

**Władysław Wasiluk, Stefan
Owczarek, Leszek Czapski,
Krzysztof Maszewski**

**Stan zastosowań metod
elektroosmotycznego osuszania
obiektów zabytkowych w Polsce**

Ochrona Zabytków 38/1 (148), 55-61

1985

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

STAN ZASTOSOWAŃ METOD ELEKTROOSMOTYCZNEGO OSUSZANIA OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH W POLSCE

Jednym z podstawowych warunków użytkowania wewnątrz jest utrzymanie w pomieszczeniach odpowiedniego mikroklimatu, szczególnie zaś stałej temperatury i wilgotności. Ponieważ niektóre budynki nie mają izolacji poziomej, w naszych warunkach klimatycznych woda gruntowa może powodować znaczne zawilgocenie nie tylko fundamentów, lecz również ścian. Przez to pomieszczenia szczególnie dolnych kondygnacji stają się bardzo wilgotne. Poza szkodliwym działaniem wody na fundamenty i ściany powstaje równocześnie niebezpieczeństwo zagrzybienia budynku.

Wszelkie metody częściowo zapobiegające tym ujemnym zjawiskom są nie do przyjęcia i konieczne jest stosowanie takich, które całkowicie likwidowałyby zawilgocenie ścian.

Konieczność utrzymania budynków w należyłym stanie technicznym, a szczególnie budynków o dużej wartości zabytkowej, zmusza do stosowania wielu zabiegów konserwatorskich. Jednym z nich jest ochrona przed zawilgoceniem. W naszej strefie klimatycznej ma to specjalne znaczenie, ponieważ w niektórych porach roku występuje duża ilość opadów, w wyniku których następuje zawilgocenie przegród budowlanych, szczególnie intensywne w części piwnicznej, dochodzące nawet do piętra. Ocenia się, że większość budynków zabytkowych (80%) znajduje się z tego powodu w stanie nie nadającym się do użytkowania.

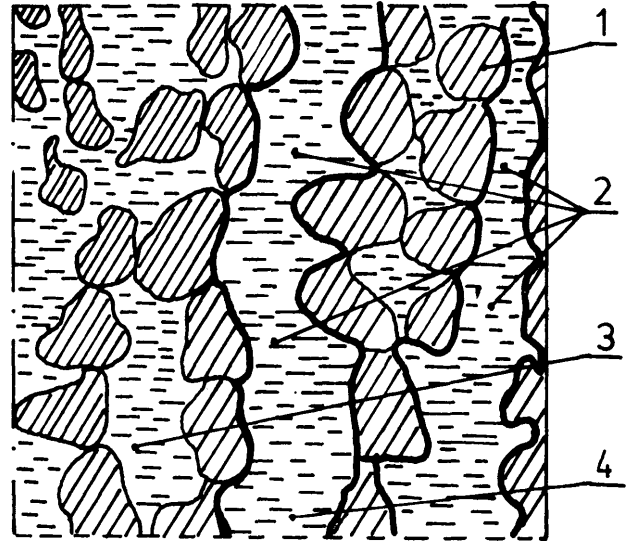
Mechanizm zawilgocenia ścian

Grunt z punktu widzenia omawianych metod można traktować jako ośrodek trzyczłonowy, składający się z fazy stałej – szkieletu gruntowego, ciekłej – wody gruntowej i gazowej – powietrza. Gdy wody gruntowe wypełniają całkowicie wolne przestrzenie między fazą stałą, wówczas staje się on dwufazowy.

Ze względu na występujące siły, na powierzchni cząstki gruntu może znajdować się woda związana z fazą stałą, tzw. woda higroskopijna i woda otaczająca poszczególne cząstki, związane z nimi bardzo dużymi siłami dochodzącymi do 2000 daN/cm²; występują one dzięki istnieniu silnych pól elektrycznych. Przy większej wilgotności tworzy się tzw. woda błonkowa, otaczająca wodę higroskopijną otoczkami. Jej siły wiązania są już dużo mniejsze i daje się łatwiej oddzielać np. przez podgrzanie.

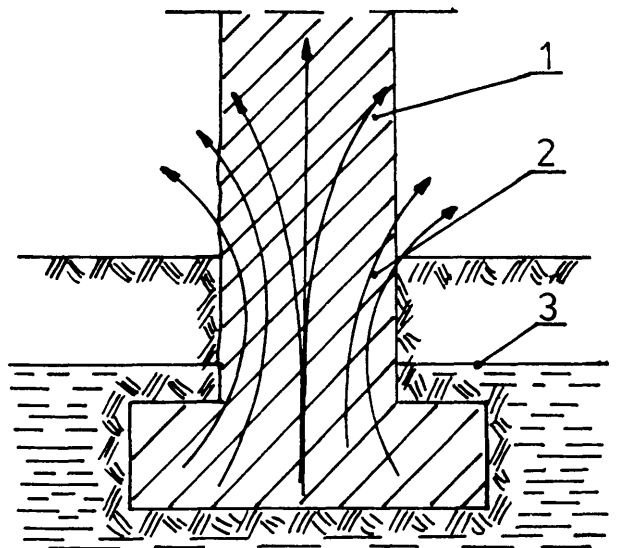
Poszczególne cząstki gruntu tworzą układy strukturalne, które można traktować jako kapilary (il. 1). Wypełniająca je woda, zwana kapilarną, jest podnoszona na znaczne wysokości dzięki działaniu sił kapilarnych.¹

Większe przestrzenie powietrzne między poszczególnymi cząstkami lub ich zespołami, w których już nie działają siły kapilarne, wypełnione są przez wodę grawitacyjną.



