

Archeologia eksperymentalna – rekonstrukcja procesu formowania i wypału ceramicznych płytek posadzkowych. Sprawozdanie z eksperymentów

Jarmila Kaczmarek

Eksperymenty przeprowadzono w latach 2016 i 2018. Miały one na celu weryfikację hipotez dotyczących techniki wykonania najstarszych płytek posadzkowych z Kruszwicy. W pracach udział wzięli: archeolodzy Jarmila Kaczmarek i Paweł Wolf, zdun Adam Mielcarzewicz, garncarz Mariusz Peczyński i stolarz Jerzy Sobczak. Fotografie wykonała Patrycja Silska. W miarę możliwości, starano się używać narzędzi zrekonstruowanych na podstawie śladów zachowanych na ceramice. Z braku możliwości budowy specjalnego pieca opalanego drewnem, próbki wypalono w piecu elektrycznym w warsztacie M. Peczyńskiego w Poznaniu. Aby zapobiec zanieczyszczeniu pieca ściekającym szkliwem, próbki szkliw wypalono na płytkach posiadających zagłębienie.

Przy odwoływaniu się do przykładów zabytkowej ceramiki budowlanej, uwzględnionej w dwóch katalogach dotyczących zamku i wcześniejszego grodu, katalogi te oznaczono numerami i lokalizacją – zamek i gród.

Przebieg eksperymentu

Przygotowanie czerepu

Przygotowanie masy ceramicznej

Cel: próba uzyskania podobnej masy ceramicznej, jaką znajdujemy w ceramice budowlanej z Kruszwicy z XI-XIII w. oraz weryfikacja hipotezy o istnieniu trzech grup technologicznych:

1. z domieszką mineralną (tłucznią),
2. mineralno-organiczną,
3. organiczną (KACZMAREK 1977).

Prace rozpoczęto od wydobycia gliny (ryc. 1). Z dawnej glinianki, znajdującej się w Poznaniu-Świerczewie, P. Wolf pozyskał dwa wiadra surowca. Sama glinianka była częściowo zalana wodą, miała strome, śliskie brzegi utrudniające zejście bezpośrednio nad lustro wody. W jednym miejscu, na samym brzegu, znajdowała się jednak sterta gliny, która spadła z łopat osób poszukujących surowca w czasie wcześniejszych eksploracji i część z niej pozyskano do przeprowadzenia eksperymentu.

Zaleganie gliny od dłuższego czasu na wolnym powietrzu, pozwoliło sądzić, że surowiec został już poddany procesowi wietrzenia, zalecanego w dawnych poradnikach (SCHALLER 1858, s. 21). Była ona jednak nadal niejednorodna, z plamami i grudkami. Ocena przydatności gliny przeprowadzono według rad tego autora (SCHALLER 1858, s. 12-13). Wprawdzie nie wzię-

to jej w usta, gdyż ta metoda, niegdyś popularna, wymaga wieloletniego doświadczenia, którego brak było uczestnikom eksperymentu, ale próbkę wymieszano i uformowano ją w kulę. Na powierzchni tak uformowanej gliny widać było linie papilarne, a po kilku dniach suszenia na powietrzu próbka się nie rozpadła, choć popękała. Można zatem było sądzić, że glina nadaje się do produkcji ceramiki.

Część gliny, nie dodając do niej żadnej domieszki, umieszczono w dole, w oświetlonym miejscu w ogrodzie. Do pozostałej, dodano nieco mierzwy bydłowej pochodzącej z gospodarstwa agroturystycznego oraz tłucznią, następnie włożono do przezroczystego pojemnika i wkopano w ziemię. Powodem takiego potraktowania gliny, z jednej strony była obecność domieszki organicznej widocznej w czerepach wielu zabytkowych płytek, z drugiej zaś strony, stosunkowo mała ich porowatość a duża wytrzymałość. Pozwalało to przypuszczać, że wytrzymałość tej ceramiki podwyższano za pomocą starannego przygotowania gliny



Ryc. 1. Kopanie gliny, glinianka w Poznaniu-Świerczewie, kopie P. Wolf

Fig. 1. Digging of clay, clay pit in Poznań-Świerczewo, copies P. Wolf



Ryc. 2. Sporządzanie tłuczni z przepalonego kamienia przez A. Mielczarzewicza

Fig. 2. Crushed stone prepared from burnt rock by A. Mielczarzewicz



Ryc. 3. Dołowanie gliny – na zdjęciu zestaw z domieszką organiczną dodaną do gliny przed dołowaniem

Fig. 3. Clay aging – the photo shows a set with an organic additive mixed into the clay before aging

przed formowaniem (KACZMAREK 1977, s. 29-30, 35-36 i tab. 5-6). Mogło to być użycie np. gnojówki, która powodowała chemiczny rozkład cząstek gliny, jeszcze w XVIII w. używanej w produkcji cienkościennej ceramiki naczyniowej.

Obie próbki gliny utrzymywano w stanie wilgotnym przez ponad rok. Tłuczeń pozyskano z kamienia przepalonego w ogniu, mocno zmurszałego, o różowym zabarwieniu, znalezionej przed laty na dawnej średniowiecznej osadzie Święty Wojciech w Poznaniu (ryc. 2). Dał się on łatwo rozbić za pomocą młotka.

Po roku dołowania okazało się, iż glina bez domieszki stała się jednorodna, a grudki rozpuściły się. W pojemniku z gliną z domieszką organiczną i mineralną, doszło do częściowego rozwarstwienia. Przy dnie znajdowała się glina głównie z domieszką mineralną, zaś najwięcej domieszki organicznej znajdowało się w górnej części pojemnika (ryc. 3).

