

Aparat do wprowadzania elementów wykonawczych do rurociągu pod ciśnieniem

Actuator elements insertion tool for pressure pipeline

KAMIL ANASIEWICZ, BEATA KOWALSKA, DARIUSZ KOWALSKI, PAWEŁ SUCHORAB

DOI 10.36119/15.2021.2.7

W artykule przedstawiono koncepcję oraz prototyp aparatu umożliwiającego wprowadzanie elementów wykonawczych do pracujących pod ciśnieniem rurociągów wodociągowych. Aparat opracowano początkowo jako urządzenie do likwidacji korków lodowych w rurociągach. Budowa prototypu wykazała znacznie większą jego uniwersalność. Powstała platforma umożliwiająca wprowadzanie próbników do pobierania wody bezpośrednio z przepływającego rurociągiem strumienia, osadu i biofilmu ze ścianek tego rurociągu, czujników ciśnienia i natężenia przepływu oraz wprowadzanie do wnętrza rurociągów przewodów dozujących np. roztwór chloru do dezynfekcji. W założeniach aparat może współpracować z powszechnie stosowanymi urządzeniami do nawiercania rurociągów, jak również z niektórymi typami hydrantów przeciwpożarowych. Artykuł zawiera opis koncepcji aparatu, budowy jego prototypu oraz wstępnego eksperymentu laboratoryjnego, polegającego na zastosowaniu aparatu do likwidacji korka lodowego we fragmencie rury wodociągowej.

Słowa kluczowe: wodociągi, narzędzia, eksploatacja, korki lodowe, diagnostyka.

The article presents a concept and a prototype of a tool enabling the insertion of actuator elements into water supply pipelines working under pressure. The tool was initially developed as a device for removing ice plugs in pipelines. The construction of the prototype showed its much greater versatility. The result was a platform enabling the insertion of samplers directly in the water stream flowing through the pipeline, pressure and flow rate sensors location in this stream, sediment, biofilm collection from the walls of the pipeline and dosage of disinfectant, e.g. chlorine, into the working pipelines. In assumptions, the tool can work with commonly used devices for drilling pipelines, as well as with some types of fire hydrants. The article describes the concept of the tool, the construction of its prototype and an initial laboratory experiment involving the use of a tool to remove an ice plug in a fragment of a water pipe.

Keywords: water supply, tools, operation, ice plugs, diagnostics

Wstęp

Podstawowym zadaniem sieci wodociągowej jest niezawodne doprowadzanie wody o wymaganej jakości, ciśnieniu i ilości do odbiorców [1]. Realizacja powyższego zadania wymaga podejmowania przez przedsiębiorstwa wodociągowe coraz bardziej innowacyjnych działań związanych z diagnostyką i usuwaniem awarii, tak aby minimalizować przerwy w dostawie wody. Konsekwencje wyłączenia niektórych rurociągów na czas modernizacji czy usuwania awarii mogą być bardzo znaczące [2]. Nawet krótkotrwałe wyłączenia poszczególnych rurociągów generują koszty i zaburzają pracę wodociągów [3]. Minimalizowanie skutków takich wyłączeń wymaga każdorazowo podejmowania szeregu decyzji eksploatacyjnych przez operatora, który w warunkach złożonych miejskich systemów wodo-

ciągowych musi posilkować się nie tylko doświadczeniem, ale także szeregiem zaawansowanych narzędzi wspomagania decyzji [4]. Wszystko to powoduje, że stale rośnie zainteresowanie przedsiębiorstw wodociągowych urządzeniami i metodami pozwalającymi na realizację prac eksploatacyjnych bez konieczności przerywania funkcjonowania rurociągów.

Do najbardziej znanej metody umożliwiającej prace w rurociągach pod ciśnieniem, bez przerywania ich działania, należy podłączanie nowych przewodów oraz czujników monitoringu poprzez tzw. nawiercanie. Wymaga to zarówno specjalizowanych urządzeń wierzących, jak również armatury umożliwiającej ich wykorzystanie [5-7]. Działania takie weszły już do standardu prac przedsiębiorstw wodociągowych.

