

**SERIA NOWA**  
NEW SERIES

**TOM XIII**  
VOLUME XIII

**ROK 2024**  
YEAR 2024

**ROZPRAWY**  
MUZEUM NARODOWEGO W KRAKOWIE  
**PAPERS**  
OF THE NATIONAL MUSEUM IN KRAKOW

**Komitet Naukowy / Scientific Committee:** prof. dr hab. Andrzej Betlej – Uniwersytet Jagielloński, Instytut Historii Sztuki / Zamek Królewski na Wawelu – Państwowe Zbiory Sztuki, Kraków; Dr. Phil. Robert Born – Bundesinstitut für Kultur und Geschichte des östlichen Europa, Oldenburg; doc. Mgr. Katarína Kolbiarz Chmelinová, PhD. – Univerzita Komenského, Bratislava / Slovenská národná galéria, Bratislava; prof. dr hab. Krzysztof Stopka – Uniwersytet Jagielloński, Instytut Historii, Kraków; dr hab. Wojciech Suchocki, prof. UAM – Uniwersytet Adama Mickiewicza, Instytut Historii Sztuki, Poznań (*emeritus*); prof. dr hab. Joachim Śliwa – Uniwersytet Jagielloński, Instytut Archeologii, Kraków (*emeritus*); Dr. Phil. Gyöngyi Török – Magyar Nemzeti Galéria, Budapest (*emerita*); prof. dr hab. Jacek Tylicki – Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Katedra Historii Sztuki i Kultury, Toruń; prof. dr hab. Marek Walczak – Uniwersytet Jagielloński, Instytut Historii Sztuki, Kraków; prof. dr hab. Antoni Ziemia – Uniwersytet Warszawski, Instytut Historii Sztuki

**Recenzenci tomu / Reviewed by:** prof. dr hab. Tomasz F. de Rosset – Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń  
prof. dr hab. Lechosław Lameński – Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II

**Redakcja / Editorial Board:** dr Katarzyna Płonka-Batus (redaktor naczelny) – Muzeum Narodowe w Krakowie / Uniwersytet Gdański  
dr Magdalena Ludera (redaktor naczelny) – Muzeum Narodowe w Krakowie

**Redaktor prowadzący / Commissioning Editor:** Tomasz Pasteczka

**Redakcja językowa / Text Editing:** Aleksandra Majchrzak

**Korekta / Proofreading:** Magdalena Matyja-Pietrzyk / Marta Herudzińska-Oświecimska

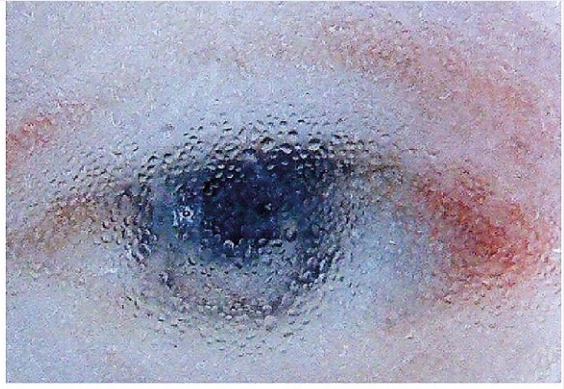
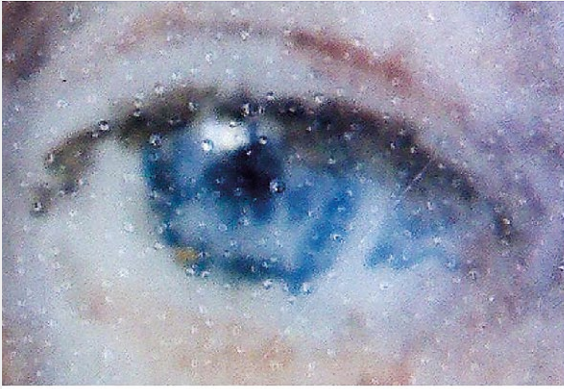
**Projekt graficzny / Graphic Design:** Studio Kozak

**Skład / DTP:** Wojciech Skrzypiec / Attyka

**Druk / Printed by:** Drukarnia Skleniarz

**ISSN 1508-4302**

© Muzeum Narodowe w Krakowie, 2024



**Z O F I A M A N I A K O W S K A - J A Z O W N I K**

**ZJAWISKO KOROZJI SZKIEŁ W ZBIORACH MINIATUR  
MUZEUM NARODOWEGO W KRAKOWIE\***

\* Artykuł niniejszy oparto na kanwie fragmentów rozdziałów pracy doktorskiej autorki pt. *Problematyka konserwatorska miniatur ze zbiorów Muzeum Narodowego w Krakowie*, napisanej pod kierunkiem prof. dr hab. Elżbiety Jabłońskiej oraz dr Anny Zaręby, której obrona odbyła się na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu w 2021 roku.

dr ZOFIA **MANIAKOWSKA-JAZOWNIK**  
Muzeum Narodowe w Krakowie  
zmaniakowska@mnk.pl  
ORCID: 0000-0001-6941-6512

Miniatury jako obiekty multitechnologiczne podlegają działaniu wielu czynników destrukcyjnych w obrębie wszystkich materiałów składowych. Skutki i konsekwencje poszczególnych procesów nakładają się wzajemnie, inicjując kolejne zniszczenia. W kolekcjach miniatur szkło pełni różne funkcje. Najczęściej spotyka się je w postaci zabezpieczenia miniatury – szkła osłonowego, które – co charakterystyczne – zwykle bywa wypukłe. Tafla szklana niejednokrotnie służy też jako podłoże w wielu technikach wykorzystywanych w tworzeniu miniatur. Szkło, jako materiał wrażliwy, podlega złożonym procesom korozyjnym. Zabezpieczenie miniatur przed tymi zmianami jest bardzo skomplikowane i trudne.

Defekt szkła określane w literaturze jako *weeping glass*<sup>1</sup> jest zniszczeniem, któremu poświęcić należy szczególną uwagę ze względu na mnogość i wagę konsekwencji, jakie może powodować w kolekcjach miniatur. Procesy korozyjne szkła występują oczywiście w różnego rodzaju zabytkach szklanych. Dla miniatur jednak konsekwencje są szczególnie dotkliwe, a następstwo zmian specyficzne z uwagi na nałożenie się takich okoliczności, jak wypukły kształt szkła i rodzaj technik malarskich stosowanych w miniaturach. Korozja jest procesem nieodwracalnym i może prowadzić do całkowitej degradacji szkła<sup>2</sup>. *Weeping glass*, choroba szkła, niszcząc szkło będące elementem oprawy miniatury, może się jednocześnie przyczynić do powstania wielu innych zniszczeń: uszkodzenia warstwy malarskiej, deformacji i pęknięcia podłoża. W przypadku techniki *églomisé* oraz innych technik naszkliwionych lub ze szkłem bezpośrednio związanych<sup>3</sup> skutki te mogą być szczególnie dotkliwe. Proces korozji może również wpłynąć na ukonstytuowanie się warunków sprzyjających rozwojowi mikroorganizmów.

Mechanizmy korozji szkła są szczegółowo zbadane i opisane w literaturze<sup>4</sup>. Problem zauważono już w odniesieniu do szkła antycznego<sup>5</sup> i dotyczy rozmaitych wyrobów szklanych, takich jak naczynia, paciorki, figurki czy wreszcie szkła osłonowe. Na przebieg korozji szkła mają wpływ takie czynniki, jak:

<sup>1</sup> Funkcjonujące synonimy *weeping glass* to tzw. płaczące szkło, choroba szkła, korozja szkła, zjawisko pocenia się szkła, *glass disease*, *devitrification*, *sick glass*, *sweaping glass*.

<sup>2</sup> J. Kunicki-Goldfinger, *Identification of Glass Objects Susceptible to Crizzling. The Case of Central European Baroque Potassium Glass*, [w:] *Annual Report of Institute Nuclear Chemistry and Technology*, Warszawa 2019, s. 79, [online] [www.ichtj.waw.pl/ichtj/publ/annual/anrep18.pdf](http://www.ichtj.waw.pl/ichtj/publ/annual/anrep18.pdf) [dostęp 1 2020].

<sup>3</sup> Jak np. *fixé*, *eludoric*, opisanych w drugim artykule autorki w niniejszym tomie.

