

Michał Matuszczyk

konserwator-restaurator dzieł sztuki
Akademia Sztuk Pięknych we Wrocławiu

WYBRANE MIGRUJĄCE I LOTNE INHIBITORY KOROZJI W KONSERWACJI I RESTAURACJI OBRAZÓW WSPÓŁCZESNYCH Z ELEMENTAMI METALOWYMI

Artysty-malarze od lat 20. XX w. wykorzystują w swych dziełach elementy metalowe (np. Władimir Tatlin, Kurt Schwitters, Naum Gabo). W Polsce, głównie w latach 50.-70. XX w., spotykamy tę tendencję u takich twórców, jak: Aleksander Kobzdej, Bronisław Kierzkowski, Józef Szajna, Tadeusz Kantor, Władysław Hasior, a obecnie – Jacek Jarczewski. Niektórzy z nich, jak Kobzdej, Kierzkowski, Jarczewski, używali w swojej twórczości papieru, ligniny, gipsu, a także nietrwałych elementów stalowych, które – rdzewiąc – niszczyły produktami korozji otaczające je materiały (il. 1-3)¹.

1. Lico obrazu Aleksandra Kobzdeja *Hors cadre nr 34*. Fotografia w świetle skośnym przed konserwacją. Obraz wykonano na nieocynkowanej stalowej siatce składającej się z dwóch równych części połączonych ze sobą na styk i złączonych wzdłuż obrazu drutem. Do siatki, od lica przyklejono żywicą poliestrową jedną lub dwie warstwy waty celulozowej (ligniny). Obraz w partii środkowej pomalowano jasnoniebieską farbą alkidową (biel tytanowa, błękit pruski) położoną na białym podmalowaniu (biel tytanowa, kreda). Grubość warstw farb wynosiła 0,09-0,34 mm. Od odwrocia przyklejono pasy wzmacniające z tkaniny szklanej. Całość odwrocia pokryto kryjąco lub półkryjąco białą farbą alkidową (biel tytanowa). Grubość warstw farb wynosiła 0,09-0,34 mm. Stwierdzono obecność rdzy na licu i odwrociu obrazu oraz w okolicach reperacji lokalnej, którą wykonano z użyciem gipsu. Fot. C. Chwiszczuk.

1. Face of *Hors cadre no. 34* by Aleksander Kobzdej. Photograph in slanting light prior to conservation. Painting executed on an ungalvanised metal net composed of two equal touching parts joined along the painting with wire. One or two layers of cellocotton have been glued to the net, from the side of the face, by means of polyester resin. The middle part of the painting has been painted in light blue alkyd paint (titanium white, Prussian blue) on a white underpainting (titanium white, chalk), 0,09-0,34 mm thick. Strips of reinforcing glass fibre had been glued onto the reverse. The whole reverse has been covered with white alkyd paint (titanium white) 0,09-0,34 mm. thick. Research has revealed the presence of rust on the face and the reverse of the painting as well as parts subjected to local repair with plaster. Photo: C. Chwiszczuk.



Problem zniszczeń elementów stalowych we współczesnych działach sztuki dotyczy dużej grupy



2. Lico obrazu Bronisława Kierzkowskiego *Kompozycja fakturowa nr 532*. Fotografia w świetle skośnym. Obraz składa się z pasków perforowanej blachy stalowej wygiętej w formie fali, które zostały zamocowane na końcach do drewnianej ramy, a następnie zalane gipsem do wysokości ramy i opracowane plastycznie. Wewnątrz gipsu zamocowano siatkę z tworzywa sztucznego, która jest dodatkowym wzmocnieniem konstrukcji. Wystające wierzchołki blachy pomalowano srebrną farbą, a między nie wklejono stalowe blaszki z litej blachy w różnych kształtach. Wszystkie metalowe elementy są skorodowane na całej powierzchni. Miejsca styku metalu z gipsem są pokryte śladami nawarstwień korozyjnych. Rdzawe zaplamienia występują także na gipsie, w miejscach styku z metalem. Fot. M. Matuszczyk.

2. Face of *Texture Composition no. 532*, a painting by Bronisław Kierzkowski. Photograph in slanting light. The painting is composed of strips of perforated steel plate bent in the form of a wave, attached to a wooden frame and then covered with plaster up to the level of the frame. Inside the plaster the author has placed an artificial net, additionally reinforcing the construction. The jutting plate has been painted silver, and in between the artist has glued steel plates of variously shaped solid sheet metal. All the metal elements are corroded. The contact area of the metal and the plaster is covered with traces of corrosion. Rusty spots also occur on the plaster wherever it touches the metal. Photo: M. Matuszczyk.

obrazów znajdujących się w zbiorach muzealnych i w posiadaniu osób prywatnych². Zjawisko korozji prowadzi do utraty substancji zabytkowej, ale niekiedy także nadaje obiektowi zabytkowy charakter, odgrywa rolę estetyczną i historyczną. Dlatego znalezienie równowagi między tymi czynnikami jest jednym z najważniejszych elementów pracy konserwatora-restauratora, który powinien dobrać najlepsze metody i środki konserwatorskie oraz odpowiednie warunki ekspozycji służące zminimalizowaniu oddziaływania środowiska korozyjnego³.

Problematyka badawcza

Głównym problemem przedstawionym w artykule jest ocena możliwości zastosowania w konserwacji malarstwa współczesnego dostępnych na rynku polskim migrujących inhibitorów korozji, opartych na związkach aminowych i alkanooaminowych. Środki te stosowane są w budownictwie przy konstrukcjach żelbetonowych do zatrzymania przebiegu korozji elementów stalowych wewnątrz betonu⁴.

Do badań wybrano następujące migrujące inhibitory korozji: MCI 2020, MCI 2000, MuCIS mia 200, MuCIS ad 19 L oraz Sika FerroGard 903. Porównawczo użyto także wybranych lotnych inhibitorów korozji, będących pochodnymi związków aminowych (VCI 105, VCI 126). Środki te zostały opatentowane w 1986 r. przez amerykańską firmę Cortec Corporation pod nazwą MCI (Migrating Corrosion Inhibitors). MCI można uznać za adaptację techniki lotnych inhibitorów korozji do potrzeb ochrony zbrojenia w konstrukcjach żelbetonowych. Molekuły inhibitora MCI (np. MCI 2020 lub MCI 2000) dyfundują przez suche lub wilgotne pory otuliny do powierzchni stali w postaci zarówno gazowej, jak i ciekłej.