1. Kapilara w gruncie wypełniona wodą: 1 – faza stała (cząstka szkieletu gruntowego), 2 – kapilara w gruncie otwarta, 3 – kapilara w gruncie zamknięta, 4 – woda gruntowa

1. A capillary filled with water in the ground: 1 – solid phase (particle of a ground framework), 2 – an open capillary in the ground, 3 – a closed capillary in the ground, 4 – ground water



2. Sposoby rozmieszczenia wody w fundamencie: 1 – powierzchnia odparowania wody, 2 – przegroda budowlana, 3 – poziom wody gruntowej

2. Method of water distribution in the foundations: 1 – surface of water vaporization, 2 – constructional partition, 3 – level of ground water

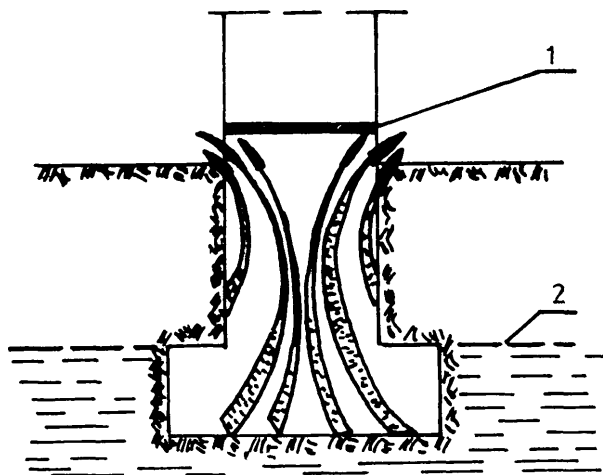
¹ W. Wasiluk, *Mikroskopowa metoda badania elektroosmotycznych własności*, Politechnika Warszawska, opracowanie monograficzne.

Te dwa ostatnie rodzaje wody – kapilarna i grawitacyjna – ze względu na niewielkie siły wiązania ich z fazą stałą gruntu łatwo przechodzą do ośrodków mniej wilgotnych, np. stykających się z nią murów. Większość bowiem elementów ściennych ma budowę porowatą w postaci sieci kanalików i powstaje tzw. podciśnienie kapilarne. Woda grawitacyjna i kapilarna zaczyna przedostawać się z gruntu np. do stopy fundamentowej; dzięki istniejącej wówczas różnicy ciśnień osmotycznych woda jest podciągana kapilarami do górnych części stopy (il. 2). Taki proces powoduje zawilgocenie ścian nawet do wysokości pierwszego piętra. Może być on przerwany przez zamknięcie kapilar, stosując nieporowate materiały, np. lepik, papę itp. (warstwa lepiku zamyka kapilary i zatrzymuje osmotyczne podciąganie wody – il. 3). W efekcie takiego zabiegu wilgotność przegród budowlanych w częściach będących powyżej „owej zapyry” maleje do wartości dopuszczalnych dla użytkowania budynku.

Istnieje również możliwość osuszania pomieszczeń przez ich ogrzewanie i intensywne wietrzenie. Ten sposób nie daje pożądanych efektów, gdyż na miejsce wody odparowanej pojawia się nowa woda, podciągnięta z dolnych partii muru na drodze osmotycznego działania. Intensywność zawilgocenia zależy w takich wypadkach przede wszystkim od struktury i rodzaju materiału przegrody budowlanej, jej grubości oraz wilgotności gruntu. Zawilgocenie osiąga swoje maksimum w środku przekroju przegrody, malejąc w kierunku obu zewnętrznych płaszczyzn – taki rozkład wynika z procesu odparowania. Na nierównomierność rozkładu największy wpływ ma temperatura otoczenia po obu stronach przegrody.

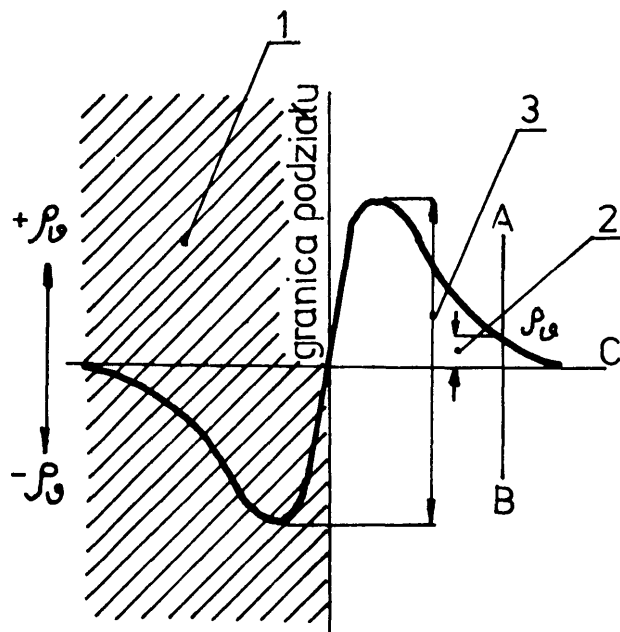
Mechanizm powstawania elektrycznej warstwy podwójnej przy osuszaniu budynku

Jak już wyżej wspomniano, większość elementów budowlanych ma strukturę porowatą z wieloma kanalikami, których niewielkie średnice pozwalają zaliczyć je do



3. Sposób przemieszczania się wody w wypadku istnienia izolacji poziomej: 1 – izolacja pozioma (warstwa lepiku), 2 – poziom wody gruntowej

3. The technique of water displacing in case of the existence of horizontal insulation: 1 – horizontal insulation (layer of pitch), 2 – level of ground water



4. Krzywa rozkładu ładunków na granicy podziału faz: woda – faza stała; 1 – faza stała, 2 – potencjał elektrokinetyczny, 3 – potencjał międzyfazowy