<sup>4</sup> J. Kunicki-Goldfinger, *Preventive Conservation Strategy for Glass Collections. Identification of Glass Susceptible to Crizzling*, [w:] *Cultural Heritage Research. A Pan-European Challenge. Proceedings of the 5th EC Conference, May 16–18 2002, Cracow, Poland*, Kraków 2003, s. 302–304, [online:] [http://www.cyfronet.krakow.pl/~ncbratas/pdf/full\\_goldfinger.pdf](http://www.cyfronet.krakow.pl/~ncbratas/pdf/full_goldfinger.pdf) [dostęp 7 XII 2019]. R.H. Brill, *Crizzling – A Problem in Glass Conservation*, [w:] *Conservation in Archaeology and the Applied Arts, Stockholm Congress, 2–6 June 1975*, London 1975, s. 121–134; V. Oakley, *Vessel Glass Deterioration at the Victoria and Albert Museum. Surveying the Collection*, „The Conservator”, 1990, t. 14, s. 30–36; E. Greiner-Wronowa, A. Pusoska, J. Wrona, *Termowizyjne badania parametrów obiektów szklanych eksponowanych w Muzeum*, [online] <http://docplayer.pl/8051781-Analiza-chemiczna-w-ochronie-zabytkow-viii.html> [dostęp XII 2017]; R. O'Hern, K. McHugh, *Red, Blue, and Wound all over. Evaluating Condition Change and Cleaning of Glass Disease on Beads*, „Objects Specialty Group Postprints”, 2014, t. 21, [online] <http://resources.conservation-us.org/wp-content/uploads/sites/8/2015/03/osg021-09.pdf> [dostęp VII 2016]; L. Robinet, S. Fearn, K. Eremin, *Understanding Glass Deterioration in Museum Collections. A Multi-Disciplinary Approach*, [online] [www.icom-cc-publications-online.org/PublicationDetail.aspx?cid=b6022fb4-645c-4314-8268-74611e44ebc7](http://www.icom-cc-publications-online.org/PublicationDetail.aspx?cid=b6022fb4-645c-4314-8268-74611e44ebc7) [dostęp VII 2019]; A. Wollmann et al., *When Glass and Metal Corrode Together*, [online] [www.icom-cc-publications-online.org/PublicationDetail.aspx?cid=166e3386-8d66-40ea-a932-e5bafa9e7d9a](http://www.icom-cc-publications-online.org/PublicationDetail.aspx?cid=166e3386-8d66-40ea-a932-e5bafa9e7d9a) [dostęp 12 VII 2019].

<sup>5</sup> R. O'Hern, K. McHugh, *op. cit.*

skład chemiczny szkła<sup>6</sup>, warunki przechowywania szklanego obiektu<sup>7</sup> ze szczególnym uwzględnieniem parametru wilgotnościowego<sup>8</sup>, a także kontakt lub sąsiedztwo innych materiałów, które, jak np. znajdująca się w obiektach garbowana skóra lub formaldehyd emitowany przez płyty meblowe, mogą wpływać na przyspieszenie tempa procesu<sup>9</sup>.

Skład szkła jest kwestią kluczową. Oprócz obecności różnych pierwiastków mogących mieć wpływ na procesy korozyjne, niezwykle ważne są również proporcje zarówno pomiędzy nimi, jak i między poszczególnymi grupami w układzie: krzemionka – topniki – stabilizatory<sup>10</sup>. W odniesieniu do nadmiaru alkaliów deficyt CaO, który działa stabilizująco, może być jedną z głównych przyczyn korozji. Jednakże nawet szkła, które pod względem składu wydają się stabilne, mogą w krytycznych warunkach podlegać procesom korozyjnym<sup>11</sup>. Zespół Stephena Kooba<sup>12</sup> wyróżnił w historii okresy, które ze względu na nasilenie eksperymentów dotyczących składu i technologii wytopu szkła są szczególnie „urodzajne” w szkła korodujące. Zwrócił także uwagę, że również forma i kształt obiektu może mieć istotne znaczenie dla przebiegu procesów korozyjnych. Co ciekawe, Jerzy Kunicki-Goldfinger<sup>13</sup> podał, że w obiektach pochodzących z okresu od XVII do XVIII wieku symptomy korozji wykazują przede wszystkim szkła najlepszej jakości. Wskazał nawet główne europejskie ośrodki produkcji szkieł „zwiększonego ryzyka”<sup>14</sup>.

Podstawowym czynnikiem wpływającym na przebieg procesu korozji, oprócz składu szkła, są warunki TRH, w jakich szkło jest przechowywane. Zauważono, że w pewnym wąskim przedziale wilgotności korozja przebiega wolniej lub zamiera. Niestety przedziały te różnią się w zależności od rodzaju szkła. Niejednokrotnie też literatura przedmiotu podaje różne przedziały tolerancji<sup>15</sup>. Zespół Kooba podkreśla, że szczególnie ważne jest zapewnienie stabilizacji klimatycznej, tak by szkło nie było narażone na ekstremalne warunki RH. Zwraca także uwagę na inny istotny czynnik, którym jest cyrkulacja powie-

<sup>6</sup> J. Kunicki-Goldfinger et al., *Some Observations on Crizzled Glass (Preliminary Results of a Survey of 18th Century Central European Tableware)*, [w:] *Proceedings of the XIXth International Congress on Glass, Edinburgh, 1–6 July 2001 Glass Technology, Sheffield 2002*, 43 C, s. 364 et sqq.

<sup>7</sup> W stabilnych warunkach muzealnych przechowywania na czoło wysuwa się skład szkła. J. Kunicki-Goldfinger, *Identification...*, s. 364.

<sup>8</sup> S. Koob et al., *Caring for Glass Collection. The Importance of Maintaining Environmental Controls*, „*Studies in Conservation*”, 2018, t. 63, nr 51, s. 146–150.

<sup>9</sup> R. O’Hern, K. McHugh, *op. cit.*, s. 223; J. Fenn, *Deterioration of Glass Trade Beads in Contact with Skin and Leather or Glass Beads in Soapy Bubble*, [w:] *ICOM Committee for Conservation Preprints. 8th Triennial Meeting, Sydney, Australia, Los Angeles 1987*, s. 195–197.

<sup>10</sup> Nie do końca znana jest rola poszczególnych pierwiastków w szkle. Obecność arsenu (As) stwierdzono w większości z badanych korodujących szkieł w Corning Museum of Glass, przy czym analizie poddano prawie 200 obiektów. Wapń (Ca) w pewnych ilościach stabilizuje reakcje chemiczne w szkle, ale zarówno jego niedobór, jak i nadmiar może nieść negatywne konsekwencje. S. Koob et al., *op. cit.*, s. 148, 149; Kunicki-Goldfinger przebadła XIX-wieczne szkła z Europy Środkowej i wykazała, że wszystkie, w których zauważono *crizzling*, były szkami otowiovymi (szkła topione przy użyciu otowiu). Żadne spośród badanych szkieł, w których zauważono korozję, nie było innego rodzaju.

<sup>11</sup> *Ibidem*, s. 146.

<sup>12</sup> *Ibidem*, s. 148–149.

<sup>13</sup> J. Kunicki-Goldfinger, *Identification...*, s. 79.

<sup>14</sup> Cyt. za: *ibidem*.

<sup>15</sup> Podają za R. O’Hern, K. McHugh, *op. cit.*, s. 210:

- 38% RH + 3% (J.L. Ryan et al. 1995; V. Oakley 1999, 2001)
- 40% RH + 1–2% (S. Koob 2006)
- < 35% RH (P.J. Sirois 1999)
- 35–40% RH (S. Loughheed 1988).

oraz

- <42% (za: A.E. Werner, *Problems in the Conservation of Glass*, [w:] *Annales du 1-er Congres International d’Etude Historiques du Verre des „Journées Internationales du Verre”*, Liège 1958, s. 189–205; A.E. Werner, *The Care of Glass in Museums*, „*Museum News Technical Supplement*”, 1966, t. 13, s. 45–49)
- 37–42% (za: C.S. von Wittenau, *Sick’ Glasses – A Case for the Veste Coburg*, [w:] *Proceedings of the XVIIIth International Congress on Glass, San Francisco 1998*)
- <35% (za: S. Ulitzka, *Schädigung von museal aufbewahrten Gläsern durch die „Glaskrankheit” und Abhilfemaßnahmen* [Kurzfassung des Abschlußberichts zum Forschungsvorhaben S188, gefördert durch die Stiftung Industrieforschung], 1992, Institut für Werkstoffwissenschaften III, Universität Erlangen-Nürnberg)
- <43% (za: C. Bohm, A.G. Nord, K. Tronner, *A Study of Weathering Products on Crizzling Glass*, [w:] *ICOM-CC, 12th Triennial Meeting, Lyon 1999. Preprints*, London 1999, t. 2, s. 916)
- <38% (za: V. Oakley, P. Rogers, D. McPhail, A. Amaku, *Vessel Glass Deterioration in the Museum Environment. A quantitative Study by Surface Analysis*, „*V&A Conservation Journal*”, 1992, t. 3, s. 6–10)
- <40% (za: A. Moncrieff, *Problems and Potentialities in the Conservation of Vitreous Materials*, [w:] *Conservation in Archaeology and the Applied Arts. Stockholm Congress, 1975. IIC, London 1975*, s. 99–104; H.J. Leissner et al., *Assesment and Monitoring the*

trza. Słaba cyrkulacja może sprzyjać wytworzeniu się mikroklimatu o podwyższonej wilgotności. Prowadzi to do zmian korozyjnych na powierzchni szkła na skutek ługowania alkaliów, a następnie do zwiększenia pH roztworu i dalszego roztwarzania szkieletu krzemianowego. Przechowywanie miniatur w magazynach, wyposażonych np. w meble z płyty wiórowej, wykładziny poliwinylowe etc., powoduje zwiększenie stężenia lotnych związków organicznych (VOC), których obecność w sposób zasadniczy wpływa na przyspieszenie korozji szkielek czy metali<sup>16</sup>. Bardzo wiele związków zanieczyszczających powietrze może wchodzić w reakcje skutkujące korozyjnymi procesami szkła<sup>17</sup>.

