



1 Przykład zastosowania magnesu neodymowego przy zabiegach na zwojku pergaminu żydowskiego (z tefilin). Magnes uniemożliwia zwijanie się obiektu przy wykonywanych zabiegach

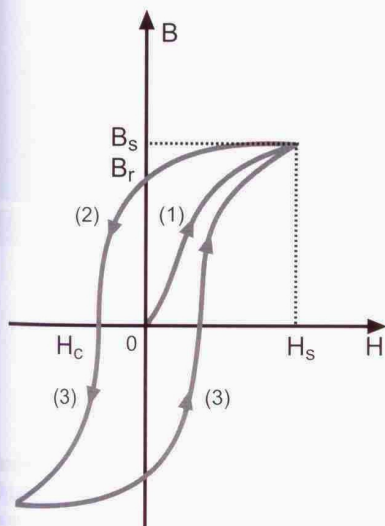
WYKORZYSTANIE MAGNESÓW TRWAŁYCH W ZABIEGACH KONSERWATORSKICH

TOMASZ I JOANNA KOZIELEC, ROBERT THEIS

Magnesy na tle klasycznych urządzeń stosowanych do obciążania miejscowego (kształtki kamienne i metalowe, ścisiki stolarskie), należą do przedmiotów o bardzo skutecznym, prostym i funkcjonalnym zastosowaniu. Magnesy trwale to takie, w których pole magnetyczne nie zanika po usunięciu zewnętrznego pola magnetycznego. Ich przeciwieństwo to elektromagnesy wymagające podłączenia do prądu w celu wytworzenia pola.

Magnesy trwale należą do grupy przedmiotów, które w ostatnich dziesiątkach lat znalazły duże zastosowanie. Są stosowane powszechnie w meblach, urządzeniach chłodniczych, twardej dyskach, w zabawkach, ozdobach przyczepianych na samochodach, tablicach ogłoszeń oraz wielu innych. Szeroki wybór magnesów, które mogą być wykorzystane w konserwacji mają w swojej ofercie profesjonalne firmy zajmujące się wyrobem różnego typu materiałów magnetycznych¹. W konserwa-

cji zabytków ich zastosowanie jest mało znane, być może ze względu na niewielkie rozpowszechnienie informacji na temat bardzo mocnych magnesów, jakimi są magnesy neodymowe. Ich nazwa pochodzi od pierwiastka neodymu (Nd) wchodzącego w skład materii magnesu. Neodym został odkryty w 1885 roku przez C.F. Auera von Welsbacha (Austria)²; same magnesy neodymowe posiadają jednak stosunkowo młodą historię. Do powszechnie nam znanych magnesów należą magnesy ferrytowe



rysunek 1

Pętla histerezy

dwóch magnesów (na przykładzie magnesów neodymowych spiekanych firmy „Enes”) o wymiarach około 4 cm x 4 cm x 1 cm, jest niezwykle trudne, a nawet może być niemożliwe.

Zanim omówione zostaną przykłady wykorzystania magnesów w pracowni konserwatorskiej konieczne jest wprowadzenie do magnetyzmu.

Wstęp teoretyczny do magnetyzmu ³

Własności magnetyczne substancji określane są na podstawie pomiarów namagnesowania M , które związane jest z natężeniem pola magnetycznego H i indukcją magnetyczną B relacjami:

$$M = \xi H$$

$$B = \mu_0 (H + M) = \mu_0 (1 + \xi)H = \mu_0 \mu H$$

gdzie:

- μ_0 jest przenikalnością magnetyczną próżni,
- μ jest względną przenikalnością substancji,
- ξ jest podatnością magnetyczną.

