

Badania prototypu uniwersalnej opaski do nawiercania rurociągów wodociągowych

Tests of the prototype of a universal saddle for drilling water supply pipelines

WIESŁAW DUKLEWSKI, MAŁGORZATA IWANEK, KAMIL KĘPIŃSKI, BEATA KOWALSKA, DARIUSZ KOWALSKI, MARIAN KWIETNIEWSKI, ANETA MIERZWA

DOI 10.36119/15.2020.10.6

Niniejsze opracowanie stanowi kontynuację artykułu opublikowanego w czasopiśmie INSTAL nr 3/2018 r. Zawiera ono prezentację prototypu nowej uniwersalnej opaski do nawierceń rurociągów, zintegrowanej z odcięciem nożowym. Urządzenie to może być stosowane do szerokiej gamy średnic i materiałów rurociągów. Zawarte w nim odcięcie nożowe eliminuje konieczność montażu dodatkowej zasuw. Zmniejsza także odległość pomiędzy górną krawędzią opaski a środkiem rury, co ma istotne znaczenie przy montażu różnego rodzaju czujników monitoringu. Na mocy umowy, licencyjnej budowy prototypu podjął się docelowy producent opaski: Zakład Narzędziowy Fabryki Łożysk Tocznych Kraśnik S.A. Prototyp ten został z sukcesem poddany badaniom szczelności w warunkach laboratoryjnych. *Słowa kluczowe: wodociągi, nawiercanie rurociągów, uniwersalna opaska*

This study is a continuation of an article published in the INSTAL journal (No. 3/2018). It presents a prototype of a new universal saddle for pipe drilling, integrated with a knife cut-off valve. The presented saddle can be used for a wide range of diameters and materials of pipelines. The knife cut-off valve integrated with it eliminates the need for an additional standard valve. It also reduces the distance between the upper edge of the saddle and the center of the pipe, which is important during installing various types of monitoring sensors. The prototype built by the Tool Workshop of the Fabryka Łożysk Tocznych – Kraśnik S.A. has been successfully subjected to tightness tests in laboratory conditions.

Keywords: water supply, pipe drilling, universal saddle

Wstęp

Nawiercanie rurociągów wodociągowych pod ciśnieniem jest powszechną praktyką w przedsiębiorstwach wodociągowych. Metodę tą wykorzystuje się przy podłączaniu nowych odbiorców, nowych fragmentów sieci przesyłowej, a także przy budowie stacji pomiarowych systemu monitoringu [1]. Na rynku obecnych jest cały szereg rozwiązań armatury przeznaczonej do tego celu – od urządzeń wierzących, poprzez zasuwę i stosowne opaski do nawierceń [2]. Krótki przegląd literatury obejmujący dostępne rozwiązania przedstawiono w poprzedniej części niniejszego artykułu [3]. Mnogość materiałów i średnic stosowanych przewodów skutkuje wytwarzaniem odpowiednio dużej gamy urządzeń przeznaczonych do realizacji procesu nawiercania. Wciąż jednak poszukuje się rozwiązań uniwer-

salnych, ograniczających pracochłonność montażu i koszty inwestycyjne. W dużych i średnich przedsiębiorstwach wodociągowych dochodzą jeszcze koszty składowania i amortyzacji tej armatury [3]. Biorąc pod uwagę powyższe problemy Autorzy artykułu podjęli próbę opracowania własnej konstrukcji opaski, którą można byłoby wykorzystywać w szerokim zakresie średnic i materiałów rur stosowanych do budowy wodociągów. Zadania tego podjęli się oni dla potrzeb realizacji przez MPWiK „Wodociągi Puławskie” Sp. z o.o. w Puławach w latach 2011-2015, Projektu pt. „Przygotowanie założeń i wdrożenie Zintegrowanego Systemu Zarządzania Infrastrukturą Techniczną Przedsiębiorstwa” z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. [4]. Podjęte działania zostały uwieńczone uzyskaniem ochrony patentowej – prawo ochronne na wzór użytkowy nr 69030 nożowej opaski do

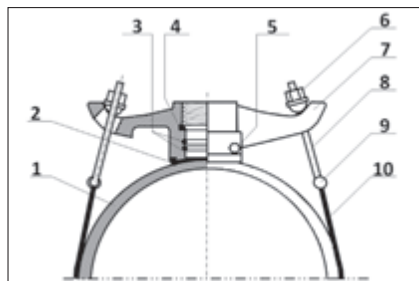
nawiercania [5]. W roku 2019 w ramach programu „Inkubator Innowacyjności 2.0” finansowanego przez MNiSW oraz Politechnikę Lubelską [6] udało się zarówno zbudować prototyp opaski, jak i przeprowadzić badania jego funkcjonalności. Prototyp ten uzyskał wyróżnienie w postaci srebrnego medalu na XIII Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Wynalazków IWIS, w dniach 14 – 16 października 2019 r. [7].