Pierwszym objawem, który powinien wzbudzić zaniepokojenie opiekunów kolekcji miniatur, jest zamglenie szkła (il. 1). Czasem szkło wygląda po prostu jak brudne, dawno nieprzecierane. Nie wolno zlekceważyć takiego objawu i należy mu się uważnie przyjrzeć. Korodująca powierzchnia może sprawiać wrażenie tłustej w dotyku. Zjawisko to jest związane z gromadzeniem się na powierzchni mikrokropelek wyługowanych alkaliów. Jony sodu i potasu są wyługowane ze struktury szkła i w połączeniu z wilgocią z powietrza tworzą roztwór zasadowy<sup>18</sup>. Na następnym etapie mogą się łączyć z dwutlenkiem węgla lub zanieczyszczeniami z powietrza i, w zależności od sytuacji zewnętrznej, tworzyć wykwity na powierzchni szkła lub pozostawać tam w formie kropli lub śliskiej warstewki powierzchniowej<sup>19</sup>. Efekt ten może się pojawić zarówno od zewnętrznej lub wewnętrznej strony szkła, jak i z obydwu. Nasilenie zjawiska może być różne, czasem tak niewielkie, że rzeczywiście można je pomylić z nieznacznym zabrudzeniem szkła.

Jeśli wyługowany roztwór alkaliczny nie jest usuwany, zmienia się pH roztworu i następuje sukcesywne roztwarzanie szkieletu krzemianowego. Prowadzi to do powstania mikroporowatości i pozwala wilgoci na dyfuzję w głąb szkła, gdzie proces wyługowywania alkaliów się powtarza. W ten sposób szkło stopniowo zmienia swoją strukturę. Może dochodzić do pojawiania się widocznych objawów: na pierwszym etapie do utraty przezroczystości, a w przypadku szkła słabego chemicznie do pojawiania się wilgoci na powierzchni (*weeping glass*). W sytuacji sprzyjających procesowi warunków zewnętrznych zachodzi on warstwowo, stopniowo dotykając szkła w całej jego objętości. Efekty można zaobserwować w świetle bocznym w postaci sieci mikrospektań, tzw. *crizzling*, w odpowiednich warunkach nawet gołym okiem<sup>20</sup> (il. 2, 3). Pierwszy etap tego procesu nie jest łatwy do wychwycenia. Przy oświetleniu pod różnymi kątami pojawiają się równoległe „pęknięcia”. Ich przebieg zmienia się<sup>21</sup> w zależności od kierunku padania światła.

Zmiana struktury szkła ściśle się wiąże z utratą odporności mechanicznej. Materiał staje się kruchy, nieodporny na urazy mechaniczne. Drobne poligonalne fragmenty mogą wypadać. W tej sytuacji szkło nie stanowi już żadnej ochrony dla miniatury, a wręcz przeciwnie – staje się dla niej zagrożeniem.

W literaturze przedmiotu te dwa procesy – *crizzling* i *weeping glass* (zbieranie się kropelek na powierzchni) – bywają rozdzielane. Kunicki-Goldfinger podkreśla, że mogą to być, ale nie muszą, kolejne

*Environment of Cultural Property. Final Report on EC-Project EV5V-CT92-0144 (1996)*, [w:] *European Cultural Heritage Newsletter on Research*, Würzburg 1997, t. 10 (Special Issue), s. 5–49

- <40% (za: W. Ślesinski, *Konserwacja zabytków sztuki*, t. 3, Warszawa 1995, s. 178–183)
  - 40% dla *weeping* i 55% dla *crizzling* (za: C. Newton, J. Logan, *Care of Ceramics and Glass*, „Canada Conservation Institute Notes”, 1990, t. 5/1)
  - 40–60% (za: R.H. Brill, *Incipient Crizzling in Some Early Glasses*, „Bulletin of the American Group”, 1972, t. 12 (2), s. 46–47); R.H. Brill, *Crizzling...*; R.H. Brill, *The Use of Equilibrated Silica Gel for the Protection of Glass with Incipient Crizzling*, „Journal of Glass Studies”, 1978, t. 20, s. 100–118)
  - <50% (za: S.P. Koob, *The Analysis and Treatment of Chinese Qing Dynasty Crizzling Glass Vessels in the Freer Gallery of Art and Arthur M. Sackler Gallery*, [w:] *Proceedings of the XVIIIth International Congress on Glass*, San Francisco 1998).
- <sup>16</sup> L. Robinet, S. Fearn, K. Eremin, *op. cit.* Nie jest też obojętna dla innych materiałów zabytkowych: E. Greiner-Wronowa, A. Puposka, *Wpływ formaldehydu na stan zachowania szkielek przechowywanych i eksponowanych w warunkach muzealnych* [An influence of formaldehyde on the condition of glasses stored and exhibited in the museum conditions], „Biuletyn Informacyjny Konserwatorów Dzieł Sztuki”, 2004, t. 15, nr 3–4, s. 26–31.
- <sup>17</sup> S.P. Koob, *op. cit.*, s. 146. Ich efekty mogą być widoczne w formie nalotów, wykwitów, zmętnienia i in. omawianych dalej objawów.
- <sup>18</sup> Jest to proces polegający na ługowaniu alkaliów, które podstawione są cząsteczkami wody lub jonami hydroniowymi.
- <sup>19</sup> Np. R.H. Brill, *Crizzling...* Należy pamiętać, że nie zawsze obecność kropli jest objawem korozji szkła. Może być to również gromadzenie się wody kondensacyjnej na powierzchni. Zarówno pierwszy, jak i drugi wariant stanowi jednak poważny czynnik ryzyka dla wrażliwej powierzchni miniatur.
- <sup>20</sup> Pewnym ułatwieniem dla przeprowadzenia tej obserwacji może być boczne, prawie poziomo biegnące światło.
- <sup>21</sup> J. Kunicki-Goldfinger, *Unstable...*, s. 48.

stadia jednego procesu. W zbiorach miniatur MNK zaobserwowano przykład równoczesnego wystąpienia tych dwóch zjawisk w jednym szkłe (il. 4).

Zmiany związane z korozją szkła mogą zachodzić okresowo i cyklicznie, co najczęściej jest odzwierciedleniem powtarzających się wahań warunków klimatycznych w magazynach. Sucha powierzchnia nie musi więc świadczyć o dobrej kondycji szkła, lecz jedynie o czasowej jego stabilizacji, dlatego też kontrole zagrożonych obiektów powinno się prowadzić regularnie i bardzo skrupulatnie.

Kiedy szkło stabilizuje się okresowo, roztwory „obsychają” na powierzchni, tworząc naloty. Mogą one mieć charakter krystaliczny, co można zaobserwować już pod około 20-krotnym powiększeniem<sup>22</sup>. Obecność takich formacji jest również sygnałem świadczącym o procesach korozyjnych zachodzących w szkłe (il. 5, 6).

Literatura przedmiotu opisuje także inne warianty procesu. Szkło latami uwadnia się bez dodatkowych objawów (dosłownie „nabiera wody”)<sup>23</sup>, a w momencie, kiedy zostaje przeniesione do suchych warunków (np. do pomieszczenia ogrzewanego centralnie, gabloty oświetlanej emitującym ciepło źródłem światła etc.), poniżej pewnego poziomu wilgotności, „wypaca”, tzn. intensywnie oddaje wodę. W tym wariantcie proces destrukcji szkła może przebiegać bardzo szybko i gwałtownie<sup>24</sup> (il. 7).