Skuteczność antykorozyjna w żelbecie została wykazana w warunkach laboratoryjnych i w badaniach terenowych przeprowadzonych na różnych obiektach w wielu krajach. Badaniu podlegała kinetyka migracji cząsteczek MCI oraz ich wpływ na rozwój korozji prętów zbrojeniowych. Od 1992 r. ta innowacyjna metoda jest szeroko stosowana w USA i Kanadzie, od 1994 r. – we Włoszech i w Szwajcarii, a także w wielu innych krajach na świecie, głównie przy remontach mostów, wiaduktów i innych konstrukcji żelbetonowych⁵. Od 1996 r. metodę MCI stosuje się także w Polsce; użyto jej m.in. podczas remontu konstrukcji żelbetowych zapory Wiśła-Czarne⁶.

3. Lico obrazu Jacka Jarczewskiego *Kompozycja haptyczna bez tytułu* z 1995 r. Fotografia w świetle rozproszonym przed konserwacją. Obraz wykonano na płycie pilśniowej o grubości 10 mm, do której przymocowano na fragmentach powierzchni stalową i nieocynkowaną siatkę Rabitza. Na nią położono od kilku- do kilkunastu-milimetrową warstwę gipsu, którą opracowano plastycznie. W miejscach, gdzie gips był nałożony najcieńszą warstwą lub gdzie fragmenty siatki były najbliżej powierzchni, plamy rdzy ze skorodowanej siatki były najbardziej widoczne. Fot. C. Chwiszczuk.

3. Face of *Untitled Haptic Composition* by Jacek Jarczewski, 1995. Photograph in diffused light prior to conservation. Painting executed on a ply board 10 mm thick, with fragments of the surface featuring steel and ungalvanised Rabitz net. On top of the net the artist has placed a layer of plaster (from several to twenty mm. thick). Spots of rust were most visible wherever the plaster layer was thinnest or where fragments of the net were closest to the surface. Photo: C. Chwiszczuk.



W latach 70. ub. stulecia rozpoczęte zostały badania nad inhibitorami produkowanymi na bazie aminoalkoholi⁷. Szwajcarski koncern Sika, jako pierwszy w Europie, opracował technologię ochrony prętów zbrojeniowych za pomocą m.in. preparatów opartych na aminoalkoholach. Wykorzystanie tej technologii miało pozytywny skutek⁸. Wymienione powyżej produkty polecane są w zabezpieczeniu obiektów zabytkowych, które nie mogą być pokrywane powłokami ochronnymi, ponieważ nie pozostawiają śladów na powierzchni betonu⁹. Proponowane są także migrujące inhibitory korozji tzw. trzeciej generacji: MuCIS ad 19 L oraz MuCIS mia 200. Ich skuteczność została potwierdzona w wyniku przeprowadzonych specjalistycznych badań¹⁰. Inhibitory korozji wykorzystywane są także do konserwacji obiektów zawierających archeologiczne drewno i metal¹¹. Ich skuteczność i zdolność migracji, zdaniem niektórych badaczy, jest dyskusyjna¹².

Alternatywą dla migrujących inhibitorów są lotne inhibitory korozji (VCI). Stosowane są wtedy, gdy nie jest możliwe użycie powłok ochronnych, takich jak: farby, lakiery, woski i inne¹³. Jako element ochrony czasowej znalazły one zastosowanie w zabezpieczeniu przed korozją zabytkowych obiektów metalowych, które umieszcza się w tym celu z emiterem VCI w szczelnej przezroczystej komorze¹⁴. Prowadzone są także badania nad opracowaniem kompozycji środków powłokotwórczych

z kontaktowymi i lotnymi inhibitorami korozji do antykorozyjnego zabezpieczenia podłoża metalowego wraz z warstwą malarską¹⁵.

MCI 2020 jest związkiem organicznym na bazie amin, mieszanym (katodowo-anodowym) inhibitorem korozji¹⁶. Nie zawiera on aminoalkoholi i azotynu wapniowego¹⁷. Występuje w postaci wysoko skoncentrowanej zawiesiny wodnej. Zabezpiecza przed korozją stal węglową, stal ocynkowaną, aluminium i inne metale. Zalecany jest do utrzymania dobrego stanu obiektów żelbetonowych, ich remontów, lub jako dodatkowa ochrona tych konstrukcji. Znacznie zmniejsza prędkość zaawansowanej korozji metali. Jest niepalny, bezpieczny w użyciu i przyjazny dla środowiska¹⁸. Wymagane jest zachowanie dużej ostrożności w posługiwaniu się preparatem ze względu jego właściwości powodujące podrażnienia skóry i oczu oraz toksyczność oparów. Nie stwierdzono właściwości kancerogennych preparatu. MCI 2020 jest dyfuzyjny dla pary wodnej. Powierzchnia, na którą наносimy preparat, powinna być zatem sucha, czysta i odtłuszczona. Nie penetruje on przez szczelne powłoki (farby, woski, itp.). Środek ten ma kolor ugrowy o pH 9-9,7 i charakterystyczny drażniący zapach. Jego gęstość wynosi 1,02 g/cm³, a lepkość 1,10⁶ E¹⁹. Aby zapobiec utlenianiu się inhibitora, zalecana jest powłoka ochronna²⁰. MCI 2020 może nie chronić metali w materiałach niezawierających cementu.

MCI 2000 to środek o właściwościach podobnych do MCI 2020. Może działać w każdym środowisku (np. gips, papier). Jest związkiem organicznym na bazie amin, mieszanym (katodowo-anodowym) inhibitorem korozji²¹. W jego składzie nie występują aminoalkohole oraz azotyn wapniowy²². Stosowany jest głównie jako domieszka do betonu i nie wpływa negatywnie na jego parametry fizyczne. Jest jasnougrową cieczą o zapachu amoniaku i pH 10-11, gęstości 0,88 g/cm³ i lepkości 1,89°E²³. Spełnia on także wymagania higieniczne. Choć nie jest kancerogeny, należy go używać z zachowaniem odpowiednich środków ostrożności. Wykluczony jest kontakt inhibitora ze skórą, oczami oraz jego wdychanie²⁴.