Coraz większą uwagę przedsiębiorstwa wodociągowe przykładają do bez-

pieczeństwa odbiorców wody. Rośnie znaczenie jakości dostarczanej wody [8, 9]. Stale rozszerzany jest katalog niezbędnych badań tej jakości. Pod względem mikrobiologicznym badana jest nie tylko woda ale także biofilm – jego obecność, skład [10], jak i skutki oddziaływania [11]. Realizacja tego typu badań w warunkach rzeczywistych sieci wodociągowych jest wciąż ograniczana możliwościami poboru próbek. Bardzo często w tym celu wymagane jest wycięcie fragmentu przewodu, najczęściej przy okazji usuwania jego awarii lub wbudowywaniu wymiennych fragmentów przewodów w istniejący wodociąg [12]. Nawet sam proces zdejmowania biofilmu z rur jest kłopotliwy – przykładowo z wykorzystaniem szklanych kulek w procesie potrząsania wyjętym fragmentem rurociągu [13]. Nadal brakuje urządzeń pozwalających na pobieranie próbek biofilmu bezpośrednio z pracujących przewodów.

mgr inż. Kamil Anasiewicz, ORCID 0000-0001-8728-236X – Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Lublin, k.anasiewicz@pollub.pl
 prof. dr hab. inż. Beata Kowalska, ORCID 0000-0003-2489-1904 – b.kowalska@pollub.pl, dr hab. inż. Dariusz Kowalski, ORCID 0000-0001-9929-1626 – d.kowalski@pollub.pl, mgr inż. Paweł Suchorab, ORCID 0000-0001-9275-4800 – Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, Lublin, p.suchorab@pollub.pl

Okazuje się, że także pobór próbek wody sieciowej może stanowić problem. Nie wszędzie znajdują się komory, wewnątrz których rurociągi wyposażono w odpowiednie zawory czerpalne. Wykorzystanie hydrantów pożarowych również posiada pewne ograniczenia. Konieczność ich płukania przed poborem próbek, powoduje często istotne zmiany warunków hydraulicznych pracy badanego fragmentu sieci. Może wówczas dochodzić do zerwania osadów. Zmienia się także czas zatrzymania wody w sieci (tzw. wiek wody). Wszystko to może prowadzić do obniżenia wiarygodności uzyskiwanych wyników [14]. Istnieje zatem potrzeba opracowania innego sposobu poboru wody z wykorzystaniem hydrantów, np. poprzez wprowadzanie przez nie przewodów czerpalnych sięgających osi badanych rurociągów przesyłowych.

Innym aspektem zapewnienia bezpieczeństwa odbiorców wody jest utrzymanie odpowiedniego stężenia dezynfektanta, najczęściej chloru wolnego, w dostarczanej wodzie. Badania realizowane w Polsce i na świecie wskazują, że stężenie to często jest zbyt niskie [15]. Wynika to między innymi z rosnącego wieku wody, jak również reakcji w jakie środek dezynfekujący wchodzi z wodą oraz przewodami przesyłowymi. Jednym z rozwiązań tego problemu jest stosowanie dodatkowych, sieciowych stacji dozujących dezynfektant [16, 17]. Stacje takie wymagają odpowiednich warunków pracy, w tym bezpiecznego włączenia do rurociągu przesyłowego. O ile jest to możliwe w zaplanowanych do tego celu i przygotowanych wcześniej miejscach, o tyle jest to bardzo kłopotliwe w przypadku konieczności przeprowadzenia procesu dezynfekcji odcinka rurociągu po dokonaniu naprawy. Wydaje się, że wykorzystanie do tego celu hydrantów, w sposób analogiczny do poboru próbek, ułatwiłoby pracę służbom eksploatacyjnym.

Kolejnym zadaniem, do realizacji którego warto byłoby wykorzystać bezpośredni kontakt z wodą przesyłaną przez rurociągi wodociągowe jest ocena warunków hydraulicznych ich pracy. Badania Burszty-Adamiak i Stańczyk [18] wskazują na dużą przydatność analizy mocy hydraulicznej strumienia wody w detekcji stanów pracy sieci wodociągowej. Dokładność wymaganych w takiej metodzie pomiarów wzrosłaby w przypadku łatwego wprowadzania odpowiednich czujników do wnętrza badanych rurociągów.