W zbiorach miniatur Muzeum Narodowego w Krakowie<sup>25</sup> proces korozji obserwowano w różnej fazie: formowania się kropli na powierzchni, powstawania wykwitów, powstawania mikrospeków crizzlingu (il. 8). Wyodrębniono także grupę miniatur podejrzanych o korozję szkła i przeznaczonych do dalszej obserwacji. Niestety, należy się liczyć z sytuacją, że problem szkła „ujawnia się” w obiektach, które we wcześniejszych przeglądach nie wykazywały tej cechy.

Jak wcześniej wspomniano, konsekwencje zaistnienia korozji szkła są bardzo niebezpieczne w wielu obszarach i technikach. Zarówno zmiany korozyjne, jak i wilgoć kondensacyjna stanowią poważne zagrożenie dla warstwy malarskiej. W zbiorach malarstwa miniaturowego najczęściej występującą techniką jest akwarela lub gwasz, które – jako techniki wodne<sup>26</sup> – są bardzo wrażliwe na zmiany wilgotności. Z kolei szkła osłonowe w kolekcjach miniatur to najczęściej szkła wypukłe. Wyługowane alkalia spływają więc po szkłe ku dołowi, a następnie zbierają się na powierzchni miniatury, w sposób nieodwracalny uszkadzając jej warstwę malarską, począwszy od krawędzi (il. 9). Niejednokrotnie można obserwować rozmywanie się warstwy malarskiej, migrację barwników, zacieki, a także przebarwienia podłoża papierowego lub pergaminowego powodowane złą kondycją szkła.

Innym uszkodzeniem występującym w konsekwencji choroby szkła jest korozja metalowych opraw lub ich elementów. Objawy korozji oprawy na linii styku ze szkłem stanowią kolejny poważny argument przemawiający za tym, że możemy mieć do czynienia z *weeping glass*, nawet jeżeli w danym momencie nic innego tego nie potwierdza. Dlatego też podczas przeglądów konserwatorskich należy zwrócić szczególną uwagę na krawędzie miniatur i wewnętrzne brzegi ramek, gdyż nawet w czasie okresowej stabilizacji szkła<sup>27</sup> zacieki w obrębie warstwy malarskiej<sup>28</sup> lub korozja wewnętrznej krawędzi ramki (il. 10, 11) mogą stanowić wskazanie umożliwiające zdiagnozowanie choroby szkła. W przypadku metalowych podobraz, które również spotykane są w malarstwie miniaturowym, sytuacja korozji szkła prowadzi do powstawania odspojień oraz speków warstwy malarskiej, a przede wszystkim do korozji metalowego podłoża. Na skutek destabilizacji poziomu wilgotności w oprawie może także dojść do

<sup>22</sup> Również w przypadku obecności zanieczyszczeń atmosferycznych jony alkaliczne mogą się z nimi łączyć, co prowadzi do powstawania nalotów.

<sup>23</sup> Tzn. absorbuje wilgoć z powietrza lub z innego środowiska zewnętrznego. Ta sytuacja może dotyczyć np. szkła archeologicznego znajdującego się długo w wilgoci. Po wyjęciu na powietrze szkło dosłownie rozpada się w jednym momencie. J. Kunicki-Goldfinger, *Unstable...*, s. 51.

<sup>24</sup> Proces ten opisuje R.H. Brill, *Crizzling...*, s. 121.

<sup>25</sup> Problem korozji szkła w zbiorach miniatur MNK dotyczy ponad 80 obiektów, z czego przeważającą część stanowią szkła opraw miniatur na podłożu z kości słoniowej. Poza tym proces zachodzi w 7 szkłach opraw miniatur na podłożu papierowym, dwóch miniatur na pergaminie oraz jednej miniatury wykonanej metodą tkacką. Również na jednej z miniatur na podłożu szklanym zaobserwowano objawy korozji szkła.

<sup>26</sup> W. Ślesiński, *Techniki malarskie. Spoiwa organiczne*, Warszawa 1984, s. 55.

<sup>27</sup> Jak wspomniano wyżej – zmiany mogą zachodzić cyklicznie.

<sup>28</sup> Może także występować tuszczenie lub i odspojenia warstwy malarskiej, rozmycie warstwy malarskiej, uszkodzenia podobrazia.

zachwiania równowagi mikrobiologicznej w jej obrębie<sup>29</sup>. Na powierzchni miniatur często spotyka się różnego rodzaju naloty mikrobiologiczne<sup>30</sup>.

Do uszkodzeń będących skutkiem fluktuacji poziomu wilgotności należą również zmiany wymiarowe podłoży miniatur<sup>31</sup>. O ile w przypadku podłoży elastycznych, takich jak papier, tkanina czy nawet pergamin, zmiany te wiążą się ze stosunkowo niewielkimi uszkodzeniami trwałymi, o tyle podłoża kościane lub grubo gruntowane, a przez to sztywne i czasem niezwykle cienkie, reagują gwałtownie na tego typu fluktuacje, co może doprowadzić do znacznych zniszczeń. Uszkodzenia dotyczą także warstw malarskich i przygotowawczych. Grunty pękają, a warstwy malarskie się odspajają, tworząc łuski lub spękania.

W miniaturach, w których została zakłócona stabilność poziomu wilgotności, często napotykamy także inny objaw – korozję folii metalowej znajdującej się nierzadko pod podłożem kościanym, która uwidacznia się jako „sinienie karnacji”<sup>32</sup> (il. 12).

W zbiorach MNK mamy do czynienia z ciekawym, nietypowym, acz tragicznym przypadkiem, kiedy przepięknego szkła kobaltowego użyto do wykonania niezwykle dekoracyjnej oprawy miniatury przedstawiającej portret Ludwika XVII autorstwa Aleksandra Kucharskiego (MNK III-min-57; il. 13). Intensywnie niebieskie szkło postużyło zarówno jako tło kompozycyjne samej miniatury, jak i bardzo wielu drobnych elementów zdobniczych wykonanych z drewna. Elementy te zamontowano bezpośrednio na powierzchni szkła, a całość zamykała metalowa ramka. Niestety, stopień zaawansowania korozji szkła kobaltowego był i nadal jest tak znaczny, że wiele drobnych elementów dekoracyjnych zostało uszkodzonych, inne poodpadały, natomiast sama miniatura, ze względów bezpieczeństwa, musiała zostać odizolowana od oprawy. Szkło jest w tak złym stanie, że nawet przy obserwacji okiem nieuzbrojonym widać na jego powierzchni drobne kropelki oraz skomplikowaną siatkę spękań. W tym wypadku choroba szkła doprowadziła do dezintegracji wszystkich elementów miniatury, do powstania zniszczeń drobnych, drewnianych elementów zdobniczych oprawy, a także spowodowała konieczność oddzielenia miniatury od oprawy oryginalnej.

Tragiczne losy miniatury Kucharskiego (MNK III-min-57) przekreśliły szansę na wykorzystanie oryginalnego szkła oprawy do prezentowania tego dzieła. W przyszłości możliwe będzie zamontowanie drobnych elementów drewnianych na nowym, stabilnym szkle kobaltowym. Z uwagi na potrzeby ekspozycyjne związane z miniaturą konieczne było stworzenie bezpiecznych ram ekspozycyjnych dla obiektu. Aby nawiązać w jakimkolwiek stopniu do charakterystyki oryginalnej oprawy, odwołano się do kilku rozwiązań. Zachowano oryginalne wymiary, kolorystykę nawiązującą do pierwotnej oraz bezpośrednio użyto elementu oryginalnej oprawy. Jednocześnie stworzono formę umożliwiającą bezpieczne przechowywanie i eksponowanie miniatury (il. 14).

Literatura dotycząca płaczącego szkła jako problemu konserwatorskiego podkreśla szczególne znaczenie identyfikacji rodzaju szkła dla podjęcia decyzji umożliwiających stabilizację jego stanu, nawet jeśli mieściłaby się ona jedynie w obszarze profilaktyki konserwatorskiej. Wiąże się to z dopasowaniem parametrów warunków przechowywania, w szczególności poziomu wilgotności, którego optimum jest specyficzne dla danego rodzaju szkła<sup>33</sup>. Niestety, najczęściej, także w warunkach muzealnych, nie jest realne ani możliwe przebadanie wszystkich obiektów, podejrzanych o *weeping glass*, ani restrykcyjne wykalibrowanie i indywidualne dopasowanie warunków klimatycznych do każdego zagrożonego obiektu. Co więcej, jak wskazywano wcześniej, zalecane w literaturze przedmiotu wartości parametru wilgotności różnią się od siebie. Z drugiej strony, praktyka konserwatorska oraz literatura potwierdzają, że wszelkie działania mające na celu usunięcie z powierzchni wytrąconych soli (przemywania,

<sup>29</sup> K. Eirk, W. Wiebold, *Objects of Affection. The Conservation of Portrait Miniatures*, [w:] *AIC Preprints, 10th Annual Meeting, Milwaukee, Wisconsin 1982*, Washington D.C. 1982, s. 75.

