

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 139 278

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 82 12 09 /P. 239422/

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 84 07 02

Opis patentowy opublikowano: 88 05 31

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Int. Cl.⁴ E04B 1/70
B01D 13/02

Twórcy wynalazku: Jerzy Olifierowicz, Tadeusz Tomborowski,
Andrzej Trzecianowski

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa /Polska/

SPOSÓB SUSZENIA I ZABEZPIECZANIA MURÓW PRZED PONOWNYM ICH ZAWILGOCENIEM

Przedmiotem wynalazku jest sposób suszenia i zabezpieczania murów przed ponownym zawilgoceniem na skutek kapilarnego podciągania wody z gruntu.

Zna jest z polskiego opisu patentowego tymczasowego 90 814 sposób elektroosmotycznego osuszania przegród budowlanych, według którego osuszanie przeprowadza się za pomocą instalacji elektroosmotycznej etapowo w strefach ograniczonych poziomami blokującymi usytuowanymi jeden nad drugim, pionowo względem powierzchni gruntu. W każdej osuszanej strefie umieszcza się dwie pary elektrod powierzchniowych, gdzie każdą parę stanowią dwie elektrody, z których jedna jest umieszczona po jednej stronie przegrody na górnym poziomie blokującym, zaś druga jest umieszczona po drugiej stronie przegrody na dolnym poziomie blokującym. Elektrody powierzchniowe zasilane są ze źródła prądu stałego, które posiada dla każdej pary elektrod niezależne zaciski wyjściowe, tworząc niezależne obwody elektryczne. Rozwiązanie to ma na celu osuszanie muru kolejno w strefach w miarę wysychania przegrody przez odprowadzanie wilgoci z górnych stref do dolnych i do gruntu. Ma ono ograniczoną przydatność, gdyż nadaje się do zastosowania tylko tam gdzie możliwe jest instalowanie elektrod powierzchniowych. Ponadto nie zapewnia ono skutecznego zabezpieczenia przegrody przed wilgocią, a to ze względu na zjawisko korozji powodujące po pewnym czasie przerwanie działania instalacji elektroosmotycznej, a wskutek tego ponowne zawilgocenie przegrody.

Znane są również sposoby osuszania murów metodami elektroosmotycznymi, w których mury nasyca się różnymi środkami chemicznymi, wprowadzanymi metodami grawitacyjnymi lub ciśnieniowymi. Wprowadzane do muru ciśnieniowo lub grawitacyjnie środki chemiczne nie wnikają jednak dostatecznie w wypełnione wodą pory i kapilary. Znany jest z polskiego opisu patentowego nr 103 633 sposób, który pozwala ten cel uzyskać. W sposobie tym transport wody odbywa się do dołu, natomiast transport środka hydrofobowego odbywa się do góry. Zmiana kierunku transportu czynnika ciekłego dokonywana jest za pomocą zmiany biegunowości napięcia przyłożonego do elektrod na odwrotne, względem biegunowości zapewniającej w procesie suszenia transport wody do dołu. Wprowadzenie środka hydrofobowego do muru zachodzi na zasadzie podciągania do góry, wywołanego podciśnieniem elektroosmotycznym skierowanym do góry, przy czym skierowanie to wynika ze zmiany biegunowości napięcia.

Jednak sposób ten wykazuje praktycznie niewielkie zwiększenie obszaru penetracji środka hydrofobowego w stosunku do nasycenia grawitacyjnego. Wynika to przede wszystkim z faktu, że poprzedzające proces hydrofobizacji usuwanie wody z obszaru hydrofobizowanego związane jest w wnikaniem powietrza do kapilar opróżnionych z wody. W ten sposób, ze względu na dużą przepuszczalność powietrza następuje degradacja czynników warunkujących powstanie podciśnienia o wartości umożliwiającej skuteczne zasysanie środka hydrofobowego. W kapilarach, z których woda została usunięta całkowicie lub znajduje się jedynie na ściankach kapilar - niemal w ogóle zanika podciśnienie. W tej sytuacji wprowadzenie środka hydrofobowego i jego rozprzysięg w murze zachodzi przede wszystkim na zasadzie grawitacyjnej.