Obecny zimą spadek temperatury także wskazuje na potencjalną możliwość wykorzystania aparatu do wprowadzania

urządzeń wykonawczych do rurociągów wodociągowych pracujących pod ciśnieniem. Zastosowanie to związane jest z usuwaniem pojawiających się korków lodowych w zamarzających fragmentach rurociągów. Udrażnianie takich rurociągów realizowane jest dotychczas poprzez ogrzewanie od zewnątrz [19-22], jak i od wewnątrz rurociągów [23, 24]. W procesie odmrażania warto szczególną uwagę zwrócić na rurociągi wykonane z tworzyw sztucznych. Z racji ich właściwości mechanicznych w procesie odmrażania nie można zastosować wysokiej temperatury, co znacząco obniża efektywność procesu. Efektywność tą można zwiększyć wprowadzając czynnik odmrażający, np. podgrzaną wodę lub parę do wnętrza rurociągu. Jak dotychczas brak urządzeń umożliwiających w łatwy sposób realizację tego typu działania.

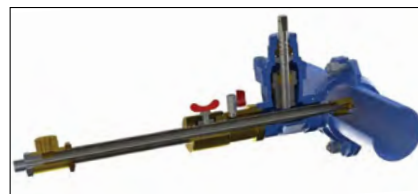
Powyższy krótki przegląd wskazuje, że coraz częściej istnieje potrzeba prowadzenia różnego typu działań wewnątrz rurociągów wodociągowych. Działania te powinny być prowadzone w taki sposób, aby nie powodować przerw w dostawie wody. Brakuje jednak na rynku urządzenia, które umożliwiłoby stosunkowo łatwy dostęp do wnętrza rurociągów. Celem artykułu jest prezentacja autorskiego rozwiązania powyższego problemu. Artykuł zawiera opis koncepcji urządzenia, jak i opis zbudowanego prototypu. Prototyp ten przetestowano w warunkach laboratoryjnych w procesie odmrażania fragmentu rury wodociągowej wykonanej z PEHD.

Opis koncepcji urządzenia

Prezentowany aparat pomyślano jako urządzenie modułowe pozwalające na interwencyjne usuwanie korków lodowych z częściowo zamarzniętych rur wodociągowych oraz potencjalnie wprowadzanie do wodociągu innych urządzeń kontrolno-wykonawczych [25]. W założeniach aparat powinien pozwolić na szybkie usunięcie zatorów, uniemożliwiających nieza-

klócony przepływ wody. Konstrukcja aparatu powinna też charakteryzować się zwartą, kompaktową budową i umożliwiać jednoosobową obsługę.

Reprezentację 3D omawianego aparatu przedstawiono na rysunku 1. Jednym z podstawowych zamierzeń, na etapie koncepcji, była prostota obsługi oraz pewne i sprawdzone rozwiązania techniczne. Działanie aparatu polega na



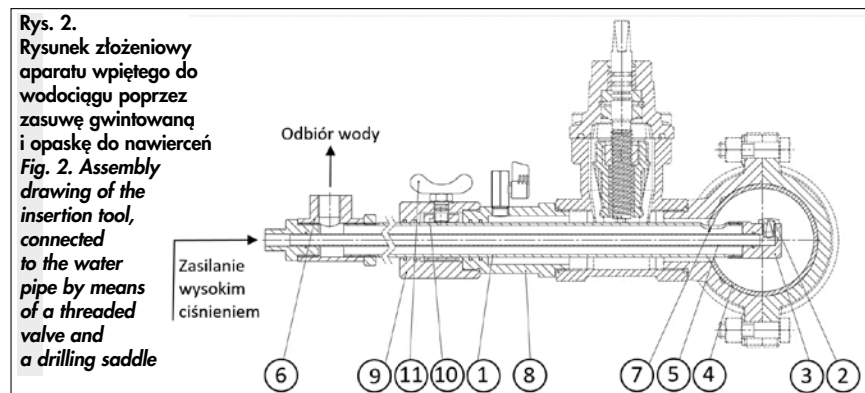
Rys. 1. Model 3D aparatu, wpiętego do rury wodociągowej poprzez zasuwę gwintowaną i opaskę do nawierceń

Fig. 1. 3D model of the insertion tool, connected to the water pipe by means of a threaded valve and a drilling saddle

wprowadzeniu do rurociągu rury zakończonej dyszą, która ma za zadanie podawać strumień wody pod wysokim ciśnieniem (do 18 MPa) o temperaturze pokojowej, lub podgrzanej do około 40°C. Zalecą proponowanego rozwiązania jest bezpośrednio usuwanie korka lodowego od środka rurociągu poprzez tłoczenie czynnika o wysokim ciśnieniu oraz podwyższonej temperaturze, co znacznie przyspiesza proces odmrażania. Kompaktowy rozmiar elementów wykonawczych pozwala na wprowadzanie ich przez zasuwę gwintowaną DN 32 oraz większe.