4. Charge distribution curve on the border of the division of phases: water – solid state; 1 – solid stage, 2 – electrokinetic potential, 3 – interphase potential

kapilar. Podciągana na drodze osmotycznego działania woda powoduje zjawiska, które dają efekt tzw. elektrokapilarności. Zetknięcie się w takim układzie faz, tj. materiału ściany z wodą, powoduje na ogół zmianę w rozkładzie ładunków elektrycznych w przylegających do siebie warstwach, znajdujących się po obu stronach granicy rozdziału. Wskutek tego pomiędzy fazami, tj. ścianką kapilary cegły i wody czy też zaprawy budowlanej, powstaje różnica potencjałów, zwana potencjałem międzyfazowym. W wyniku bezpośredniego kontaktu obu faz powstaje więc elektryczna warstwa podwójna.²

Tak wytworzona elektryczna warstwa podwójna ma po obu stronach granicy rozdziału wypadkowe ładunki elektryczne, z jednej strony o znaku dodatnim, a z drugiej – ujemnym. Zasięg warstwy podwójnej kończy się tam, gdzie potencjał międzyfazowy osiąga wartość zero, tj. gdzie potencjały chemiczne cząstek znajdujących się w strefie elektrycznej warstwy podwójnej stają się równe potencjałom chemicznym wewnątrz fazy.

Gouy i Champen podali krzywą rozkładu ładunków z uwzględnieniem udziału jonów jako istotnych ich nośników. Rozpatrując podział na granicy faz jako rezultat współdziałania sił elektrostatycznych z jednej strony i sił ruchu molekularno-cząsteczkowego z drugiej, można dojść do wniosku, że na granicy kapilary i wody ubytek jonów maleje wraz z odległością od niej według funkcji hyperbolicznej (il. 4).³

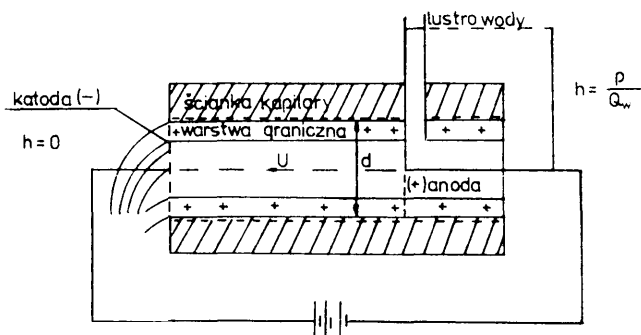
Smoluchowski i Freundlich wprowadzili pojęcie potencjału międzyfazowego. W zjawiskach elektrokinetycz-

² W. Wasiluk, Metoda określania rozkładu i szybkości elektroosmotycznego ruchu wody w ośrodkach niejednorodnych, Politechnika Warszawska, opracowanie monograficzne.
³ Ibidem.

nych bierze udział tylko nieliczna część ładunku, natomiast część ładunku zawarta między granicą podziału (faza stała – woda) i prostą AB (il. 4) nie bierze czynnego udziału, gdyż w tym przedziale wielkość sił wzajemnego oddziaływania ładunków w wodzie i ścianie kapilary nie pozwala na ich przesunięcie pod wpływem pola elektrycznego.⁴

Elektrokinetyczne zjawisko przy elektroosmotycznym osuszaniu budynków

Na podstawie wyżej podanego wyjaśnienia mechanizmu powstawania podwójnej warstwy elektrycznej, należy sprecyzować istotę ruchu wody pod wpływem przyłożonego z zewnątrz stałego pola elektrycznego. Przepływ wody powstaje na skutek istnienia nadmiaru jonów jednego znaku w zewnętrznej części warstwy dyfuzyjnej.



5. Ruch elektroosmotyczny wody

5. Electroosmotic movement of water

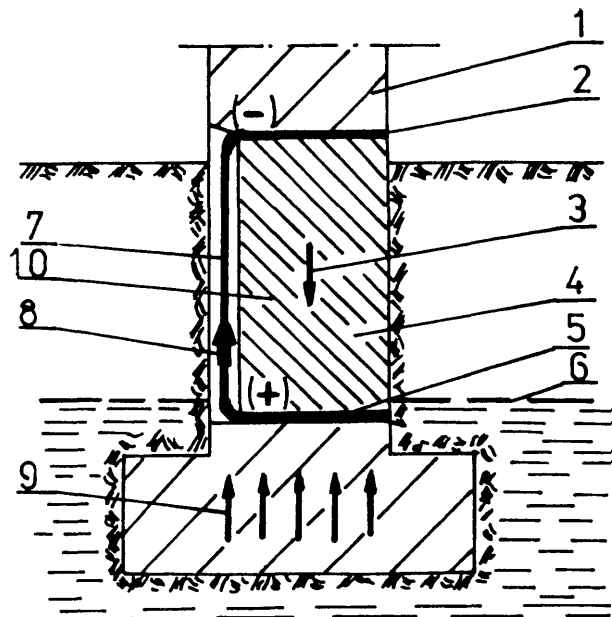
Przyłożenie pola elektrycznego do kapilary wypełnionej wodą (il. 5) powoduje przyciąganie jonów do bieguna o znaku przeciwnym. Im większy potencjał elektrokinetyczny, tym większa jest liczba nadmiaru jonów i tym intensywniejszy ruch wody. Z powyższego wynika wprost proporcjonalna zależność między objętością przemieszczonej wody a potencjałem elektrokinetycznym.

W wypadku, gdy potencjał elektrokinetyczny równa się zero, nie występuje elektrokapilarny ruch wody.

Na intensywność ruchu elektroosmotycznego mają wpływ takie czynniki, jak np. wysokość, na którą można podciągnąć wodę. Jest ona proporcjonalna do przyłożonej różnicy potencjałów, zaś dla zbioru kapilar o różnych promieniach jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu promienia. Zależność ta nie jest jednak całkowicie słuszna, ponieważ lepkość cieczy w kapilarach odbiega od lepkości cieczy swobodnej, a współczynnik filtracji poczyna maleć. Stała dielektryczna E, którą dla wody i jej roztworów przyjmuje się 81, na granicy podziału faz w elektrycznej warstwie podwójnej maleje nawet do 1.