Celem artykułu jest prezentacja procesu budowy prototypu, jak również przedstawienie raportu z badań jego funkcjonalności.

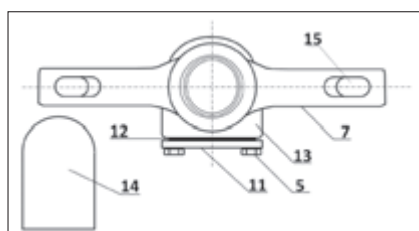
Budowa prototypu

Koncepcja konstrukcji uniwersalnej opaski do nawiercania rurociągów została zaprezentowana w dokumentacji patentowej [5] oraz poprzedniej części niniejszego

mgr inż. Wiesław Duklewski, mgr inż. Kamil Kępiński, mgr inż. Aneta Mierzwa – MPWiK „Wodociągi Puławskie” Spółka z o.o., Puławy, mgr inż. Małgorzata Iwanek <https://orcid.org/0000-0003-2761-0100>, prof. dr hab. inż. Beata Kowalska <https://orcid.org/0000-0003-2489-1904>, dr hab. inż. Dariusz Kowalski <https://orcid.org/0000-0001-9929-1626> – Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, Lublin, prof. dr hab. inż. Marian Kwietniewski <https://orcid.org/0000-0003-1696-6611> – Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Warszawa. Autor do korespondencji /Corresponding author: dr hab. inż. Dariusz Kowalski e-mail d.kowalski@pollub.pl



Rys. 1.
Schemat proponowanej opaski
Fig. 2. Scheme of the proposed pipe saddle



Rys. 2.
Widok z góry korpusu proponowanej opaski
Fig. 2. Top view of the body of the proposed pipe saddle

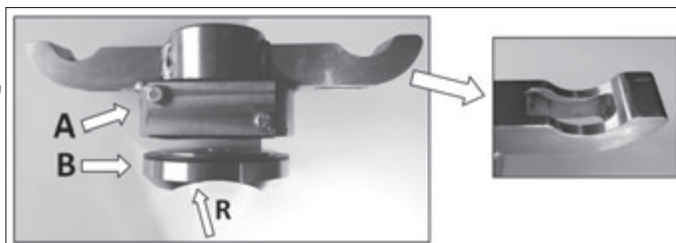
artykułu [3]. Zawarty tam schemat proponowanej opaski przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

Numery na rysunkach 1 i 2 oznaczają: 1 – rura, 2 – uszczelka czterokątna z zaokrągloną stroną czołową, 3 – pierścień uszczelniający z wkładką teflonową, 4 – uszczelka trapezowa, 5 – śruba mocująca, 6 – nakrętka, 7 – korpus (siodło), 8 – śruba regulacyjna, 9 – mocowanie taśmy, 10 – taśma opaski, 11 – pokrywa kasety, 12 – uszczelka pokrywy, 13 – kasecja noża odcinającego, 14 – nóż odcinający, 15 – otwór na śrubę regulacyjną.

W założeniach proponowana opaska przeznaczona jest do montowania na rurach w szerokim zakresie ich średnic (od 80 do 500 mm), niezależnie od rodzaju ich materiału. Stanowi to istotne udoskonalenie w stosunku do rozwiązań dotychczas stosowanych. Dodatkowym udoskonaleniem jest zintegrowanie odcięcia nożowego (14) z korpusem siodła opaski. Celowa rezygnacja z mechanizmu zamykającego na rzecz ręcznego wsuwania/wysuwania noża odcinającego pozwoliła na skrócenie odległości pomiędzy powierzchnią rury a wierzchem siodła. Szeroki w założeniach zakres średnic stosowania opaski uzyskano dzięki specjalnemu ukształtowaniu uszczelki (2), ramion (7) siodła opaski oraz wykorzystaniu pół-sferycznych nakrętek (6) mocujących wymienną opaskę (10) o różnych długościach.