Rysunek złożeniowy aparatu wpiętego, przez zasuwę gwintowaną z opaską do wodociągu, zamieszczono na rysunku 2.

Głównym elementem wykonawczym aparatu jest rura kierująca, oznaczona na rysunku nr 2 numerem 1, pełniąca szereg zadań. Pierwszym zadaniem jest pozycjonowanie dyszy 2 w przewodzie wodociągowym 4, następnym zadaniem jest odbieranie wody włączanej przed korek lodowy, rura stanowi również prowadnicę dla



Rys. 2. Rysunek złożeniowy aparatu wpiętego do wodociągu poprzez zasuwę gwintowaną i opaskę do nawierceń

Fig. 2. Assembly drawing of the insertion tool, connected to the water pipe by means of a threaded valve and a drilling saddle

rury ciśnieniowej 5 zasilającej dyszę 2, która osadzona jest w korpusie dyszy 3. Na wejściu aparatu znajduje się korpus zasilający 6, w którym osadzona jest rura kierująca i ciśnieniowa. Korpus zasilający 6 wyposażony jest w dwa złączka i pełni podwójną rolę. Poprzez pierwsze złącze korpus umożliwia podłączenie urządzenia dostarczającego do dyszy 2 wodę pod wysokim ciśnieniem. Woda pobierana może być ze zbiornika buforowego. Przez drugie złącze korpusu odbierana jest woda z wodociągu. Zabezpieczenie przed przekroczeniem dopuszczalnego w wodociągu ciśnienia stanowi upust w postaci otworu 7, w rurze kierującej 1, który ma za zadanie umożliwienie powrotu czynnika wprowadzanego do rurociągu z powrotem do zbiornika buforowego. Pozwala to na utrzymanie bezpiecznego ciśnienia w rozmrażanym przewodzie. Równie ważną korzyścią związaną z zastosowaniem odbioru wody z wodociągu jest możliwość jej ponownego wtłoczenia do wodociągu. Takie rozwiązanie sprawia że do zasilenia urządzenia generującego wysokie ciśnienie potrzebna jest niewielka ilość wody przygotowana w zbiorniku buforowym, co gwarantuje łatwą aplikację w terenie.

W budowie urządzenia można wyróżnić korpusy, których pierwszy 8, służy do zamocowania aparatu w istniejącym lub nowo utworzonym przyłączu wodociągowym. Drugi korpus 9, połączony z korpusem 8, służy do ustawiania części wykonawczej aparatu w świetle rurociągu, za pośrednictwem ustalacza 10 oraz blokowania tego ustawienia śrubą 11. Mechanizm blokujący zabezpiecza przed wyrzuceniem rury kierującej przez ciśnienie wody w wodociągu.

Przy pracy nad konstrukcją aparatu wykorzystano doświadczenia zebrane przy opracowaniu urządzeń do nawiercania wodociągów pod ciśnieniem [5]. Aparat jest przystosowany do połączenia za pomocą znormalizowanego gwintu, z korpusem zasowy wodociągowej gwintowanej lub za pośrednictwem kołnierza gwintowanego z zasuwą kołnierzową. Po zakończonym procesie odmrażania dyszę można w całości schować w korpusie aparatu pozwalając na zamknięcie zaworu zasowy. Ruchoma rura kierująca pozwala na ustawienie położenia dyszy w świetle rury w zależności od długości zabudowy zestawu zasowa – opaska. W celu określenia pozycji dyszy względem korka lodowego na rurze kierującej zaznaczono kierunek pracy dyszy. W zależności od rozmiaru stosowanej dyszy, która stanowi element wymienny, można zmieniać zasięg lub natężenie sprężonego strumienia wody.

