

DLA ZNAWCÓW SZKŁA O WARTOŚCI HISTORYCZNEJ SZKLANEGO OBIEKTU DECYDUJE RÓWNIEŻ ZŁOŻONE WYKONAWSTWO TECHNOLOGICZNE.

# KIELISZEK Z FILIGRANEM

## opis, technologia i technika wykonania

LUTOSŁAW LICHOTA

Kieliszek ze szkła bezbarwno-szarawego o bardzo licznych wewnętrznych inkluzjach: w czaszy i w stopie szkło jednowarstwowe, w trzonie szkło wielowarstwowe. Kieliszek ręcznie formowany hutniczo wydmuchami i kształtowaniem. W trzonie mleczny filigran wielonitkowy spiralny zrobiony ręcznie hutniczo przywarsztatowo.



### OPIS PODSTAWOWEJ TECHNOLOGII WYTWÓRCZEJ

Bezbarwne szkło potasowo-wapniowo-krzemianowe. Mleczne szkło (tzw. *beinglas* – szkło kostne) potasowo-wapniowo-krzemianowe, zamącone w masie mączką z prażonych kości owczych (głównie fosforan wapnia). Skład chemiczny obu mas szklanych, a zatem ich właściwości fizyczne zostały dobrane doświadczalnie po wielu żmudnych próbach tak, aby były zgodne pod względem współczynników rozszerzalności, przy wzajemnym hutniczym łączeniu na gorąco szkła bezbarwnego ze szkłem mlecznym.

Kieliszek formowany ręcznie hutniczo na gorąco z trzech porcji masy szklanej, czasza, trzon z filigranem, stopa – metodą wydmuchów ustami przez piszczel (czasza) i metodą kształtowania odręcznego z użyciem specjalistycznych narzędzi (czasza, trzon, stopa). Przy kształtowaniu trzonu kieliszka użyto, jako półfabrykatu, szklanego pręta filigranu mlecznego wielonitkowego spiralnego. Został on uprzednio przygotowany ręcznie hutniczo na gorąco w bardzo złożony wieloetapowy sposób.



**KIELISZEK O Kształcie litery Y, SZKŁO BEZBARWNO-SZARAWE; RĘCZNIE HUTNICZO DMUCHANE.**

#### CZASZA

cylicyryczno stożkowata, cienkościenna;

#### TRZON

kolisty, grubościenny, wewnątrz mleczny filigran wielonitkowy spiralny, tzw. koronkowy, na dwóch wewnętrznych poziomach; spirala wewnętrzna z 19 mlecznych nitek i spirala zewnętrzna z 4 mlecznych taśm;

#### STOPA

okrągła, kolista, płaska, talerzykowa, grubościenna (w centrum dna tzw. *abriss*).

#### KRAJ, MIEJSCOWOŚĆ, WYTWÓRNIA

Święte Cesarstwo Rzymskie Narodu Niemieckiego, Północne Niemcy (Norddeutschland), w pobliżu granicy z Niderlandami.

#### CZAS POWSTANIA

2 poł. XVIII wieku, ca. 1760 – 1770 r.

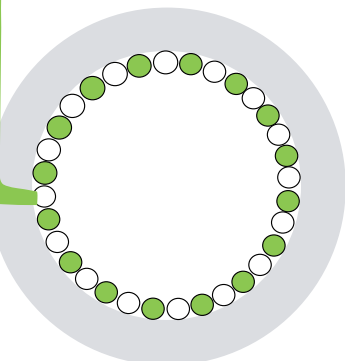
#### HISTORIA

Kieliszek zakupiony na targu staroci na warszawskim Kole, wcześniej zaś na podobnym targu w Niemczech. Zidentyfikowany na podstawie zdjęcia i opisu z katalogu Domu Aukcyjnego Nagel z 1990 roku, str. 104, poz. 510 (*Kleines Kelchglas mit Spiralfäden*).