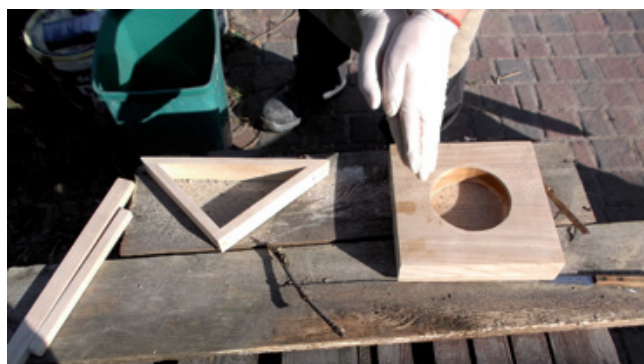
W międzyczasie dr Joanna Rennwanz zbadała odciski roślin, obecne na niektórych ułamkach ceramiki budowlanej (patrz artykuł J. Rennwanz, *Relikty wczesnośredniowiecznego grodu i zamku kazimierzowskiego w Kruszwicy w świetle danych archeobotanicznych* w tym tomie). Okazało się, że do gliny, z których sporządzano najstarszą ceramikę budowlaną, dodawano głównie zanieczyszczone plewy roślin zbożowych – jęczmienia, żyta i pszenicy. Z tego względu, w dalszej części eksperymentu użyto świeżych plew jęczmiennych jako domieszki organicznej.

Na podstawie eksperymentu można sądzić, że dotychczasowe wydzielenie w najstarszej ceramice budowlanej trzech grup technologicznych (z domieszką organiczną, mineralną i mineralno-organiczną) nie było trafne, a różnice w ilości domieszki zawartej w czerepach poszczególnych płytek mogą zależeć od głębokości zalegania gliny w dole. Prawdopodobnie zatem były dwie grupy technologiczne: z domieszką mineralno-organiczną i mineralną.

Formowanie czerepów ceramicznych

Cel: Na podstawie śladów, zachowanych na ceramice zabytkowej, dokonano:

– próby odtworzenia wyglądu form do płytek posadzkowych i strychulców;



Ryc. 4. Formy do produkcji płytek posadzkowych i strychulce wykonane przez J. Sobczaka

Fig. 4. Molds for the production of floor tiles and strickles prepared by J. Sobczak



Ryc. 5. Odciski krawędzi strychulca na wczesnośredniowiecznej ceramice budowlanej (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 81 zamek, nr inw. 5417)

Fig. 5. Impressions of the edge of a strickle on an early medieval ceramic construction product (Kruszwica, site 2, cat. no. 81 castle, inv. no. 5417).



Ryc. 6. Odcisk strychulca (?) na wczesnośredniowiecznej ceramice budowlanej (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 148 gród, nr. inw. 2799)

Fig. 6. Impressions of a strickle (?) on an early medieval ceramic construction product (Kruszwica, site 4, cat. no. 148 stronghold, inv. no. 2799)



Ryc. 7. Odcisk strychulca (?) na wczesnośredniowiecznej ceramice budowlanej (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 9 gród, nr inw. 2976)

Fig. 7. Impressions of a strickle (?) on an early medieval ceramic construction product (Kruszwica, site 4, cat. no. 9 stronghold, inv. no. 2976)



Ryc. 8. Odciski strychulca na późnośredniowiecznej płytce posadzkowej (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 531 zamek, nr inw. 14/2010)

Fig. 8. Impressions of a strickle on a late medieval floor tile (Kruszwica, site 2, cat. no. 531 castle, inv. no. 14/2010)

- przyporządkowania innych śladów, zachowanych na ceramice, poszczególnym etapom formowania ceramiki;

- uchwycenie poszczególnych etapów formowania, wynikających z właściwości surowca.

Stolarz Jerzy Sobczak wykonał dwie formy do płytek z drewna bukowego - jedną zbijaną z desek (płytką



Ryc. 9. Gлина bez domieszki, sezonowana przez ponad 1 rok, wydobyta z dołu

Fig. 9. Clay without any additive, seasoned for over 1 years, extracted from the pit



Ryc. 10. Zestaw przygotowany do wyrobienia masy garncarskiej: plewy, glina, tłuczeń

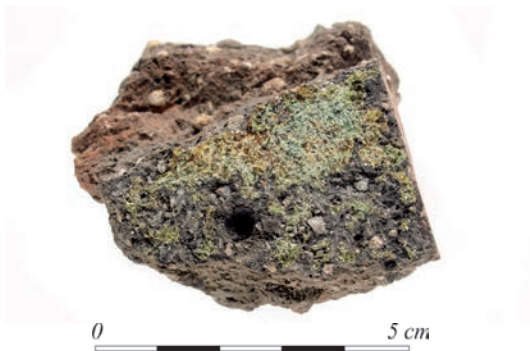
Fig. 10. Set prepared to knead pottery paste: chaff, clay, crushed stone



Ryc. 11. Mieszanie masy ceramicznej, przez A. Mielcarzewicza

Fig. 11. Mixing the ceramic paste, by A. Mielcarzewicz

trójkątna), drugą drążoną w klocek (płytką okrągłą) – ryc. 4. Zgodnie z tym, co zaobserwowano na zabytkach, na egzemplarzu trójkątnym jeden z boków był uformowany skośnie, zaś okrągły miał skośnie ścianki naokoło formy. Wystrugano również dwa strychulce o różnej szerokości, półokrągło zakończone na jednym z końców (ryc. 5-8). Szerokość strychulców obliczono na podstawie śladów zachowanych na wczesno- i późnośredniowiecznej ceramice budowlanej; za miarę długości wzięto długość cegły średniowiecznej. Otrzyma-



Ryc. 12. Ceramika z domieszką tłucznia
(Kruszwica, stan. 2, nr kat. 466 gród, nr. inv. 2867)

Fig. 12. Pottery with added crushed stone (Kruszwica, site 2, cat. no. 466 stronghold, inv. no. 2867)



Ryc. 13. Ceramika z domieszką organiczną
(Kruszwica, stan. 2, nr kat. 142 zamek, nr. inv. 8318)

Fig. 13. Pottery with organic additive (Kruszwica, site 2, cat. no. 142 castle, inv. no. 8318)