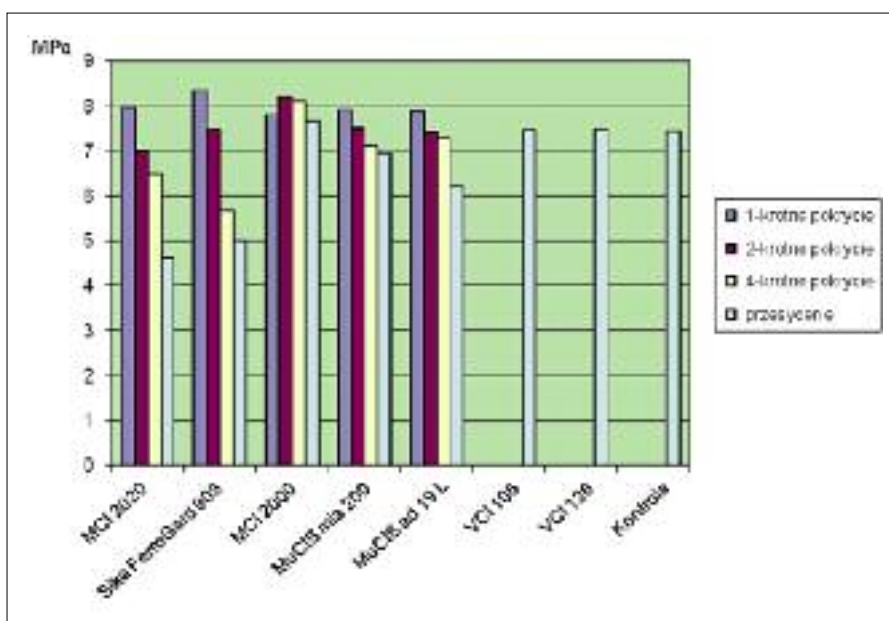
Znakowane izotopem radioaktywnym molekuly MCI w postaci zawiesiny zastosowane na powierzchni betonu zostały wykryte na głębokości 30 mm po upływie od 1 do 7 dni (w zależności od próbek)²⁵.

Migrujące inhibitory korozji MuCIS ad 19L oraz MuCIS mia 200 wykonane są na bazie amin (powyżej 25%) rozpuszczonych w wodzie. MuCIS mia 200 nie zawiera azotynów. Preparaty te mają podobne zastosowanie i działanie jak MCI. Pierwszy z nich jest bezbarwny (pH 10-11) o gęstości 0,98 g/cm³ i lepkości 1,58°E; drugi – jasno-ugrowy (pH 8,9-9,4) o gęstości 1,01 g/cm³ i lepkości 1,21°E. Są to związki nietoksyczne i bezpieczne w użyciu. Jednak wykluczony jest kontakt tych substancji ze skórą i oczami. Należy także unikać wdychania drażniących oparów²⁶.

Sika FerroGard 903 powstaje na bazie kombinacji kilku rodzajów aminoalkoholi oraz inhibitorów nieorganicznych. Jest przezroczystą, bezbarwną, niezawierającą rozpuszczalników dyspersją wodną. Ma gęstość 1,09 g/cm³ i lepkość 1,15°E. Odczyn pH wynosi 11. Preparat nie zmienia wyglądu powierzchni, także betonowych, nie obniża paroprzepuszczalności. Produkt ten polecany jest do obiektów zabytkowych, które nie mogą być pokrywane powłokami ochronnymi. Należy unikać bezpośredniego kontaktu z preparatem, gdyż może powodować podrażnienie skóry²⁷.

Lotne inhibitory VCI 105 i VCI 126 są związkami organicznymi, prawdopodobnie solami aminowymi. Nie zawierają: chromianów, azotynów, silikonów i fosforanów, metali ciężkich, chlorowęglodorów.

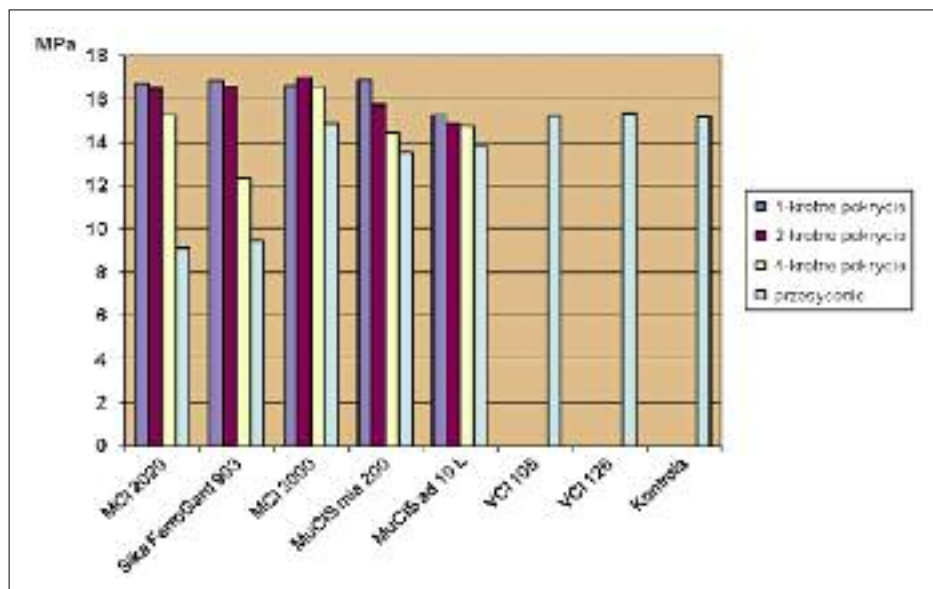
VCI 105 jest lotnym inhibitorem korozji w postaci proszku sublimującego z plastikowego emitera pokrytego membraną dyfuzyjną Tyvek. Emisja inhibitora następuje bardzo powoli. Emiter zapewnia ochronę antykorozyjną części i elementów wykonanych z większości metali, a znajdujących się wewnątrz obudów niewentylowanych (szafek, gablot lub skrzynek). Emiter VCI 105 chroni powierzchnię o objętości 140 dm³. Działanie oparów inhibitora skraplającego się na powierzchni chronionego metalowego przedmiotu nie zmienia optycznych, elektrycznych i mechanicznych właściwości chronionej powierzchni. Jest nietoksyczny i bezpieczny w zetknięciu ze skórą, nie ma właściwości kancerogennych. Dlatego nie są potrzebne szczególne środki ochrony osobistej przy



4. Badanie porównawcze wytrzymałości gipsu z odpowiednimi substancjami na zginanie. Rys. M. Matuszczyk.
4. Comparative study of the resilience of plaster with appropriate substances to bending. Design: M. Matuszczyk.

5. Badanie porównawcze wytrzymałości gipsu z odpowiednimi substancjami na zgniatanie. Rys. M. Matuszczyk.

5. Comparative study of the resilience of plaster with appropriate substances to crushing. Design: M. Matuszczyk.



jego stosowaniu. Jednak częste wdychanie oparów może powodować podrażnienie skóry i układu oddechowego. Preparat ten jest bezpieczny dla środowiska, ulega szybkiej biodegradacji.

