

Karol Kramarz  
 konserwator zabytków  
 Koszalin

## IZOLACJE POZIOME I PIONOWE W BUDOWLACH, WYKONYWANE METODĄ INIEKCJI CIŚNIENIOWEJ – NOWA TECHNOLOGIA

Rewitalizacja obiektów zabytkowych wiąże się zazwyczaj ze zmianą ich funkcji. Dotyczy to również podziemnych części budowli, np. w pomieszczeniach piwnicznych urządza się sklepy, kawiarnie, restauracje, składy itp. Takie zmiany wymuszają dokonanie odpowiednich robót adaptacyjnych. Część z tych robót, jak wzmocnienie fundamentów i ścian, osuszenie, odsolenie i odgrzybienie, wykonuje się zazwyczaj metodą iniekcji ciśnieniowej.

Metoda iniekcji jest znana od dawna, jednak w ostatnim czasie rozwój chemii i techniki przyczynił

się do znacznego jej udoskonalenia. Ocena metod stosowanych na rynku krajowym i rynkach zagranicznych wykazała, że iniekcję ciśnieniową należy uznać za jeden z najbardziej skutecznych, efektywnych oraz wszechstronnych sposobów zabezpieczania budowli. Pozwala ona na zmodyfikowanie właściwości wielu porowatych materiałów, takich jak cegła, zaprawa, beton, kamień, drewno. Usuwa kawerny i pęknięcia, nadając niektórym materiałom nowe i lepsze właściwości. Ulepsza także parametry pracy budowli.



1. Zakres korozji ściany w pomieszczeniu, budynek przy ul. Brzozowej 31/33 w Warszawie, przed renowacją. Wszystkie fot. autor.

1. Range of the corrosion of a wall in the building in 31/33 Brzozowa Street in Warsaw prior to renovation. All photos: author.



2. Korozja mechaniczna i biologiczna ściany w pomieszczeniu budynku przy ul. Brzozowej 31/33 w Warszawie, przed renowacją.

2. Mechanical and biological corrosion of a wall in the building in 31/33 Brzozowa Street in Warsaw prior to renovation .

Iniekcja ciśnieniowa to – w założeniach – zabieg stosunkowo prosty technicznie, dopiero sama jej realizacja, nie mówiąc o sposobie kontroli efektów, napotyka znaczne trudności. Wykonujący iniekcję powinni znać przede wszystkim technologię i fizykę danej budowli. Iniekcja polega bowiem na stosunkowo skomplikowanej interwencji inżynierskiej, w której należy wykorzystać doświadczenia z kilku dyscyplin, np. hydrotechniki, górnictwa, geotechniki, budownictwa przemysłowego i komunalnego, konserwacji zabytków itd. Z doświadczeń i rozpoznania autora wynika, że najtrudniejszym zadaniem jest zabezpieczenie tą metodą obiektów zabytkowych, co spowodowane jest złożonością czynników, które należy uwzględnić w tego typu zabiegach, jak również specjalnymi zaleceniami obowiązującymi przy realizacji prac w takich obiektach.

Przykładowo mur z cegły, jako ośrodek iniektowany, może być traktowany, w zależności od stanu zachowania, bądź jako w miarę jednorodnie porowaty, bądź – w przypadku spękań – jako nieszczelny. Po rozpoznaniu ośrodka ustalamy, czy należy wykonać ogólne wzmocnienie konstrukcji, czy tylko uzupełnienia rys i spękań, a może, jak to ma miejsce przy zabytkowych obiektach archeologicznych, jedynie ogólnego zmniejszenia porowatości. Następnie dokonujemy wyboru rodzaju iniektów oraz technologii wykonania zabiegu.

Iniektami nazywamy związki, które wprowadzone w dany ośrodek powodują, w wyniku zachodzących procesów żelowania, twardnienia lub wiązania, zmianę jego cech fizycznych. Iniektów można podzielić na dwie podstawowe grupy o różnych właściwościach:

- roztwory koloidalne i rzeczywiste, zachowujące się jak ciecz newtonowskie, do których należy np. szkło wodne, żywice syntetyczne itp.,
- roztwory, które, obok fazy ciekłej, zawierają w swym składzie cząsteczki ciał stałych, np. zaczyn cementowy lub wapienny<sup>1</sup>.