Ryc. 14. Masa ceramiczna zanieczyszczona kamieniem
(Kruszwica, stan. 2, nr kat. 20 zamek, nr. inv. 429)

Fig. 14. Ceramic paste with stone impurities (Kruszwica, site 2, cat. no. 20 castle, inv. no. 429)



Ryc. 15. Formowanie płytki okrągłej, w drążonej formie posypanej piaskiem, przez A. Mielcarzewicza

Fig. 15. Shaping a round tile in a hollow mold dusted with sand, by A. Mielcarzewicz



Ryc. 16. Płytką - segment plecionki, wykonanej w formie drążonej, widok od spodu, (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 310 gród, nr. inv. 1346)

Fig. 16. Tile - fragment of a braid segment plecionki, made with a hollow body, bottom view, (Kruszwica, site 4, cat. no. 310 stronghold, inv. no. 1346)



Ryc. 17. Okrągła płytką, wykonanej w formie drążonej, widok od spodu, (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 447 gród, bez nr. inv.)

Fig. 17. Round plate, made with a hollow body, bottom view (Kruszwica, site 4, cat. no. 447 stronghold, without inv. no.)



Ryc. 18. Wyglądanie powierzchni licowej za pomocą strychulca, przez A. Mielcarzewicza

Fig. 18. Smoothing of the face surface using a strickle, by A. Mielcarzewicz

ne narzędzie powinno bowiem być na tyle długie, by umożliwiło obrabianie wyrobu na całej jego długości, ale na tyle krótkie, by nie utrudniało pracy.

W 2018 r. wydobyto z dołu sezonowaną glinę bez domieszki (ryc. 9). Z gliny, niewielkiej ilości plew i tłuczni skaleniowego (ryc. 10) wyrobiono masę, starannie ją mieszając (ryc. 11). Uzyskana mieszanka była podobna do tej, jaką obserwujemy w wypalanej ceramice budowlanej z Kruszwicy (ryc. 12-14). Następnie formy zaimpregnowano olejem lnianym, po czym tę drażoną (okrągłą) napełniono gliną. (ryc. 15). Przykłady oryginalnych płytek wykonanych w formie drażonej (widok od spodu) mamy na ryc. 16-17. Kolejną czynnością było wygładzenie górnej powierzchni formowanej płytki (ryc. 18). Ze względu na rodzaj domieszki okazało się to trudne, gdyż plewy ciągnęły się za strychulcem (ryc. 19). Zważywszy, że oryginalne powierzchnie, zarówno górne, jak i dolne, są dość gładkie, choć często ze śladami wygładzania tkaniną, można sądzić, iż obie powierzchnie smarowano zwiniętym gałgankiem, zanurzone w rzadkim roztworze tłustej, szlamowanej gliny (ryc. 19a, 20). Taki zabieg chronił potem szkliwo przed popękaniem w czasie stygnięcia (AUCH 2016, s. 64).

Wygładzanie płytek okrągłych sprawiało dodatkową trudność – przesuwanie tkaniny ruchem kolistym powodowało, że trudno było utrzymać równy poziom krawędzi i środka płytki. W czasie eksperymentu wielokrotne korekty niemal zniwelowały owe różnice, jednakże na jednej z płytek zabytkowych taka nierówność jest bardzo wyraźna (ryc. 21).

Formę zbijaną z desek umieszczono na stole formierczym (ryc. 20), wysypanym piaskiem (ryc. 22). Wykładanie spodu tkaniną, znane np. w Strzelnie w XII/XIII wieku, w Kruszwicy pojawiło się dopiero w późnym średniowieczu (ryc. 23). W formie trójkątnej, glinę ubito strychulcem, by nie było szczelin i pęcherzy powietrza (ryc. 24). Przykłady takich szczelin w materiale zabytkowym zdarzały się rzadko (ryc. 25). Jeżeli nie zastosowano podsypki, albo kiedy mimo podsyp-



Ryc. 19. Płytką w formie, wygładzoną strychulcem, 19a – wygładzona tkaniną zanurzoną w glinie, wysuszona i wyjęta z formy

Fig. 19. Tile in a mould smoothed using a strickle, 19a – smoothed with a cloth dipped in clay, dried and removed from the mould



Ryc. 20. Ślady po desce? (stole formierczym?) i wygładzaniu płytki za pomocą tkaniny zanurzonej w rzadkiej glinie (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 133 gród, nr inw. 87)

Fig. 20. Marks from the board? (moulding bench?) and smoothing of the tile with a cloth dipped in thin clay (Kruszwica, site 2, cat. no. 133 stronghold, inv. no. 87)

ki płytka przywarła do stołu formierczego, odcinano ją drutem lub nożem. Pozostawały na ogół ślady po tej czynności, gdyż drut czy nóż ciągnęły za sobą domieszki, zarówno mineralną, jak i organiczną (ryc. 26). Dopiero w późnym średniowieczu i wczesnej nowożytności zaczęto odrywać płytki posadzkowe od stołu



0 5 cm

Ryc. 21. Okrągła płytką z nierówną powierzchnią licową, powstała wskutek zbyt długiego wygładzania ruchem kołowym (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 236 gród, nr inw. 1360b)

Fig. 21. Round tile with uneven face surface, resulting from excessive circular smoothing (Kruszwica, site 4, cat. no. 236 stronghold, inv. no. 1360b)



0 5 cm

Ryc. 22. Ślady po podsypce (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 6 gród, nr inw. 2925)

Fig. 22. Traces of ballast (Kruszwica, site 4, cat. no. 6 stronghold), inv. no. 2925)



0 5 cm

Ryc. 23. Ślady po podkładaniu tkaniny (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 210 zamek, nr inw. 5343)

Fig. 23. Traces of underlaid cloth (Kruszwica, site 2, cat. no. 210 castle, inv. no. 5343)



Ryc. 24. Formowanie trójkątnej płytki w formie zbijanej z desek, na stole formierczym posypanym piaskiem, przez A. Mielcarzewicza