VCI 126 to przeciwkorozyjna folia polietylenowa fabrycznie impregnowana lotnymi inhibitorami korozji metali. Metalowe przedmioty ze stali i miedzi, zapakowane w folię z VCI, są chronione przed działaniem soli, nadmiernej wilgoci, oddziaływaniem agresywnej atmosfery przemysłowej lub korozją galwaniczną. Pary inhibitora korozji, o trudno wyczuwalnym zapachu – ulatniając się wewnątrz folii – kondensują na całej powierzchni zapakowanego produktu. Preparat nie zawiera składników stwarzających bezpośrednie zagrożenie zdrowia, jedynie często powtarzany lub długotrwały kontakt ze skórą czy oczami może powodować ich lekkie podrażnienie. Niskie ciśnienie par inhibitora korozji zawartego w produkcie nie stwarza zagrożenia dla dróg oddechowych. VCI 126 nie zawiera także związków szkodliwych, znajdujących się na liście substancji kancerogennych (IARC). Podobnie jak VCI 105, ma niską zdolność do bioakumulacji, szybko ulega biodegradacji, jest zatem także bezpieczny dla środowiska²⁸.

Problematyka doświadczalna

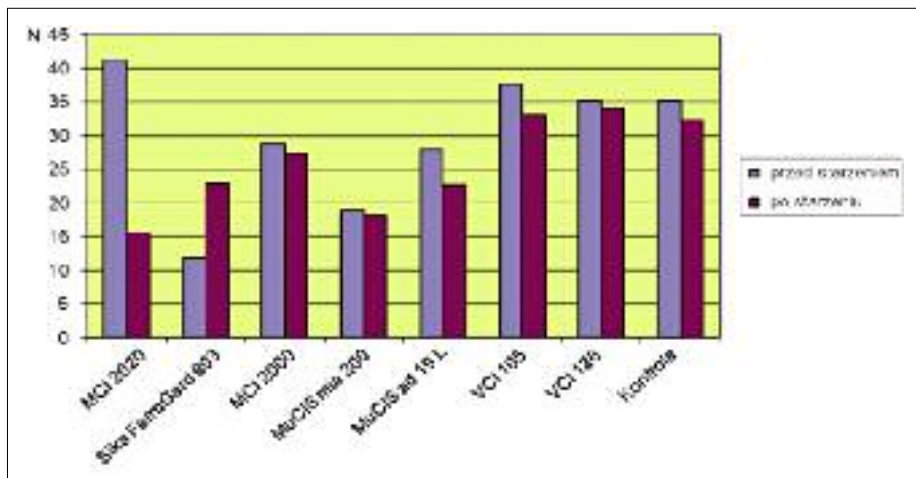
W części doświadczalnej sprawdzona została przydatność dostępnych na rynku polskim wybranych migrujących (MCI) i lotnych (VCI) inhibitorów korozji do konserwacji współczesnych dzieł sztuki, zawierających elementy stalowe pokryte ligniną, papierem lub gipsem.

Sprawdzono wytrzymałość gipsu na zgniatanie i zgniatanie²⁹. Wykonano badanie obciążenia zrywającego i oporu przedarcia papieru³⁰. Materiały te zostały pokryte MCI lub przez 9 miesięcy trzymane w zamkniętym środowisku VCI. Zbadano także odporność MCI i VCI na oddziaływanie promieniowania UV³¹. Przeprowadzono również badanie ich skuteczności do konserwacji wybranych obrazów współczesnych i przeprowadzono analizę możliwości ich zastosowania³².

Wyniki badań

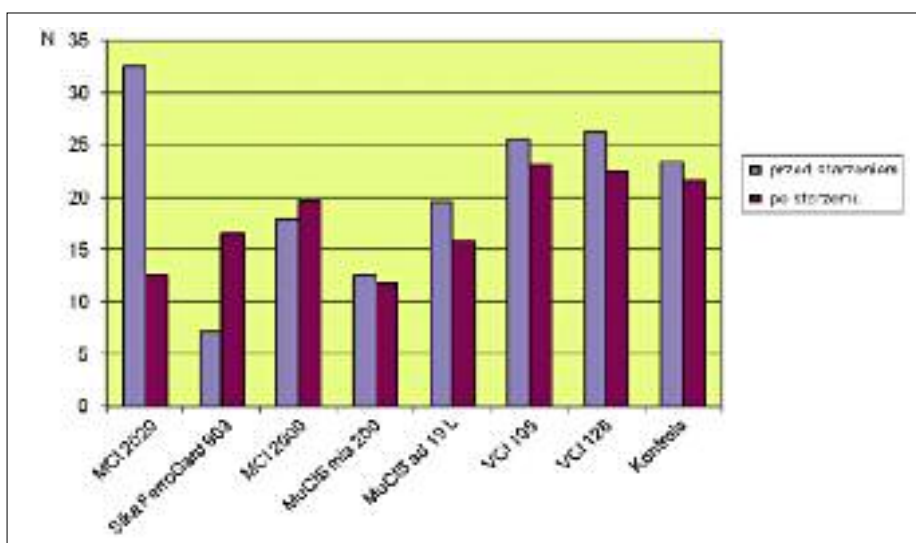
Badania porównawcze wykazały, że pokrycie jednokrotne lub dwukrotne MCI oraz użycie VCI 126, VCI 105 nie zmniejsza wytrzymałości gipsu na złamanie i zgniatanie. Dopiero zwiększenie liczby warstw do 4 i więcej istotnie pogarsza parametry wytrzymałościowe gipsu na zgniatanie po pokryciu go MCI 2020 oraz na zgniatanie i zgniatanie po zastosowaniu Sika FerroGard 903 (il. 4, 5). Jednak już dwukrotne pokrycie gipsu migrującymi inhibitorami korozji powoduje jego zmiany optyczne (przyciemnienie, ocieplenie tonacji), a w przypadku MuCIS mia 200 stwierdzono wytrącenie się soli organicznej na powierzchni próbek.

Po przeprowadzeniu badań porównawczych obciążenia zrywającego i oporu przedarcia papieru stwierdzono, że migrujące inhibitory korozji – w mniejszym lub większym stopniu – istotnie osłabiają papier, zwłaszcza po jego starzeniu w komorze klimatycznej ze zmienną temperaturą i wilgotnością. Jedynie lotne inhibitory korozji są neutralne dla papieru (il. 6-9).