Wymienione grupy iniektów zupełnie inaczej zachowują się w trakcie wprowadzania ich w ośrodek iniektowany i dlatego niezbędna jest znajomość ich właściwości oraz ich reakcji z konkretnym materiałem, w który zostały wprowadzone.

Po ustaleniu stanu technicznego konstrukcji murej jako ośrodka iniektowanego, jak i doborze właściwego iniektu, należy określić minimalne oraz maksymalne ciśnienie dla zabiegów iniekcyjnych. Decyduje o tym przede wszystkim bezpieczeństwo konstrukcji oraz optymalny w danych warunkach zasięg rozchodzenia się iniektu. Ustalone wartości ciśnienia mają decydujący wpływ na dobór właściwego sprzętu oraz ustalenia takich parametrów, jak wielkość przepływu iniektu, średnica otworów, przypuszczalny czas iniekcji oraz sposoby jej realizacji i zabezpieczeń w czasie trwania zabiegu.



3. Fragment okna pomieszczenia poddanego renowacji w budynku przy ul. Brzozowej 31/33 w Warszawie od strony ul. Kamienne Schodki. Widoczny wyciek materiału iniekcyjnego w miejscu dolnego zakotwiczenia w murze środkowego pręta kraty.

3. Fragment of a window in an interior undergoing renovation in 31/33 Brzozowa Street in Warsaw seen from Kamienne Schodki Street. Visible leak of injection material at the spot of the lower anchorage of the middle lattice rod.

## Penetracja iniektu w porach materiału

Iniekcję wgłębną należy wykonywać odpowiednio długo, aby wytworzyć ciągłą wodoszczelną warstwę na całej szerokości muru. Wokół każdego otworu iniekcyjnego tworzy się nasycona preparatem wodoszczelnym powierzchnia, mająca kształt walca. Poszczególne walce nakładają się na siebie, budując ochronną barierę. Przy takich założeniach można w zasadzie obliczyć objętość środka wodoszczelnego potrzebnego do uzyskania właściwego efektu prac. W wypadku obiektu zabytkowego, należy najpierw sprawdzić, jaki wpływ na obecność wody w porach materiału poddawanego zabiegowi ma sam proces iniekcji oraz czy zachodzi poiniekcyjna redystrybucja wodoszczelnego roztworu.

Ważny jest też czas dojrzewania używanego preparatu. Badania naukowe w tej dziedzinie wykonali S. J. J. Anson i W. D. Hoff, a wyniki zostały opublikowane w 1988 r.<sup>2</sup> Rezultaty tych badań w stosunku do takich podstawowych spraw, jak możliwość przemieszczania niedojrzałego preparatu wodoszczelnego przez podciągającą kapilarnie wodę oraz występowanie poiniekcyjnej redystrybucji są całkowicie sprzeczne z tym, w co wierzą i co głoszą wykonawcy budowlani. Wykonujący iniekcje chemiczne w celu

wytworzenia poziomej izolacji przeciwwilgociowej w murach twierdzą, że po zaprzestaniu iniekcji wprowadzony do muru roztwór wodoszczelny jeszcze przez pewien czas będzie się przemieszczał, to znaczy, że samoczynnie będzie się powiększać strefa muru objęta zabiegiem uszczelniania. Powyższe przekonanie nie znajduje jednak, w świetle wspomnianych badań, uzasadnienia<sup>3</sup>. Stwierdzony doświadczalnie brak redystrybucji niedojrzałych roztworów wodoszczelnych, po przerwaniu dopływu tych cieczy do uszczelnianego materiału, jest informacją o istotnym znaczeniu praktycznym, gdyż oznacza to, że po zaprzestaniu iniekcji roztwór wodoszczelny pozostaje dokładnie w tym samym miejscu, do którego został wprowadzony. Brak poiniekcyjnej redystrybucji roztworów wodoszczelnych związany jest z tworzeniem się żelu w porach uszczelnianego materiału. Z obliczeń przemieszczania się wody w kapilarach wynika, że wynosi ono 6 mm w ciągu 24 godzin, a w tym czasie proces dojrzewania zasadniczo się kończy.