Fig. 24. Forming of a triangular-shaped tile in a wooden mould on a moulding bench dusted with sand, by A. Mielcarzewicz



0 5 cm

Ryc. 25. Fragment płytki posadzkowej ze szczeliną, powstała w wyniku niedokładnie ubitej gliny w formie (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 548 zamek, nr inw. 2121)

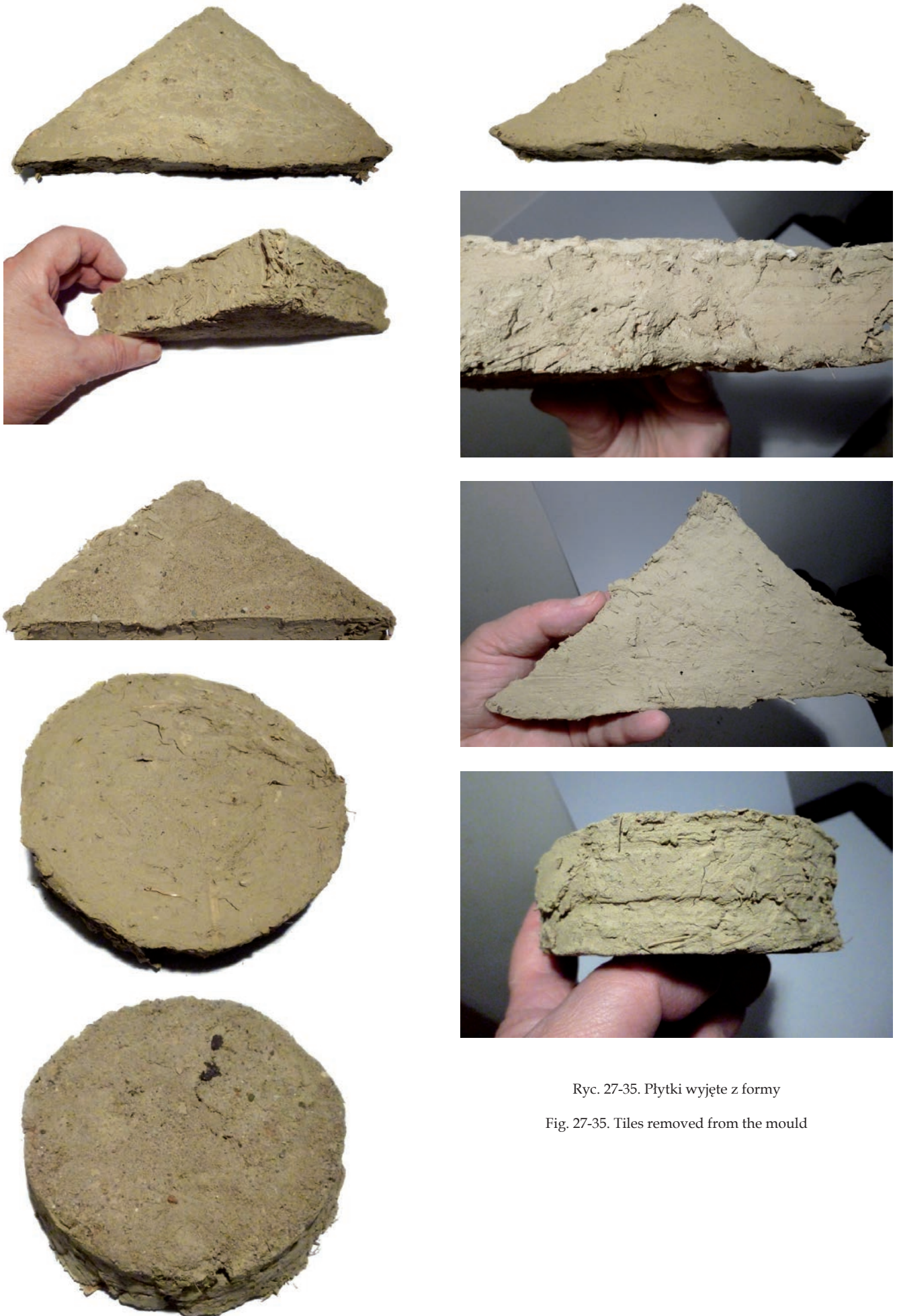
Fig. 25. Fragment of a floor tile with a gap resulting from poorly compacted clay in the mould (Kruszwica, site 4, cat. no. 548 castle, inv. no. 2121)



0 5 cm

Ryc. 26. Ślady po odcinaniu spodu płytki od stołu formierczego (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 436 gród, nr inw. 6397)

Fig. 26. Traces of cutting off the bottom of the tile from the moulding bench (Kruszwica, site 4, cat. no. 436 stronghold, inv. no. 6397)



Ryc. 27-35. Płytki wyjęte z formy

Fig. 27-35. Tiles removed from the mould



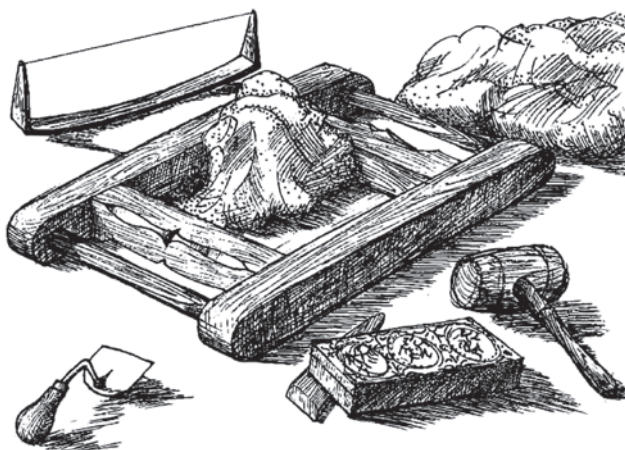
Ryc. 36. Ślady po formie - wałek
(Kruszwica, stan. 4, nr kat. 110 gród, nr inw. 2224)