Obsługa aparatu, po krótkim przeszkoleniu jest prosta i nie wymaga specjalnych kwalifikacji. Do uruchomienia aparatu potrzebne jest urządzenie dostarczające wodę pod ciśnieniem (myjka ciśnieniowa), naczynie buforowe o pojemności minimalnej ok 40 dm³, elastyczne przewody do tłoczenia i odbioru wody oraz źródło prądu elektrycznego – zasilanie z sieci lub agregat prądotwórczy. Dysza aparatu powinna znajdować się w osi rurociągu. Jej precyzyjne ustawienie ułatwiają oznaczenia naniesione na rurę kierującą. Wystarczy zmierzyć długość zabudowy zasowy z opaską oraz średnicę rury wodociągowej i do wyniku stosować wysunięcie rury kierującej. W przypadku zamarznięcia zasowy z opaską rozmrażanie można rozpocząć jeszcze przed otwarciem zasowy. Po otwarciu zasowy, należy wprowadzić dyszę do wnętrza odmrażanego rurociągu. Po jej precyzyjnym ustawieniu można zacząć właściwy proces odmrażania. Należy w tym celu uruchomić agregat ciśnieniowy podający sprężoną wodę. Jednocześnie należy otworzyć zawór na złączu odbierającym wykorzystaną wodę, przekazywaną dalej do zbiornika buforowego, tworząc obieg zamknięty. Strumień sprężonej, ewentualnie podgrzanej wody powinien penetrować korek lodowy. Podczas odmrażania można zmieniać położenie dyszy w celu objęcia zasięgiem działania całej powierzchni korka lodowego. Osady uwolnione podczas udrażniania wodociągu, trafiają do pojemnika buforowego co sprawia że po zakończonym procesie woda w wodociągu nie jest zanieczyszczona. Po usunięciu zatoru należy zamknąć zawór odbierający, wycofać korpus dyszy do korpusu aparatu, następnie należy zamknąć zasowę. Po odłączeniu przewodów i otwarciu zaworów aparatu należy usunąć pozostającą w nim wodę. Następnie aparat można zdemontować.

Aparat oprócz usuwania zatorów może mieć kilka zastosowań praktycznych dzięki konstrukcji modułowej, która umożliwia podłączenie dodatkowych elementów modyfikujących lub rozszerzających możliwości użytkowe. Korpus dyszy stanowi element wymienny. Po wymianie korpusu dyszy na adapter, za pośrednictwem aparatu można pobierać próbki wody wodociągowej, biofilmu lub osadu ze ścianek rurociągów. Kolejna modyfikacja umożliwia wprowadzenia do osi rurociągu czujników diagnostycznych. Za pośrednictwem aparatu można również podawać do wodociągu środki dezynfekcyjne. Poprzez doposażenie aparatu w dodatkowy moduł, urządzenie pozwala na wprowadzanie kamery pozwalającej na

monitoring stanu rur wodociągowych. Aparat umożliwia dowolne manipulowanie kierunkiem kamery i przesuwaniu jej w dowolne miejsce rurociągu. Prezentowane urządzenie ma wymiar uniwersalny i w zależności od potrzeb może stanowić niezbędny element wyposażenia instalatora.

Budowa prototypu

Aparat do wprowadzania do rurociągu pod ciśnieniem elementów wykonawczych został zbudowany w siedzibie firmy ANWOD Zakład Produkcji Armatury Wodociągowej w ramach współpracy z Politechniką Lubelską. Przy użyciu oprogramowania do modelowania 3D opracowano wstępny model 3D aparatu, który następnie dostosowano do wymagań praktycznych. Opracowano dokumentację rysunkową i w oparciu o nią wykonano prototypowy aparat. Urządzenie powstało z materiałów atestowanych do kontaktu z wodą do picia: stal nierdzewna 2H13, mosiądz MO5. Istotne połączenia uszczelniano pierścieniami o-ring z gumy EPDM. W rozwiązaniu produkcyjnym planowane jest aby korpus, wstępnie wykonany z mosiądzu MO59, był wykonany z żeliwa sferoidalnego PN-EN GJS-500-7 zabezpieczonego antykorozyjnie farbą proszkową poliestrowo-epoksydową. Wszystkie elementy pozostające w kontakcie z wodą do picia posiadają atest higieniczny. W budowie aparatu uwzględniono złącza oraz zawory, niezbędne do sprawnego wykonania procedury usuwania korka lodowego z rur wodociągowych. Zbudowany prototyp ma niewielkie rozmiary i został przystosowany do przenoszenia go w skrzynce, wraz z niezbędnym oprzyrządowaniem. Widok prototypu aparatu przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Prototyp aparatu do wprowadzania elementów wykonawczych do rurociągu pod ciśnieniem
Fig. 3. A prototype of actuator elements insertion tool for pressure pipeline

Przykład wykorzystania urządzenia do likwidacji korka lodowego

Prototyp aparatu przetestowano w Laboratorium Hydrauliki Stosowanej Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej. Celem badań było sprawdzenie skuteczności wykorzystania aparatu zastosowanego jako element systemu likwidacji korka lodowego we fragmencie rurociągu. W tym celu zbudowano stanowisko pomiarowe, którego schemat przedstawiono na rysunku 4. Widok rurociągu badawczego wraz z podłączonym aparatem i czujnikami ciśnienia przedstawiono na rysunku 5.

z dokładnością $\pm 0,05\%$, podłączone do komputera rejestrującego zbierane dane z częstotliwością 1 s. Układ pomiarowy uzupełniono montując wodomierz Metron JS 2,5 41 Z.W. DN15, klasy R80.