Z powyższego widać, że rozwiązywanie zagadnień technicznych metod osuszania budynków w każdym wypadku wymaga kontynuowania badań teoretycznych, pozwalających na uzyskiwanie optymalnych rozwiązań.

⁴ K. Ritter, *Die elektroosmotische Mauerwerkstroekung* Bauzeitung, 11, 1965.



6. Jednometaliczna bierna metoda blokady przeciwzawilgoceniowej: 1 – obszar wysychania, 2 – elektrody górne ujemne, 3 – kierunek prądu w obwodzie elektrycznym wewnętrznym, 4 – specyficzne źródło prądu, 5 – elektrody dolne dodatnie, 6 – poziom wody gruntowej, 7 – przewód izolowany zawierający elektrody, 8 – kierunek prądu w obwodzie zewnętrznym, 9 – kierunek działania ciśnienia osmotycznego wody, 10 – międzyelektrodowa strefa blokady

6. Monometallic passive method of antihumidification: 1 – the area of drying-out, 2 – upper negative electrodes, 3 – direction of current in internal electric circuit, 4 – specific source of current, 5 – bottom positive electrodes, 6 – level of ground water, 7 – insulated conductor comprising electrodes, 8 – direction of current in external circuit, 9 – direction of the action of osmotic water pressure, 10 – interelectrode zone of blockade

Ocena stosowanych metod technicznych

Stosowane obecnie metody techniczne elektroosmotycznego osuszania budynków dają się podzielić na dwie zasadnicze grupy:

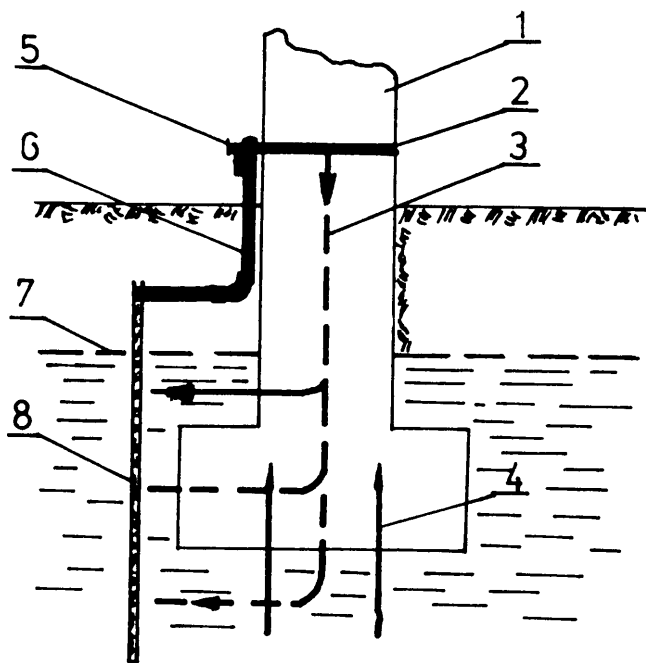
- metody bierne,
- metody czynne.

Każda z tych metod, poza odmiennością rozwiązań technicznych, charakteryzuje się również odrębnością swojej istoty, jak i skutecznością działania.⁵

Najczęściej stosowanymi metodami w grupie pierwszej są:

– Jednometaliczna bierna metoda blokady przeciwzawilgoceniowej (il. 6). Jej zasada działania opiera się na istnieniu różnicy potencjałów w poszczególnych punktach ściany, wskutek czego powstaje naturalne ogniwo o sile elektromotorycznej równej różnicy potencjałów elektrokinetycznych. Ponieważ wielkość siły elektromotorycznej tego specyficznego źródła prądu jest funkcją wilgotności w miarę ubytku wody siła ta szybko maleje, zmniejszając efekt działania. Metoda może działać niezbyt skutecznie, nie dając pożądanego efektu blokady. Jest ona zupełnie nieprzydatna w zakresie

⁵ O. M. Friedman, *Osuszanie kirpiernych stien po metodzie galwanoosmoze*, „Gords. Choz.”, 9, 1965.



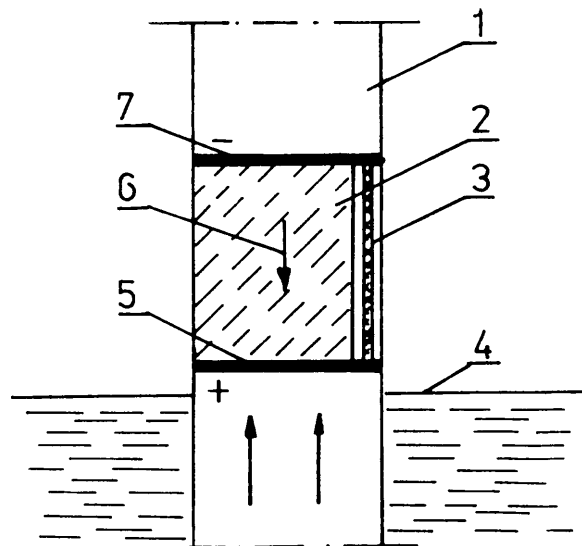
7. Jednometalliczna bierna metoda blokady przeciwzawilgoceniowej z elektrodą uziemiającą: 1 – obszar wysychania muru, 2 – elektroda górna, 3 – kierunek prądu w obwodzie wewnętrznym, 4 – kierunek ciśnienia kapilarnego, 5 – zacisk pomiarowy, 6 – izolowany przewód łączący, 7 – poziom wody gruntowej, 8 – elektroda uziemiająca

7. Monometallic passive method of antihumidification blockade with earthing electrode: 1 – the area of wall drying, 2 – upper electrode, 3 – direction of current in internal circuit, 4 – direction of capillary pressure, 5 – measurement clamp, 6 – insulated linking conductor, 7 – level of ground water, 8 – earthing electrode

osuszania. Na podstawie poczynionych obserwacji oceniamy metodę tę jako najmniej skuteczną, mogącą dać przeciwny efekt od spodziewanego, tzn. zamiast osuszenia może nastąpić wzrost wilgotności.