Fig. 36. Traces of the mould - cylinder
(Kruszwica, site 4, cat. no. 110 stronghold, inv. no. 2224)



Ryc. 37. Ślady po docinaniu płytki przed jej dosuszeniem
(Kruszwica, stan. 2, nr kat. 141 zamek, inw. 5282)

Fig. 37. Traces of tile trimming before final drying
(Kruszwica, site 2, cat. no. 141 castle, inv. 5282)



Ryc. 38. Formy i narzędzia używane w średniowiecznej produkcji ceramicznych płytek posadzkowych, w technice reliefowej. Wg NIEMIEC 2016, ryc. 28 (ryc. R. Bucher, za WENGER 1998)

Fig. 38. Forms and tools used in the medieval production of ceramic floor tiles using the relief technique. Per: NIEMIEC 2016, fig. 28 (fig. R. Bucher, per: WENGER 1998)



Ryc. 39. Etapy średniowiecznej produkcji ceramicznych płytek posadzkowych w technice reliefowo-inkrustacyjnej. Wg NIEMIEC 2016, ryc. 29 (rys. J.-C. Barcon, za LANDGRAF 1993, t. 1)

Fig. 39. Stages of medieval production of ceramic floor tiles using the relief/incrustation technique. Per: NIEMIEC 2016, fig. 29 (fig. J.-C. Barcon, per: LANDGRAF 1993, v. 1)

formierczego poprzez okręcanie formy dookoła własnej osi. Czynność ta pozostawiała ślady w postaci charakterystycznego koła.

Gotowe płytki musiały pozostać w formie, w miejscu zacienionym, najlepiej przykryte, tak długo aż stężały i można je było bezpiecznie wyjąć z formy. Najczęściej należało odczekać około 1-2 dni, toteż strycharz musiał dysponować licznymi formami, które zapewniły mu ciągłość pracy. Formy, wykonane ręcznie i z drewna znajdującego się w różnym stadium przesuszenia, zapewne nieco różniły się rozmiarami. Być może to właśnie wytłumaczy niestabilność wymiarów ceramiki budowlanej z Kruszwicy. Jedynie sporadycznie spotykamy tu dwa egzemplarze pochodzące z tej samej formy. W czasie eksperymentu, po stężeniu gliny wyjęto płytki z form (ryc. 27-35). Skośne nachylenie przynajmniej jednej ścianki bocznej ułatwiło wyjmowanie i na tym etapie zmniejszyło liczbę egzemplarzy nieudanych. Było to szczególnie ważne przy egzemplarzach cienkich i posiadających kąty ostre, względnie tych, których krawędzie nie były linią prostą. Często pozostałością po wyjmowaniu z formy była tzw. „broda” – niewielki nawis gliny powstały przy wyjmowaniu (ryc. 31), czy „wałek”, który tworzył się wówczas, kiedy przedmiotu nie wyciągnięto zdecydowanym ruchem, tylko z przerwami (ryc. 35). W czasie eksperymentu

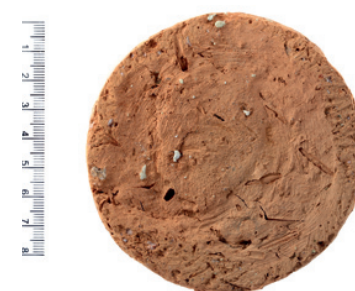
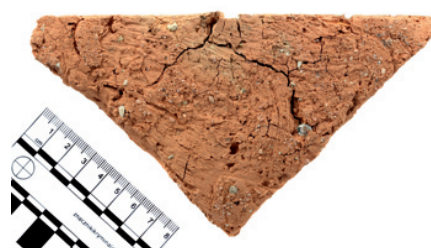
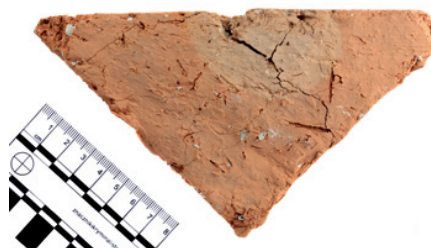


Ryc. 40-41. Elektryczny piec do wypału ceramiki M. Peczyńskiego

Fig. 40-41. Electric stove for pottery firing by M. Peczyński

zamiast „wałka” utworzyło się niewielkie wgłębienie (ryc. 36). Do wyjątków należy przycinanie płytki mokrej, ale już wyjętej z formy, którego ślady zachowały się na jednym egzemplarzu (ryc. 37). Wśród materiałów z kolegiaty, jeszcze w latach siedemdziesiątych XX w. znajdowała się trójkątna, szklwiona płytka posadzkowa ze śladami ułamania z nacinanej od spodu, wzdłuż przekątnej, płytki kwadratowej. Obecnie nie udało się jej odnaleźć.

W czasie eksperymentu nie zajmowano się techniką produkcji XIII-wiecznych płytek posadzkowych, posiadających ornament reliefowy i reliefowo-inkrystacyjny, gdyż sposób ich wykonania, w sposób przekonujący, został już opisany (ryc. 38-39) przez L. Wengera i E. Landgrafa (NIEMIEC 2016, ryc. 28-29).



Ryc. 42-47. Płytki po wypaleniu

Fig. 42-47. Tiles after firing



Ryc. 48-53. Płytki wypalone przez M. Peczyńskiego w czasie powtórnego eksperymentu, z gliny pochodzącej z Kujaw

Fig. 48-53. Tiles fired by M. Peczyński during the second experiment, using clay from the Kujawy region.