Wynika z tego wniosek, że przemieszczenia niedojrzałego roztworu wodoszczelnego na skutek kapilarnego podciągania wilgoci w murach są praktycznie

nieistotne. Reasumując należy stwierdzić, iż badania naukowców angielskich dowiodły, że:

- po ustaniu iniekcji nie należy spodziewać się znaczącej redystrybucji wprowadzonego do muru wodoszczelnego roztworu;
- stosowane w budownictwie typy preparatów, tj. wodne roztwory substancji wodoszczelnych i roztwory składników wodoszczelnych w rozpuszczalnikach organicznych po ustaniu iniekcji pozostają praktycznie unieruchomione w murze;
- przemieszczanie warstwy niedojrzałego roztworu wodoszczelnego, spowodowane kapilarnym podciąganiem wody w ścianie budynku jest tak niewielkie, że dla celów praktycznych może być pominięte;
- proces dojrzewania obu typów preparatów wodoszczelnych można praktycznie uznać za zakończony przed upływem jednej doby od zakończenia iniekcji;
- jeżeli w murze ma być wytworzona bariera dla podciągającej wilgoci, to musi być ciągła warstwa muru nasyconego wodoszczelnym roztworem. Badania Anglików stwierdzają, że ani siły kapilarne, ani poiniekcyjna redystrybucja roztworu nie pomogą w osiągnięciu tego celu;



4. Widok galerii wewnątrz korpusu elektrowni wodnej. Widoczne spękania i wycieki wody na ścianach bocznych i stropie, woda na posadzce.

4. View of gallery inside a water-power plant. Visible cracks and weeping on the side walls and ceiling, water on the floor.



5. Widok galerii wewnątrz korpusu elektrowni wodnej, fragment wlotu do turbiny wodnej. Widoczne spękania i wycieki wody.

5. View of gallery inside a water-power plant, fragment of water turbine inlet. Visible cracks and weeping.



6. Pęknięcia ściany w galerii przy wlocie do turbiny wodnej.

6. Cracks on gallery wall next to water turbine inlet.

- iniekcja lub infuzja muszą być kontynuowane wystarczająco długo, aby nałożyły się na siebie warstwy (mające kształt walca) utworzone wokół każdego otworu iniekcyjnego, do którego wprowadzono preparat wodoszczelny<sup>4</sup>.

Wyniki te wnoszą znaczące fakty, które trzeba uwzględnić przy doborze i zastosowaniu metody osuszania obiektów, i które stawiają pod znakiem zapytania efektywność zabiegów, polegających na wlewaniu w otwory iniekcyjne roztworu.

W latach 80. ub.w. autor przeprowadził badania na obiektach zabytkowych. Materiałem, na którym przetestowano metody wspomnianych wyżej naukowców angielskich, były fundamenty i resztki murów zniszczonej w czasie ostatniej wojny starówki szwajcarskiej. Drugim obiektem był mur zabytkowy, przeznaczony do rozbiórki. Po przeprowadzeniu zabiegów iniekcji mur był rozbierany warstwami; potwierdzono wówczas zasięg zabezpieczenia, sposób rozchodzenia się środka i ilość jego zużycia. W trakcie tych badań stwierdzono, że używane do iniekcji oprzyrządowanie nie spełniało oczekiwanych efektów. Mur w większości nie został w całym przekroju nasycony dostatecznie roztworem iniekcyjnym. W pełni potwierdziły się wywody badaczy angielskich związane ze sposobem wykonywanej iniekcji i jej rzeczywistą efektywnością.

## Istota i cel osuszania obiektów

Osuszenie obiektu, zwłaszcza zabytkowego, nie oznacza całkowitego pozbycia się wilgoci. Zazwyczaj chodzi o uzyskanie pewnej równowagi lub powrót do wcześniejszych warunków wilgotnościowych, ewentualnie uzyskanie nowych korzystnych parametrów dla danego obiektu.

Aby to osiągnąć, zarówno autor projektu, jak i wykonawca zabiegu powinni znać całokształt czynników określających pożądane warunki wilgotnościowe dla obiektu, a także wymagane dla zabytkowej budowli warunki po osuszeniu oraz wpływ tego zabiegu na jej wyposażenie. Zabieg powinien pomóc w uzyskaniu takich warunków wilgotnościowych, które nie spowodują niekorzystnych zmian w zabytku. Należy szczególnie zwrócić uwagę na fakt, że osuszenie obiektu zabytkowego lub innego, to szczególnie szybkie pozbycie się wilgotności, nie zawsze jest celem jedynym ani też podstawowym. Szybkemu osuszeniu towarzyszy szereg niekorzystnych zjawisk, gdyż występujące wtedy zmiany fizyczne i chemiczne, jak naprężenia, odkształcenia, siły ścinające, zmiana właściwości materiałów itd. stają się dla budowli szkodliwe i przyspieszają jej destrukcję.

