

mł. bryg. mgr inż. **Zbigniew SURAL**

inż. **Katarzyna WŁODARCZYK**

Zespół Laboratoriów Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych CNBOP

APARATURA DO BADANIA TRWAŁOŚCI HYDRAULICZNYCH NARZĘDZI RATOWNICZYCH

Streszczenie

Autorzy artykułu opisują prace oraz wyniki realizacji zadania badawczego wykonywanego we współpracy Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie z Instytutem Technologii Eksploatacji Państwowym Instytutem Badawczym w Radomiu w ramach projektu badawczego zamawianego Nr PW-004/ITE/09/2006/2 objętego Programem Wieloletnim PW-004.

W ramach powyższego zadania opracowano metodykę oraz zbudowano stanowisko do badania trwałości hydraulicznych narzędzi ratowniczych.

Summary

The authors describes works and results of research task carried out in cooperation of Scientific and Research Centre for Fire Protection in Jozefow with Institute for Sustainable Technologies National Research Institute in Radom as part of an ordered research project No. PW-004/ITE/09/2006/2 included in Multi-Year programme PW-004.

The results of above-mentioned task are research metodologie and post for checking the endurece of hydraulic rescue tools.

Wstęp

Hydrauliczne narzędzia ratownicze wykorzystywane są do ratowania osób poszkodowanych w katastrofach technicznych, w tym katastrofach budowlanych i komunikacyjnych oraz do usuwania skutków tych zdarzeń. Skuteczność narzędzi oraz ich niezawodność ma bezpośredni wpływ na wykonanie zadania taktycznego, tj. dotarcia do uwięzionych osób oraz na bezpieczeństwo zarówno osób poszkodowanych jak i ratowników.

Skuteczność działania narzędzi oraz ich niezawodność powinna być sprawdzana poprzez badanie parametrów technicznych narzędzi. Dlatego też opracowanie i wdrożenie metody i stanowiska do badania trwałości narzędzi hydraulicznych stało się niezbędne w celu zapewnienia bezpieczeństwa oraz skuteczności działań ratowniczych, w których wykorzystywane są narzędzia ratownicze.

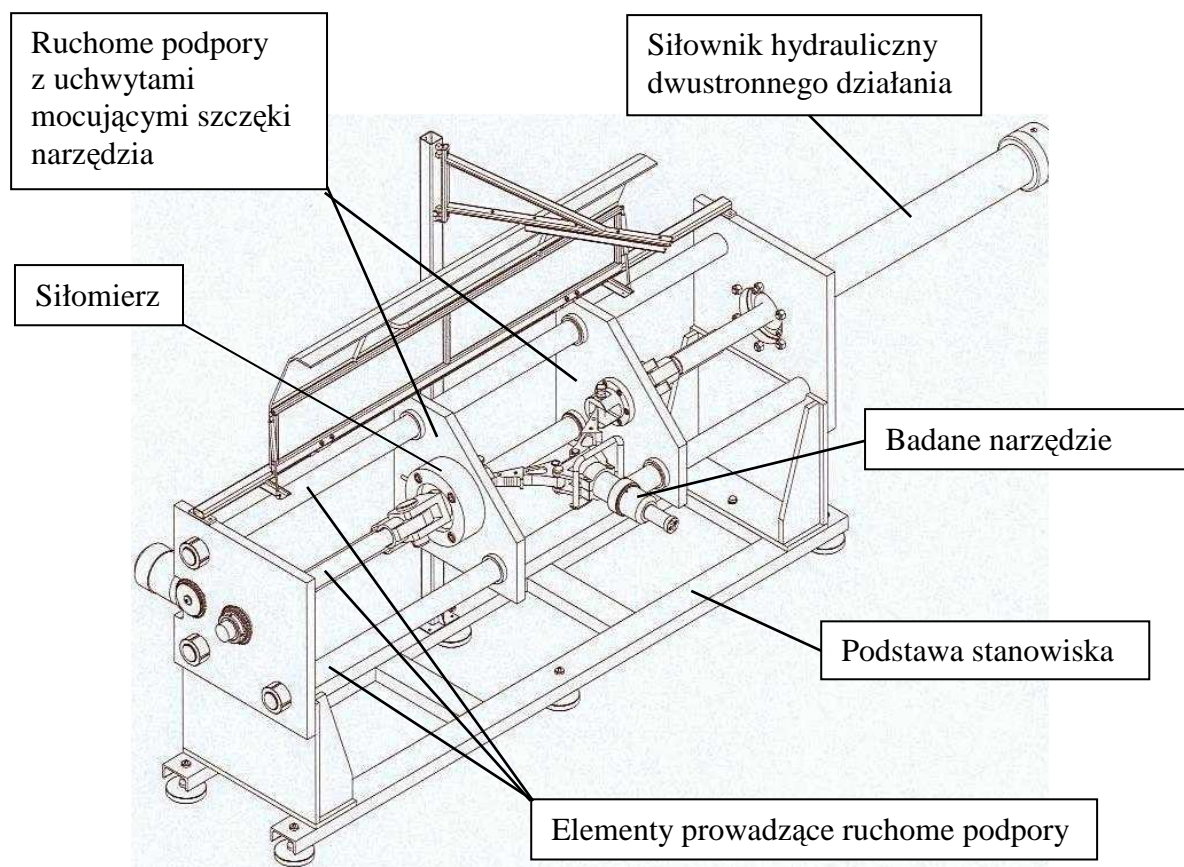
Kolejne etapy prac nad stworzeniem stanowiska badawczego do badania trwałości hydraulicznych narzędzi ratowniczych, przy współpracy Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie z Instytutem Technologii Eksploatacji Państwowym Instytutem Badawczym w Radomiu w ramach projektu badawczego zamawianego Nr PW-004/ITE/09/2005 objętego Programem Wieloletnim PW-004, począwszy od metodyki badania hydraulicznych narzędzi ratowniczych, poprzez założenia konstrukcyjne do budowy stanowiska badawczego, a na próbach eksploatacyjnych kończąc zostały dokładnie omówione w jednym z poprzednich numerów kwartalnika CNBOP „Bezpieczeństwo i technika pożarnicza” Nr 04/07 w artykule mł. bryg. mgr inż. Jerzego Prasuly, pt „Metoda i aparatura do badania hydraulicznych narzędzi ratowniczych oraz poduszek pneumatycznych do podnoszenia i uszczelniania”.