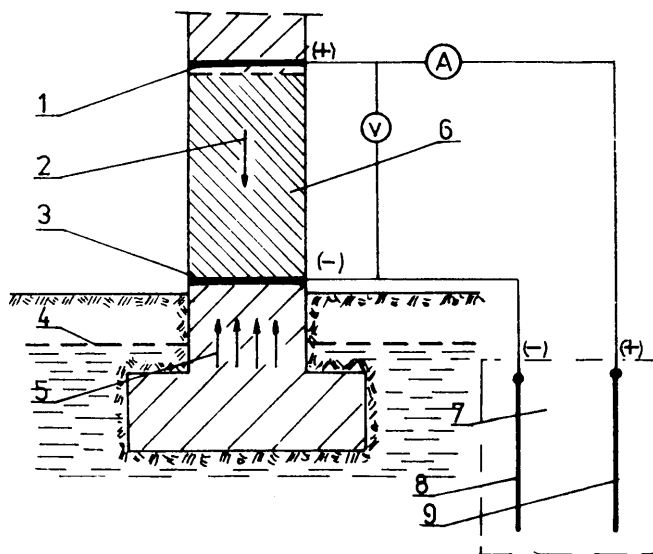
– Jednometalliczna bierna metoda blokady przeciwzawilgoceniowej (il. 7) z elektrodą uziemiającą. Metoda ta ma wszystkie wady metody opisanej uprzednio, jedynie przez zastosowanie elektrody uziemiającej daje większe różnice potencjałów, gdyż w tym wypadku siła elektromotoryczna w ten sposób utworzonego specyficznego źródła prądu równa jest potencjałowi górnej elektrody, a więc jest nieco większa od uzyskiwanej w tych samych warunkach od uprzednio opisanej. Metodę tę można stosować przy mniejszych kosztach montażowych, gdyż liczba elektrod w przegrodzie budowlanej jest o połowę mniejsza – zastąpione są elektrodami uziemiającymi.

– Dwumetalliczna, bierna metoda blokady przeciwzawilgoceniowej (il. 8). Można ją traktować jako pewną odmianę metod uprzednio opisanych, z tym że dzięki zastosowaniu na elektrody poszczególnych warstw dwu odpowiednich różnych metali siła elektromotoryczna takiego ogniwa jest większa. W takim układzie siła ta może osiągnąć wartość nawet w granicach do 2 V. Daje ona dużo większy efekt blokady. Metoda dwumetalliczna może być stosowana nie tylko do blokady przeciwzawilgoceniowej, ale i w niektórych układach nawet do suszenia. Jednak ma tę zasadniczą wadę, że



8. Dwumetalliczna bierna metoda blokady przeciwzawilgoceniowej: 1 – obszar wysychania muru, 2 – obszar elektroosmotycznego działania, 3 – przewód izolowany zwierający elektrody, 4 – poziom wody gruntowej, 5 – elektroda dolna aluminium, 6 – kierunek prądu w obwodzie wewnętrznym, 7 – elektroda górna stalowa

8. Bi-metallic passive method of antihumidification blockade: 1 – the area of wall drying, 2 – the area of electroosmotic action, 3 – insulated conductor comprising electrodes, 4 – level of ground water, 5 – bottom aluminium electrode, 6 – direction of current in external circuit, 7 – upper steel electrode



9. Jednometalliczna metoda redukcyjna z ogniwem naturalnym elektrochemicznym: 1 – elektrody górne, 2 – kierunek prądu i ruchu wody, 3 – elektrody dolne, 4 – poziom wody gruntowej, 5 – kierunek ciśnienia osmotycznego, 6 – obszar elektroosmotycznego suszenia muru, 7 – ogniwo naturalne elektrochemiczne, 8 – płyta cynkowa, 9 – płyta miedziana

9. Monometallic reduction method with a natural electrochemical cell: 1 – upper electrodes, 2 – direction of current and water movement, 3 – bottom electrodes, 4 – level of ground water, 5 – direction of osmotic pressure, 6 – area of electroosmotic wall drying, 7 – natural electrochemical cell, 8 – zinc plate, 9 – copper plate

elektrody ulegają szybkiemu zużyciu na skutek elektrokorozji oraz wymaga stosowania metali kolorowych (najczęściej aluminium).

Do najbardziej rozpowszechnionych metod czynnych należą:

– Jednometaliczna czynna metoda redukcyjna z ogniwem naturalnym (il. 9), w której, poza siłą elektromotoryczną istniejącą na skutek różnicy potencjałów wywołanych różnicą wilgotności przegrody, do elektrod podłączone jest ogniwo naturalne; elektrody tego ogniwa są wykonane z dwu różnych metali (najczęściej stosowana jest miedź i cynk) pograżonych w ziemi na głębokości wody gruntowej. Intensywność działania takiego ogniwa jest znaczna ze względu na jego dość dużą moc, zależną od powierzchni zakopanych (płyt) elektrod oraz liczby elektrod połączonych szeregowo i równolegle. Może więc ta metoda z powodzeniem spełniać funkcję metody blokującej i osuszającej. Ze względu jednak na znaczne wahania w poszczególnych porach roku poziomu wody gruntowej uważamy ją za niezbyt korzystną, a zarazem kłopotliwą w eksploatacji z powodu dość szybkiej elektrokorozji elektrod oraz ze względu na konieczność uzyskania odpowiednio dużego terenu dla zainstalowania tych naturalnych źródeł prądu, co w zwartych aglomeracjach miejskich często jest niemożliwe.