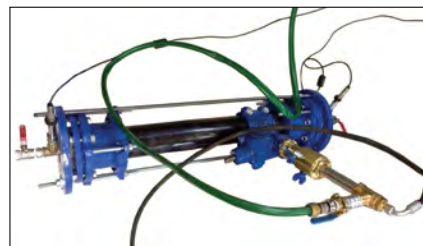
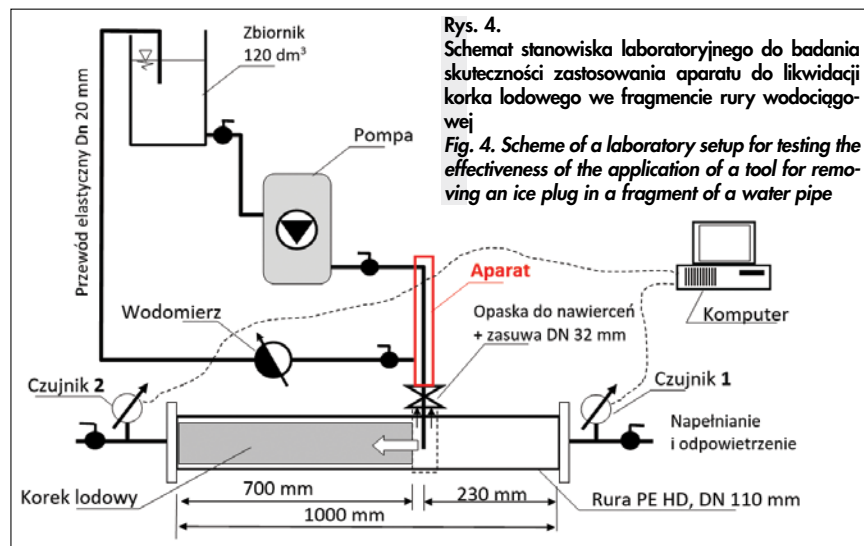
Badany odcinek rurociągu został z obu stron zaślepiony, wyposażony w opaskę i nawiercony. Następnie został ustawiony w pozycji pionowej i napełniony wodą do wysokości nawierconego otworu. Tak przygotowaną rurę umieszczono w zamrażarce przemysłowej o temperaturze -20°C , na 24 godziny. Po zamrożeniu wymieniono kołnierze zaślepiające na kołnierze z gwintem, wyposażone w króćce z zamontowanymi zawora-

zamarzniętego rurociągu realizowano do momentu, kiedy czujnik 2 pokazał wzrost ciśnienia do wartości zbliżonej do wskazywanego przez czujnik 1. Temperatura początkowa wody wykorzystanej w procesie odmrażania wynosiła $21,8^{\circ}\text{C}$. Na rysunku 6 przedstawiono zarejestrowane wyniki wskazań obu czujników w trakcie realizacji eksperymentu.

Początkowo ciśnienie wskazywane przez czujnik 2 umieszczony poza korkiem lodowym było zbliżone do atmosferycznego. Wzrosło ono do wartości bliskiej wskazywanej przez czujnik 1 po ok. 33 minutach. Uznano, że było to równoznaczne z „przebicciem” korka lodowego. Po zakończeniu eksperymentu wodomierz wskazał 752 dm^3 wody przetłoczonej przez cały układ.

Po zakończeniu eksperymentu zdjęto kołnierze zaślepiające rurociąg. Korek lodowy znajdujący się w rurociągu został w jednym miejscu w całości zlikwidowany. Pozostały fragment korka posiadał maksymalną grubość 7 cm (rys. 7).