<sup>30</sup> R. Koestler et al., *Preliminary Scanning Electron Microscopy Study of Microbiologically Induced Deterioration of High Alkali Low-Lime Glass*, „Biodeterioration Research”, 1986, t. 1, s. 295–307, [online] <https://www.cmog.org/sites/default/files/collections/34/34EF53FE-60E9-44F2-B646-0691B7552391.pdf> [dostęp XII 2018].

<sup>31</sup> Może być to związane z gromadzeniem się wilgoci zarówno kondensacyjnej, jak i pochodzącej ze szkła.

<sup>32</sup> Płatki metalu umieszczano pod podłożem kościanym w celu uzyskania świetlistości karnacji. Szerzej omówiono to zagadnienie w rozdziale VII.1.b.3.2., s. 195, 196 wyżej wspomnianej pracy doktorskiej.

<sup>33</sup> J. Kunicki-Goldfinger et al., *op. cit.*, s. 364 et sqq.

przecieranie, a nawet płukanie szkieł<sup>34</sup>) są nieskuteczne. Poprawa stanu jest znikoma, a efekty są tylko chwilowe, można je porównać do leczenia objawowego. Co więcej, niektórzy autorzy opisują negatywny wpływ płukania na obiekty szklane<sup>35</sup>.

Jeśli stan obiektów jest stabilny, możemy przyjąć zaproponowany przez Kooba, empirycznie wypracowany poziom 45% RH. Jeśli jednak możliwa byłaby bardziej ścisła kontrola, proponuje on zakres 40–42% RH<sup>36</sup>. Ze względu na to, że dobra cyrkulacja stabilizuje w pewnym stopniu stan szkieł<sup>37</sup>, należy zadbać o odpowiedni przepływ powietrza w magazynie oraz nie zawijać obiektów zbyt ciasno ani nie umieszczać ich w nieprzepuszczających powietrza opakowaniach.

W sytuacji zaawansowanego stadium choroby szkła ostonowego miniatur jedynym rozwiązaniem jest jego wymiana. Rozwiązanie to z oczywistych względów musi budzić pewne kontrowersje i dyskusje, w których pojawiają się takie argumenty, jak konieczność zachowania substancji zabytkowej, oryginalnego szkła oraz wartości historycznej elementów dzieła. Argumentom tym trudno odmówić racji, jednak przy tak dużym ryzyku, jakim jest zagrożenie uszkodzenia warstwy malarskiej, należy kierować się koniecznością zabezpieczenia i ochrony samej miniatury. Wymienione szkła<sup>38</sup> można przechowywać w osobnym pudełku, pamiętając o ich opisanie i przyporządkowaniu inwentarzowo do konkretnej miniatury. Wymianę „chorych szkieł” praktykuje się na świecie od lat w takich ośrodkach jak np. Victoria and Albert Museum, Luwr, Tansey Collection w Celle, Muzeum Narodowe w Sztokholmie. Procedura ta jest zalecana przez specjalistów konserwatorów zajmujących się miniaturami.

Wymiana szkieł jest zagadnieniem złożonym, w sposób oczywisty wiąże się z koniecznością otwarcia miniatury już w momencie przygotowywania szablonu szkła. Ze względu na skomplikowanie procesu wytwarzania szkieł wypukłych wykonanie szkła jest zazwyczaj zlecane i realizowane poza instytucjami gromadzącymi zbiory, często także w znacznej od nich odległości. Taka sytuacja wymaga najczęściej przygotowania szablonu szkła<sup>39</sup>. Ważnym elementem w całym przedsięwzięciu jest także skorelowanie działań, żeby ograniczyć do minimum czas, w którym miniatura pozostaje otwarta<sup>40</sup>. Należy wówczas przygotować dla niej opakowanie zastępcze<sup>41</sup>, w którym zostaną umieszczone wszystkie elementy oprawy bez ryzyka uszkodzenia nieostoniętej powierzchni miniatury.

W sytuacji, kiedy proces korozji szkła nie jest zaawansowany, a warunki klimatyczne, jakie zapewniamy obiektom, są stabilne i zbliżone do pożądaných, można poprzestać na regularnych kontrolach obiektów<sup>42</sup> oraz, w razie potrzeby, powierzchniowym usuwaniu gromadzących się soli poprzez przecieranie na sucho miękką tkaniną, która „zbiera” produkty korozji. Trzeba zaznaczyć, że takich miniatur nie powinno się transportować ani udostępniać, gdyż w praktyce zawsze wiąże się to ze zmianami parametrów wilgotnościowo-temperaturowych. W razie absolutnej konieczności transportu należałoby zapewnić takim obiektom skrzynie klimatyczne, a po przeniesieniu otwierać je w pomieszczeniu o odpowiednio ustabilizowanym klimacie<sup>43</sup>.

<sup>34</sup> R. O'Hern, K. McHugh, *op. cit.*, s. 211. Naturalnie, jeśli problem dotyczy niezależnych obiektów zabytkowych, wykonanych ze szkła, należy się pośilkować takimi działaniami.

<sup>35</sup> *Ibidem*, s. 220 *et sqq.*

<sup>36</sup> S. Koob *et al.*, *op. cit.*, s. 150. W literaturze przedmiotu w zasadzie nie spotyka się odniesień do konkretnych temperatur. Najprawdopodobniej dzieje się tak z tego względu, że temperatury realnie wpływające na zmiany chemiczne i fizyczne w szkłe leżą poza zakresem warunków muzealnych.

<sup>37</sup> *Ibidem*, s. 148.

<sup>38</sup> Trudno w każdym przypadku szkła nazywać oryginalnymi, jako że miniatury były bardzo często przeoprawiane. Rzadko kiedy możemy mieć całkowitą pewność w tej kwestii.

<sup>39</sup> Szablon najlepiej przygotować ze średniej grubości kartonu, który należy precyzyjnie wyciąć zgodnie z kształtem oryginalnego szkła i, dla pewności, dopasować próbnie w ramce. Karton nie może być zbyt wiotki, gdyż w przeciwieństwie do szkła będzie się ugiął podczas wkładania do oprawy. Ze względu na znaczne nieregularności w kształcie opraw dobrze jest zaznaczyć kierunki i strony szablonu w stosunku do oprawy.

<sup>40</sup> Jeśli korozja jest zaawansowana, niezwłocznie usuwamy szkło, nie czekając na przygotowanie szablonu i zlecenia wykonania nowego szkła ostonowego. Wyjętą miniaturę zabezpieczamy w osobnym pudełku.

<sup>41</sup> Musi być ono wykonane z materiałów certyfikowanych do przechowywania obiektów zabytkowych.

<sup>42</sup> „That is why the primary principle for the storing of unstable glass should be keeping the objects in stable climatic conditions and under a continuous control of its surface”, J. Kunicki-Goldfinger *et al.*, *op. cit.*, s. 364 *et sqq.*

<sup>43</sup> W zbiorach miniatur MNK wymianie szkieł poddano ponad 50 obiektów, chore szkła opisano i zabezpieczono w osobnych opakowaniach.

Problem chorego szkła zastosowanego w technikach, w których stanowi ono komponent związany z warstwą malarską w sposób bezpośredni, pozostaje nierozwiązany. Jedyną formą ochrony jest zachowanie restrykcyjnych warunków przechowywania, zwłaszcza w odniesieniu do parametrów wilgotności. W zależności od możliwości technicznych i finansowych można na różne sposoby próbować ustabilizować warunki wilgotnościowe w przypadku miniatur na szkłe lub szkiele dotkniętych korozją w ogóle. Obecnie najprostszym i najbardziej dostępnym sposobem jest regulacja wilgotności z użyciem żeli krzemionkowych<sup>44</sup>. Takie rozwiązanie wymaga zastosowania szczelnych szaf i gablot ze zbiorami. Należy także pamiętać, że działanie to, ze względów technicznych<sup>45</sup>, sprawdza się w przypadku zbiorów zasadniczo niedostępnych i niewypożyczanych. Pewnym ułatwieniem może być wcześniejsza digitalizacja obiektów wytypowanych do umieszczenia w zamkniętej przestrzeni klimatyzowanej.