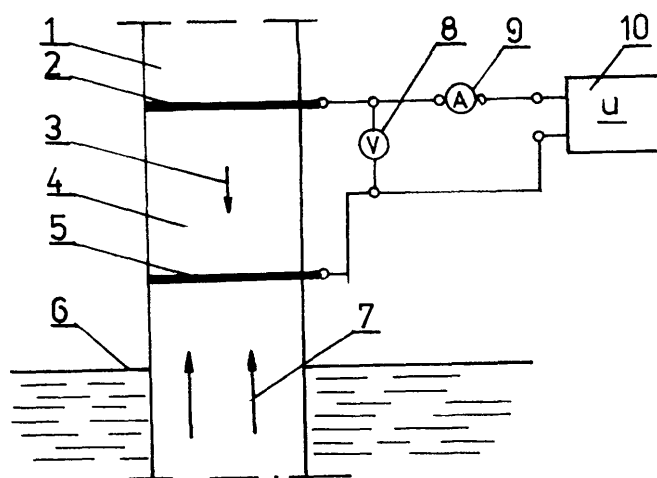
– Jednometaliczna czynna metoda redukcyjna zasilana ze źródła stałego prądu elektrycznego (il. 10). W istocie działania jest ona identyczna z wyżej opisaną, z tą różnicą, że elektrody są zasilane z oddzielnego źródła stałego prądu elektrycznego o możliwości regulacji w szerokim zakresie tak istotnych dla metody parametrów, jak: napięcie, moc oraz natężenie prądu. Ta ostatnia wielkość jest podstawowa dla efektywności suszenia i blokady przeciwwilgociowej. Koszty zużytej energii są niewielkie w stosunku do kosztów eksploatacji naturalnego źródła prądu poprzedniej metody. Ponieważ obecnie w kraju do wszystkich osiedli doprowadzona jest energia elektryczna, metoda wyżej opisana zasługuje w polskich warunkach na uwagę.

Uzasadnienie wyboru metody

Na podstawie analizy skuteczności działania części stosowanych metod jako najkorzystniejszą przyjęto jednometaliczną czynną metodę redukcyjną z zasilaniem ze źródła stałego prądu elektrycznego. Metoda ta:

- może być stosowana jako blokująca i osuszająca;
- pozwala na regulowanie intensywności działania zarówno w zakresie blokady, jak i osuszania;
- jest najskuteczniejsza z obecnie stosowanych i dlatego daje pozytywne wyniki w stosunkowo krótkim czasie oraz w niekorzystnych warunkach, tj. przy dużym nadciśnieniu kapilarnym, przy znacznych wymiarach poprzecznych przegrody budowlanej, przy stosunkowo dużej rezystancji w przedziałach wartości występujących dla murów ceglanych;
- rokuje najkorzystniejsze efekty z dotychczas stosowanych.

Ponieważ celem przeprowadzanych eksperymentów było badanie efektywności elektromotorycznych metod osuszania, nie prowadzono badań laboratoryjnych modelowych z zakresu podstawowych, a jedynie na układach rzeczywistych.



10. Jednometaliczna czynna metoda redukcyjna: 1 – obszar wysychania muru, 2 – elektroda górna, 3 – kierunek prądu w obwodzie wewnętrznym, 4 – obszar elektroosmotycznego działania, 5 – elektroda dolna, 6 – poziom wody gruntowej, 7 – kierunek działania ciśnienia kapilarnego, 8 – woltomierz, 9 – amperomierz, 10 – źródło prądu

10. Monometallic active reduction method: 1 – area of wall drying, 2 – upper electrode, 3 – direction of current in internal circuit, 4 – area of electroosmotic action, 5 – bottom electrode, 6 – level of ground water, 7 – direction of the action of capillary pressure, 8 – voltmeter, 9 – ammeter, 10 – source of current

Ocena stosowanych obecnie metod elektroosmotycznego osuszania obiektów

W ostatnim okresie bardzo rozpowszechniło się stosowanie różnych metod osuszania obiektów opartych na wykorzystywaniu zjawiska elektroosmotycznego. Część rozwiązań w tym zakresie można nazwać rozwiązaniami klasycznymi, natomiast pozostałe są pewnymi odmianami metod klasycznych.

Stosowanie wszelkiego rodzaju rozwiązań wymaga poznania teoretycznych podstaw sposobu działania tych metod oraz znajomości warunków występujących w osuszanych obiektach. W wielu wypadkach nowo zakładane instalacje mogą dawać negatywne nieodwracalne skutki, prowadzące niekiedy nawet do zniszczenia obiektów zabytkowych.

Obecnie w pracach osuszających daje się zauważyć coraz większy udział firm prywatnych lub społecznych, nie posiadających wysoko wykwalifikowanego personelu technicznego w tym zakresie. Rzemiosło wykonuje tego rodzaju prace w sposób standardowy, nie dostosowany do konkretnych w danym obiekcie warunków, bez badań wstępnych.

W związku z tym wydaje się celowe, aby:

- oddziały PKZ, które nie są przygotowane do prowadzenia tego rodzaju prac z uwagi na brak odpowiedniego personelu, kontaktowały się z Pracownią Osuszania Budowli Oddziału Badań i Konserwacji PKZ w celu konsultacji w sprawach osuszania obiektów;
- nie zlecały tego rodzaju prac instytucjom nie wyspecjalizowanym.