Dodatkowo w kapilarach o najmniejszych średnicach powstaje efekt zapowietrzenia, tzn. korki powietrzne, które utrudniają lub nawet uniemożliwiają przenikanie środka hydrofobowego. Efektem tych zjawisk jest uzyskiwanie nierównomiernie zahydrofobizowanego obszaru muru, nie zawsze wystarczającego do pełnego zablokowania powtórznego podciągania wody z gruntu. Jeżeli przy tym zostanie zmieniony kierunek przyłożonego do elektrod napięcia - nastąpi powtórnie podciąganie wody do góry, uprzednio sprowadzonej w dół, wzmacnione efektem transportu elektroosmotycznego. W wyniku tego następuje podwyższenie poziomu, licząc od poziomu ujemnej elektrody, występowania zwiększonego zawilgocenia, uniemożliwiającego grawitacyjną penetrację środka hydrofobowego. Jednocześnie ze względu na zapowietrzenie kapilar, nie zwiększa się w sposób istotny obszar penetracji środka hydrofobowego w kierunku do góry, ponad poziom określony kapilarnym podciąganiem tego środka. A więc zmiana napięcia przyłożonego do elektrod instalacji elektroosmotycznej, dokonywana w okresie hydrofobizacji, poprzedzonym okresem suszenia nie zwiększa istotnie obszaru wnikania środka hydrofobowego i nie zapewnia uzyskania możliwych do osiągnięcia wielkości obszarów w pełni zahydrofobizowanych.

Ponadto w praktyce okazało się, że sposób ten charakteryzuje się szybkim spadkiem efektywności suszenia w pierwszych dniach po włączeniu instalacji. W pozostałym okresie suszenia przepływy elektroosmotyczne utrzymują się na poziomie ich wartości dużo niższym niż w okresie początkowym. Przyczyną tego jest szybki spadek prądu przepływającego w murze w tym okresie. Spadek ten jest wynikiem szybko zachodzących zjawisk polaryzacyjnych.

Sposób nie zabezpiecza również przed niekorzystnymi, zdaniem specjalistów od konserwacji zabytków, efektami, które mogą być wywołane faktem zmiany koncentracji soli w murze. Zmiany te związane są z migracją jonów podczas przepływu prądu przez mur - przewodnictwo jonowe - oraz ze zjawiskiem elektrolizy wody. Towarzyszące temu krystalizowanie się soli jest przyczyną częstego powstawania kłopotliwych do usunięcia plam i wykwitów na powierzchniach murów osuszanych elektroosmotycznie - zwłaszcza w bezpośrednim otoczeniu elektrod. Z zagadnieniem zwiększania się zasolenia związane jest jeszcze inne, groźniejsze w skutkach zjawisko niż wykwit. Okazuje się, że sole wykazują destrukcyjny wpływ na film hydrofobowy, powlekający ścianki kapilar, powodując powolne jej odklejanie się od podłoża oraz niszczenie jego struktury, z czego wynika, że ze wzrostem ilości soli w murze trwałość blokady hydrofobowej maleje. Przy układzie elektrod dodatnich ponad otworami do hydrofobizacji po nasyceniu muru środkiem hydrofobowym następuje praktycznie przerwanie przepływu prądu przez obszar zhydrofobizowany i ustaje proces suszenia.

Celem wynalazku jest zwiększenie obszaru wnikania środka hydrofobowego w murze, zwiększenie równomierności jego rozprzysięg w strefie hydrofobizacji, zwiększenie trwałości filmu hydrofobowego na ściankach porów i kapilar, skrócenie czasu procesów technologicznych związanych z suszeniem i zablokowaniem wilgoci.

Istota wynalazku polega na tym, że otwory do hydrofobizacji nawierca się poza działaniem pola elektrycznego, powyżej górnego rzędu elektrod dodatnich, które zakłada się w odległości do 1 m od elektrod ujemnych, korzystnie blisko powierzchni gruntu, przy czym dla równomiernego suszenia jednocześnie całego muru, w zależności od rozkładu zawilgocenia, dzieli się go na obszary usytuowane kolejno jeden obok drugiego wzdłuż powierzchni gruntu i w każdym z tych obszarów osadza się elektrody dodatnie, które łączy się w grupę zasilaną z oddzielnego źródła, a jednocześnie w czasie przepływu prądu wprowadza się środek hydrofobowy, który na zasadzie efektu ciągłości strumienia jak też tłoczenia oraz przenoszenia kapilarnego i grawitacyjnego wnika i rozprzysięg się w kapilarach i porach opróżnionych z transportowanej elektrokinetycznie do dołu wody, tworząc blokadę dla wilgoci.