Badania trwałościowe wszystkich rodzajów hydraulicznych narzędzi ratowniczych podlegających temu badaniu przeprowadzane są na jednym stanowisku (Fot. Nr 1).



Fot. 1. Stanowisko do badania hydraulicznych narzędzi ratowniczych

Ponadto stanowisko to służy do wyznaczania charakterystyk siłowych w funkcji rozwarcia końcówek roboczych narzędzi oraz określania nominalnej siły podnoszenia i ściągania dla cylindrów rozpierających. Na rys. 1 przedstawiono schemat stanowiska, zbudowanego w celu przeprowadzania badań trwałościowych wg poniższych metodyk.



Ryc. 1. Schemat stanowiska do badania hydraulicznych narzędzi ratowniczych

Stanowisko pomiarowe wyposażone jest w następującą aparaturę i urządzenia kontrolno-pomiarowe:

- czujnik siły mierzący siłę rozpierania i siłę ściągania badanego narzędzia,
- czujnik przesunięcia liniowego, mierzący przesunięcie punktów pomiarowych (rozwarcie ramion rozpieracza lub skok tłoczyska cylindra rozpierającego),
- licznik cykli pracy rozpieracza z możliwością zadania żądanych ilości cykli,
- termometr mierzący temperaturę cieczy hydraulicznej zarówno w układzie pomiarowym stanowiska, jak i w agregacie zasilającym narzędzie,

- manometry mierzące ciśnienie w układzie pomiarowym stanowiska oraz w układzie zasilającym badane narzędzie,
- układ do automatycznej rejestracji wyników pomiarów i programowania przebiegu obciążenia w funkcji rozwarcia ramion.

Wdrożenie jednolitych metod badania trwałości narzędzi hydraulicznych zapewnia pełną powtarzalność badań, eliminując wpływ czynnika ludzkiego oraz umożliwia wystawienie obiektywnej oceny wykonania narzędzi i uzyskanych parametrów.

Wprowadzenie do użytkowania narzędzi o wysokiej jakości wykonania wpłynie na podwyższenie skuteczności prowadzenia akcji ratowniczych i zwiększenie niezawodności działania sprzętu.

Zadanie zmiennego obciążenia rozpierania i ściągania w funkcji rozwarcia ramion rozpieracza podczas badania trwałości pozwala w krótkim czasie z dużym prawdopodobieństwem wnioskować o trwałości i wytrzymałości narzędzia.

Badania trwałości narzędzi hydraulicznych umożliwiają określenie wpływu wysokiej temperatury cieczy roboczej na stan uszczelnień narzędzia i zachowanie nominalnych parametrów siłowych.