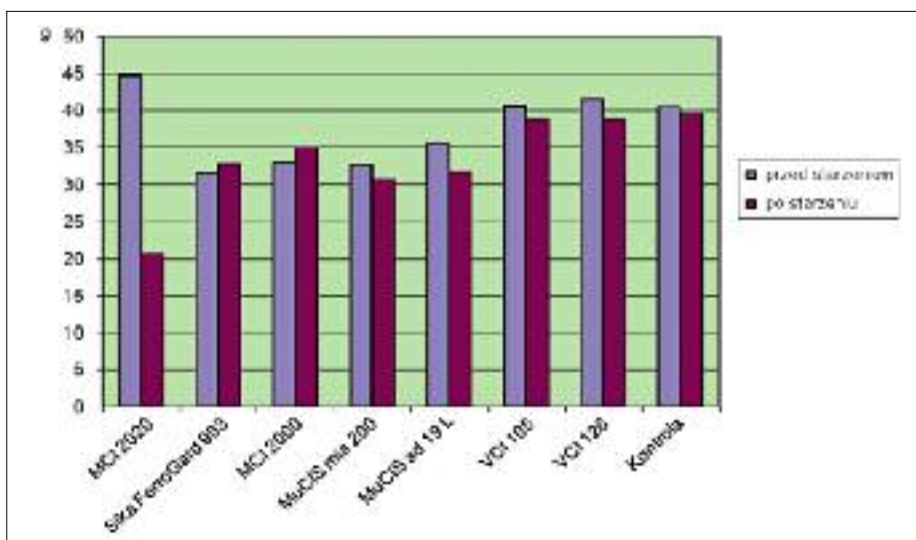
6. Badanie porównawcze obciążenia zrywającego papieru wzdłuż włókien, pokrytego preparatami – przed i po starzeniu w komorze klimatycznej. Rys. M. Matuszczyk.

6. Comparative study of load tearing paper along the fibres, covered with inhibitors – prior to and after aging in a climatic chamber. Design: M. Matuszczyk.



7. Badanie porównawcze obciążenia zrywającego papieru w poprzek włókien, pokrytego preparatami – przed i po starzeniu w komorze klimatycznej. Rys. M. Matuszczyk.

7. Comparartive study of load tearing paper across the fibres, covered with inhibitors – prior to and after aging in a climatic chamber. Design: M. Matuszczyk.



8. Badanie porównawcze oporu przedarcia papieru wzdłuż włókien, pokrytego preparatami – przed i po starzeniu w komorze klimatycznej. Rys. M. Matuszczyk.

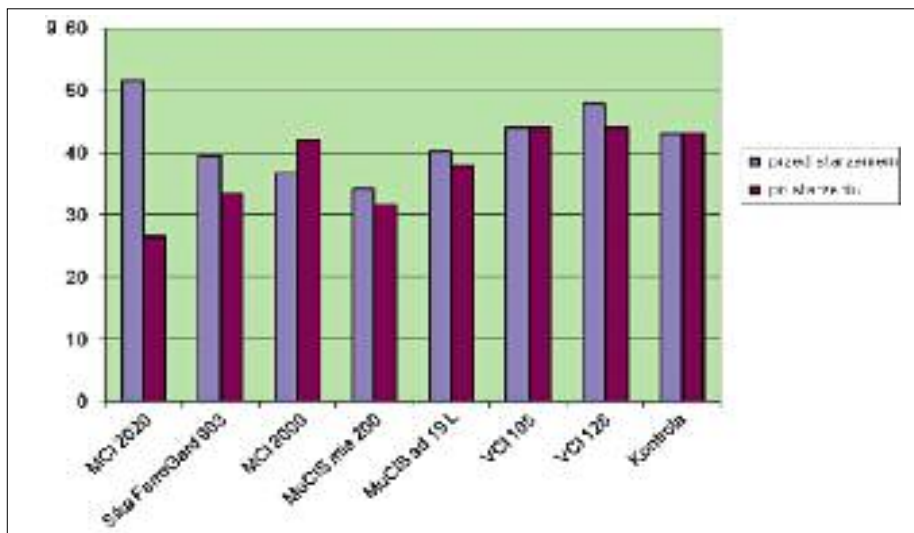
8. Comparartive study of the resistance to tearing paper along the fibres, covered with inhibitors – prior to and after aging in a climatic chamber. Design: M. Matuszczyk.

Po starzeniu w komorze klimatycznej z lampą ksenonową nie zaobserwowano zmian na próbkach, które były umieszczone w środowisku VCI 105 i VCI 126. Badane, migrujące inhibitory

korozji znacznie poźółkły na podłożach szklanych i ligninie, a mniej na gipsie. Wyjątek stanowi MCI 2000, którego zmiany na podłożu szklanym i gipsowym były nieznaczne (il. 10).

9. Badanie porównawcze oporu przedarcia papieru w poprzek włókien, pokrytego preparatami – przed i po starzeniu w komorze klimatycznej. Rys. M. Matuszczyk.

9. Comparative study of the resistance to tearing paper across the fibres, covered with inhibitors – prior to and after aging in a climatic chamber. Design: M. Matuszczyk.



Na podstawie przytoczonych wniosków zalecowano, że badaniom skuteczności w powstrzymaniu korozji materiałów stalowych wewnątrz podkładów malarskich poddane zostaną: MCI 2000, VCI 105 i VCI 126. Po badaniu w komorze klimatycznej ze zmienną wilgotnością i temperaturą stwierdzono, że jedynie MCI 2000 zabezpiecza przed korozją siatkę stalową, do której przyklejono żywicą poliestrową ligninę. Nie uzyskano pozytywnych efektów przy użyciu VCI 105 i VCI 126 (il. 11). W przypadku próbek gipsowych zbrojonych stalową siatką stal przed dalszą korozją nieznacznie zabezpieczał MCI 2000. Uzyskane wyniki powinny zostać poddane weryfikacji. Zapewni ją badanie, mające na celu obliczenie średnich wartości gęstości prądu korozyjnego, potencjału korozyjnego i skuteczności ochrony antykorozyjnej, szybkości korozji, na podstawie krzywych polaryzacji dla badanych preparatów³³.