Stosowanie metod elektroosmotycznego osuszania powoduje przepływ prądu stałego nie tylko w obszarze międzyelektrodowym instalacji w murze, lecz również

poprzez wszystkie elementy przewodzące znajdujące się w ziemi w bezpośrednim sąsiedztwie osuszane go obiektu, np. takie zabytkowe elementy metalowe, jak przedmioty składane w kryptach, sarkofagach itp. Działanie prądów pochodzących od instalacji elektroosmotycznych, mimo niewielkich wartości ich natężenia, w stosunkowo krótkim czasie mogą spowodować elektrokorozję przedmiotów przewodzących, prowadząc do szybkiego ich zniszczenia. Przy właściwym doborze metod, rozwiązań konstrukcyjnych instalacji elektroosmotycznych istnieją możliwości uniknięcia tych szkodliwych zjawisk. Wymagana jest w tym zakresie:

- duża znajomość problematyki osuszania metodami elektroosmotycznymi;
- w szczególnie trudnych wypadkach możliwość wykonania laboratoryjnych badań rozpoznawczych;
- możliwość wykonania ekspertyz określających dla danego obiektu stosunki wodne w gruncie, prądy błędzące itp.

Pozostałe metody stanowią odmiany metod klasycznych elektroosmotycznego osuszania, których większość polega na wprowadzeniu środków hydrofobowych, uniemożliwiających przedostawanie się wody gruntowej do wyższych partii murów osuszane go budynku. Stosowanie tych metod może prowadzić do następujących skutków negatywnych:

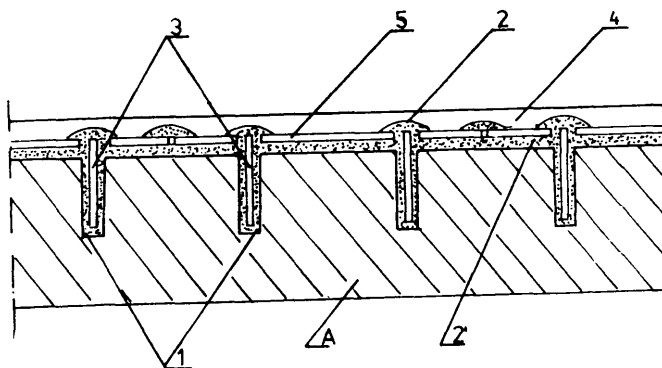
- obecnie stosowane środki hydrofobowe nie są objęte chemicznie i po pewnym czasie mogą powodować reakcje chemiczne prowadzące do zmian struktury murów osuszane go obiektu. Zebrane w tym zakresie doświadczenia obejmują zaledwie okres kilkuletni, ale na ich podstawie można stwierdzić, że środki hydrofobowe w wielu wypadkach nie tylko nie zabezpieczyły skutecznie murów przed zawilgoceniem, ale nawet spowodowały wzmożone podciąganie wody gruntowej na poziom wyższy niż przed zastosowaniem środków hydrofobowych;
- jednocześnie przy zastosowaniu środków hydrofobowych nie można zlikwidować tych negatywnych skutków, ponieważ zachodzące wówczas zjawiska są nieodwracalne.

W związku z powyższym stosowanie w sposób dowolny metod hydrofobowych na obiektach zabytkowych winno być zakazane. Możliwość dopuszczenia tych metod do osuszania obiektów zabytkowych należy uzależnić od wyników badań. Obecnie Oddział Badań i Konserwacji PKZ prowadzi w szerokim zakresie badania wdrożeniowe metod elektroosmotycznego osuszania budynków.

Charakterystyka nowych rozwiązań konstrukcyjnych metod elektroosmotycznego osuszania obiektów stosowanych przez OBiK

Na podstawie dotychczasowych badań Pracownia Osuszania Budowli OBiK PKZ opracowała nowe rozwiązania konstrukcyjne metod elektroosmotycznego osuszania obiektów. Zaletami tych rozwiązań są między innymi:

- zmniejszona pracochłonność przy zakładaniu instalacji,
- duża odporność antykorozyjna,
- zwiększona przynajmniej dwukrotnie trwałość oraz niezawodność pracy instalacji elektroosmotycznych.



11. Przekrój przegrody budowlanej wraz z instalacją E-O

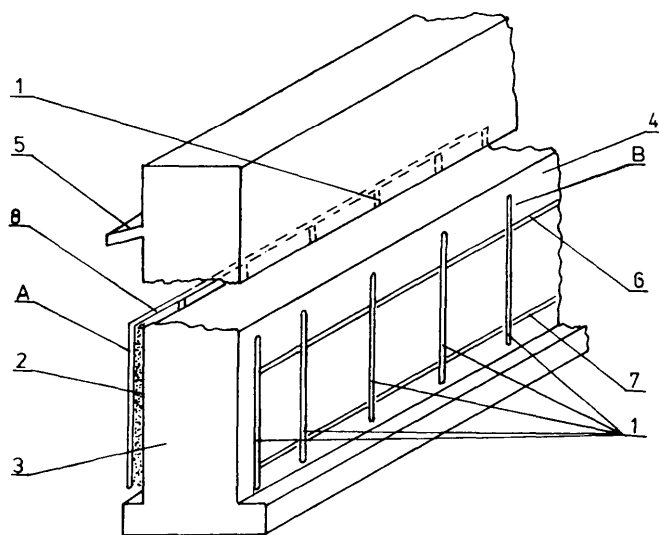
11. Cross-section of constructional partition with E-O installation

Poniżej podano skróty opisów patentowych.

1. Zgłoszenie patentowe nr P. 240223 dotyczy sposobu wykonania instalacji elektroosmotycznego osuszania przegród budowlanych oraz instalacji elektroosmotycznego osuszania przegród budowlanych. Wynalazek rozwiązuje zagadnienia osuszania przegród budowlanych, eliminując zjawiska elektrokorozji elementów łączeniowych przez wykorzystanie biernych elementów połączeń elektrodowych na elementy czynne instalacji.

