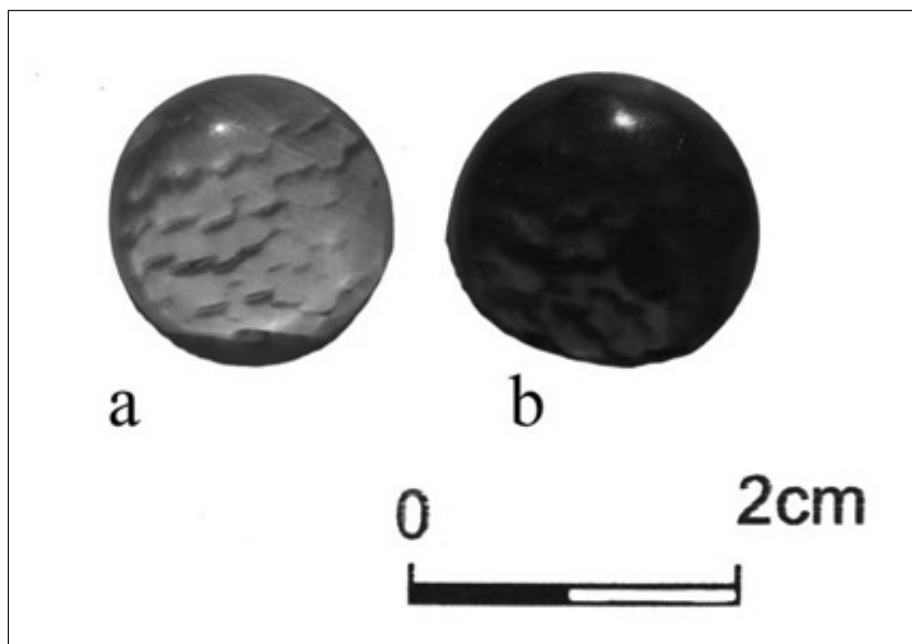
opłami szklistego bursztynu (fot. E. Popkiewicz)

Ilustr. 9. Eksperyment 25: przepołowiona za pomocą lnianej nici bryłka bursztynu. Widoczne ślady



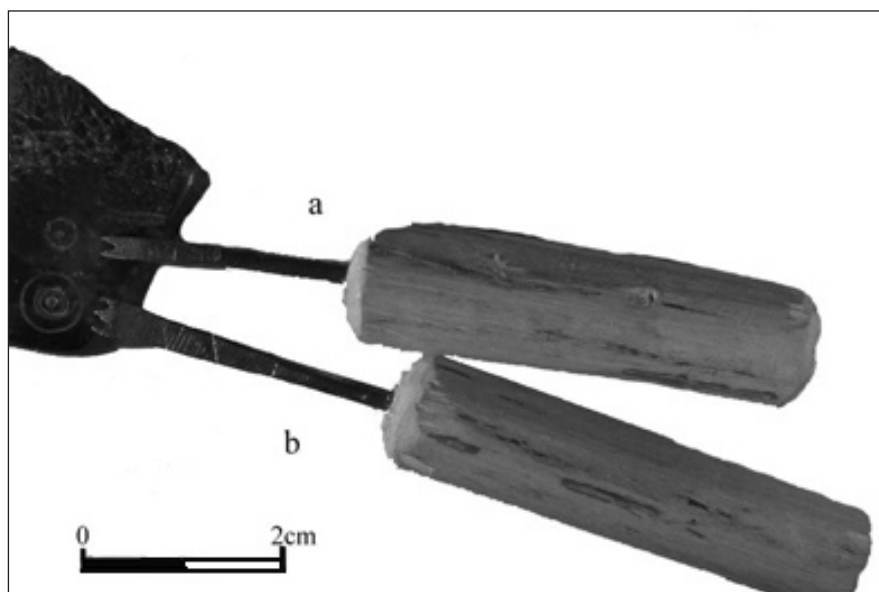
cięcia sznurkiem w postaci jasnych rys (fot. E. Popkiewicz)

Ilustr. 10. Eksperyment 27: paciorek ze śladami toczenia za pomocą kawałeczka łamanego szkła



(fot. E. Popkiewicz)

Ilustr. 11. Eksperyment 33: (a) po lewej jasny bursztyn przed prażeniem, (b) po prawej pociemniały



wskutek wyprażenia (fot. E. Popkiewicz)

Ilustr.12. Eksperyment 38: po prawej cyrkle żelazne, a po lewej wykonane za ich pomocą koncentryczne kółka; (a) cyrkiel do tworzenia pojedynczego koncentrycznego kółka oraz (b) cyrkiel do tworzenia podwójnych kółek koncentrycznych (fot. E. Popkiewicz)