## BIBLIOGRAFIA

- Brill R.H., *Crizzling – A Problem in Glass Conservation*, [w:] *Conservation in Archaeology and the Applied Arts. Stockholm Congress, 2–6 June 1975*, London 1975, s. 121–134.
- Brill R.H., *The Use of Equilibrated Silica Gel for the Protection of Glass with Incipient Crizzling*, „Journal of Glass Studies”, 1978, t. 20, s. 100–118.
- Eirk K., Wiebold W., *Objects of Affection. The Conservation of Portrait Miniatures*, [w:] *AIC Preprints, 10th Annual Meeting, Milwaukee, Wisconsin, 1982*, Washington D.C. 1982, s. 73–84.
- Fenn J., *Deterioration of Glass Trade Beads in Contact with Skin and Leather or Glass Beads in Soapy Bubble*, [w:] *ICOM Committee for Conservation Preprints. 8th Triennial Meeting, Sydney, Australia, Los Angeles 1987*, s. 195–197.
- Greiner-Wronowa E., Pusoska A., Wrona J., *Termowizyjne badania parametrów obiektów szklanych eksponowanych w Muzeum*, [online] <http://docplayer.pl/8051781-Analiza-chemiczna-w-ochronie-zabytkow-viii.html> [dostęp XII 2017].
- Greiner-Wronowa E., Pusoska A., *Wpływ formaldehydu na stan zachowania szkiele przechowywanych i eksponowanych w warunkach muzealnych* [An influence of formaldehyde on the condition of glasses stored and exhibited in the museum conditions], „Biuletyn Informacyjny Konserwatorów Dzieł Sztuki”, 2004, t. 15, nr 3–4 (58–59), s. 26–31.
- Koestler R.J. et al., *Preliminary Scanning Electron Microscopy Study of Microbiologically Induced Deterioration of High Alkali Low-Lime Glass*, „Biodeterioration Research”, 1986, t. 1, s. 295–307, [online] [www.cmog.org/sites/default/files/collections/34/34EF53FE-60E9-44F2-B646-0691B7552391.pdf](http://www.cmog.org/sites/default/files/collections/34/34EF53FE-60E9-44F2-B646-0691B7552391.pdf) [dostęp XII 2018].
- Koob S.P. et al., *Caring for Glass Collection. The Importance of Maintaining Environmental Controls*, „Studies in Conservation”, 2018, t. 63, nr 51, s. 146–150.
- Kunicki-Goldfinger J., *Identification of Glass Objects Susceptible to Crizzling. The Case of Central European Baroque Potassium Glass*, [w:] *Annual Report of Institute Nuclear Chemistry and Technology*, Warszawa 2019.
- Kunicki-Goldfinger J., *Preventive Conservation Strategy for Glass Collections. Identification of Glass Susceptible to Crizzling*, [w:] *Cultural Heritage Research. A Pan-European Challenge. Proceedings of the 5th EC Conference, May 16–18 2002, Cracow, Poland, Kraków 2003*, s. 301–304, [online] [http://www.cyfronet.krakow.pl/~ncbratas/pdf/full\\_goldfinger.pdf](http://www.cyfronet.krakow.pl/~ncbratas/pdf/full_goldfinger.pdf) [dostęp 7 XII 2019].
- Kunicki-Goldfinger J. et al., *Some Observations on Crizzled Glass (Preliminary Results of Survey of 18th Century Central European Tableware)*, [w:] *Proceedings of the XIXth International Congress on Glass, Edinburgh, 1–6 July 2001 Glass Technology, Sheffield 2002*, 43 C, s. 364–368.
- Kunicki-Goldfinger J., *Unstable Historic Glass. Symptoms, Causes, Mechanisms and Conservation*, „Studies in Conservation”, 2008, t. 53, s. 47–60.
- Maniakowska-Jazownik Z., *Problematyka konserwatorska miniatur ze zbiorów Muzeum Narodowego w Krakowie. Praca doktorska napisana pod kierunkiem prof. dr hab. E. Jabłońskiej oraz dr A. Zaręby*, 2021 (mps, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu).
- Oakley V., *Vessel Glass Deterioration at the Victoria and Albert Museum. Surveying the Collection*, „The Conservator”, 1990, t. 14, s. 30–36.
- O'Hern R., McHugh K., *Red, Blue, and Wound all over Evaluating Condition Change and Cleaning of Glass Disease on Beads*, „Objects Specialty Group Postprints”, 2014, t. 21, [online] <http://resources.conservation-us.org/wp-content/uploads/sites/8/2015/03/osg021-09.pdf> [dostęp VII 2016].
- Robinet L., Fearn S., Eremin K., *Understanding Glass Deterioration in Museum Collections. A Multi-Disciplinary Approach*, [online] [www.icom-cc-publications-online.org/PublicationDetail.aspx?cid=b6022fb4-645c-4314-8268-74611e44ebc7](http://www.icom-cc-publications-online.org/PublicationDetail.aspx?cid=b6022fb4-645c-4314-8268-74611e44ebc7) [dostęp VII 2019].
- Romano F. et al., *Temperature and Humidity in Museum Display Case. A Simulation Tool and Experimental Validation*, Built Heritage 2013 Conference Paper, Milano 2013.
- Ślesiński W., *Techniki malarskie. Spoiwa organiczne*, Warszawa 1984.
- Thomson G., *Stabilization of RH in Exhibition Cases. Hygrometric Half-Time*, „Studies in Conservation”, 1977, t. 22, nr 2, s. 85–102.

<sup>44</sup> R.H. Brill, *The Use of Equilibrated Silica Gel for the Protection of Glass with Incipient Crizzling*, „Journal of Glass Studies”, 1978, t. 20, s. 100–118, [online] <https://www.cmog.org/article/use-equilibrated-silica-gel-protection-glass-incipient-crizzling> [dostęp VII 2019]; G. Thomson, *Stabilization of RH in Exhibition Cases. Hygrometric Half-Time*, „Studies in Conservation”, 1977, t. 22, nr 2, s. 85–102; F. Romano et al., *Temperature and Humidity in Museum Display Case. A Simulation Tool and Experimental Validation*, [online] [https://www.researchgate.net/publication/309391511\\_Temperature\\_and\\_humidity\\_in\\_museum\\_display\\_case\\_a\\_simulation\\_tool\\_and\\_experimental\\_validation](https://www.researchgate.net/publication/309391511_Temperature_and_humidity_in_museum_display_case_a_simulation_tool_and_experimental_validation) [dostęp VII 2019]. Por. *Hydrated Humidity Control Substance and Process for its Preparation*, [online] <https://patents.justia.com/patent/9149785>. Por. „Museum”, 1985, t. 36, nr 146, Show-cases, s. 64–67, [online] [https://www.academia.edu/741951/1985\\_A\\_relative\\_humidity\\_control\\_module](https://www.academia.edu/741951/1985_A_relative_humidity_control_module) [dostęp VII 2019].

<sup>45</sup> Z uwagi na konieczność wymiany żelu przy każdym otwieraniu komory.

## S U M M A R Y

### **The phenomenon of glass corrosion in miniature collections from the National Museum in Krakow**

As multitechnological objects, miniatures are exposed to many destructive processes within all component materials. Their results and effects overlap and initiate further damage. In miniature collections, glass performs various functions. It is most often present in the form of cover glass, which, characteristically, is usually convex. It also often plays the role of a painting support in many techniques used for creating miniatures. Glass, as a sensitive material, is subject to complex corrosive processes. It is very complicated and difficult to protect miniatures from these changes.

144

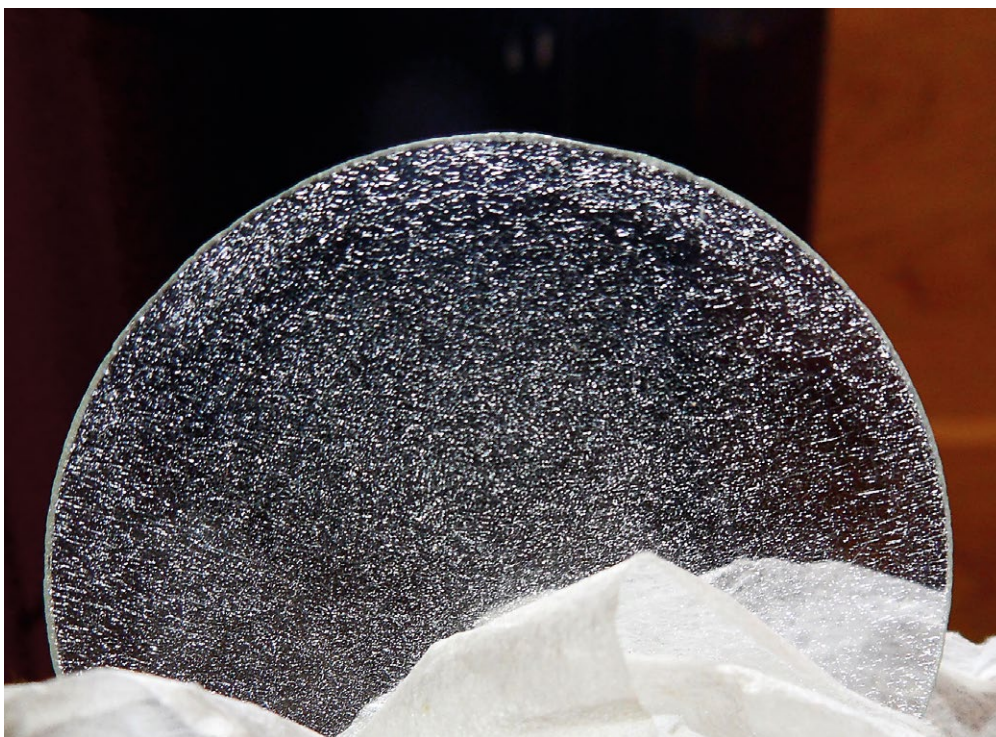
**Słowa kluczowe:** szkło ostonowe, szkło wypukłe, miniatury, korozja szkła, chore szkło, płaczące szkło, wymiana korodującego szkła, crizzling