Na rynku krajowym funkcjonuje wiele firm, które promując swą ofertę, próbują ingerować w proces konserwatorski i „naginać” potrzeby zabytku do warunków zastosowania nowych technologii, materiałów i technik. Wybór danej technologii często jest wynikiem operatywności pracowników je oferujących. Tym, co skłania nas do wyboru konkretnej technologii, jest liczba obiektów, w których ją zastosowano. Jednak to nie liczba obiektów, lecz rzeczywista skuteczność, potwierdzona odpowiednimi kontrolami, świadczy o przydatności danej technologii lub produktu. Niestety, decyzję o wyborze rozwiązania podejmują członkowie komisji przetargowych, których fachowość, kompetencja i stan wiedzy często budzą zastrzeżenia. Niejednokrotnie przetarg wygrywa wykonawca, który zaproponuje najniższą cenę. Przyglądając się firmom biorącym udział w przetargach można odnieść wrażenie, że wielu wykonawców prowadzi działalność „charytatywną”, ponieważ pracę wycenia poniżej kosztów materiałów, które, zgodnie z normami i projektem, powinny być zastosowane w danym przypadku. Wątpliwe jest, że firmy te zabiegają o dobro zabytków i są gorącymi orędownikami ich ochrony. Sądzę, że zabytek nie jest dla nich ważniejszy niż promocja oferowanych środków i konieczność wygrania przetargu.

## Zastosowanie nowych metod i rozwiązań do renowacji murów – „lanca iniekcyjna”

W Polsce istnieje wiele firm zagranicznych reklamujących swoje wyroby jako skuteczne w wykonywaniu zabiegu likwidującego „efekt kapilarnego podciągania wody”. Proponowane są dwie metody wprowadzania środka w mur za pomocą iniekcji. Pierwsza to tzw. metoda grawitacyjna, polegająca na grawitacyjnym wprowadzaniu środka w głąb muru. Przy jej realizacji mówi się, że nasykanie muru powinno trwać najmniej 8 do 24 godzin. Druga to tzw. metoda ciśnieniowa, polegająca na wprowadzaniu środka przez tzw. pakery (zamiennie używane jest określenie

„dysze ciśnieniowe wielokrotnego użytku”). Tłoczenie odbywa się za pomocą pompy i przebiega pod odpowiednim ciśnieniem. Zabieg wykonuje się według zalecenia, iż *tłoczenie należy zakończyć, kiedy przez wpływ środka uwidocznia się cylindryczne obszary nasyconego muru wokół odwiertów*<sup>5</sup>. Sposób wykonania odwiertów zależy od wybranej metody i od grubości murów. I tak: w przypadku murów o grubości ponad 0,6 m (metoda grawitacyjna) lub 1,0 m (metoda ciśnieniowa) oraz w narożach, wiercenie należy wykonać z obu stron. Ale w przypadku murów zabytkowych jest to często niewykonalne. W przyziemiach grubości murów są z reguły większe, często też nie ma możliwości dostępu do muru z jego obu stron, np. z powodu głębokiego posadowienia. W takich sytuacjach stosowanie wspomnianych metod nie spełni wymaganych warunków konserwacji.

Dodatkowym utrudnieniem dla inwestora jest to, że wykonawca zawsze może odwołać się do treści karty technicznej, w której autorzy danej technologii wspominają o konieczności wykonania „zabiegów dodatkowych”. Są to przede wszystkim: nałożenie tynku renowacyjnego, uszczelnienie pionowe zewnętrznych części stykających się z ziemią oraz wykonanie drenażu zgodnie z zaleceniami normowymi (alternatywne wykonanie wewnętrznych izolacji typu wannowego i usunięcie ewentualnych usterek techniczno-budowlanych obiektu)<sup>6</sup>. Oczywiście, tak szeroki zakres prac bardzo często jest niemożliwy do wykonania nie tylko ze względów finansowych, ale przede wszystkim z uwagi na otoczenie obiektu i związane z tym trudności techniczne.