Namagnesowanie jest miarą uporządkowania momentów magnetycznych mikroobszarów zwanych domenami magnetycznymi. W większości materiałów momenty magnetyczne nie posiadają uporządkowania kierunkowego. Sytuacja zmienia się w obecności zewnętrznego pola magnetycznego. Pod jego wpływem momenty magnetyczne zmieniają swoją orientację na równoległą do pola zewnętrznego. W przypadku magnesów stałych interesujące są dwa przypadki zachowania się substancji w zewnętrznym polu magnetycznym. Pierwszym rodzajem substancji stosowanych powszechnie do produkcji magnesów są ferromagnetyki. Ferromagnetyki mogą wykazywać częściowe uporządkowanie momentów magnetycznych (uporządkowany magnetyzm spontaniczny) nawet w nieobecności zewnętrznego pola magnetycznego. Przyłożenie zewnętrznego pola magnetycznego zwiększa uporządkowanie domen. Ze wzrostem zewnętrznego pola rośnie uporządkowanie, a co za tym idzie rośnie wartość namagnesowania materiału. Przy pewnej wartości zewnętrznego pola magnetycznego H_s namagnesowanie osiąga wartość maksymalną. W idealnych warunkach wszystkie momenty magnetyczne miałyby ten sam kierunek i zwrot. Zachowanie się substancji w zewnętrznym polu magnetycznym opisuje funkcja $B(H)$, której wykres nazywany jest pętlą histerezy (rys. 1).

Pętlę histerezy można podzielić na trzy etapy oznaczone odpowiednio na rysunku przez 1, 2, 3:

- 1 – namagnesowanie pierwotne;
- 2 – krzywa odnamagnesowania;
- 3 – pełna pętla histerezy magnetycznej.

Namagnesowanie pierwotne opisuje zachowanie się

materiału podczas pierwszego namagnesowania. Wartość B_s indukcji magnetycznej określa maksymalne całkowite namagnesowanie, jakie można wytworzyć w danej substancji. Krzywa odnamagnesowania opisuje sytuację, w której zewnętrzne pole magnetyczne zmniejsza namagnesowanie materiału do zera. Wartość zewnętrznego pola magnetycznego H_c , dla którego namagnesowanie znika nazywa się natężeniem koercji. Punkty, w których pole zewnętrzne znika wyznaczają wartości remanencji B_r (pozostałość magnetyczna). W tych punktach dana substancja staje się magnesem trwałym. Drugim rodzajem materiałów, z których robi się magnesy trwałe są paramagnetyki. Paramagnetyki wykazują częściowe uporządkowanie momentów magnetycznych w zewnętrznym polu magnetycznym. Powszechnie stosowanymi pierwiastkami do produkcji takich magnesów są pierwiastki ziem rzadkich. Pierwiastki te występują w fazie stałej w postaci jonów o nie sparowanych elektronach, które można traktować jako pojedyncze momenty magnetyczne. Zewnętrzne pole magnetyczne powoduje częściowe uporządkowanie momentów magnetycznych poszczególnych jonów. W rezultacie tego otrzymujemy makroskopowe namagnesowanie materiału, które nie znika po wyłączeniu zewnętrznego pola.

Od magnesów stosowanych w konserwacji oczekujemy przede wszystkim trwałości ich wzajemnego oddziaływania. Magnesy stosowane, jako mechaniczne punkty podparcia powinny charakteryzować się dużą stabilnością remanencji, która decyduje o sile przyciągania się magnesów. Na stabilność magnetycznego podparcia główny wpływ mają dwa czynniki. Pierwszym z nich są zewnętrzne pola magnetyczne. Zgodnie z wykresem pętli histerezy dla każdego magnesu istnieje pole magnetyczne koercji, które powoduje zanik namagnesowania. W efekcie działania takiego pola magnetyczny punkt podparcia przestanie spełniać swoją funkcję. Drugim czynnikiem wpływającym na obniżenie wartości indukcji B_r jest temperatura. Wzrost temperatury powoduje zwiększenie nie uporządkowania poszczególnych momentów magnetycznych, a co za tym idzie zmniejszenie namagnesowania substancji.