Budowy prototypu opaski podjął się Zakład Narzędziowy Fabryki Łożysk Toczących w Kraśniku. Duże doświadczenie pracującego tam zespołu, zebrane przy realizacji wielu prototypów różnego typu urządzeń, okazało się bardzo pomocne w trakcie realizacji opaski. Prototyp wykonano w całości ze stali nierdzewnej. Umożliwiło to utrzy-

Rys. 3.
Widok ogólny prototypu (po lewej) i szczegół fragmentu ramienia (po prawej). A – część górna, B – część dolna, R – promień wycięcia



manie wymogu odporności na korozję, przy jednoczesnym wykorzystaniu dostępnego parku maszynowego. Ułatwiło to proces wdrażania kolejnych modyfikacji i znacząco obniżyło koszty budowy prototypu. Ogółem zbudowano 3 wersje prototypu. Dzięki doświadczeniom zebranym w czasie procesu wytwórczego oraz w trakcie przeprowadzonych badań, Autorzy projektu zdecydowali się wprowadzić modyfikacje do pierwotnej koncepcji opaski (rys. 3).

Podstawowa modyfikacja polegała na rozdzieleniu korpusu siodła na dwie części. Część górna (A – rys. 3) stanowi podstawę całego rozwiązania. Wyprodukowana została w jednej, niezmienniej wersji. Część dolna (B – rys. 3) wyprodukowana została jako wymienna. Proces jej wytwarzania jest stosunkowo nieskomplikowany. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w znacznie niższym koszcie wytwarzania niż w przypadku całego siodła. Można ją zatem produkować w różnych wersjach, różniących się od siebie krzywizną wycięcia (R – rys. 3) dostosowaną do krzywizny ścianek rur. Rozwiązanie to zwiększa szczelność układu na styku korpus – rura i rozszerza zakres średnic nawiercanych przewodów. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest zmniejszenie wymaganej siły naciągu opaski w celu uzyskania niezbędnej szczelności tego połączenia. Jest to szczególnie ważne w przypadku rur wykonanych z tworzyw sztucznych, podatnych na odkształcenie.

Drugim elementem wymiennym jest opaska (10 – rys. 1). Zastosowanie opasek o różnej długości, w powiązaniu z wydłużoną śrubą mocującą (8 – rys. 1) również znacząco rozszerza możliwości stosowania proponowanego urządzenia do większego zakresu średnic.

Kolejna modyfikacja związana była ze zmianą ukształtowania ramion korpusu (7 – rys. 1). Na etapie produkcji prototypu zdecydowano się na zastosowanie ramion w kształcie prostokątów, przymocowanych prostopadle do górnej części korpusu (rys. 3). Zamiast wygięcia ramion zastosowano cylindryczne wycięcie w ich końcowych odcinkach, w miejscu gdzie przewidziano specjalnie ukształtowane otwory dla śrub mocujących opaskę. Rozwiązanie powyższe wdrożono ze względu na konieczność ograniczenia kosztów produkcji prototypu.

Ostatnia modyfikacja polegała na zamianie półsferycznych nakrętek (6 –



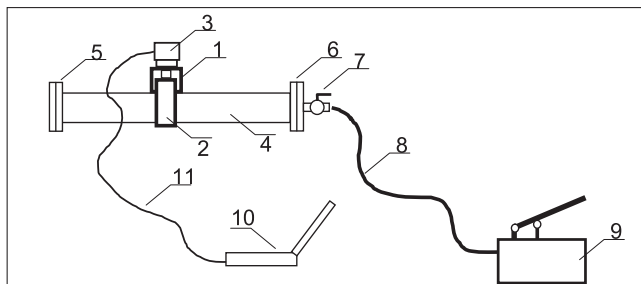
Rys. 4.
Widok zmodyfikowanej podkładki
Fig. 4. The modified rootstock view

rys. 1) na nakrętki standardowe, stosowane wspólnie z podkładkami o kształcie wycinka koła (rys. 4). Rozwiązanie to uprościło proces wytwórczy i obniżyło jego koszty, przy zachowaniu wymaganej funkcjonalności mocowania.

Badania funkcjonalności

Badania funkcjonalności zbudowanego prototypu oparto o przeprowadzenie prób szczelności proponowanego urządzenia. Do badań wykorzystano 3 sieciowe rury PE PN16, o średnicach nominalnych 90, 110 i 160 mm, każda o długości 1 m. Na rury założono zaślepienie kołnierzone (kołnierze luźne). Jedno z zaślepień wyposażono w gwintowany otwór umożliwiający podłączenie zaworu kulowego o średnicy 15 mm, do którego przymocowano wąż elastyczny łączący rurę z tłokową pompą do instalacyjnych prób ciśnieniowych ROTHENBERGER SP 50-60 o maksymalnym ciśnieniu 6 MPa. Pomiar ciśnienia realizowano za pomocą hydrantowego przetwornika ciśnienia BIA-TEL CellBOX, o zakresie pomiarowym do 2,5 MPa, o dokładności 0,5%. Dane z przetwornika ciśnienia przesyłane były do komputera z częstotliwością 1 sekundy. Przeprowadzone badania powtórzono montując zbudowany prototyp na starej rurze żeliwnej o średnicy 80 mm. Starą rurę żeliwną o nierównej powierzchni wybrano ze względu na próbę odwzorowania warunków jak najbardziej zbliżonych do rzeczywistych. Wykorzystane stanowisko badawcze przedstawiono na rysunkach 5 i 6.