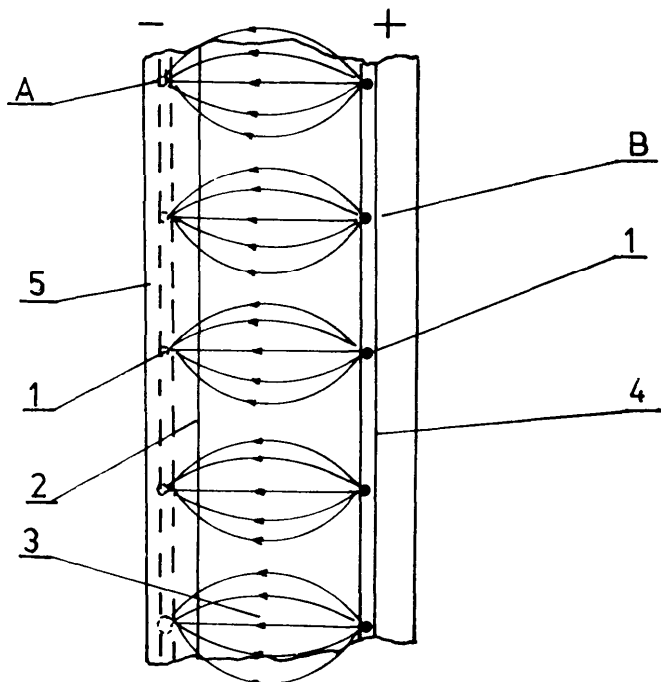
Na il. 11 ukazano przekrój przegrody budowlanej. W wywiercone otwory (1) wprowadza się kompozycję elektroprowadzącą (2) o właściwościach wiążących, a następnie umieszcza się elektrody prętowe (3) w otworach (1), zaś w kanałach (4) na podkładzie (2) z kompozycji elektroprowadzącej (2) umieszcza się odcinki prętów elektroprowadzących (5) o strukturze węglowo-grafitowej, końce elektrod (3) z prętami (5) oraz odcinki prętów (5) łączy się za pomocą kompozycji (2), tworząc trwałą i przewodzącą elektrycznie instalację.

2. Zgłoszenie patentowe P. 240780 dotyczy układu elektroosmotycznego osuszania przegród budowlanych. Wy-



12. Umiejscowienie instalacji E-O w przegrodzie budowlanej

12. The positioning of E-O installation in constructional partition



13. Rozkład linii sił pola elektrycznego wytworzonego przez instalację E-O

13. Distribution of the lines of the forces of electric field produced by E-O installation

nalazek rozwiązuje zagadnienia osuszania budynków, w których z różnych przyczyn nie można odkryć fundamentów.

Na il. 12 i 13 ukazano umiejscowienie oraz zasadę działania instalacji E-O. Istota wynalazku polega na tym, że elektrody (1) są usytuowane pionowo w dwóch rzędach (A, B) oraz umieszczone w przybliżeniu na jednym poziomie równoległe do ścian (2, 4) przegrody budowlanej (B). Jeden rząd (B) elektrod (1) umieszczony jest na wewnętrznej ścianie (4), zaś drugi rząd (A) elektrod (1) umieszczony jest poza zewnętrzną ścianą (2), tak aby wewnętrzna ściana stanowiła powierzchnię ekwipotencjalną, zaś warstwa gruntu między drugim rzędem (A) elektrod a powierzchnią zewnętrzną ściany (2) stanowiła obszar zbierania wody z przegrody budowlanej. Na il. 13 zobrazowano rozkład linii sił pola elektrycznego wytworzonego przez instalację E-O.

3. Zgłoszenie patentowe P. 242651 dotyczy sposobu zabezpieczenia przed korozją elektrochemiczną elektrod elektroosmotycznego osuszania przegród budowlanych. Wynalazek rozwiązuje zagadnienie impregnacji elektrod o strukturze porowatej z węgla, grafitu lub węglowo-grafitowch.

Istota wynalazku polega na tym, że elektrody nasycą się roztworem składającym się od 1 do 20% żywicy metylosilikonowej, w którym resztę stanowi rozpuszczalnik, zmniejszając zawilgocenie elektrod 10-krotnie.

Wnioski

1. Charakter zjawisk fizycznych, tzw. elektroosmotycznych, jest bardzo złożony i zależy od wielu czynników występujących w miejscu pracy instalacji elektroosmotycznego osuszania.

2. Efektywność osuszania zależy między innymi od sposobu rozpiływu prądów pracującej instalacji zależnego od warunków lokalnych.

3. W tych układach, ze względu na stosowanie stałego prądu elektrycznego istnieje duże zagrożenie wystąpienia elektrokorozyj urządzeń metalowych budynku (np. instalacja wodociągowa, różne masy metalowe w ziemi itp.).

4. Stosowanie metod elektroosmotycznego osuszania bez głębokiej wiedzy teoretycznej i rozwiązań układów konstrukcyjnych może prowadzić do negatywnych nieodwracalnych skutków.

5. Stosowane obecnie rozwiązania nie są oparte na metodach naukowych uwzględniających optymalny dobór parametrów konstrukcyjno-eksploatacyjnych.

6. Stosowanie tego typu instalacji osuszających przez nie wyspecjalizowane małe przedsiębiorstwa wykonawcze stwarza szczególnie duże zagrożenie dla chronionych zabytków, ze względu na nieprawidłowość stosowanych rozwiązań.

prof. dr hab. inż. Władysław Wasiluk
 Politechnika Warszawska
 mgr inż. Stefan Owczarek
 mgr inż. Leszek Czapski
 mgr inż. Krzysztof Maszewski
 PP PKZ – Oddział Badań i Konserwacji
 Warszawa

THE PRESENT STATE OF THE APPLICATION OF ELECTROSMOTIC DRYING OF HISTORIC OBJECTS IN POLAND

The article contains an analysis of the reasons for the humidification of constructional partitions, with the attention paid to the accompanying phenomenon of electrocapillarity. The formation of a double electric layer as well as individual constructional arrangements of dehumidification of

buildings have been discussed on the basis of theoretical constructional arrangements.

The authors have also described the employed methods of electroosmotic drying and made the conclusions on a practical usefulness of those methods.