Badania umożliwiają ustalenie parametrów użytkowych charakterystycznych dla danego zestawu narzędzi hydraulicznych, takich jak: czas ciągłej pracy danego narzędzia, do momentu osiągnięcia dopuszczalnej temperatury cieczy roboczej w układzie zasilania, średnie zużycie paliwa przez agregat zasilający, czas pracy przy jednorazowym napełnieniu zbiornika.

Realizacja tematu

W niniejszym artykule zwrócono szczególną uwagę na urządzenie stanowiące integralną część stanowiska, a które nie zostało uwzględnione w założeniach konstrukcyjnych stanowiska do badania parametrów siłowych narzędzi hydraulicznych. Urządzeniem tym jest manipulator, którego celem jest zastąpienie w trakcie badania osoby obsługującej narzędzie podczas wykonywania cykli pracy.

Konieczność zastosowania manipulatora wynika z faktu, iż przeprowadzenie pełnego badania trwałościowego wymaga wykonania 150 cykli pracy, co powoduje nagrzewanie się powierzchni uchwytu do temperatury ok. 60 °C.

Również ze względów bezpieczeństwa i higieny pracy badanie to nie powinno być wykonywane ręcznie.

Ponadto, manipulator pozwala na pomiar siły potrzebnej do obsługi sterownika narzędzia, a tym samym umożliwia określenie, w którym momencie następuje „zacieranie się” sterownika, co będzie sygnalizowane potrzebą użycia większej siły do jego obsługi.

Stanowiska do badania narzędzi hydraulicznych, stosowane przez producentów tych urządzeń są stanowiskami kompletnymi, wyposażonymi w ww. manipulator.

Narzędzia takie jak: rozpieracz hydrauliczny, narzędzie combi, nożyce hydrauliczne czy cylinder rozpierający, pochodzące od tego samego producenta, niezależnie od ich wielkości czy parametrów pracy, posiadają ten sam rodzaj urządzenia sterującego.

Natomiast narzędzia pochodzące od różnych producentów, chociaż są tego samego rodzaju nawet o bardzo zbliżonych parametrach technicznych, posiadają inną konstrukcję urządzenia do sterowania pracą narzędzia (wskazane strzałką na fotografiach nr 2, 3 i 4)



Fot. 2. Rozpieracz firmy Holmatro



Fot. 3. Rozpierzacz firmy Lukas



Fot. 4. Rozpierzacz firmy Weber-Hydraulik

Skonstruowanie manipulatora stanowiska badawczego przystosowanego do jednego typu sterownika nie stanowiło problemu, natomiast dużym wyzwaniem było zaprojektowanie manipulatora uniwersalnego, który jest w stanie obsłużyć różne typy sterowników, o różnych kształtach i sposobach działania, po to aby na posiadanym stanowisku było możliwe przeprowadzenie badań urządzeń różnych producentów.

Jak widać na powyższych fotografiach różnice bywają znaczące – w niektórych narzędziach sterowanie pracą odbywa się poprzez uchwycenie sterowników (różniących się wymiarami i kształtem) i wykonanie ruchu obrotowego, natomiast w innych niezbędne jest wyłączenie blokady przed wykonaniem ruchu obrotowego. Blokada wyłączana jest przez

wciśnięcie odpowiedniego przycisku umieszczonego na rękojeści narzędzia. W zależności od tego, który przycisk wybieramy uzyskujemy odpowiednio pracę rozpierania lub ściskania.

Obecnie, na rynku światowym funkcjonuje wiele różnych rodzajów narzędzi hydraulicznych.

W związku z powyższym stanowisko badawcze musi być z nimi kompatybilne oraz spełniać wymagania, co do funkcjonalności i niezawodności.

Podczas realizacji niniejszej pracy nad stworzeniem uniwersalnego manipulatora do badania trwałości hydraulicznych narzędzi ratowniczych wykorzystano:

- PN-EN 13204: 2005 (U) „Hydrauliczne narzędzia ratownicze dwustronnego działania dla straży pożarnej. Wymagania eksploatacyjne i dotyczące bezpieczeństwa”, [1]
- opracowania własne CNBOP (procedury badawcze oraz WBO), [2,3]
- DIN 14751:1992 Teil 1-5 – Hydraulisch betätigte Rettungsgeräte für die Feuerwehr, [4,5,6,7,8]
- Załącznik nr 2 „Wymagania techniczno-użytkowe” do projektu rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania, [9]
- materiały katalogowe i specyfikacje techniczne narzędzi hydraulicznych [10],

Ponadto przeprowadzono serie badań narzędzi hydraulicznych w celu określenia wymaganych parametrów technicznych budowanego urządzenia oraz wykorzystano wiedzę zdobytą podczas dotychczasowych badań narzędzi hydraulicznych.