Badania realizowano zgodnie z wymaganiami normy PN-B-10725:1997 [8]. Przewody zewnętrzne, ze względu na bardzo krótki odcinek rurociągu badawczego zrezygnowano z metodyki badań przewodów z tworzyw sztucznych zawartej w normie PN-EN 805:2002 [9]. Każdorazowo



Rys. 5.

Schemat stanowiska do badań szczelności uniwersalnej opaski do nawiercania rurociągów. 1 – korpus, 2 – opaska, 3 – manometr, 4 – rura badawcza, 5 – zaślepienie kołnierkowe, 6 – zaślepienie kołnierkowe z otworem gwintowanym 15 mm, 7 – zawór kulowy 15 mm, 8 – przewód elastyczny, 9 – tłokowa pompa wodna, 10 – komputer zbierający dane, 11 – kabel przesyłający dane

Fig. 5. Scheme of the laboratory tightness test set of universal saddle for pipe drilling. 1 – saddle body, 2 – band, 3 – manometer, 4 – pipe, 5 – blind flange with pipe thread 15 mm, 6 – ball valve 15 mm, 7 – ball valve 15 mm, 8 – elastic pipe, 9 – piston pump, 10 – computer, 11 – data cable



Rys. 6.

Widok stanowiska pomiarowego wykorzystującego rurę PE (po lewej) i rurę żeliwną (po prawej)

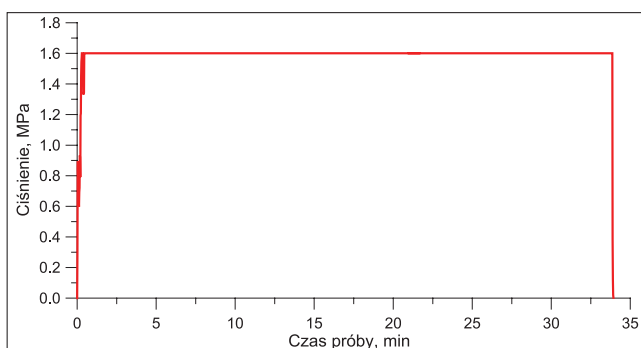
Fig. 6. View of the laboratory set for pipe saddle tightness test – using PE (left) and cast iron pipe (right)



Więcej informacji na temat prezentowanej opaski można uzyskać w Dziale Komórka Badawczo – Rozwojowa MPWiK „Wodociągi Puławskie” Sp. z o.o. w Puławach [10], a także w Zakładzie Narzędziowym Fabryki Łożysk Toczących w Kraśniku [11]. W obu miejscach dostępna jest także instrukcja montażu i użytkowania opaski.