Ostatnim aspektem, jaki należy przeanalizować jest wpływ pól magnetycznych na konserwowane materiały. Z substancji organicznych, jako przykłady można wymienić materiały celulozowe i białkowe. W przypadku papieru mamy do czynienia z celulozą – podstawowym składnikiem papieru, w przypadku skóry garbowanej czy pergaminu z kolagenem – jako główną substancją tworzącą strukturę tych materiałów. Trwałość związków chemicznych zależy przede wszystkim od siły wiązań, jakie występują pomiędzy atomami lub ich

o kolorze czarno-szarym. Postrzegamy je jako magnesy stosunkowo słabe, ponieważ pozbawiony dodatkowych blaszek magnes (np. w wyniku jego zdemontowania) traci znacznie swoją moc przyciągania. Jest to wynik zmniejszenia się obszaru pola magnetycznego, gdyż magnes indukuje pole właśnie w przylegających metalowych blaszkach. W przeciwieństwie do nich magnesy neodymowe należą do grupy magnesów o bardzo dużej mocy przyciągania – do tego stopnia, iż rozdzielenie od siebie rękoma



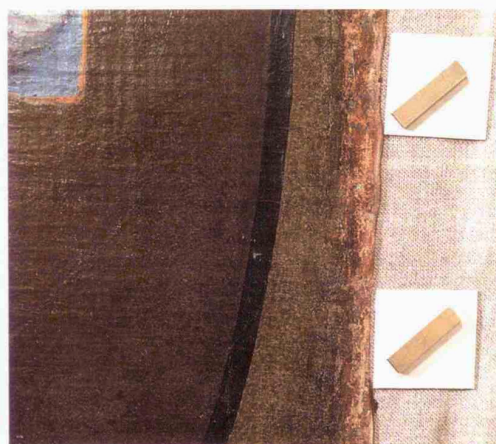
2 *Fragment obrazu olejnego z II wojny światowej. Użycie magnesów neodymowych przy sklejeniu odpajających się warstw powierzchniowych sklejk*



3 *Magnesy zastosowane podczas sklejenia przedartych fragmentów współcześnie wykonanego wachlarza*



4 *Zastosowanie magnesu podczas oczyszczania chemicznego ramy. Prosty układ ściskający pozwala na ściślejsze przyleganie nasączonej rozpuszczalnikiem ligniny (+ folia) do zanieczyszczonego fragmentu powierzchni ramy*



5 *Przykład zastosowania magnesów neodymowych przy zabiegu wykonywania retuszy na malowidle olejnym na płótnie. Magnesy zamocowane na krajkach uniemożliwiają falowanie się obrazu*

grupami. Oddziaływanie, które powoduje powstawanie wiązań chemicznych, ma charakter elektryczny, dlatego pole magnetyczne bardzo słabo wpływa na wiązania chemiczne, co czyni je niegroźnymi dla większości substancji chemicznych. Dotychczasowe badania nie wykazały istotnego wpływu pól magnetycznych na związki organiczne⁴. Poza tym pola, jakie występują w zastosowanych tutaj magnesach, osiągają maksymalnie wartości około 1T⁵. Takie pola uważa się za słabe.