Przeprowadzono dokładne rozpoznanie w zakresie parametrów urządzeń sterujących najczęściej spotykanych narzędzi hydraulicznych, z uwzględnieniem wymiarów i konstrukcji sterowników stosowanych w tych narzędziach.

Ponadto CNBOP podczas opracowywania w/w założeń technicznych konstrukcji manipulatora prowadziło konsultacje i współpracowało z Instytutem Technologii Eksploatacji Państwowym Instytutem Badawczym w Radomiu.

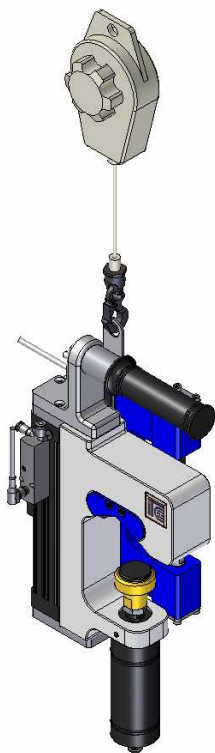
Współpraca zaowocowała opracowaniem precyzyjnych założeń, w oparciu o które możliwa była realizacja dalszej części projektu czyli zaprojektowanie i wykonanie przez ITE PIB w Radomiu uniwersalnego manipulatora do badania trwałości narzędzi hydraulicznych.

Poniżej przedstawiono podstawowe założenia techniczne:

- Sposób zamocowania manipulatora na rękojeści narzędzia powinien umożliwiać pewne jego zaciśnięcie na korpusie rękojeści narzędzi o różnej konstrukcji.
- Mocowanie na rękojeści powinno być na tyle skuteczne, aby podczas próby min. 150 cykli pracy wysuwania i wsuwania tłoczyska siłownika manipulatora, przy nagraniu powierzchni rękojeści do temperatury max 80⁰C, nie następowało przesuwanie w dowolnej płaszczyźnie manipulatora na rękojeści narzędzia.
- Manipulator powinien pracować prawidłowo bez względu na położenie względem płaszczyzny podłoża. Jednocześnie powinien zostać zaprojektowany system eliminujący wpływ masy manipulatora z przewodami zasilającymi na badane narzędzie hydrauliczne bez względu na położenie manipulatora względem narzędzia.
- W momencie wystąpienia awarii manipulatora powinna nastąpić:
 - a) sygnalizacja dźwiękowa lub świetlna stanu awarii,
 - b) przełączenie zaworu sterującego kierunkiem pracy narzędzia w pozycję neutralną.
- W związku z dużą rozpiętością zakresu średnic rękojeści występujących u poszczególnych producentów narzędzi hydraulicznych, manipulator powinien zostać tak zaprojektowany aby możliwe było zamocowanie go na rękojeściach o średnicach od $\varnothing 40$ mm do $\varnothing 70$ mm.
- Odległość między punktami przesuwającymi suwak zaworu sterującego powinna umożliwiać regulację w zakresie 50÷110 mm.
- Należy przewidzieć precyzyjną regulację skoku tłoczyska w górę i w dół od ustalonej pozycji zerowej w zakresie od 5 mm do 20 mm, tak aby była możliwość dopasowania skoku tłoczyska siłownika do zakresu ruchu zaworu sterującego pracą narzędzia.
- Siła nacisku i ciągnięcia siłownika powinna wynosić od 50 do 100 N.
- W celu zapewnienia możliwości uchwycenia momentu ewentualnego zacierania się zaworu sterującego kierunkiem pracy narzędzia (będzie to objawiało się wzrostem siły potrzebnej do przesunięcia zaworu sterującego), należy zapewnić możliwość monitorowania siły nacisku i ciągnięcia siłownika z dokładnością do ± 1 N.

- W przypadku zwiększenia oporów przesuwania zaworu sterującego pracą narzędzia powyżej wcześniej zaprogramowanej wielkości system pomiarowy manipulatora powinien ustawić zawór sterujący w pozycji neutralnej.
- System sterowania zmianą kierunku ruchu siłownika może być realizowany poprzez:
 - a) impuls z czujnika przesunięcia liniowego ramion narzędzia
 - b) impuls z czujników magnetycznych ustawionych w pobliżu krańcowych pozycji zajmowanych przez ramiona badanego narzędzia.

Na podstawie założeń technicznych w ITE PIB w Radomiu zaprojektowano i wykonano manipulator do sterowania pracą badanych narzędzi hydraulicznych (Rys. Nr 2), a także opracowano oprogramowanie do sterowania manipulatorem i rejestracji parametrów pracy narzędzia podczas badania trwałości.