**Keywords:** cover glass, convex glass, portrait miniatures, glass corrosion, glass disease, weeping glass, replacing of cover glass, crizzling

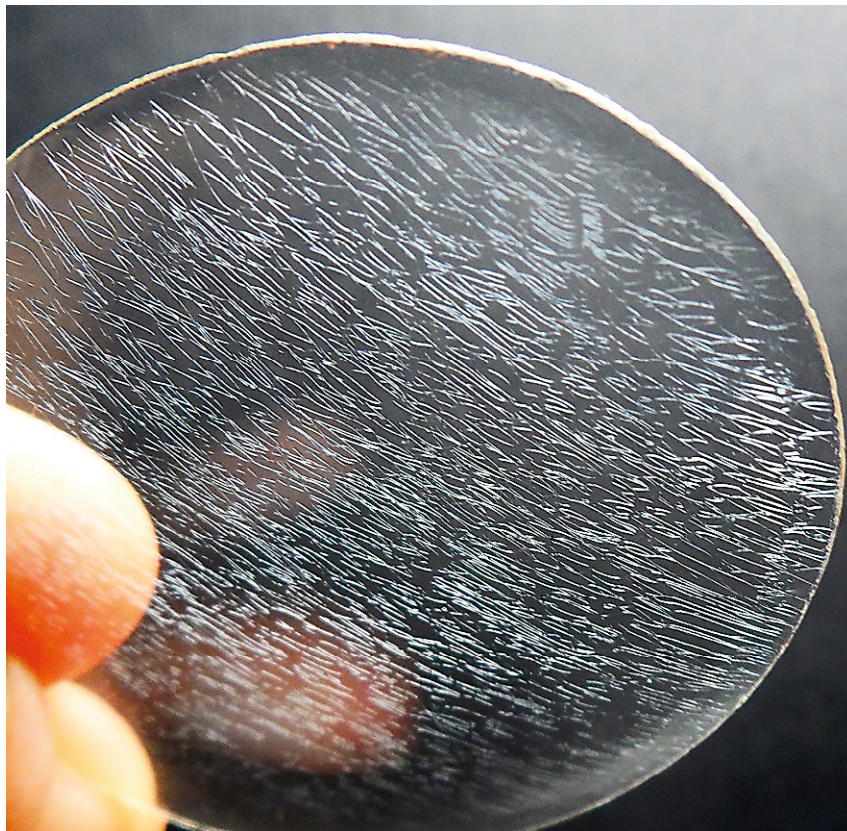


145

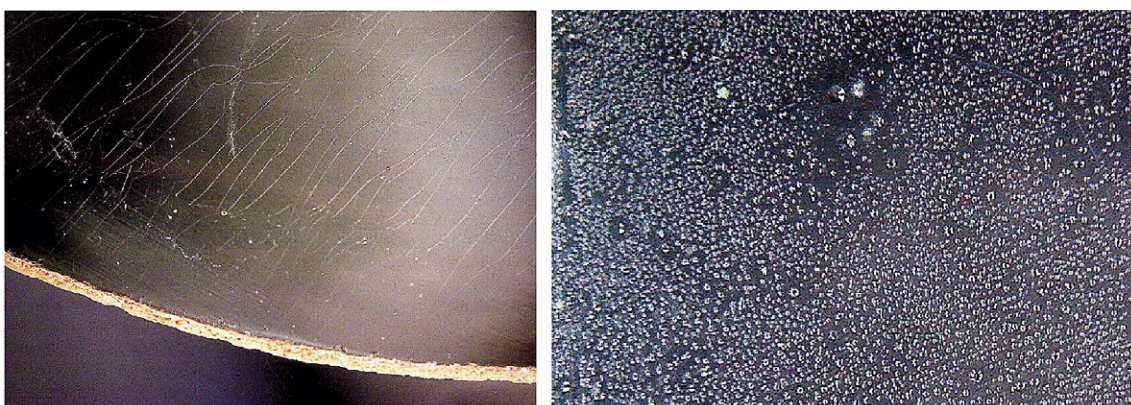
Il. 1. Szkoło ostonowe miniatury MNK III-min-402 z wyraźnymi objawami korozji – „zamglenie” powierzchni wewnętrznej szkła, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



Il. 2. *Crizzling* można najlepiej zaobserwować przy oświetleniu bocznym (szkoło miniatury MNK III-min-251), fot. Z. Maniakowska-Jazownik



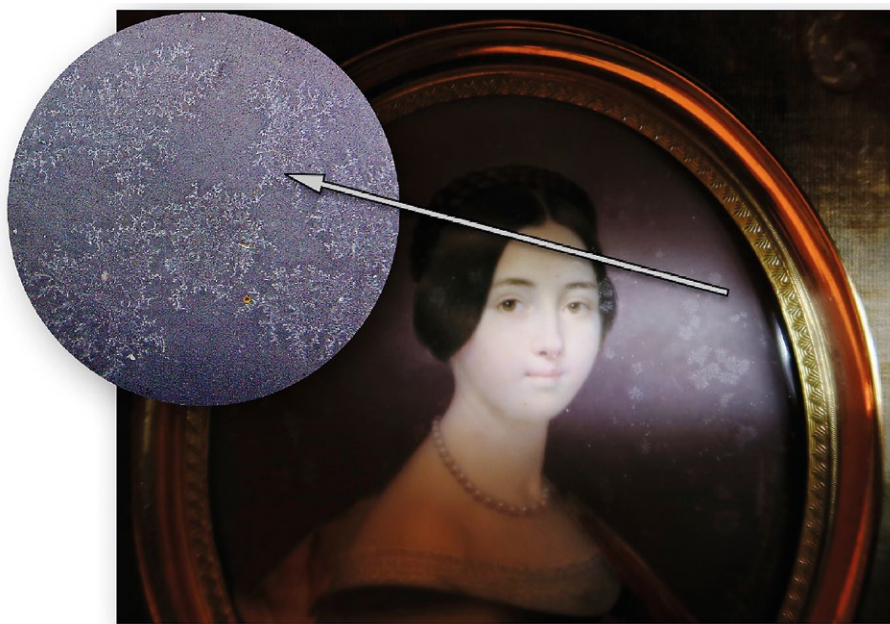
Il. 3. Wczesne stadium crizzlingu (szkło wyjęte z miniatury MNK III-min-402), widoczne tylko pod pewnym kątem, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



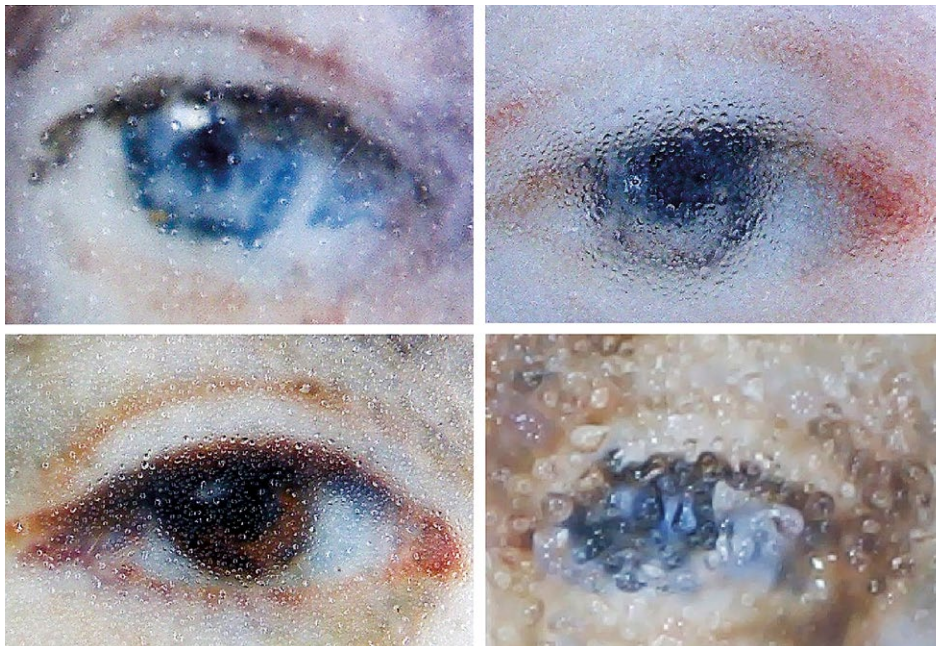
Il. 4. Przykład wczesnej fazy crizzlingu i *weeping glass* w obrębie jednego szkła, wyjętego z miniatury MNK III-min-385, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