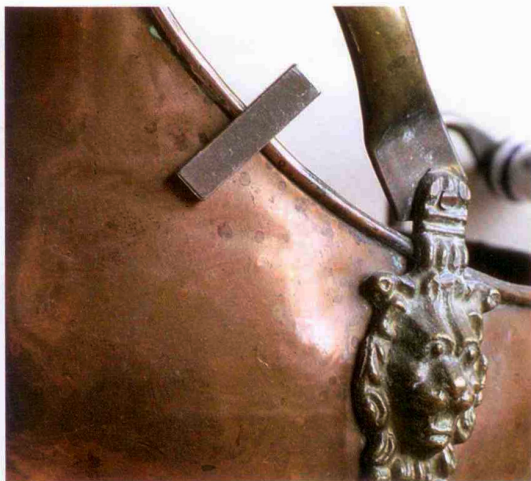
Praktyczne wykorzystanie magnesów

Do pracowni konserwacji zabytków trafiają obiekty o różnej budowie i różnym stanie zachowania. Są to obiekty biblioteczne, archiwalne, muzealne itp. pochodzące z różnych stuleci, a nawet przywożone bezpośrednio z wykopalisk archeologicznych. Znaczną grupę materiałów, z których wykonane są obiekty zabytkowe, stanowią materiały celulozowe (tkaniny, papiery) czy białkowe (skóry garbowane różnymi metodami, pergaminy, skóry myśliwskie, itp.). Zastosowanie magnesów w tych dwóch rodzajach materiałów opisano w innej publikacji⁶. Magnesy dobrze sprawdzają się w konserwacji malarstwa sztalugowego, rzeźb drewnianych oraz wielu innych materiałach o niewielkiej grubości warstw, albowiem magnesy jako mocne układy ściskające najlepiej sprawdzają się w układzie ściskającym. Słabszą siłę ściskającą otrzymujemy przy zestawieniu magnesu z blachą jako

podkładem – zwłaszcza im mniej jest w niej żelaza np. stal nierdzewna. Nie tylko blacha może służyć jako przyciągany podkład, ale także rozmaite materiały magnetyczne w postaci arkuszy czy rolek. Poniżej przedstawiono wybrane przykłady zastosowania magnesów w konserwacji zabytków. Wykorzystanie magnesów na tej płaszczyźnie może być bardzo szerokie i zależy w znacznym stopniu od pomysłowości i wyobraźni konserwatora. Poniższe przykłady są jedynie małą wskazówką możliwości rozmaitego ich wykorzystania. Magnesy mogą być stosowane zarówno w pracach o charakterze reperacyjnym przy obiektach zupełnie nowych, wytwarzanych komercyjnie jak i zabytkowych, historycznych, w tym nawet o bardzo zniszczonej i wrażliwej na działanie czynników mechanicznych strukturze.

Magnesy jako układy obciążające / ściskające (fot. 1-5)

Podczas prowadzenia prac konserwatorskich zamiast obciążać obiekt obciążnikami kamiennymi (np. marmur, bazalt) czy metalowymi (np. sztabki, pocięte szyny) można wykorzystać siłę ściskania poprzez wzajemne przyciąganie się dwóch magnesów, pomiędzy którymi umieszczamy warstwę obiektu, aby ją skleić, wyprostować zniekształcenia, wkleić łatki itp. Powinno się stosować pomiędzy magnesem a zabytkiem podkładki. Ścisła stolarskie często stosowane przy klejeniu np. drewna nie są w stanie dosięgnąć miejsc bliższych środka obiektu, zwłaszcza dużego. Przykładem, w którym można napotkać utrudnienia przy stosowaniu ściszków mogą być meble z intarsjami, gdzie konieczne jest uzupełnienie ubytków w intarsjach i konieczny jest znaczny nacisk dla skutecznego sklejenia uzupełnień z podłożem. O podjęciu decyzji użycia magnesów mogą zdecydować także względy praktyczne. Nawet jeśli ściskany obszar z wykorzystaniem ścisku jest dla niego dostępny,



6 *Magnes, jako wskaźnik elementu żelaznego skrytego pod powłoką szlachetnych warstw metali*



7 *Wykrycie w obiekcie inne żelazne elementy*

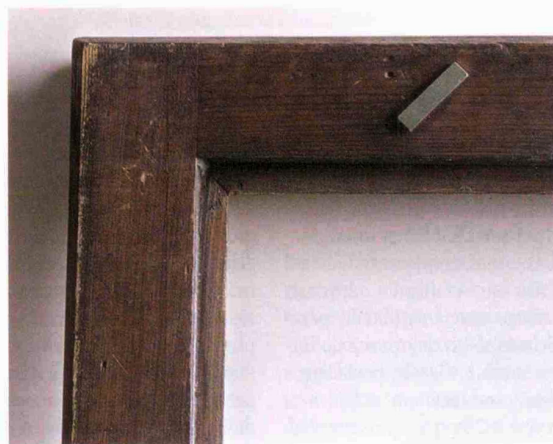
magnesy ze względu na niewielkie wymiary, a przede wszystkim płaskość są idealne, aby nie przeszkadzać w dalszej pracy przy obiekcie. Chcąc wykorzystać siłę magnesów można zastosować następujące warianty:

- a) układ magnes-magnes (stronami przyciągającymi się – największa siła),
- b) układ magnes-żelazo (mniejsza siła),
- c) układ magnes-magnes (ułożone w kierunku odpychającym się).

Jedną z największych zalet mocnych magnesów jest duża siła nacisku na niewielką powierzchnię. W przypadku stosowania klasycznych przedmiotów do obciążania np. kształtek kamiennych uzyskuje się stosunkowo mały nacisk na 1 cm² warstwy. Na przykład kształtka wielkości 10 x 10 x 10 cm o masie 1200 g spowoduje nacisk na 1 cm² równy 120g/cm². Układ dwóch magnesów neodymowych daje nieporównywalnie większy nacisk.

Używając magnesów do prac przy obiekcie zabytkowym, trzeba pamiętać o trzech podstawowych sprawach: dobranie siły magnesów w zależności do stanu zachowania obiektu i rodzaju materiałów, jakie go tworzą; magnesy nie mogą szkodzić obiektowi w bezpośrednim kontakcie, gdy obecna jest wilgoć (istnieje niebezpieczeństwo korozji magnesu; między magnesem a obiektem najbezpieczniej jest stosować podkładki, zwłaszcza, gdy magnes będzie przylegał do powierzchni obiektu przez dłuższy czas. Koniecznie należy stosować podkładki na obszarze warstwy malarskiej, nadruku i in. Nie muszą one być wykonane z tektury introligatorskiej czy pleksi, można zastosować całe spektrum tworzyw sztucznych o strukturze miękkiej, elastycznej, dopasowujących się niemal idealnie do struktury konserwowanej powierzchni.

Przy wykorzystaniu układu magnes-magnes trzeba pamiętać, że w przypadku magnesów większych, ze względu na ich dużą moc przyciągania, mogą wystąpić problemy w ich rozdzieleniu, co zwięk-



8 *Wykrycie za pomocą magnesu obecności pozostającego w ramie elementu żelaznego*

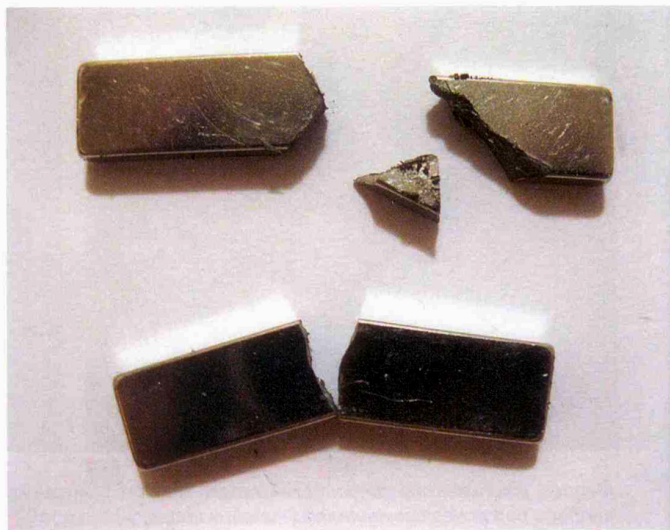


9 *Powierzchnia magnesu po usunięciu rdzy i drobinek żelaza z powierzchni drewnianej*



Przykład taśmy magnetycznej niewłaściwej do stosowania przy ekspozycji. Widoczne są ślady na podłożu papierowym spowodowane pocieraniem taśmą

10



Przykłady połamanych spiekanych magnesów neodymowych (efekt zderzenia jednego o drugi)