Ryc. 54. Przykład dobrze wypalanej płytki posadzkowej (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 432 gród, nr inw. 6050)

Fig. 54. Example of a well-fired floor tile (Kruszwica, site 4, cat. no. 432 stronghold, inv. no. 6050)



Ryc. 55. Niedopalona płytka posadzkowa (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 89 zamek, nr inw. 252)

Fig. 55. Underfired floor tile (Kruszwica, site 2, cat. no. 89 castle, inv. no. 252)



Ryc. 56. Niedopalona płytka posadzkowa (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 255 gród, nr inw. 2344)

Fig. 56. Underfired floor tile (Kruszwica, site 4, cat. no. 255 stronghold, inv. no. 2344)

Suszenie i wypalanie czerepów

Cel: obserwacja, jak przygotowana w czasie eksperymentu masa ceramiczna wpłynie na suszenie, wypal i wytrzymałość wyrobu.

Wyjęte z form wyroby eksperymentalne suszono w zaciemnionym, niezbyt suchym miejscu przez 3 tygodnie. Wszystkie płytki udało się wysuszyć bez spękań. Następnie przekazano je do wypalania M. Peczyńskie-

mu w piecu elektrycznym, pozbawionym termostatu (ryc. 40-41). Wypał trwał około 8 godzin, po czym płytki pozostawiono w piecu do takiego ostudzenia, by można je było chwycić ręką. Niestety, nie uzyskano ani jednego niedopału; wszystkie egzemplarze były zabarwione jednolicie na kolor jasnoceglasty, gdyż piec elektryczny był niewielki, a próbek zaledwie kilka i nie było kłopotów z zapewnieniem wypalaniem próbką równego dostępu powietrza. Po wyjęciu z pieca, płytki pozostawiono w kuchni w niezbyt suchym miejscu, co spowodowało, że część z nich po kilku godzinach rozpadła się (ryc. 42-47). Prawdopodobną przyczyną takiej reakcji był margiel, który zawierała glina z Poznania-Świerczewa. Mimo sezonowania gliny podczas którego grudki marglu rozpuściły się w glinie, pod wpływem wilgoci rozsadzily one ceramikę.

Należało zatem powtórzyć eksperyment. Tym razem do formowania, użyto gliny z Kujaw, którą M. Peczyński przechowywał u siebie w stanie wilgotnym przez wiele lat. Powtórzono wszystkie opisane powyżej czynności i wypalono kilka płytek gładkich (ryc. 48-53) oraz kilka z wgłębieniami, które miały posłużyć do eksperymentów ze szkliwem. Otrzymało wyroby dobrze wypalone, jednolicie zabarwione na kolor jasnoceglasty. W piecach średniowiecznych, opalanych drewnem, w których pozostawiano kanały umożliwiające dostęp powietrza i dotarcie ognia do ceramiki, nie było równej temperatury wypału – stąd, obok egzemplarzy dobrze wypalonych mamy wiele niedopałów. Na ryc. 54 mamy przykład dobrze wypalanej płytki posadzkowej z Kruszwicy, zaś na ryc. 55-56 – niedopały. Niewykluczone, iż rzemieślnicy celowo oszczędzali na opale, podsycając ogień tylko do lekkiego zaczerwienia powierzchni płytek. Płytki bowiem przeznaczone były do szkliwienia i do wykorzystania w pomieszczeniu zamkniętym, więc ich niedopalenie nie obniżało ich walorów użytkowych.

Próbie określenia temperatury wypału podjęto w 1977 r. (KACZMAREK 1977, s. 34, tab. 7). Wykorzystano wówczas fakt, że większość płytek posadzkowych to niedopały i że w laboratorium Krotoszyńskich Zakładów Ceramiki Budowlanej był do dyspozycji piec elektryczny z termostatem i szklaną szybą. Do przeprowadzenia eksperymentu wybrano 11 fragmentów płytek. Po włożeniu do pieca obserwowano, w jakiej temperaturze nastąpi zmiana zabarwienia ceramiki. Większość zmieniła barwę w temperaturze już 850-860° C, najlepiej wypalone w temperaturze ok. 900-920°C. Obecnie znamy już znacznie bardziej precyzyjne metody określenia temperatury wypału, jednakże dla materiału kruszwickiego takich badań nie przeprowadzono. Warto zauważyć, że po wypaleniu eksperymentalnych płytek, użyta w nich domieszka schudzająca, różowy tłuścień zmienił zabarwienie na biały – taki sam, jaki obserwujemy w ceramice z Kruszwicy.

W czasie suszenia i wypału glina skurczyła się, co jest jej naturalną właściwością. Kurczliwość zależała od rodzaju użytej domieszki, od ilości wody, którą zawierała w sobie w momencie formowania i od temperatury wypału. W przypadku płytek eksperymentalnych,

te wykonane z gliny z Poznania-Świerczewa skurczyły się aż o 10%, z gliny kujawskiej – maksymalnie 5%.

Aby ocenić jakość, w 1977 r. niektóre fragmenty płytek poddano próbie wytrzymałości na ściskanie (KACZMAREK 1977, s. 36-37, tab. 8). Otrzymano wyniki o znacznej rozpiętości – od 76,6 KG/cm² (porównawcza cegła gotycka) do 744,2 KG/cm² (płytką z XII w.). Nawet po uwzględnieniu korekty wynikającej z faktu, że próbki wykonane z tej samej gliny wykazują różną wytrzymałość w zależności od tego jakiej grubości jest dana próbka, wyniki potwierdzały dobrą jakość średniowiecznych płytek posadzkowych. Zgodnie z oczekiwaniami, średnia wytrzymałość płytek z domieszką mineralno-organiczną była mniejsza, niż ze samą domieszką mineralną, jednakże najbardziej wytrzymały egzemplarz miał właśnie domieszkę organiczną. Jest to kolejna przesłanka za tym, iż wysoką jakość najstarszej ceramiki budowlanej z Kruszwicy osiągnano przez staranny wybór złoża gliny i przygotowanie masy ceramicznej przed formowaniem wyrobów.

Szklwienie

Cel: zebranie przesłanek wskazujących, która z technik szkliwienia, wskazana przez M. Auchy (2016, s. 50-51, 243) – polewanie roztopionym szkłem rozgrzanych płytek, lub też sporządzanie fryty, którą po roztarciu i sporządzeniu zawiesiny nanoszono na czerepy, wypalane potem po raz drugi – była stosowana w Kruszwicy.