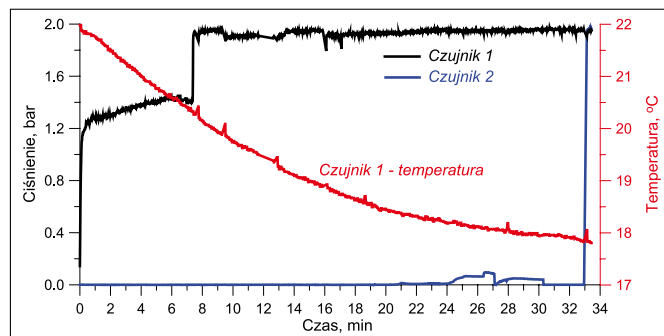
Oznacza to, że efektywny zasięg usuwania korka lodowego przez badany prototyp aparatu, w warunkach realizowanego eksperymentu wyniósł 0,7 m. Biorąc pod uwagę fakt, iż wykorzystano wodę obiegową o temperaturze pokojowej, oraz fakt że zaraz za korkiem znajdował się kołnierz zaślepiający, blokujący dalszy przepływ wody, uzyskany wynik należy uznać za zadowalający na tym etapie badań.



Rys. 5.
Widok aparatu podłączonego do rury badawczej
Fig. 5. View of the tool connected to the tested pipe

W skład stanowiska wchodził jednometrowy odcinek rury badawczej PEHD DN 110 mm, w którym znajdował się korek lodowy o długości 70 cm. Na rurze zamontowano opaskę z zasuwą DN 32, przez którą wykonano nawiercenie. Stanowisko wyposażono dodatkowo w otwarty zbiornik o pojemności czynnej 100 dm^3 , myjkę ciśnieniową Karcher o maksymalnym ciśnieniu 16 MPa, pełniącą rolę pompy obiegowej oraz prototyp badanego aparatu. Powstały układ wyposażono w dwa czujniki – przetworniki Keller PR-33X mierzące jednocześnie ciśnienie 0 – 6 bar i temperaturę -40 do 120°C ,

Rys. 6.
Wykres wartości ciśnienia i temperatury zarejestrowanych w trakcie trwania eksperymentu
Fig. 6. Graph of pressure and temperature recorded during the experiment



mi i przetwornikami ciśnienia. Następnie na opasce zamontowano zasuwę, przez którą podłączono prototyp aparatu. W dalszej kolejności aparat podłączono poprzez zawory i przewody elastyczne do zbiornika buforowego oraz pompy – myjki ciśnieniowej. Początkowe ciśnienie wody mierzone przez czujnik 1, zamontowany na wolnym od lodu końcu rury badawczej, wynosiło 1,5 bara. Po 7 minutach eksperymentu zwiększono je do 2,0 barów. Uzyskano w ten sposób zwiększenie siły i zasięgu strumienia wody wypływającego z dyszy aparatu do wnętrza zamarzniętego rurociągu. Proces tłoczenia wody do



Rys. 7.
Widok korka lodowego po zakończeniu eksperymentu. Po lewej po zdjęciu kołnierza zaślepiającego rurę badawczą, po prawej po wyjęciu na zewnątrz
Fig. 7. View of the ice plug after the end of the experiment. On the left, after removing the flange covering the test pipe, on the right, after taking it out

Podsumowanie

We współczesnej eksploatacji sieci wodociągowych rośnie potrzeba wykorzystywania różnego typu urządzeń wprowadzanych do rurociągu. Wciąż brakuje jednak na rynku aparatów, które pozwalają na wprowadzenie tych urządzeń do ich wnętrza w łatwy sposób. Jest to szczególnie zauważalne w przypadku potrzeby realizacji całego procesu pod ciśnieniem, bez przerywania pracy wodociągu. Prezentowany w artykule aparat wypełnia tę lukę. Może on stanowić swego rodzaju platformę do pracy dla różnego typu urządzeń badawczych, diagnostycznych, jak również dozujących np. roztwór dezynfekujący do wody. Może także być wykorzystany samodzielnie, jako urządzenie do likwidacji korków lodowych w rurociągach wodociągowych, niezależnie od materiału, z jakiego wykonano te rurociągi. Przeprowadzone badania laboratoryjne wykazują obiecujące rezultaty w tym aspekcie wykorzystania. Konieczne są jednak dalsze prace rozwojowe i badawcze, w celu zwiększenia efektywności rozmrażania, zarówno w odniesieniu do długości usuwanego korka, jak i jego średnicy.