11

szyc może ryzyko uszkodzenia obiektu. Z kolei magnesy w tym układzie dają możliwość bardzo mocnego nacisku na niewielkie fragmenty obiektu, jeśli zastosujemy duży magnes jako podkład i magnes nawet bardzo małych rozmiarów (kilku-milimetrowy) na powierzchni obiektu. W niektórych przypadkach można wykorzystać taki układ magnesów, aby one wzajemnie odpychały się. Przykładem takiego użycia są obiekty przestrzenne, których ścianki uległy deformacji do formy przypominającej menisk wklęsły, posiadające niewielkie przestrzenie, szczeliny.

Magnesy jako proste wskaźniki elementów żelaznych oraz elementy służące do oczyszczania (fot. 6-9)

W obiektach zabytkowych można spotkać elementy metalowe, które nierzadko są skryte w strukturze zabytku. Zdjęcia rentgenograficzne są oczywiście najlepszym sposobem na ich zlokalizowanie oraz rozpoznanie kształtu i struktury. Mogą to być np. pozostawione w krośnie gwoździe, trzpienie itp. elementy. Może jednak zaistnieć problem z transportem większych zabytków do pracowni RTG, a w przypadku obiektów zamontowanych na stałe, nieruchomych jest to mało prawdopodobne a czasem niemożliwe. Większe magnesy neodymowe są w stanie wykryć nawet stosunkowo cienkie elementy żelazne, gdyż ich pole magnetyczne przenika przez stosunkowo grubą warstwę. Zastosowanie magnesów obok klasycznych wykrywaczy metali jest sposobem prostym i bardzo praktycznym. Magnesy są także najprostszymi urządzeniami do odróżniania żelaza od innych metali (i stopów) lub wykrycia jego obecności w postaci metalu powleczonego szlachetniejszą ochronną powłoką antykorozyjną i/lub ozdobną. Magnesy nadają się do

usuwania drobinek żelaza, powstałych po usuwaniu metalowych, skorodowanych części, czy też oczyszczaniu powierzchniowym z rdzy (po uprzednim działaniu mechanicznym). Najłatwiej usuwa się je z takich materiałów jak drewno, papier, płótno (itd.), gorzej natomiast z elementów żelaznych, ponieważ zbliżenie magnesu powoduje indukcję pola magnetycznego i drobinki nie chcą się odrywać od powierzchni żelaza, które w tym przypadku działa jak magnes.

Chociaż drobinki rdzy i żelaza są łatwo i najskuteczniej usuwalne za pomocą odkurzaczy, istnieje niebezpieczeństwo uszkodzenia oczyszczanych warstw poprzez mocny ciąg powietrza; a drobinki nieusunięte, potrafią (jak wiadomo) łatwo skorodować pod wpływem wilgoci i zaszkodzić innym warstwom obiektu, niszcząc je pod względem fizyko-chemicznym. Rozwiązanie może tkwić w zastosowaniu magnesów. Drobne, ale mocne magnesy przymocowane jako końcówka do cienkiego, sztywnego pacyzka lub elastycznej kształtki stwarzają możliwość wsunięcia magnesu w otwory i szczeliny nawet trudno dostępne do spenetrowania. W przypadku dużej ilości usuwanych drobinek żelaza z obiektu bardzo praktyczne jest przymocowanie magnesu do białej płytki (np. pleksi) o większych wymiarach. Stworzenie takiej dodatkowej powłoki ułatwi szybkie usunięcie tych drobinek z warstwy oddzielającej magnesy.