## SPOSÓB PRZYGOTOWANIA FILIGRANU

2

1



Proste pręciki szklane

○ Cienkie jednowarstwowe bezbarwne

● Cienkie jednowarstwowe mleczne

**WYTWORZENIE DWÓCH RODZAJÓW PROSTYCH PRĘCIKÓW SZKLANYCH.**

Pręciki ustawia się pionowo przy wewnętrznym obwodzie wypalanej glinianej foremki – rury, z dnem z plastycznej gliny, wpychając w dno końce pręcików. Ustawia się je obwodowo, w sposób uporządkowany według zamierzonej kompozycji przyszłej wewnętrznej spiralki filigranowej, składającej się z 19 mlecznych nitek. Ustawienie jest naprzemienne, tj. raz bezbarwny pręcik, za nim pręcik mleczny, itd. Sumarycznie w foremce znajdzie się 38 pręcików, w tym 19 mlecznych. Poza kołem z pręcików szklanych wewnątrz pierwszej glinianej foremki pozostaje puste.

**DRUGI ZESTAW SZKLANYCH PRĘCIKÓW.**

Równoległe do czynnościami opisanymi w punkcie 1, ustawia się drugi zestaw takich samych pręcików szklanych w drugiej foremce – rurze o nieco większej średnicy. Pręciki ustawia się pionowo przy wewnętrznym obwodzie foremki, wpychając ich dolne końce w warstwę plastycznej gliny, tak jak uprzednio. Ustawia się je obwodowo, w sposób uporządkowany według zamierzonej kompozycji przyszłej zewnętrznej spiralki filigranowej składającej się z 4 mlecznych taśm (każda taśma utworzona jest z 4 mlecznych nitek). Ustawienie pręcików jest strefowe, tzn. raz 8 bezbarwnych, za nimi 4 mleczne, itd. Łącznie w drugiej foremce znajduje się 48 pręcików, w tym 16 mlecznych. Poza kołem ze szklanych pręcików wewnątrz drugiej foremki pozostaje puste.

3

**PIERWSZĄ I DRUGĄ FOREMKĘ Z PRZYGOTOWANYMI PRĘCIKAMI SZKLANYMI PRZENOSI SIĘ**

i ustawia we wnętrzu okna wyrobowego donicowego pieca szklarskiego wytopowo-wyrobowego. Ma to na celu termiczne rozgrzanie zawartości obu foremek i doprowadzenie do stanu, w którym pręciki wzajemnie powierzchniowo zlepiają się ze sobą do utworzenia dwóch niezależnych wysokich pierścieni szklanych.

4

**PO WIZUALNYM STWIERDZENIU WŁAŚCIWEGO ZLEPIENIA SIĘ ZE SOBĄ PRĘCIKÓW, PIERWSZĄ FOREMKĘ Z ZAWARTOŚCIĄ PRZENOSI SIĘ SZCZYPCAMI DO PRZYPICOWEGO WARSZTATU HUTNICZEGO.**

W międzyczasie drugi hutnik szkła nabiera na żelazny pręt (nabierak) odpowiednią porcję gorącej bezbarwnej masy szklanej, którą nakręca z masy zawartej w ceramicznej donicy stojącej we wnętrzu pieca. Porcję masy kształtuje na gorąco odpowiednimi specjalistycznymi narzędziami, tworząc z niej długi cylindryczny bezbarwny walec o średnicy pierwszego pierścienia szklanego. Walec ten silnie rozgrzewa się w głębi okna wyrobowego, a następnie przenosi go na nabieraku do przypiecowego warsztatu hutniczego. Tutaj wprowadza się go pionowo centrycznie do pustego wnętrza pierwszego pierścienia znajdującego się w foremce. Przez

dodatkowy docisk następuje przyklepnięcie się pierścienia szklanego do gorącego szkła walca. Całość (walec z pierścieniem) wyjmuje się z foremki, po czym na pręcie nabieraka wysuwa w głąb okna wyrobowego. Przez poziome otoczenie szklanej całości wokół własnej poziomej osi nabieraka dokonuje się termicznego spojenia obu szkielek w jednorodną całość, po czym zanurza się ją w gorącej, ciekłej, bezbarwnej masie szklanej znajdującej się w donicy wewnątrz pieca szklarskiego. Nakręcając, otacza się ją zatem dodatkową warstwą bezbarwnego szkła. Ręcznie kształtuje się narzędziami na gorąco gruby, prosty, cylindryczny, wtórny walec trójwarstwowy: szkło bezbarwne pierwotnego walca, szkło bezbarwno-mleczne pręcików i bezbarwne szkło otoczki. Zewnętrzna średnica wtórnego walca odpowiada wewnętrznej średnicy drugiego pierścienia szklanego z drugiej glinianej foremki.