Manipulator wyposażony został w następującą aparaturę i urządzenia kontrolno-pomiarowe:

- siłownik pneumatyczny do mocowania manipulatora na rękojeści badanego narzędzia,
- czujnik siły, mierzący siłę potrzebną do uruchomienia dźwigni sterującej badanym narzędziem,
- układ hydrauliczny zmieniający położenie dźwigni sterującej kierunkiem ruchu ramion badanego narzędzia.

Ryc. 2. Widok manipulatora

Prototyp manipulatora został zamontowany w stanowisku do badania hydraulicznych narzędzi ratowniczych (Fot. Nr 5).



Ryc. 5. Manipulator zamontowany w stanowisku do badania hydraulicznych narzędzi ratowniczych.

Obecnie trwają próby eksploatacyjne wykonanego manipulatora oraz oprogramowania. Po zakończeniu tych prób wykonana aparatura zostanie wdrożona do badań prowadzonych w CNBOP.

Podsumowanie

Manipulator, który został wykonany w oparciu o powyższe założenia jest urządzeniem uniwersalnym przystosowanym do badania wymienionych we wstępie typów narzędzi hydraulicznych o różnej konstrukcji urządzeń sterujących pracą narzędzia.

Możliwe jest pojawienie się nowych urządzeń, których konstrukcja sprawi, że badanie ich tym stanowisku będzie niemożliwe, natomiast parametry techniczne będą odpowiadały wymaganiom decydującym o dopuszczeniu tych wyrobów do użytku. W takim przypadku zajdzie konieczność prowadzenia dalszych prac w celu skonstruowania adapterów umożliwiających przeprowadzenie badań tych urządzeń.

Monitorowanie siły potrzebnej do przesunięcia zaworu sterującego kierunkiem pracy narzędzia pozwala na wczesne wykrycie nieprawidłowości w działaniu mechanizmu zaworu.

Manipulator pozwala na prowadzenie prac badawczych prototypów i narzędzi z seryjnej produkcji pod kątem ich trwałości. Możliwe jest prowadzenie nieograniczonej ilości cykli pracy tzw. próby niszczące narzędzi hydraulicznych.

Manipulator pozwala na wyeliminowanie niebezpieczeństwa odniesienia obrażeń przez osobę obsługującą zawór sterujący pracą narzędzia podczas awarii typu pęknięcie przewodu zasilającego, pęknięcie cylindra siłownika, ramienia lub końcówki roboczej narzędzia.

Ze względu na coraz szerszą gamę narzędzi hydraulicznych oraz coraz większą liczbę producentów, należy rozważyć potrzebę unifikacji w zakresie niektórych rozwiązań technicznych, jak np. rękojeść urządzenia sterującego czy inne istotne z punktu widzenia obsługi elementy. Jest to ważne ze względu na fakt, iż narzędzia te są głównie wykorzystywane przez służby ratownicze, gdzie zarówno prostota obsługi jak i zbliżony charakter elementów do bezpośredniej obsługi urządzenia, w warunkach akcji ratowniczej, nie są bez znaczenia.

Literatura

1. PN-EN 13204:2005 (U) – Hydrauliczne narzędzia ratownicze dwustronnego działania dla straży pożarnej – Wymagania eksploatacyjne i dotyczące bezpieczeństwa.
2. PB/BS/11:2006 – Procedura badawcza. Badanie hydraulicznych narzędzi ratowniczych. CNBOP, 2006.
3. WBO/07/01/CNBOP:1998 – Wymagania, badania i kryteria oceny hydraulicznych narzędzi ratowniczych.
4. DIN 14751:1992 Teil 1 – Hydraulisch betätigte Rettungsgeräte für die Feuerwehr. Spreizer.
5. DIN 14751:1992 Teil 2 – Hydraulisch betätigte Rettungsgeräte für die Feuerwehr. Schneidgeräte.

6. DIN 14751:1992 Teil 3 – Hydraulisch betätigte Rettungsgeräte für die Feuerwehr. Rettungszylinder.
7. DIN 14751:1992 Teil 4 – Hydraulisch betätigte Rettungsgeräte für die Feuerwehr. Doppelt wirkende hydraulische Rettungsgeräte mit integrierter Pumpe und/oder Energiequelle.
8. DIN 14751:1992 Teil 5 – Hydraulisch betätigte Rettungsgeräte für die Feuerwehr. Einfach wirkende hydraulische Rettungsgeräte.
9. Załącznik nr 2 „Wymagania techniczno-użytkowe” do projektu rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania.
10. Katalogi firm: Weber-Hydraulik, Holmatro, Lukas.