Realizowany w ten sposób transport płynów - wody i środka hydrofobowego w murze wywołany jest cionieniami elektrokinetycznymi, których dostatecznie duże wartości zapewnione są w tym przypadku przez forsowanie wartości prądu za pomocą obniżenia wartości napięcia polaryzacji układu elektrody - mur oraz obniżenia początkowej wartości rezystancji obszaru muru między elektrodami. Użykuje się to przez zmniejszenie rozległości układu biorącego udział w procesie transportu elektrokinetycznego, co jest możliwe przede wszystkim dzięki korzystnemu umieszczeniu otworów przeznaczonych do wlewania płynu hydrofobowego. W czasie przepływu prądu jednokierunkowego zachodzą w murze elektrochemiczne zjawiska polaryzacji takie jak chemiczne reagowanie muru na przepływający przez niego prąd polegające na elektrycznym ładowaniu się tego muru, a objawiające się w postaci napięcia polaryzacji ograniczającego ten prąd i obniżającego szybkość osuszania.

W sposobie według wynalazku ograniczenie napięcia polaryzacji osiąga się za pomocą zmniejszenia rozległości źródła polaryzacyjnego, przez co uzyskuje się korzystną zmianę stosunku ustalanej wartości napięcia polaryzacji do spadku napięcia na rezystancji muru, skutkiem czego przy niezmiennym wymuszeniu, następuje kilkudziesięcioprocentowy wzrost gęstości prądu w murze, co prowadzi do zwiększenia efektywności suszenia.

Zmniejszenie napięcia polaryzacji i obniżenie wartości rezystancji obszaru muru między elektrodami dodatnimi a ujemnymi związane ze zmniejszeniem odległości między nimi powoduje zwiększenie wartości prądu w obszarze działania pola elektrycznego, a co za tym idzie - zwiększenie przepływów elektroosmotycznych, co pozwala uzyskać warunki dostateczne do "zasysania" płynu hydrofobowego w warunkach nawet wilgotnego muru i w konsekwencji czyni możliwym prowadzenie prac hydrofobizacyjnych równoległe z procesem osuszania. Użykuje się dzięki temu znaczne skrócenie łącznego czasu wykonywania zabiegów na murze. W przypadku prowadzenia hydrofobizacji równoległe do procesu suszenia korzyścią dodatkową jest znaczne zmniejszenie się efektu "zapowietrzania" kapilar, osłabiającego zasysanie płynu hydrofobowego.

Zmniejszenie obszaru muru zawartego między górnymi i dolnymi elektrodami pozwala na zmniejszenie i obniżenie obszaru występowania wysoleń na powierzchni osuszanych ścian. Natomiast obszar zhydrofobizowany jest dużo rozleglejszy, bardziej trwały i skuteczniejszy, gdyż wprowadzenie środków hydrofobowych odbywa się poza obszarem przepływu prądu, a zatem w miejscu gdzie nie występują dodatkowe wysolenia związane z elektrolizą wody, a nawet końcowe zasolenie jest mniejsze od zasolenia zastanego, ponieważ część soli jest usuwana razem z wodą.

Zastosowanie podziału muru na obszary, w których rozkład wilgotności jest możliwie zbliżony do stałego i łączenie osadzonych w tych obszarach elektrod dodatnich w grupy zasilane z oddzielnych źródeł pozwala stworzyć warunki konieczne do tego, aby proces transportu elektrokinetycznego zachodził z maksymalną efektywnością jednocześnie w całym obszarze muru, na którym prowadzone są prace osuszająco-zabezpieczające.

Przedmiot wynalazku jest bliżej określony w przykładach wykonania.

P r z y k ł a d I. Zawilgocony mur w zależności od rozkładu jego zawilgocenia i wydajności urządzeń zasilających dzieli się na sąsiadujące ze sobą obszary usytuowane kolejno jeden obok drugiego, wzdłuż powierzchni gruntu i w obszarach tych osadza się elektrody dodatnie tworzące niezależne grupy zasilane z oddzielnych urządzeń zasilających. W budynku niepodpiwniczonym, zawilgoconym na skutek kapilarnego podciągania wody z gruntu osadzono w murze na wysokości 30 cm od poziomu gruntu elektrody dodatnie rozstawione co 40 cm. Elektrody te podzielono na 2 grupy, z których każda została podłączona do dodatniego bieguna oddzielnego urządzenia zasilającego o napięciu do 24 V i prądzie do 1 A. Natomiast do biegunów ujemnych urządzeń zasilających podłączono wspólną elektrodę ujemną.