5

**ROZGRZEWANIE WALCA**

Pod koniec czynności opisanych w punkcie 4, wizualnie stwierdza się właściwe zlepianie pręcików szklanych, po czym przenosi szczypcami gorącą foremkę z zawartością do przypiecowego warsztatu hutniczego. Utworzony uprzednio szklany trójwarstwowy walec silnie rozgrzewa się w głębi okna wyrobowego. Następnie wprowadza się go pionowo centrycznie do pustego wnętrza drugiej glinianej foremki, tj. do wnętrza drugiego pierścienia szklanego. Powtarza się zatem sytuacja, gdy przez dodatkowy docisk następuje przyklepnięcie się do gorącego trójwarstwowego walca drugiego pierścienia szklanego. Całość (walec z pierścieniem) wyjmuje się z drugiej foremki, po czym na pręcie nabieraka wsuwa w głąb okna wyrobowego pieca szklarskiego i ponownie przez poziome otoczenie szklanej całości wokół własnej poziomej osi nabieraka dokonuje się termicznego spojenia obu szkielek ze sobą. Następnie całość zanurza się w ciekłej, bezbarwnej masie szklanej w donicy wewnątrz pieca i przez nakręcanie otacza ją dodatkową warstwą bezbarwnego szkła. Ręcznie kształtuje się na gorąco specjalistycznymi narzędziami bardzo gruby, prosty, cylindryczny, wtórny walec pięciowarstwowy: szkło bezbarwne pierwotnego walca, szkło bezbarwno-mleczne pręcików pierwszego pierścienia, szkło bezbarwne pierwszej otoczki, szkło bezbarwno-mleczne pręcików drugiego pierścienia, szkło bezbarwne drugiej otoczki.

6

**PRZYGOTOWANIE PRĘTA SZKLANEGO Z FILIGRANEM**

Po bardzo silnym rozgrzaniu otrzymanego walca w głębi okna wyrobowego, ręcznie wyciąga się z niego pręt szklany, przy równoczesnym miarowym skręcaniu wokół jego poziomej osi w czasie odciągania. Dzięki temu we wnętrzu szklanego pręta widać się na dwóch poziomach, wzdłużnie, spirale z mlecznych nitek szklanych: wewnątrz – obwodowa wiązka z 19 mlecznych nitek, z zewnątrz – obwodowa wiązka z 4 mlecznych szklanych taśm.

7

**PRZYGOTOWANIE TRZONU KIELISZKA**

Pręt szklany z filigranem dzielony jest ręcznie żelaznymi nożycami na części, które odpręża się, tj. wygrzewa i studzi przez 24 godziny w komorowym piecu chłodniczym o specjalnej konstrukcji. Jest on spojony z donicowym piecem szklarskim. (Piec chłodniczy jest ogrzewany gorącymi spalinami przedostającymi się do jego wnętrza przez *wandloch* płomieniowego donicowego pieca szklarskiego.)