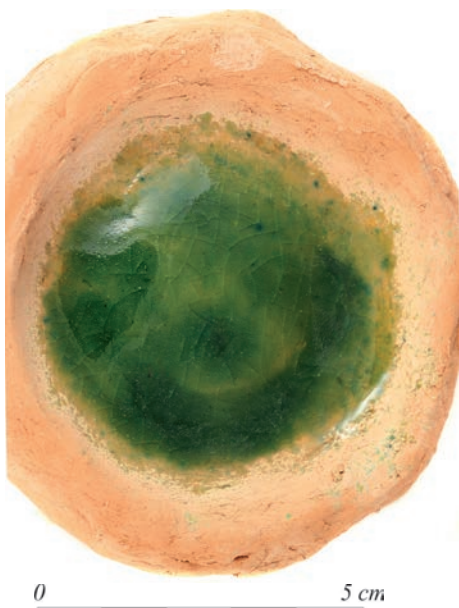
Nie eksperymentowano z ornamentowaniem szkliw za pomocą szkliw innej barwy, ograniczając się do obserwacji gotowych wyrobów. Znalezienie w Kruszwicy licznych czerepów, identycznych z płytkami szkliwionymi, jednoznacznie wskazuje na dwutetapowy ich sposób produkcji. Możliwości przeprowadzenia eksperymentów ze szkliwem były dość ograniczone. Sporządzono szkliwa o różnym składzie i naniesiono je na kilka płytek, które następnie wypalono, po czym porównano z oryginalnymi zabytkami. Obserwowano też ślady szkliwienia, pozostawione na dawnych płytkach i próbowano je interpretować.

Z najnowszych analiz spektralnych wiadomo, że używano szkliw wysokoolowiowych, o zawartości tlenku ołowiu wynoszącej 65-80%. Problemem był brak możliwości pozyskania szkła o tak dużej zawartości ołowiu do przeprowadzenia eksperymentu. Korzystając z podpowiedzi arabskiego kompilatora



Ryc. 57. Surowiec do produkcji szkliwa ołowiowego – minia

Fig. 57. Raw material for the production of lead glaze – red lead



Ryc. 58. Spękane szkliwo zestawione z minii, tartego szkła i miedzianej śniedzi. Na części szkliwa widać pęcherzyki powietrza

Fig. 58. Cracked glaze composed of red lead, ground glass and copper patina. Air bubbles are visible on part of the glaze



Ryc. 59. Spękane szkliwo na płytce posadzkowej, w czerepie widać domieszkę organiczną (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 90 zamek, nr inw. 254)

Fig. 59. Cracked glaze on a floor tile, an organic admixture is visible in the body (Kruszwica, site 2, cat. no. 90 castle, inv. no. 254)



Ryc. 60. Szkliwo zestawione bez użycia tartego szkła

Fig. 60. Glaze composed without the use of ground glass



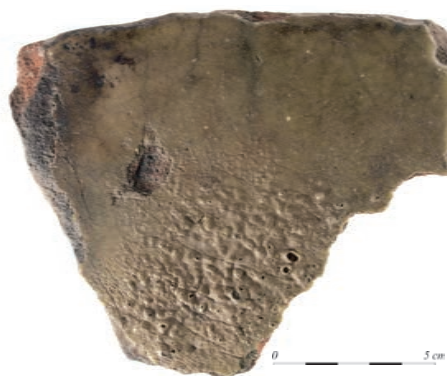
Ryc. 61. Szkliwo z pęcherzami (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 124 gród, nr inw. 882)

Fig. 61. Glaze with bubbles (Kruszwica, state 2, cat. no. 124 stronghold, inv. no. 882)



Ryc. 62. Szkliwo z pęcherzami (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 456 gród, nr inw. 87/badania R. Jakimowicza)

Fig. 62. Glaze with bubbles (Kruszwica, site 4, cat. no. 456 stronghold, inv. no. 87/research by R. Jakimowicz)



Ryc. 63. Szkliwo z pęcherzami (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 477 gród), nr inw. 5552)

Fig. 63. Glaze with bubbles (Kruszwica, site 2, cat. no. 477 stronghold), inv. no. 5552)



Ryc. 64. Szkliwo z pęcherzami, pomarszczone (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 417 gród, nr inw. 3015)

Fig. 64. Glaze with bubbles, wrinkled (Kruszwica, site 4, cat. no. 417 stronghold, inv. no. 3015)



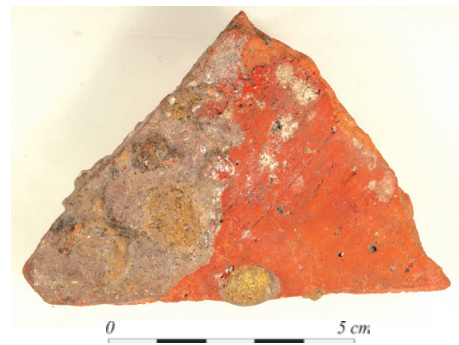
Ryc. 65. Szkliwo z pęcherzami (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 474 gród, nr inw. 5308)

Fig. 65. Glaze with bubbles (Kruszwica, site 2, cat. no. 474 stronghold, inv. no. 5308)



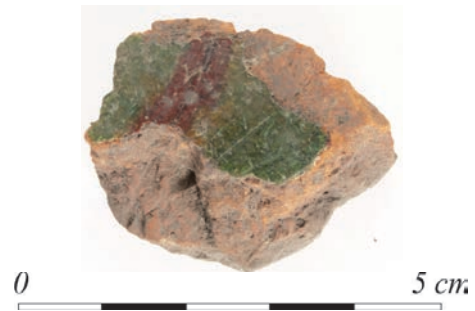
Ryc. 66. Płytkę ze szklivem, które ściekło po boku (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 84 zamek, nr inw. 236)