LITERATURA

- [1] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków, tekst jednolity Dz.U.2020 poz. 2028.
- [2] Boryczko K., Ocena skutków wyłączenia strategicznej magistrali wodociągowej, *Instal* 3/2020, s. 45-47.
- [3] Piegdoń I., Tchórzewska-Cieślak B., Metoda analizy kosztów napraw uszkodzeń sieci wodociągowej, *Instal* 7-8/2018, s. 59-63.
- [4] Rak J., Tchórzewska-Cieślak B., Pojęcie niezawodności i bezpieczeństwa pracy operatora w systemie wodociagowym, *Instal* 2/2019, s. 44-48.
- [5] www.anwod.com.pl/oferta/aparaty-do-nawiercania-wodociagow/aparat-do-nawiercania-wodociagow-pod-cisnieniem-zestaw-duzy
- [6] Duklewski W., Iwanek M., Kepiński K., Kowalska B., Kowalski D., Kwietniewski M., Mierzwa A., Uniwersalna opaska mocująca do nawiercania rurociągów, *Instal* 3/2018, s. 41-44.
- [7] Duklewski W., Iwanek M., Kepiński K., Kowalska B., Kowalski D., Kwietniewski M., Mierzwa A., Badanie prototypu uniwersalnej opaski do nawiercania rurociągów wodociagowych, *Instal* 10/2020, s. 39-41.
- [8] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (wersja przekształcona) (Tekst mający znaczenie dla EOG), Dz.U. L 435 z 23.12.2020, str. 1–62 , NumerCELEX: 32020L2184
- [9] Zimoch I, Mulik B. Bezpieczna czysta woda do picia – nowa dyrektywa w sprawie jakości wody do spożycia, *Instal* 3/2020, s. 39.
- [10] Kręgiel D., Biofilmy i osady w systemach dystrybucji wody pitnej, *Gaz Woda i Technika Sanitarna* 11/2020, s. 17-20.
- [11] Świdarska-Bróż M., Skutki obecności biofilmu w systemach dystrybucji wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, *Ochrona środowiska* 1/2012, s. 9-14.
- [12] Rożej A., Kowalski D., Kowalska B., Wpływ stagnacji na jakość mikrobiologiczną wody w instalacji pilotażowej wykonanej z tworzyw sztucznych (PVC, PE-HD, PEX), *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 9/2012, s. 375-379.
- [13] Rożej A., Cydzik-Kwiatkowska A., Kowalski D., Kowalska B., Structure and microbial diversity of biofilms on different pipe materials of a model drinking water distribution systems, *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 1(31)/2015, s. 37-47.
- [14] Kowalski D., Water quality in a small network – problems and a proposal for their solution, *Journal, Water Practice and Technology* 4(3)/2009, s. 1-8.
- [15] Hołota E., Analiza zmian stężenia chloru wolnego oraz czasu zatrzymania wody w wybranej rzeczywistej sieci wodociągowej, *Instal* 9/2020, s. 44-47.
- [16] www.wateronline.com/doc/rechlorination-system-0001
- [17] Yoo D.G., Lee S.M., Lee H.M., Choi Y.H., Kim J.H., Optimizing Re-Chlorination Injection Points for Water Supply Networks Using Harmony Search Algorithm, *Water* 10(5)/2018 s. 547
- [18] Burszta-Adamiak E., Stańczyk J., Analiza mocy hydraulicznej strumienia wody w detekcji stanów pracy sieci wodociągowej, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 08/2019, s. 255-260.
- [19] www.hodowlany.pl/i1033-Kabel_grzewczy_na_rure_przevic_zamarzaniu_3m_50W.html
- [20] kablegrzewcze.pl/ogrzewanie-rur-i-rurociagow/
- [21] www.leroymerlin.pl/budowa/na-pomoc-zamarzającym-rur-rom-elektryczne-przewody-grzejne,e4651,j2715.html
- [22] <https://pl.serruriershouilles.fr/urządzenie-do-odszywania-rur-generator-pary-urządzenie-do-awaryjnego-szybkiego-rozmrażania-195>
- [23] <https://pl.roseconstructionct.com/parogenerator-dlja-razmorozi-trub.php>
- [24] www.ewe-armaturen.pl/files/zestaw_auftau.pdf
- [25] Anasiewicz K., Kowalski D., Kowalska B., Anasiewicz W., Aparat do wprowadzania do rurociągu pod ciśnieniem elementów wykonawczych. Patent nr 234326