Fotografowanie i ekspozowanie obiektów zabytkowych

Obiekty po konserwacji trafiają często na wystawy lub są ekspozowane w gablotach muzealnych. W salach wystawowych, co prawda powinny być stworzone odpowiednie warunki klimatyczne, ale nie rzadko tak nie jest. Skutkiem niewłaściwych

warunków przechowywania obiektów (zbyt suche-go lub zbyt wilgotnego powietrza oraz obniżenia lub podwyższenia temperatury) mogą być zmiany strukturalne niektórych materiałów. Do takich materiałów należy m.in. pergamin bardzo wrażliwy na wilgoć (falowanie). Niektóre materiały mają tendencję do zwijania się ze względu na strukturę materiału lub budowę obiektu. Odpowiednio dobrane pod względem kolorystycznym powłoki magnesów mogą być prawie niedostrzegalne w porównaniu z kolorystyką ekspozowanego obiektu. Ogólnie, magnesy w powłoce uszlachetniającej dają się łatwo pokrywać farbami stosowanymi w lakiernictwie, farbami akrylowymi itp. Ponadto różnorodny asortyment magnesów (jak chodzi o wielkość i moc) sprawi, że mogą być dopasowane do różnych partii obiektu. Magnesy przychodzą tutaj z pomocą w postaci „klamerek” dających możliwość przymocowania obiektu do różnego typu podłoża, ponadto umożliwiają odpowiednie uformowanie/ulożenie obiektu. Stosować można także taśmy magnetyczne. Mogą być stosowane tylko te taśmy, które nie stwarzają zagrożenia porysowania, zabrudzenia obiektu, jak na prezentowanym przykładzie (fot. 10). Odpowiednio dobrane, elastyczne taśmy mogą być dowolnie wyginane i docinane do różnego,żądanego kształtu, w zależności od potrzeb ekspozycyjnych. Na rynku dostępne są nie tylko taśmy magnetyczne, ale także arkusze a nawet rolki. Występuje ich bardzo duży asortyment pod względem formatów, grubości (np. 0,01 mm) i budowy, np. arkusze magnetyczne z powłoką samoprzylepną.

Podczas wykonywania fotografii dokumentacyjnej obiektów o złożonej budowie, czy też trudnych w rozłożeniu (np. obiekty zrolowane, zamykające się książki) można zastosować w praktyce jako



Przykład intensywnego, obfitego przyciągania przez magnes neodymowy pigmentu zawierającego żelazo (czerwień żelazowa)

12

tyczasowe przedmioty ściskające np.: szklane bagietki, szkiełka przedmiotowe, a także żyłki (owinięcie). Tutaj także przydatne mogą się okazać magnesy sztabkowe.

Wady stosowania magnesów

Jak każda metoda, narzędzie czy urządzenie stosowane w konserwacji zabytków również i magnesy posiadają pewne ograniczenia a nawet wady. Wszystko jednak zależy od ich właściwego użytkowania. Magnesy neodymowe mocno przyciągają wyroby żelazne, a jeszcze bardziej siebie nawzajem. Poniżej przedstawiono przykład magnesów neodymowych spiekanych, które w wyniku niekontrolowanego zderzenia się ze sobą uległy polamani (fot. 11). Kruchłość sztabek magnesów spiekanych jest właśnie jedną z wad. Poza tym pole magnetyczne przy bliskim kontakcie szkodzi sprzętom elektronicznym, a nieostrożne obchodzenie się z mocnymi, dużymi magnesami może spowodować przytraśnięcie palców. Nie zaleca się również dłuższego kontaktu magnesów z ciałem.

Ponadto pole magnetyczne nie pozostaje bez wpływu na pigmenty posiadające w swoim składzie żelazo. Obecnie wpływ na różne materiały i substancje jest przedmiotem szczególnych badań. Wyniki zostaną zaprezentowane w osobnej publikacji⁷. Problemy sprawiają przede wszystkim pigmenty o dużej zawartości żelaza, znajdujące się w postaci sypkiej. Dlatego też zastosowanie magnesów jest wykluczone w przypadku rysunków wykonanych techniką pastelową, gdyż może dojść nawet do całkowitego usunięcia pigmentu z podłoża (papierowego, pergaminowego i in.) lub częściowego usunięcia w przypadku, gdy powierzchnia rysunku została zabezpieczona fiksatywą, co czasem zdarza się w tego typu obiektach.