Fig. 66. Tile with glaze that trickled down the side (Kruszwica, site 2, cat. no. 84 castle, inv. no. 236)



Ryc. 67. Płytkę ze szklivem, które ściekło na spód (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 110 gród, nr inw. 2224)

Fig. 67. Tile with glaze that trickled to the bottom (Kruszwica, site 4, cat. no. 110 stronghold, inv. no. 2224)



Ryc. 68. Płytkę z ornamentem wykonanym z wtopionych nitki szklanych (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 214 gród, nr inw. 3H)

Fig. 68. Tile with an ornament made of fused glass strands (Kruszwica, site 4, cat. no. 214 stronghold, inv. no. 3H)



Ryc. 69. Płytkę z ornamentem wykonanym z wtopionych nitki szklanych (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 238 gród, nr inw. 1775)

Fig. 69. Tile with ornament made of fused glass strands (Kruszwica, site 4, cat. no. 238 stronghold, inv. no. 1775)

z XII w., Tiflisiego (1976, s. 93-86), że przy barwieniu (pokrywaniu go szklivem) kryształu górskiego mieszano tlenek ołowiu z tartym szkłem – garncarz M. Peczyński zmieszał minię (ryc. 57), tarte szkło ołowiane pozyskane ze starego przedmiotu kryształowego i śniedz pokrywającą przedmioty miedziane. Również, dla obserwacji, garncarz sporządził glazurę złożoną jedynie z ołowiu i barwnika. Wszystko rozmieszał w occie, o którym wspominał Tiflisi i mieszaniną po-

krył zagłębienia, znajdujące się na próbnym płytkach, na grubość ok. 0,5 mm.

Po wyschnięciu szkliva, całość wypalono aż do stopienia się składników. Po ostygnięciu porównano płytki. Okazało się, że to szkliwo, które zawierało w sobie tarte szkło miało spękaną powierzchnię (ryc. 58), zupełnie taką samą, jak większość płytek z Kruszwicy (ryc. 59), zaś pozostałe próbki takich spękań nie miały (ryc. 60). Szkliwo na ryc. 58 ma ponadto niewielkie ot-



Ryc. 70. Płytką z ornamentem, wykonanym z wyciętego kawałka ceramiki, naklejonego na szkliwo i obwiedzonego nitką szklaną (Kruszwica, stan. 4, nr kat. 442 gród, nr inw. VI)

Fig. 70. Tile with ornament made from a trimmed piece of pottery glued to the glaze and framed with a glass strand (Kruszwica, site 4, cat. no. 442 stronghold, inv. no. VI)



Ryc. 71. Płytką posadzkową z ornamentem wykonanym metodą nanoszenia bezpośrednio na czerep szkliwa innej barwy, XIII w. (Kruszwica, stan. 2, nr kat. 21 zamek, nr inw. 436)

Fig. 71. Floor tile with ornament made by applying glaze of a different colour directly to the tile body, 13th century. (Kruszwica, site 2, cat. no. 21 castle, inv. no. 436)



warte pęcherze. Analogią do niego są szkliva posiadające duże pęcherze, zmarszczenia i spienienia na oryginalnych szklivach o większej grubości (ryc. 61-65). Według M. Peczyńskiego, tego rodzaju ślady powstają wówczas, kiedy zbyt szybko zakończy się proces wypalania, przed wyklarowaniem się szkliva. Na oryginalnych płytkach na boku i spodzie można było napotkać zacieki szkliva (ryc. 66-67).

Niewielka część płytek posiadała ornament, wykonany przy użyciu szkliva innej barwy. Odnotowano dwie techniki wykonania tego ornamentu. Obserwacji dokonano w latach 70. XX w., kiedy to szklivo na płytkach było mniej skorodowane. Obecnie, z powodu niemal całkowitej korozji większości szkliv poczynienie takich obserwacji byłoby niemal niemożliwe. Najstarszą techniką było wtapianie nitek szklanych w szklwione tło (ryc. 68-69). Technika ta była identyczna, jak przy ornamentowaniu pisanek kijowskich czy niektórych paciorków szklanych i szklwionych. Na przełomie wyraźnie widać, iż ornament nie dochodził do czerepu, a nitka miała przekrój trapezowaty (ryc. 73, poz. a). Wymagało to sporej znajomości właściwości szkliv (temperatury krzepnięcia), by przy wtopieniu nie doszło do rozmazania barw. Innym wariantem tego sposobu zdobienia, było użycie do zdobienia cienkiej płytki ceramicznej, wtopienie jej w szklwione tło i obwiedzenie ornamentu nitką szklaną (ryc. 70).

Drugim sposobem było naniesienie ornamentu bezpośrednio na czerep (ryc. 71 i 73, poz. b). Wykonawcy takich ornamentów musieli być mistrzami w swym fachu, skoro potrafili wykonać delikatny ornament, w znacznym stopniu unikając mieszania się dwóch szkliv. Posługujący się podobną techniką w XVIII w. rzemieślnicy, którzy wykonali płytki z kolegiaty kruszwickiej (ryc. 72) mieli większe kłopoty z utrzymaniem czystości barw szkliva.

Na wszystkich etapach produkcji płytek posadzkowych mamy do czynienia z wyrobami nieudanymi i odpadami (ryc. 74-76).

Ekspertyzy nie odpowiadały na wszystkie pytania dotyczące produkcji wczesnośredniowiecznych płytek posadzkowych w Kruszwicy, jednakże dzięki nim nasza wiedza o ich technice wykonania znacząco się poszerzyła.

Ryc. 72. Płytką posadzkową z ornamentem wykonanym metodą nanoszenia bezpośrednio na czerep szkliwa innej barwy, XVIII w. (Kruszwica, stan. 6, bez nr inw.)

Fig. 72. Floor tile with ornament made by applying glaze of a different colour directly to the tile body, 13th century. (Kruszwica, site 6, without inv. no.)