Należy wziąć pod uwagę i to, że rezygnacja z wykonania tzw. zabiegów dodatkowych zmniejsza lub całkowicie znosi odpowiedzialność wybranej firmy za efekty wykonanej izolacji. Jednocześnie trzeba stwierdzić, że przy zastosowaniu pakierów uzyskanie *uwidocznienia się cylindrycznego obszaru nasyconego wokół muru*<sup>7</sup> wcale nie oznacza, że *nastąpiło nasycenie na całej długości muru wokół otworu nawierconego o głębokości odwiertu o 5 cm mniejszej od grubości muru (mierzonej w płaszczyźnie odwiertów)*<sup>8</sup>.

Praktyka wykazała, że często w przypadku, gdy w murach nie występują kawerny, szczeliny i pęknięcia oraz gdy mur jest jednorodny, ma miejsce zjawisko wylewania się środka iniekcyjnego przez ścianę tylną otworu (5 cm grubości, ściana skorodowana) lub środek wcześniej wypływa – ściana



7. Widok galerii wewnątrz korpusu elektrowni wodnej, fragment wlotu do turbiny wodnej. Widoczne spękania i wycieki wody.

7. View of gallery inside a water-power plant, fragment of water turbine inlet. Visible cracks and weeping.

przednia – uwidacznia się wokół odwiertów. Natomiast w przypadku muru warstwowego lub gdy mur posiada kawerny, pęknięcia i szczeliny, efekt tak przeprowadzonych zabiegów zazwyczaj jest mało skuteczny.

Wieloletnie doświadczenia w naprawianiu budowli oraz konserwacji zabytków zaowocowały wynalezieniem i opatentowaniem przez autora artykułu nowego osprzętu do iniekcji – tzw. lancy iniekcyjnej. Osprzęt ten posiada wiele zalet, pozbawiony jest wad używanych dotychczas iniektorów, zapewnia wszechstronniejszą i skuteczniejszą iniekcję.



8. Widok ściany galerii wewnątrz korpusu elektrowni wodnej. Widoczne spękania i wycieki wody.

8. View of gallery wall inside a water-power plant. Cracks and weeping.



9. Fragment stropu galerii wewnątrz korpusu elektrowni wodnej. Widoczne pęknięcia i nacieki.

9. Fragment of gallery ceiling inside a water-power plant. Visible cracks and weeping.

Zastosowanie i różnice w wykonywaniu iniekcji w murze pełnym i warstwowym tradycyjnymi iniektorami i nową „lancą iniekcyjną” przedstawiono na il. 10 i 11. Zasady działania „lancy iniekcyjnej” przedstawiono na il. 12.

Jednym ze sposobów naprawy i konserwacji budowli, zwłaszcza zabytkowych, jest iniekcja ciśnieniowa. Za jej pomocą, w zależności od użytego roztworu iniekcyjnego, można wykonać wiele zabiegów:

- izolację poziomą i pionową,
- hydrofobizację węgląbną,
- odsalanie,
- odgrzybianie,
- wzmacnianie.

Do wykonania iniekcji używane są:

- pompy,
- iniektory (pakery),
- akcesoria do pomp oraz węży iniekcyjnych.

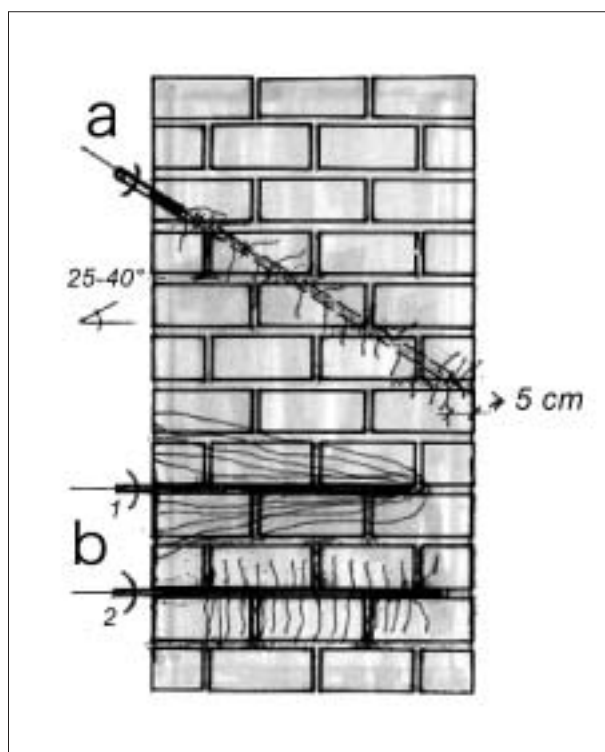
Najczęściej używane są profesjonalne iniektory o długości od kilku do kilkunastu centymetrów i średnicy 12-14 mm. Podstawowe wady iniektorów to:

- mała długość,
- mała średnica zewnętrzna, a zatem mała długość wiertła,
- mały otwór przelotowy, który często ulega zatkanie,
- mały odcinek gumowej nasadki spęczniającej,

- nasadka gumowa wykonana z węża zbrojonego, która pęka przy większym spęcznieniu,
- konieczność pozostawienia iniektora w murze (tzw. iniektor tracony), co oznacza dodatkowy koszt, przy czym otwór nadal nie jest wypełniony zaprawą.

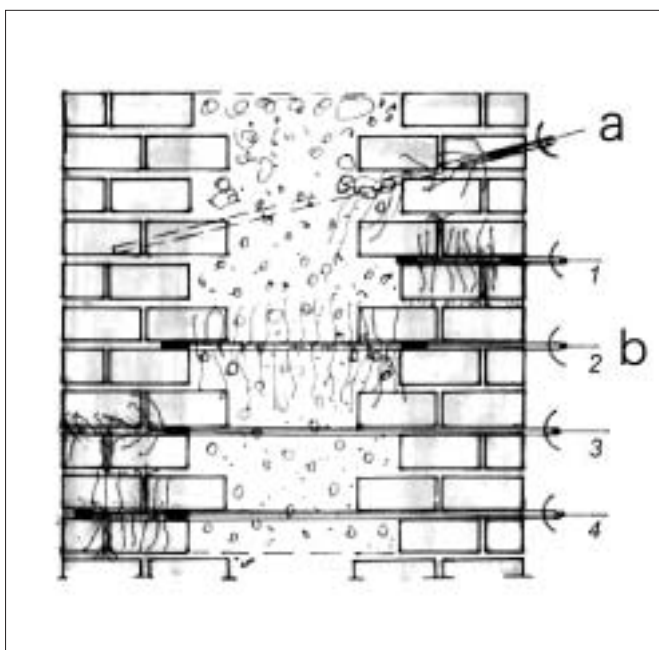
Zastosowanie „lancy iniekcyjnej” daje następujące udogodnienia:

- dowolna długość lancy – wg potrzeb,
- zmienna średnica zewnętrzna,
- duży otwór przelotowy,
- odpowiednia do potrzeb długość wiertła,
- długość nasadki gumowej oraz rozmieszczenie jej w odpowiedniej odległości i ilości,
- nasadka gumowa nie jest zbrojona i ma duże możliwości spęczniania,
- możliwość podawania medium iniekcyjnego na końcu długości lancy lub w dowolnym jej miejscu,
- elementy lancy są powtarzalne i można je dowolnie montować w trakcie pracy,
- możliwość stosowania w murach wielowarstwowych bez uprzedniego ich uszczelniania zawieszinami,
- po zakończeniu iniekcji otwory są wypełniane zaprawą,
- możliwość zastosowania również w budowlach szachulcowych.



10. Wykonanie iniekcji w murze pełnym: a) tradycyjnymi iniektorami – pakery, b) nową „lancą iniekcyjną”. Wszystkie rys. autor.

10. Injections into a complete wall: a) traditional injectors – packers, b) new “injection lance”. All drawings: author.



11. Wykonanie iniekcji w murze warstwowym: a) tradycyjnymi iniektorami – packerami, b) nową „lancą iniekcyjną”.

11. Performing an injection into a strata wall: a) with traditional injectors – packers, b) new “injection lances”.

Wykonano już wstępne badania laboratoryjne i praktyczne, częściowo na obiektach szachulcowych i konstrukcjach drewnianych. Po wykonaniu i uzupełnieniu o dodatkowe osprzętowanie stwierdzono pozytywne wyniki takich zabiegów, jak:

- odgrzybiania drewna,
- wzmacniania drewna,
- zabezpieczania drewna przed pożarem,
- zabezpieczania drewna przed owadami -drewnojadami.