# SPOSÓB FORMOWANIA KIELISZKA

Na piszczel szklarską przez otaczanie jej końcówki w gorącej ciekłej bezbarwnej masie szklanej nabiera się odpowiednią grubościenną porcję szkła. Wydmuchując ustami, kształtuje się z niej niewielką, grubościenną szklaną banieczkę, przypajając do niej ręcznie silnie rozgrzany odciniek pręta filigranowego, który będzie w przyszłości trzonem kieliszka. Całość rozgrzewa się w głębi okna wyborowego, a następnie zanurza się ponownie w gorącej ciekłej bezbarwnej masie szklanej i otaczając, nabiera się na nią dodatkową grubościenną warstwę szkła. Poprzez wydmuchy i kształtowanie ręcznie hutniczo na gorąco, zostaje utworzona czasza z trzonem kieliszka. Do końcówki trzonu dospaja się nową porcją bezbarwnej masy szklanej, z której ukształtowana zostaje kolista stopa kieliszka. Na czaszy kieliszka pozostaje tzw. kapa. Aby ją usunąć, na pręt żelazny (przylepiak) nabiera się niewielką porcją szkła, które formuje się w postaci małego kłusa (mały kawałek szkła). Tym gorącym szklanym kłusem dociska się do dna stopy, w jej centrum i odbija się piszczel od kapy kieliszka. Kieliszek na przylepiaku przenosi się z powrotem z przypiecowego warsztatu hutniczego do pieca szklarskiego.

Po wsunięciu go od strony kapy przez okno wyrobowe w głąb pieca szklarskiego, silnie rozgrzewa się kapę i odcina nożycami. Następnie pozbawiony kapy na czaszy kieliszek na przylepiaku od strony stopy powraca do pieca szklarskiego. Wsuwa się go przez okno wyrobowe w głąb i silnie rozgrzewa wylew czaszy. Kieliszek otacza się ręcznie w poziomej osi przylepiaka, przez co następuje termiczne zaoblenie obrzeża wylewu czaszy i całość przenosi się ponownie do przypiecowego warsztatu hutniczego, gdzie z kolei specjalnym narzędziem ręcznie roztacza się cylindryczną czaszę kieliszka do kształtu stożkowego, po czym odtrąca się kieliszek od szkła nabieraka. Na dnie stopy kieliszka pozostaje resztką szklanego kłusa, tzw. *abriss*. Ręcznie na widełkach odnosi się kieliszek do komorowego pieca chłodniczego. W jego wnętrzu leżakuje, odpręża się, czyli bardzo długo wygrzewa się i równie długo studzi (łącznie przez 24 godziny), wszak jego trzon składa się z aż sześciu warstw szkła!

**UWAGI TECHNOLOGICZNE  
DOTYCZĄCE WYTOPU MASY  
SZKLANYCH Z PŁOMIENIOWEGO  
DONICOWEGO PIECA SZKLARSKIEGO  
OPALANEGO BEZPOŚREDNIO  
KĘSAMI WĘGLA KAMIENNEGO,  
W PÓŁNOCNYCH NIEMCZECH OKOŁO  
POŁOWY XVIII WIEKU (1735–1765).**

Do spalania 1 kg drewna (szczapy suchego drewna liściastego) o wartości opałowej 14665 kJ, musi być zużyte 4 Nm<sup>3</sup> powietrza. Do spalania 1kg węgla (kęsy węgla kamiennego) o wartości opałowej 29330 kJ, musi być zużyte 7,5 Nm<sup>3</sup> powietrza.

Powyższe oznacza, że aby spalić 1 kg węgla kamiennego, pod ruszty komory paleniskowej donicowego pieca szklarskiego, czyli do komory popielnej, należy z zewnątrz doprowadzić prawie dwukrotnie więcej powietrza, niż w przypadku spalania 1 kg drewna. A zatem rozwiązania konstrukcyjne tzw. czeskiego donicowego pieca szklarskiego wytopowo-wyrobowego (dotychczas używanego w szklarstwie zachodniemieckim) stają się kompletnie nieprzydatne przy takiej zmianie rodzaju paliwa. Sięgnięto zatem do rozwiązań konstrukcyjnych techniczno-technologicznych szklarstwa angielsko-niderlandzkiego, adaptując je do warunków północnozachodniemieckich.

Tak oto pojawiały się w tym rejonie zupełnie nowe donicowe piece szklarskie oraz dostosowane do nich budynki hal wytopów masy i formowania szkła.