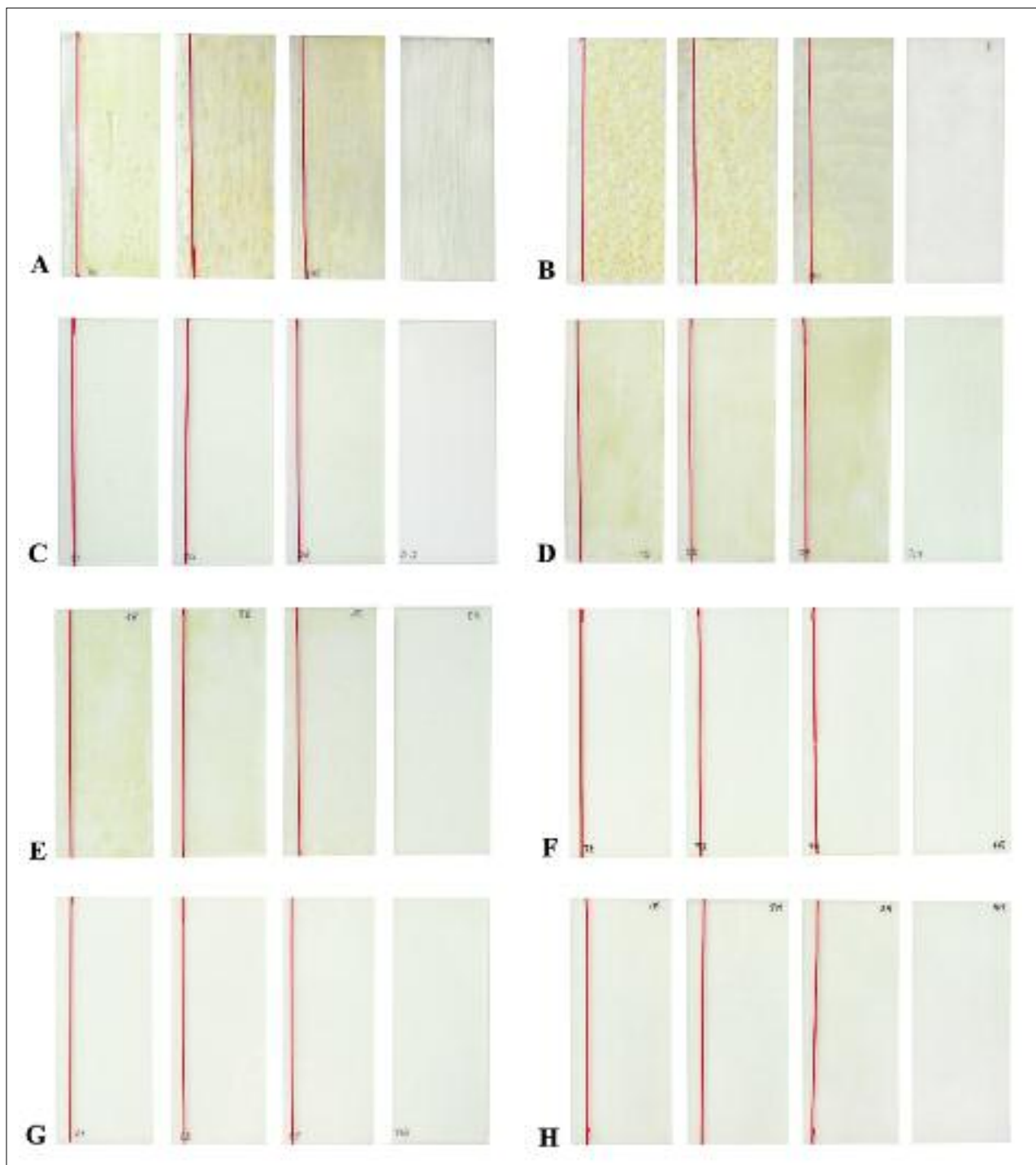
Wnioski końcowe

- Migrujące inhibitory korozji: MCI 2020, MCI 2000, MuCIS mia 200, MuCIS ad 19 L oraz Sika FerroGard 903 nie mogą być zastosowane do konserwacji wybranych obrazów współczesnych z elementami metalowymi w podłożu. Inhibitory te zółkną, niszczą ligninę, zmieniają charakter powierzchni gipsowych już po dwukrotnym naniesieniu na ich powierzchnię. MCI 2000 nie zabezpiecza przed korozją stali pokrytej gipsem, stanowi jednak dobre zabezpieczenie siatki stalowej, do której przyklejono ligninę żywicą poliestrową.
- Lotne inhibitory korozji VCI 105 i VCI 126 nie niszczą gipsu i papieru. Inhibitory te jednak nie

zabezpieczają przed korozją siatki stalowej znajdującej się wewnątrz gipsu, jak również nie zabezpieczają takiej siatki, która zasłonięta jest ligniną przyklejoną do niej żywicą poliestrową.

- Migrujące inhibitory korozji MCI stosowane są w budownictwie do różnego typu obiektów żelbetonowych, dlatego należy kontynuować badania nad możliwością użycia ich do konserwacji obiektów zabytkowych wykonanych z tego materiału (np. rzeźb, płyt nagrobnych, budowli).
- Do zabezpieczenia obrazów współczesnych z elementami metalowymi w podobrazii można użyć metod nieingerujących w dzieło sztuki. Polegają one na obniżeniu wilgotności względnej w pomieszczeniu lub umieszczeniu obiektu w szczelnych gablotach lub workach z folii polietylenowej z żelazem krzemionkowym zawierającym indykator wilgoci, co umożliwi uzyskanie wilgotności względnej w granicach 40-45%, w której korozja nie postępuje.

Dr Michał Matuszczyk jest absolwentem konserwacji i restauracji dzieł sztuki na Wydziale Sztuk Pięknych UMK w Toruniu (praca magisterska nt. „Retusze na malowidłach ściennych z wykorzystaniem wybranych spoiw akrylowych”, pod kierunkiem prof. dr Marii Roznerskiej i mgr Ewy Roznerskiej-Świerczewskiej; praca dyplomowa nt.: „Konserwacja manierystycznego obrazu epitafulnego *Wniebowstąpienie* wraz z obramieniem z Królewca”, pod kierunkiem prof. dr Marii Roznerskiej, mgr. Dariusza Markowskiego i mgr Katarzyny Wantuch). Od 1998 r. jest pracownikiem Akademii Sztuk Pięknych we Wrocławiu; od 2005 r. – w Katedrze Restauracji i Rekonstrukcji Ceramiki i Szkła na tej uczelni.