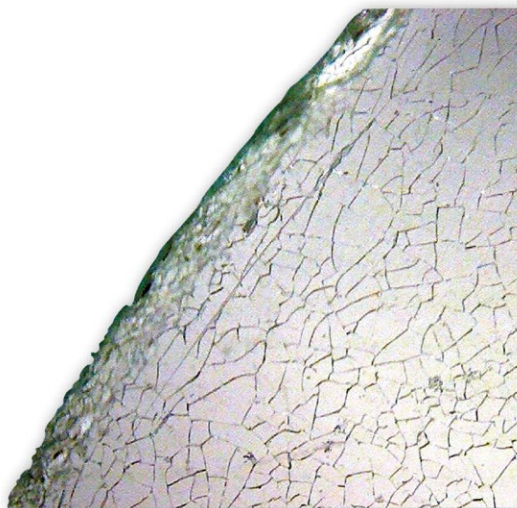
Il. 5. Fragment szkła wyjętego z miniatury MNK III-min-841 z widocznymi wykwitami na powierzchni, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



Il. 6. Szkło miniatury MNK III-min-783, wyraźne krystaliczne wykwity na powierzchni korodującego szkła, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



Il. 7. Rozmieszczenie i wielkość kropli mogą być bardzo zróżnicowane. Od lewej u góry: MNK III-min-106, MNK III-min-816, od lewej poniżej: MNK III-min-385, MNK XII-113. Krople na powierzchni szkła miniatury MNK XII-113 przestały już mieć rozmiar „mikro”, fot. Z. Maniakowska-Jazownik

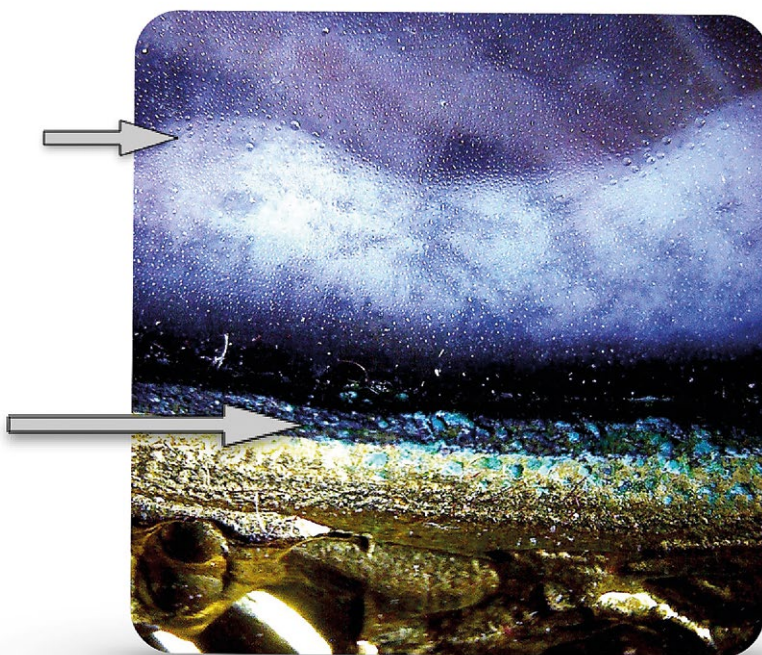


Il. 8. Siatka mikrospękań – zaawansowany *crizzling* – szkła wyjętego z oprawy miniatury MNK III-min-269, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



149

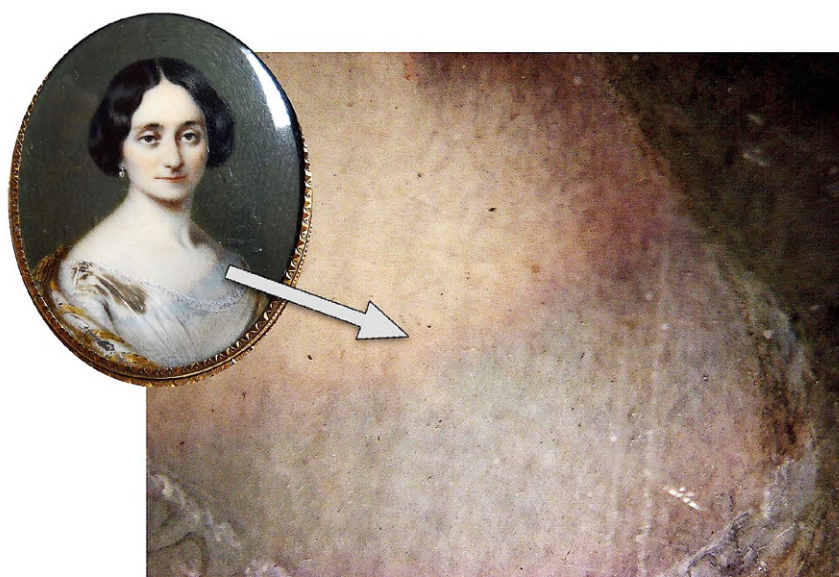
Il. 9. Wymycie warstwy malarskiej przy krawędzi miniatury spowodowane korozją szkła. Całość i fragment miniatury MNK III-min-11, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



Il. 10. Leon Brzeziński, *Portret młodej damy*, MNK III-min-11, korozja ramki spowodowana korozją szkła, powyżej widoczne mikrokropelki wyługowanych alkaliów na powierzchni szkła, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



Il. 11. Efekty korozji wewnętrznej krawędzi oprawy miniatury MNK III-min-963 w postaci zielonkawych nalotów związków miedzi, fot. Z. Maniakowska-Jazownik

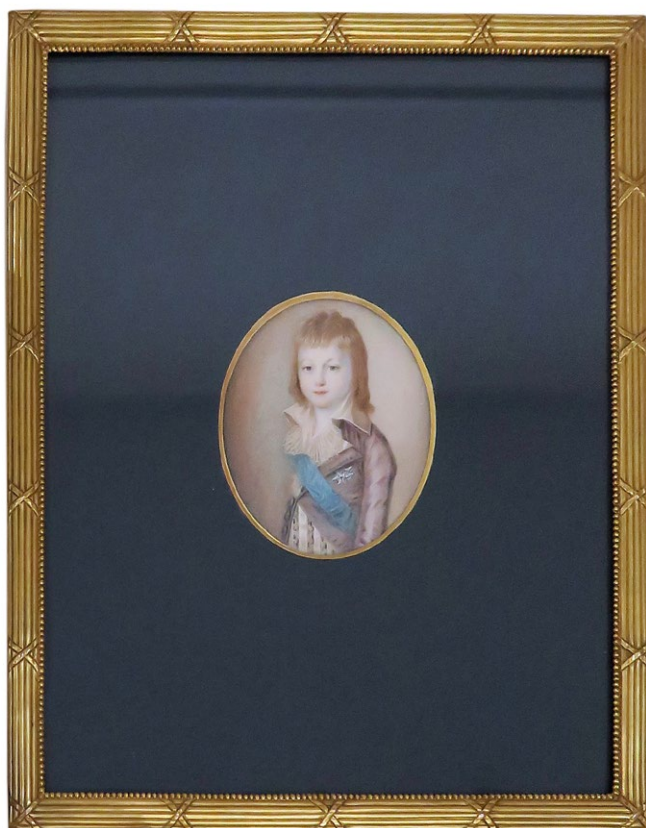


Il. 12. Autor nieznany, *Portret Aleksandry z Wołowskich Faucher*, MNK III-min-295, korozja metalowego płałka widoczna w obrębie dekoltu modelki, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



151

Il. 13. Zaawansowane stadium korozji szkła kobaltowego oprawy widoczne w postaci siatki spękań i mikrokropelek na powierzchni szkła – Aleksander Kucharski, *Portret Ludwika XVII*, MNK III-min-57. Po lewej stronie widoczny pierwotny układ kompozycyjny miniatury w oprawie, fot. Z. Maniakowska-Jazownik



Il. 14. Oprawa zastępcza miniatury autorstwa Aleksandra Kucharskiego, *Portret Ludwika XVII*, MNK III-min-57, z wykorzystaniem oryginalnego elementu w postaci metalowej ramki, fot. Z. Maniakowska-Jazownik