W komorze wyrobowej nowego donicowego pieca szklarskiego tego rodzaju, zamiast dotychczas używanych ceramicznych donic otwartych zaczęto stosować ceramiczne donice zamknięte (tzw. hełmowe). Zabezpieczało to gorącą ciekłą masę szklaną zawartą we wnętrzu, przed przedostaniem się do niej dymowych spalin i cząsteczek niespalonego kamiennego węgla porwanych z komory paleniskowej silnym naturalnym ciągiem spalin. W komorze paleniskowej zamiast dotychczas używanych podłogowych, rzadko ułożonych rusztów z bloków twardego piaskowca, zaczęto stosować podłogowy gęściej ułożony ruszt ze sztab żelaznych. Komora popielna w miejscu dotychczasowego wąskiego i niewysokiego jednokierunkowego kanału, została umiejscowiona wraz z całym piecem szklarskim nad szerokimi i wysokimi czterokierunkowymi kanałami. Te krzyżowe kanały (z reguły w przyziemiu lub pod ziemią) murowane z cegły, wybiegały poza hale wytopów masy i formowania szkła. Nazywano je wiatrownicami, gdyż wiewiały z danego kierunku wiatr (a zatem i powietrze do spalania) pod żelazne ruszty pieca szklarskiego, na których spalała się płomieniowo warstwa kęsów węgla kamiennego. W żargonie szklarskim ten donicowy piec szklarski nazywano *Wind-Offen*, czyli wiatrowy piec.

## UWAGI TECHNOLOGICZNE DOTYCZĄCE WYTWORZENIA MLECZNEGO SZKŁA KOSTNEGO

Wytopienie historycznego szkła kostnego z surowcowego zestawu o dużej zawartości mączki kostnej wymagało podwyższonej temperatury w piecu szklarskim, bowiem duże ilości trudno topliwego fosforanu wapnia (z kości) powinny się być całkowicie zemułgować w masie szklanej.

Ówczesny zachodniemiecki wytopowy piec szklarski, adaptowany do warunków niemieckich z rozwiązań techniczno-technologicznych angielsko-niderlandzkich, sześciodonicowy (z tzw. hełmowymi, tj. krytymi donicami) opalano bezpośrednio kęsami węgla kamiennego. Opalenie pieca i wytop masy prowadzono bez użycia urządzeń pomiarowych, zdając się na wyczucie i doświadczenie hutnika. Stwarzało to trudność w uzyskaniu właściwych i stabilnych temperatur we wnętrzu komory wytopowej pieca, podczas różnych faz wytopu masy.

Szacuje się, że krótkotrwanie uzyskiwano maksymalną temperaturę ok. 1350°C, wobec czego do zestawu surowcowego dodawano duże ilości potażu jako topnika, aby móc wytopić masę. Przy zwiększeniu ilości K<sub>2</sub>O (z potażu) w szkłe zamęczenie masy maleje. Przy zwiększeniu ilości CaO (z kości) w szkłe zamęczenie szkła przy powtórnym ogrzewaniu (w trakcie wytwarzania mlecznych nitek) maleje. Zatem tylko drogą żmudnych eksperymentów można było ustalić optymalny w danej hucie szkła skład surowego zestawu na szkło porcelanowe, czyli kostne.



### LITERATURA:

- [1] Vávra J. R., *Das Glas und die Jahrtausende*, Praha, 1954
- [2] Nowotny W., *Szkła barwne*, Warszawa, 1969
- [3] Nagel F., *Europäisches Formglas 15–19 Jh*, Auktion, Stuttgart, 1990
- [4] Rohr A., *Launensteiner Glas 1701–1827*, Hannover, 1991
- [5] Lichota L., *Z historii polskiego hutnictwa szkła*, Szkło i Ceramika 6/1999, Warszawa, 1999
- [6] Torzewski J., *Rozmowa o sztukach robienia szkła*, Berdyczów 1785 / Jelenia Góra 2002, reprint – Muzeum Karkonoskie w Jeleniej Górze

**LUTOSŁAW LICHOTA** Chemik, technolog szkła specjalizujący się w środkowoeuropejskiej historycznej technologii szkła.