Elektroda ujemna umieszczona została w gruncie wokół budynku na głębokości 50 cm poniżej poziomu gruntu. Ma ona postać ocynkowanego płaskownika ułożonego w gruncie w odległości 60 cm od ścian zewnętrznych. W odległości 20 cm powyżej elektrod dodatnich nawiercono otwory o średnicy 20 mm dla wprowadzenia środka hydrofobowego. Otwory te rozstawione co 20 cm, a nawiercono je pod kątem 30° do poziomu i na głębokość 30 cm przy grubości muru 51 cm. W czasie przepływu prądu do otworów tych wlewano środek hydrofobowy przygotowany na bazie żywic silikonowych. Po miesiącu od zakończenia prac zastana wilgotność wynosząca $12 \pm 18\%$ obniżyła się do $7 \pm 10\%$, a po trzech miesiącach wynosiła poniżej 5%.

P r z y k ł a d II. W budynku, w którym zawilgocenie ścian wynosiło średnio 14% i było stosunkowo równomiernie rozłożone wzdłuż ścian założono elektrody dodatnie w rozstawie co 60 cm i podzielono je na cztery grupy o długości po 50 m, zasilane z czterech jednakowych urządzeń zasilających o maksymalnej wydajności napięcia 18 V i prądzie 0,7 A. Elektrody ujemne zastosowano z rur stalowych ocynkowanych o średnicy 25 mm i długości 1,5 m, wbitych w grunt co 10 m na zewnątrz budynku i połączonych między sobą przewodem, wytwarzając w ten sposób jedną wspólną elektrodę ujemną dla całego budynku.

Poszczególne grupy elektrod dodatnich podłączono do biegunów dodatnich oddzielnych urządzeń zasilających, a wspólną elektrodę ujemną do biegunów ujemnych urządzeń zasilających. W odległości 20 cm powyżej elektrod dodatnich nawiercono otwory o średnicy 24 mm dla wprowadzenia środka hydrofobowego. Otwory te nawiercono pod kątem 40° do poziomu w rozstawie co 20 cm i na głębokość 45 cm przy grubości muru wynoszącej 65 cm. Podczas pracy instalacji wprowadzono do otworów środek hydrofobowy przygotowany na bazie żywic silikonowych. Po miesiącu od zakończenia prac wilgotność ścian obniżyła się do 8-10%, a po czterech miesiącach wynosiła poniżej 5%.

Uzyskane wyniki wskazują na znaczne skrócenie czasu uzyskania osuszenia murów budynku. Ponadto wysolenie się związków chemicznych wystąpiło intensywnie poniżej elektrod dodatnich, a więc poza strefą blokady hydrofobowej. W ten sposób uzyskano nie tylko przyspieszenie procesu osuszania, zwiększanie grubości strefy zahydrofobizowanej w murze, ale również znaczne zwiększenie trwałości blokady hydrofobowej.

Z a s t r z e n i e p a t e n t o w e

Sposób suszenia i zabezpieczania murów przed ponownym ich zawilgoceniem, w którym proces osuszania prowadzi się za pomocą instalacji elektroosmotycznej założonej w murze podzielonym na oddzielnie zasilane obszary, a blokadę tworzy się przez wprowadzanie środka hydrofobowego w nawiercone pod kątem do poziomu gruntu otwory, z n a m i e n n y t y m, że otwory do hydrofobizacji nawierca się poza działaniem pola elektrycznego, powyżej górnego rzędu elektrod dodatnich, które zakłada się w odległości do 1 m od elektrod ujemnych, korzystnie blisko powierzchni gruntu, przy czym dla równomiernego suszenia jednocześnie całego muru, w zależności od rozkładu zawilgocenia, dzieli się go na obszary usytuowane kolejno jeden obok drugiego wzdłuż gruntu i w każdym z tych obszarów osadza się elektrody dodatnie, które łączy się w grupę zasilaną z oddzielnego źródła a jednocześnie w czasie przepływu prądu wprowadza się środek hydrofobowy, który na zasadzie efektu ciągłości strumienia jak też tłoczenia oraz przenoszenia kapilarnego i grawitacyjnego wnika i rozprzestrzenia się w kapilarach i porach opróżnionych z transportowanej elektrokinetycznie do dołu wody, tworząc blokadę dla wilgoci.