LITERATURA

- [1] http://www.budnet.pl/Jak_prawidlowo_wykonac_przylacze_wodociagowe,Instalacje_kanalizacyjne_wodne,106355-czytaj.html#read
- [2] Koliński P, Opaska przyłączeniowa, Magazyn Instalatora 1(185)/2014, s. 52 – 53
- [3] Duklewski 3. W., Iwanek M., Kępiński K., Kowalska B., Kowalski D., Kwietniewski M., Mierzwa A. Uniwersalna opaska mocująca do nawiercania rurociągów. INSTAL Nr 3 2018 (393) 41 – 44
- [4] Projekt pt. „Przygotowanie założeń i wdrożenie Zintegrowanego Systemu Zarządzania Infrastrukturą Techniczną Przedsiębiorstwa”, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, lata 2007 – 2013, Działanie 1.4 Wsparcie projektów celowych osi priorytetowej 1 Badania i rozwój nowoczesnych technologii i Działanie 4.1 Wsparcie wdrożeń wyników prac B+R osi priorytetowej 4 Inwestycje w innowacyjne przedsięwzięcia, współfinansowanym z Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. <http://www.mpwik.pulawy.pl/o-projekcie-innowacyjna-gospodarka.html>
- [5] Wzór użytkowy nr Y1 069030, Nożowa opaska do nawiercania. Wiadomości Urzędu Patentowego, 2017, nr 4, s. 84, Zespół autorów: Dariusz Kowalski, Beata Kowalska, Marian Kwietniewski, Małgorzata Iwanek, Wiesław Duklewski, Aneta Mierzwa, Kamil Kępiński
- [6] Projekt „Nożowa opaska do nawiercania”. Finansowany przez MNiSW, za pośrednictwem Centrum Innowacji i Transferu Technologii Politechniki Lubelskiej, ze środków Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój. <http://lct.pollub.pl/projekty/inkubator-innowacyjnosci-2-0>
- [7] XIII Międzynarodowa Warszawska Wystawa Wynalazków „IWIS”, w dniach 14 – 16 października 2019 r. <http://www.polskiwynalazki.pl/blog/2019/10/xiii-miedzynarodowa-warszawska-wystawa-wynalazkow-iwis-2019-relacja/>
- [8] Norma PN-B-10725:1997 – Wodociągi. Przewody zewnętrzne
- [9] Norma PN-EN 805:2002 – Zaopatrzenie w wodę Wymagania dotyczące systemów zewnętrznych i ich części składowych
- [10] Komórka Badawczo Rozwojowa MPWiK „Wodociągi Puławskie” sp. z o.o. 24-100 Puławy, ul. Skowieszyńska 51, Tel. 667241777, e-mail kbr.mpwik.pulawy@gmail.com
- [11] Zakład Narzędziowy Fabryki Łożysk Toczących, 23-210 Kraśnik, ul. Fabryczna 6, Tel. 81 825 72 87, e-mail zgn@ft.krasnik.pl



Rys. 7.

Wykres zmian ciśnienia próbnego w układzie pomiarowym opartym o starą rurę żeliwną. Częstotliwość odczytów wynosiła 1 s

Fig. 7. Diagram of test pressure changes in a measuring system based on an old cast iron pipe. Reading frequency 1 s

badania rozpoczynano od odpowietrzenia układu badawczego. Następnie, za pomocą pompy tłokowej stopniowo podnoszono ciśnienie do wartości 1,6 MPa lub wcześniejszego rozszczelnienia układu.

Badanie pierwszej wersji prototypu przzerwano na początkowym etapie procesu, przy ciśnieniu wody wynoszącym 0,4 MPa i przy wykorzystaniu rury PE o średnicy 90 mm. Nastąpiło wówczas wypchnięcie uszczelki pomiędzy górną (A – rys. 3) i dolną częścią korpusu opaski (B – rys. 3). Konieczne okazało się przekonstruowanie gniazda uszczelki. Po wprowadzeniu powyższej zmiany osiągnięto ciśnienie 0,8 MPa. W tym momencie ponownie nastąpiło wypchnięcie opisanej powyżej uszczelki. Zwiększenie siły naciągu opaski pozwoliło na podniesienie ciśnienia do 1,0 MPa, jednak uzyskano to kosztem odkształcenia wykorzystanej rury PE.

Po dwóch niepowodzeniach podjęto decyzję o dodatkowym pogłębieniu gniazda uszczelki. Wprowadzona modyfikacja pozwoliła na osiągnięcie ciśnienia próbnego wynoszącego 1,6 MPa. Jest to wartość wykorzystywana w czasie prób szczelności przewodów sieci wodociągowej. Ciśnienie próbne utrzymano przez 30

minut, bez konieczności uzupełniania ubytków wody (rys. 7). Proces badawczy powtórzono z jednakowym skutkiem montując prototyp opaski na wszystkich wybranych do badań rurach.

W trakcie wszystkich przeprowadzonych prób nie stwierdzono nieszczelności w innych miejscach prototypu. Połączenie części dolnej korpusu opaski z rurą okazało się we wszystkich przypadkach szczelne. Nie stwierdzono także żadnych odkształceń korpusu i ramion opaski.

Podsumowanie

Proces budowy prototypu uniwersalnej opaski do nawiercania rurociągów wodociągowych okazał się bardziej złożony niż pierwotnie zakładano. Konieczne okazało się uwzględnienie wymogów funkcjonalnych urządzenia, jak również kosztów jego wytworzenia. W efekcie do pierwotnego projektu wprowadzono przedstawione w niniejszym artykule modyfikacje. Osiągnięcie końcowego rozwiązania konstrukcyjnego wymagało budowy 3 wersji prototypu. Trzecia wersja okazała się w pełni funkcjonalna i spełniła zakładane wymogi szczelności.