Powierzchnia magnesu neodymowego po kontakcie z pigmentem zawierającym żelazo

13

Inaczej przedstawia się sytuacja z warstwą malarską, którą tworzy mieszanina różnych farb – a więc kompozytowi zawierającego spoiwo. Częsteczki spoiwa mocno spajają ze sobą drobinki pigmentów (w tym żelazowych), chroniąc je przed „wyrwaniem” przez silne pole magnetyczne. W skrajnych przypadkach może się jednak zdarzyć, że warstwa malarska wyjątkowo i zbyt intensywnie pudrująca się, czy splekana na drobnitkie kawałeczki, posiadająca małą przyczepność do podłoża i dużą koncentrację pigmentu żelazowego, może zostać oderwana przez magnes. Dlatego też podczas prac konserwatorskich należy, jak zawsze, zachować ostrożność i trzymać się zasady ograniczonego zaufania do stosowanych narzędzi i metod konserwatorskich. Przy dłuższych zwłaszcza kontaktach magnesów z obszarem obiektów bez warstwy malarskiej, graficznej nie należy przykładać magnesów bezpośrednio, ale trzeba stosować podkładki tekturowe (lub z innego tworzywa). Podkładki te umożliwiają bez szkody dla obiektów oddzielenie magnesów od obiektu, także w przypadku warstw zniszczonych, o znacznej koncentracji pigmentów żelazowych. Nie wszystkie pigmenty żelazowe są w jednakowym stopniu przyciągane przez magnes. Zależy to od składu chemicznego pigmentu (fot. 12-13). Oczywiście żelazo nie jest jedynym pierwiastkiem występującym w pigmentach, na które wpływa pole magnetyczne.

Wybrane propozycje

- Magnesy trwałe mogą być wykorzystywane powszechnie jako przyrządy stosowane do obciążania/ściskania lokalnego poszczególnych fragmentów zabytku w momencie wykonywania prac konserwatorskich.

- Magnesy należy stosować z podkładkami oraz dostosować ich siłę do stanu zachowania zabytku.
- Istnieje konieczność zapoznania się z właściwościami poszczególnych rodzajów magnesów pod kątem właściwości obiektów zabytkowych.
- Magnesy, przede wszystkim z uwagi na obecność sypkich pigmentów żelazowych, należy stanowczo mocować na obiekcie w miejscu bez warstwy malarskiej (sypkiej, bardzo zniszczonej).
- Długotrwały (np. wieloletni) kontakt magnesów z obiektami może być dopuszczalny tylko wtedy, jeśli będzie monitorowany wpływ magnesów na dany materiał. Na przykład w przypadku zbyt silnego magnesu może dojść do wgniecenia i pozostawienia śladu w zabytku.

Przypisy

1. Np. firma „Dexter Magnetic Technologies”, <http://www.dextermag.com/> (dostęp: 07.11.2007, 08:15).
2. O. Vogt, Neodym, [w:] Encyklopedia szkolna. Chemia, (red.) A. Latusek, M. Steplewska, Kraków 2005, s. 305.
3. Ch. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, Warszawa 1999; D.J. Griffiths, Podstawy elektrodynamiki, Warszawa 2001; A.S. Chakravarty, The Magnetic Properties of Solids, London 1977.
4. A. Wolski, Tajemnice magnesów, <http://www.laboratoria.net/pl/modules.php?name=News&file=article&sid=1622> (dostęp: 07.11.2007, 18:04).
5. Firma „Enes”, <http://www.magnesy.pl/> (dostęp: 07.11.2007, 18:04).
6. T. Koziellec, Zastosowanie magnesów w konserwacji papieru i skóry. „Notes Konserwatorski”, nr 12, 2007, [w druku].
7. T. Koziellec, R. Theis, Trwałość magnesów i w pływ pola magnetycznego na niektóre substancje występujące w obiektach poddawanych zabiegom konserwatorskim [materiał w opracowaniu]. □