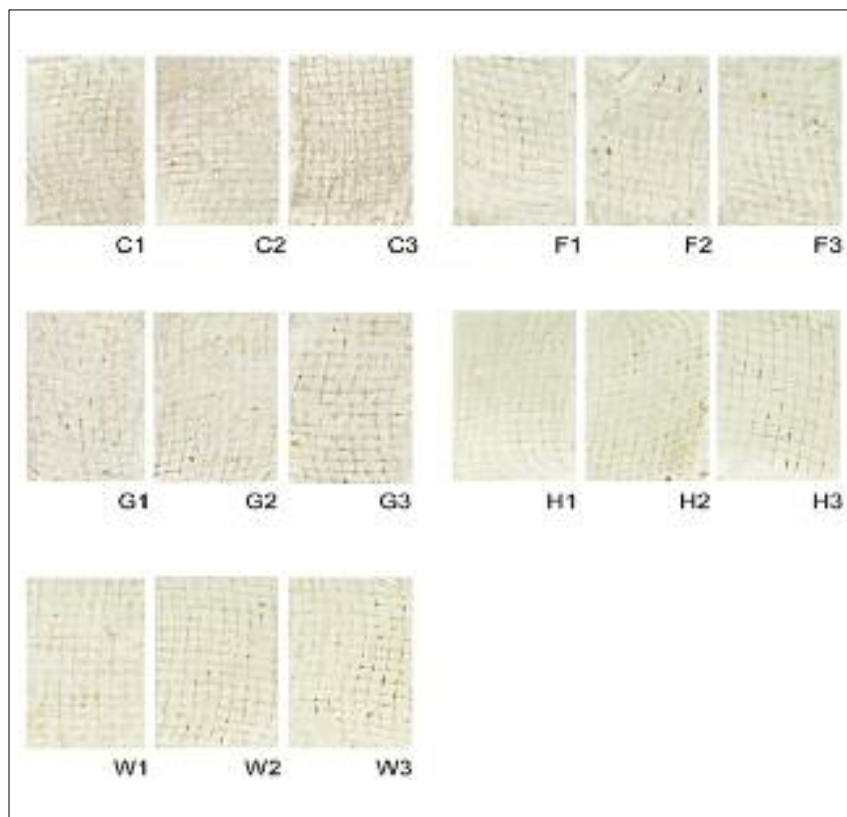


10. Odporność badanych substancji na płytkach szklanych po przyspieszonym starzeniu w komorze z lampą ksenonową. Fotografia w świetle rozproszonym. Oznaczenia: A – MCI 2020 firmy Cotrec Corporation, USA; B – Sika FerroGard 903 firmy Sika, Szwajcaria; C – MCI 2000 firmy Cotrec Corporation, USA; D – MuCIS mia 200 firmy Tecnochem Italiana S.r.l, Włochy; E – MuCIS ad 19 L firmy Tecnochem Italiana S.r.l, Włochy; F – VCI 126 firmy Cortec Corporation, USA; G – VCI 105 firmy Cortec Corporation, USA; H – „Ormocer”, produkt w fazie badań na bazie Paraloidu B-72 i silanów, Instytut Silicatforschung, Wurzburg, Bronnbach, Niemcy. Badanie wykonano w trzech powtórzeniach. Obok każdego zestawu znajduje się próbka kontrolna. Fot C. Chwiszczuk.

10. Resilience of studied substances on glass plates after accelerated aging in a chamber with a xenon lamp. Photograph in diffused light. A – MCI 2020 Cotrec Corporation, USA; B – Sika FerroGard 903 Sika, Switzerland; C – MCI 2000 Cotrec Corporation, USA; D – MuCIS mia 200 Tecnochem Italiana S.r.l, Italy; E – MuCIS ad 19 L Tecnochem Italiana S.r.l, Italy; F – VCI 126 Cortec Corporation, USA; G – VCI 105 Cortec Corporation, USA; H – “Ormocer”, product tested upon the basis of Paraloid B-72 and silanes, Institute Silicatforschung, Wurzburg, Bronnbach, Germany. Study repeated thrice. Each set is accompanied by a trial sample. Photo: C. Chwiszczuk.

11. Obserwacja powstałych zmian w trakcie starzenia w komorze ze zmienną temperaturą i wilgotnością na powierzchni próbek z ligniny przyklejonych żywicą poliestrową do siatki stalowej i zabezpieczonych przed korozją badanymi środkami. Fotografia w świetle rozproszonym. Oznaczenia: C1-C3 – MCI 2000 firmy Cortec Corporation, USA; F1-F3 – VCI 105 firmy Cortec Corporation, USA; G1-G3 – VCI 126 firmy Cortec Corporation, USA; H1-H3 – „Ormocer”, Instytut Silicatiforschung, Wurzburg, Bronnbach, Niemcy; W1-W3 – próbki kontrolne. Fot. C. Chwiszczuk.

11. Observation of resultant changes in the course of aging in a chamber with varying temperature and humidity on the surface of celloctton samples glued with polyester resin to a metal net and protected against corrosion by means of the studied inhibitors Photograph in diffused light. C1-C3 – MCI 2000 Cortec Corporation, USA; F1-F3 – VCI 105 Cortec Corporation, USA; G1-G3 – VCI 126 Cortec Corporation, USA; H1-H3 – “Ormocer”, Institute Silicatiforschung, Wurzburg, Bronnbach, Germany; W1-W3 – control samples. Photo: C. Chwiszczuk.



Przypisy

1. P. Karaszkiwicz, *Korozja zabytków – konserwatorski punkt widzenia*, (w:) „Ochrona przed korozją”, nr 11, 2003, s. 15, a także: wywiad przeprowadzony przez M. Jądzińską i M. Matuszczyka z M. Kobzdej w 2001 r. (w:) *Zachować dla przyszłości – artyści warszawscy*, Warszawa 2003, publikacja w formie CD, projekt i realizacja prof. I. Szmelter i mgr M. Jądzińska; informacje uzyskane od J. Jarczewskiego, 2001.
2. Duża liczba obrazów ze skorodowanym podłożem metalowym znajduje się w kolekcji prywatnej Maryny Kobzdej. Przeprowadzono także ankietę w instytucjach muzealnych i konserwatorskich w kraju i na świecie.
3. P. Karaszkiwicz, *Korozja zabytków...*, s. 15-19.
4. Artykuł opracowany na podst. fragmentów pracy doktorskiej autora „Konserwacja malarstwa współczesnego z elementami metalowymi w podłożu”, napisanej pod kierunkiem dr. hab. Janusza Krausego, UMK, Toruń.
5. *Corrosion Protection Systems for reinforced concrete*, materiały informacyjne firmy Cortec Corporation, USA.
6. S. Bastian, M. Gruener, W. Tężycki, *MCI – nowa technika antykorozyjnego zabezpieczenia zbrojenia w żelbecie*, (w:) „Inżynieria i Budownictwo”, nr 1, 1999, s. 37 i n.; preparaty zgodne z normami Japanese Industrial Standard i ASTMG-109.
7. W. Laska, *FerroGard – nowa technologia ochrony stali zbrojeniowej*, (w:) „Przegląd Budowlany”, nr 1, 1997, s. 9.
8. Tamże, s. 10, (za:) M. MacDonald, *Evaluation of Sika FerroGard Corrosion Inhibitor*, 1996; Wolfseher und Partner AG (Szwajcaria), Sika FerroGard- Materialtechnologische Untersuchung, Szwajcaria 1997.
9. W. Laska, j.w., s. 10.
10. A. Stępniewska, *Migrujące inhibitory korozji (MCI) w zastosowaniu do zapraw elementów konstrukcji żelbetonowych*, praca dyplomowa pod kier. dr inż. W. Wydry, Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Wrocław 2001, s. 87; informacje od W. Tężyckiego, pracownika firmy OTiK Polska; produkty firmy Tecnochem Italiana S.r.l, Włochy.
11. C. Cook, A. Dietrich, D. Grattan, N. Adair, *Experiment with Aqueous Treatments for Waterlogged Wood-Metal Objects, Waterlogged Wood, Centre d'Etude et de Traitement des Bois Gorgés d'Eau*, France 1994, s. 147-159; C. Cook, *Test of Resins for the Treatment of Composite Objects*, ICOMM Committee for Conservation, Wet Organic Archeological Materials Working Group Newsletter, no. 14, 1986, s. 3-5; J. Argo, *The Treatment of Corrosion with Amines*, Conservation News, vol. 7, 1982, s. 7-9; E. N. Binnie, *Corrosion-Inhibiting Resins for Waterlogged Wood/Metal Composites: Evaluation of Samples Six Years after Treatment*, ICOM Committee for Conservation, Metal Working Group Newsletter, no. 6, 1991, s. 4-8; M. Gilberg, D. Grattan, D. Renie, *Treatment of Iron/Wood Composite Materials, Conservation of Wet Wood and Metal*, Western Australian Museum, Perth, Australia 1989, s. 265-268; L. S. Selwyn, D. A. Rennie-Bisaillon, N. E. Binnie, *Metal Corrosion Rates in Aqueous Treatments for Waterlogged Wood-Metal Composites*, Studies in Conservation, vol. 38, 1993, s. 180-197.