Wykonywanie iniekcji wymienionym osprzętem jest nowym sposobem wypełnienia materiału substancją iniektującą. Dotychczas stosowano sposób polegający na wtlaczaniu, wciskaniu substancji w dany materiał od strony zewnętrznej, która to substancja w trakcie iniekcji ulega zwiększającemu się sprężaniu w tym materiale.

Nowy sposób polega na wtlaczaniu – wypychaniu – od środka substancji iniekccyjnej, która w trakcie iniekcji ulega postępującemu rozprężaniu w tym materiale. Substancja jest podawana aż do jej wypłynięcia na zewnątrz, co oznacza, że masa materiału została nasycona od miejsca wtlaczania aż do zewnętrznej powierzchni.

Wielkość i kierunek przepływu substancji iniekccyjnej podlega „prawu wytrzymałości łańcucha”, które brzmi: łańcuch jest tak wytrzymały, jak jego najsłabsze ogniwo. Dlatego wypełnienie materiału postępuje od jego najsłabszej strefy. Stosując odpowiednie zabiegi i ciągłość iniekcji, uzyskuje się wypełnienie materiału w zależności od wymaganej strefy.

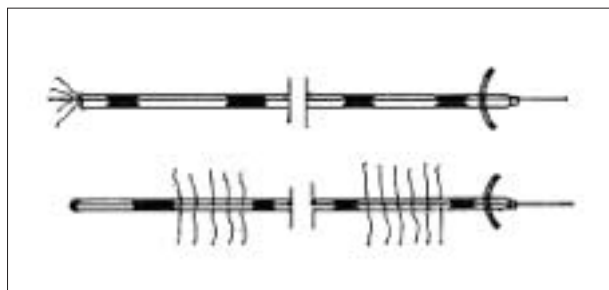
O innowacyjności metody „lancy iniekccyjnej” świadczy m.in.:

- wykonywanie jednocześnie różnorodnych zabiegów renowacyjnych w budowlach, szczególnie zabytkowych,
- uzyskanie efektów takich jak: zabezpieczenie i naprawa obiektów posadowionych powyżej i poniżej gruntu, o ścianach pełnych i warstwowych (co do tej pory było prawie niewykonalne) i tym samym – uratowanie wielu obiektów zabytkowych,
- znaczne obniżenie kosztów wykonywania tych zabiegów,
- potwierdzona skuteczność w budowlach: zabytkowych, komunalnych, przemysłowych i hydrotechnicznych,
- szczególna przydatność metody w obiektach, które były zalane przez powódź (w tego typu przypadkach autor sugeruje zastosowanie w trakcie wykonywania izolacji metodą iniekcji ciśnieniowej zabiegów współtowarzyszących, które podniosą efekt zabiegu i znacznie obniżą koszty naprawy obiektu).

Nowa technologia wykonywania iniekcji ciśnieniowej w osuszaniu budowli jest szczególnie przydatna i wskazana do zastosowania w obiektach, które były zalane przez powódź. W obiektach takich zaleca się stosowanie w trakcie wykonywania izolacji metodą iniekcji ciśnieniowej zabiegów współtowarzyszących, które istotnie podniosą efekt zabiegu i znacznie obniżą koszty naprawy obiektów.

Do wykonania przepony izolacyjnej należy stosować żele akrylowe, gdyż są one łatwo usuwalne bez uszkodzenia powierzchni muru, ponadto podnoszą jego wytrzymałość na ściskanie, a podczas wiązania akumulują w sobie znaczne ilości wody, w związku z czym zmniejsza się niebezpieczeństwo niekontrolowanego skurczu na skutek zbyt szybkiego wysychania obiektu.

W otworach iniekcyjnych i innych należy stosować tzw. zbrojenie *Brutt Saver Profile* według *Brutt Technologies*. Są to profilowane cięgna ze stali nierdzewnej (austenicznej) w gatunku 304 Cu. Charakterystyczną ich cechą jest specjalny helikoidalny (śrubowy) kształt. Zbrojenie umieszczone



13. Zasada działania „lancy iniekccyjnej”. Sposoby podawania roztworu iniekccyjnego i rozmieszczenia nasadek uszczelniających.

13. Principle of the “injection lance”. Ways of applying the injection solution and placing the insulation attachments.

w poprzek pęknięć działa jak mocno napięta sprężyna i łączy uszkodzone części. Wytrzymałość takiego połączenia jest wielokrotnie większa od wytrzymałości naprawianego materiału, co dodatkowo zapobiega jego dalszym uszkodzeniom.

Do wypełnienia otworów, pustek i kawern należy stosować technologię tzw. gorącej fugi, gdzie nie używa się cementu, a tylko odpowiedniego wapna wraz z dodatkami.

Zastosowanie wymienionych zabiegów wzmocni obiekt i zwiększy jego wytrzymałość w trakcie wysychania, podczas którego występują naprężenia osiadania, pęknięcia i inne zjawiska pojawiające się zawsze w budynkach podtopionych w trakcie powodzi.

Stosowanie tego rozwiązania w pełni potwierdziła jego skuteczność w budowlach zabytkowych, np. na Starym Mieście w Warszawie przy ul. Brzozowej, w budynku MOK-u w Słupsku nad rzeką Słupią, w budynkach komunalnych w wielu miastach Polski, w obiektach przemysłowych, takich jak kryty basen w Słupsku, w budowlach hydrotechnicznych, np. w elektrowni Strzegomino, w obiektach sakralnych i wielu innych.

Omawiana „lanca iniekcyjna” uzyskała:

- prawo ochronne nadane przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej,
- nagrodę II stopnia za nowe rozwiązania w dziedzinie techniki za rok 1996, nadaną przez Radę Wojewódzką Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej,
- pozytywne opinie rzeczoznawców Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego oraz do spraw hydrotechnicznych NOTu,
- opinię z Polskiego Towarzystwa Ochrony Zabytków Podziemnych HADES-Polska.

**Mgr inż. Karol Kramarz jest absolwentem Wydziału Melioracji Wyższej Szkoły Rolniczej oraz Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej. Od 1983 r. prowadził jedyną w kraju Pracownię Konserwacji Murów w PP PKZ Oddział w Szczecinie, aż do jej rozwiązania. Od czasu rozwiązania PP PKZ prowadzi własną działalność zawodową związaną z kompleksowym zabezpieczaniem budowli zabytkowych, technicznych, hydrotechnicznych – naprawa, ochrona, konserwacja, renowacja.**

## Przypisy

1. S. Klin, K. Kramarz, *Metody iniekcji ciśnieniowej, fizyczne i techniczne aspekty ich zastosowania w inżynierii budowlanej*, (w:) *Problemy remontowe substancji mieszkaniowej. Referaty, materiały z V Wrocławskiej Konferencji Naukowo-Technicznej*, Szklarska Poręba 1990.

2. J. Ferens, *Fizyczne aspekty chemicznych iniekcji przeciwwilgociowych, materiały z sympozjum „Osuszanie budynków...”*, Wrocław, 25 listopada 1989 r. Publikacja Ansona i Hoffa jest prawdopodobnie w posiadaniu autorki powyższego referatu.

3. Ibidem.

4. Ibidem.

5. K. Kramarz, *Lanca iniekcyjna. Nowa technologia wykonywania izolacji poziomych i pionowych*, „Izolacje”, 2002, nr XI/XII, s. 53.

6. K. Kramarz, jw.

7. K. Kramarz, jw., s. 54.

8. K. Kramarz, jw.

## VERTICAL AND HORIZONTAL CONSTRUCTION INSULATION WITH THE PRESSURE INJECTION METHOD – NEW TECHNOLOGY

The article describes a new technology of performing injections into building material with the assistance of an invented and patented solution known as the “injection lance”.

The existing methods guarantee effective injections into material no thicker than 0,60 m.; in all cases exceeding this thickness it is advised to resort to two-sided injections. This solution is not always possible, especially in caving objects. In addition, recommendations concerning non-homogeneous walls and those with empty inner space, cracks and not completely filled binding call for of additional and costly work.

The new technology solves all those problems without calling for any additional undertakings. Its virtue lies in the fact that the operations can be conducted in every part of a building, and ensure full

control and recognition as regards the operation and range of the injection. The lance can be set at a suitable length, corresponding to the current conditions. The insulation attachments can be placed in any selected place. The lance may be also used for applying assorted injection media, and at the end stage – for insulating the opening. Packers with a valve do not provide such opportunities nor recognition concerning the range of penetration.

The author has already carried out a number of such operations, not only in historical monuments but also in communal, industrial, sports and hydrotechnical objects, always with a positive outcome. The injections may be also performed for all underground or underwater objects of assorted thickness and variety.