12. W. Laska, j.w., s. 40 (za:) M. Madaj, W. Riewiako, *Zastosowanie zapraw naprawczych zawierających inhibitory korozji MCI do remontowania wiaduktu*, (w:) „Drogownictwo”, nr 7, 2000.
13. Y. Kuznetsov, *Fundamental and practice of volatile corrosion inhibitors* (w:) „Ochrona przed korozją”, VI Ogólnopolska Konferencja Korozja 99, 22-25 VI 1999, Częstochowa 1999, s. 425.
14. Informacje własne uzyskane od dr. J. Iwanowa, Instytut Mechaniki Precyzyjnej, Warszawa.
15. J. Krause, *Problematyka technologiczno-warsztatowa, korozyjna i konserwatorska malarstwa m podłożu metalowym*, (w:) „Biuletyn Informacyjny Konserwatorów Dzieł Sztuki”, t. 13, nr 3-4, 2002, s. 43.
16. W. Bjegovic, B. Miksic, *MCI Protection of Concrete*, MP Materials Performance, 2001, s. 10.
17. A. Stępniewska, j.w., s. 47.
18. *Atest Higieniczny HK/W/0253/01/98*, Państwowy Zakład Higieny, Warszawa.
19. Podstawa: karta informacyjna produktu MCI-2020 firmy Cortec Corporation, USA. Badania gęstości i lepkości dynamicznej MCI z wykorzystaniem wiskozymetru Forda w temp. 20°C i przy wilg. wzgl. 50% przeprowadzono na Akademii Sztuk Pięknych we Wrocławiu. Szczegółowy opis badań znajduje się w pracy doktorskiej autora.
20. A. Stępniewska, j.w., s. 40.
21. W. Bjegovic, B. Miksic, j.w., s.10.
22. A. Stępniewska, j.w., s. 47.
23. Podstawa: karta informacyjna produktu MCI-2000 firmy Cortec Corporation, USA.
24. *Atest Higieniczny HK/B/1783/01/98*, Państwowy Zakład Higieny, Warszawa
25. S. Bastian, M. Gnener, W. Tężycki, j.w., s. 37, i n.; preparaty zgodne z normami Japanese Industrial Standard i ASTM-G-109.
26. Podstawa: karta informacyjna produktu MuCIS ad 19 L, Tecnochem Italiana S.r.l., Włochy.
27. Podstawa: Karta informacyjna produktu: Sika FerroGard 903, Środek do impregnacji betonu zawierający migrujące inhibitory korozji, Sika, Szwajcaria 2000.
28. Podstawa: karta informacyjna firmy Cortec Corporation, USA.
29. Badania porównawcze wykonano na Wydziale Budownictwa Politechniki Wrocławskiej na urządzeniu Hounsfield (Niemcy). Szczegółowy opis badania w pracy doktorskiej autora.
30. Badania porównawcze wykonano w Zakładzie Konserwacji Papieru i Skóry UMK w Toruniu na urządzeniu QC-1000 Materials Tester, Thwing-Albert Instrument Co., USA. Szczegółowy opis badania w pracy doktorskiej autora.
31. Badania porównawcze wykonano w Instytucie Elektrotechniki we Wrocławiu z wykorzystaniem komory starzeniowej z lampą ksenonową firmy Atlas Ci65, USA. Szczegółowy opis badania w pracy doktorskiej autora.
32. Badania porównawcze wykonano w Instytucie Elektrotechniki we Wrocławiu z wykorzystaniem komory starzeniowej ze zmienną temperaturą i wilgotnością: typ KPK 3626/51, Ilka Feutron Greiz, Niemcy. Szczegółowy opis badania w pracy doktorskiej autora.
33. M. Klekočar-Cipac, *Badanie porównawcze inhibitujących właściwości związków organicznych w modelowej cieczy porowej*, (w:) „Ochrona przed korozją”, nr 3, 2003, s. 97.

SELECTED MIGRATORY AND VAPOUR CORROSION INHIBITORS IN THE CONSERVATION AND RESTORATION OF CONTEMPORARY PAINTINGS WITH METAL ELEMENTS

The article discusses five selected migratory corrosion inhibitors (MCI) and, by way of comparison, two vapour corrosion inhibitors (VCI), based on amine compounds. The titular inhibitors have been examined from the viewpoint of their possible application for the conservation and restoration of modern paintings whose authors (Aleksander Kobzdej, Bronisław Kierzkowski, Jacek Jarczewski) used corroding material in the underpainting (ungalvanised metal nets, steel elements). Such material – alongside assorted forms of damage (e.g. cracking, gaps, loosening) – has also produced rusty spots on the used paper or plaster.

The conducted comparative studies concern, i. a. the resistance of MCI and VCI to UV, the impact of the tested inhibitors upon paper and plaster, and the effectiveness of inhibitor protection against the corrosion of steel elements. Pertinent research has demonstrated that MCI and VCI cannot be used for the conservation of contemporary paintings containing plaster and paper, whose protection may involve methods consisting of lowering relative humidity in an interior or placing the paintings in air-tight containers with silica gel, thus making it possible to obtain humidity within the 40-45% range.