

dr Anna DMOCHOWSKA

WIBC, Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa, Zakład Infrastruktury Bezpieczeństwa SGSP

st. kpt. mgr inż. Małgorzata MAJDER-ŁOPATKA

st. kpt. dr inż. Zdzisław SALAMONOWICZ

mł. kpt. mgr inż. Rafał MATUSZKIEWICZ

WIBP, Katedra Działań Ratowniczych, Zakład Ratownictwa Chemicznego i Ekologicznego SGSP

Metody testowania chemoodpornych ubrań gazoszczelnych w aspekcie bezpieczeństwa strażaka ratownika

Omówienie
LEAD

W artykule przedstawiono metody testowania ubrań gazoszczelnych, używanych przez ratowników do pracy w strefie bezpośredniego narażenia na kontakt z niebezpiecznymi substancjami chemicznymi, występującymi w różnych stanach skupienia. Szczególną uwagę zwrócono na test szczelności.

The article presents a method for testing gas-tight clothes, used by rescuers to work in the area of direct exposure to the hazardous chemicals present in the different states of matter. Particular attention was paid to leak test.

Słowa kluczowe: gazoszczelne ubranie chemoodporne, testy szczelności kombinezonu ratownika.

Keywords: Gas-tight chemical protective clothing, overalls rescuer leak tests.

1. Wstęp

Konstrukcja chemoodpornych ubrań gazoszczelnych – CUG zapewnia szczelne odizolowanie osoby zabezpieczonej od szkodliwego środowiska. Obecnie tylko ubrania typu I całkowicie izolują od skażonej atmosfery, zapewniając ochronę zarówno dróg oddechowych, jak i całej powierzchni ciała strażaka, chroniąc go przed kontaktem z niebezpiecznymi substancjami. Ze względu na całkowite odizolowanie użytkownika od niebezpiecznej atmosfery, wewnątrz ubrania, w celu zapewnienia powietrza do oddychania i wentylacji przestrzeni wewnętrznej,

musi zostać umieszczony aparat ochrony dróg oddechowych. Powietrze wydychane jest do przestrzeni wewnętrznej ubrania, następnie poprzez nadciśnieniowe zawory wydechowe umiejscowione na tylnej stronie kaptura, wydostaje się na zewnątrz. Wizjer, wykonany z materiału o odporności takiej jak materiał ubrania, stanowi integralną jego część. Kombinezony wyposażone są dodatkowo w wewnętrzną ochronę przed załamaniem, certyfikowane, przeciwpożarowe obuwie oraz zamek błyskawiczny o wzmocnionej wytrzymałości chemicznej. Materiał, z którego wykonane są ubrania, poddawany jest szerokiej gamie testów, zgodnie z normą EN 943 [5]. Wyniki tych testów pozwalają przyporządkować ubranie do odpowiedniej klasy odporności.

Przykładem chemoodpornych ubrań gazoszczelnych są ubrania Dräger Team Master Pro PV oraz Trelchem VPS1 E/T należące do grupy ubrań ochrony przeciwchemicznej typu 1a z aparatem ochrony dróg oddechowych na sprężone powietrze umieszczonym wewnątrz ubrania.



Rys. 1. CUG Dräger Team Master Pro PV [8]



Rys. 2. CUG Trelchem VPS 1 „ET” [8]

2. Testy

Materiał na chemoodporne ubrania gazoszczelne tuż przed testami poddawany jest pięciu cyklom czyszczenia, przeprowadzanym zgodnie ze wskazaniami producenta [2, 3]. Bezpośrednio przed testem próbki materiału składuje się przez 24 godziny w pomieszczeniach magazynowych o temperaturze $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ i wilgotności względnej $65 \pm 5\%$. Rozpoczęcie badań wykonuje się nie później niż 5 minut od czasu wyjęcia próbek z magazynu. Testy przeprowadzane są według norm zestawionych w tabeli 1.

Kombinezony oznakowane symbolem CE certyfikowane są na zgodność z Normą Europejską EN 943. Kombinezony Dräger i Trelchem spełniają również wymogi Amerykańskiej Normy NFPA (National Fire Protection Association) z 1991 r., oraz SEI (Safety Equipment Institute). Certyfikacja ta spełnia wymagania ochrony przed terroryzmem chemicznym i biologicznym.

Tabela 1. Zakres badań konstrukcji CUG

| Lp. | Badana cecha materiału | Norma |
|-----|---|------------|
| 1 | Odporność na ścieranie | EN 530 |
| 2 | Odporność na oddziaływanie ciepła | ISO 5978 |
| 3 | Odporność na pękanie przy zginaniu | ISO 7854 |
| 4 | Odporność na zginanie w niskich temperaturach | ISO 7854 |
| 5 | Odporność na rozdarcie trapezowe | ISO 9073-4 |
| 6 | Odporność na przepuklenie | ISO 2960 |
| 7 | Odporność na przebicie | EN 863 |
| 8 | Odporność na przenikanie związków chemicznych | EN 369 |
| 9 | Odporność na zapalenie | prEN 1146 |

Źródło: P. Guzewski, Ubiory Ochronne, SA PSP, Poznań 2004 [1].

Kompletne chemoodporne ubranie gazoszczelne podlega specjalnej procedurze testowej, według której wykonuje się oględziny wizualne ubrania oraz elementów składowych wizjera w zakresie mechanicznej wytrzymałości oraz zniekształcenia pola widzenia. Przeprowadza się test szczelności zgodnie z normą EN 464 [4], pomiar nadciśnienia, sprawdza sprawność działania układu wentylacji oraz systemu zasilania w powietrze do oddychania. Ubranie musi spełniać normy w zakresie odporności na ścieranie, trwałości na ciepło (nie może ulegać sklejeniu), odporności na pękanie przy zginaniu oraz odporności na pękanie przy zginaniu w niskich temperaturach. Podczas badania odporności na pękanie przy zginaniu w niskich temperaturach, materiał zaliczany jest do odpowiedniej klasy odporności. Próba wykonywana jest w standardowym naczyniu, w którym umieszcza się próbkę materiału i następnie obniża się ciśnienie w komorze do wartości 1000 Pa. Różnica w zmianie ciśnienia pomiędzy próbką materiału testowaną i wzorcową nie może przekroczyć wartości 100 Pa w czasie jednej minuty. O zaliczeniu do określonej klasy decyduje najniższy uzyskany wynik. Przeprowadzane w dalszej kolejności próby, to: odporność na rozdarcie trapezowe, przebicie, przenikanie związków chemicznych oraz zapalenie [7].

Ubranie ratownika strażaka poddawane jest również testowi praktycznemu. Test trwa 30 minut. W tym czasie osoba ćwicząca maszeruje po poziomej płaszczyźnie ze stałą prędkością 5 km/h przez 5 minut, następnie wspina się po drabinie na wysokość 20 m, 10 razy podciąga ciężarek o wadze 25 kg na przyrządzie podciągowym, maszeruje po nachylonej powierzchni na dystansie 200 m, czołga

się po pochylonej, gładkiej powierzchni na dystansie 10 m, rozwija i zwija odcinek węża o długości co najmniej 15 m. Pozostały do 30 min czas wykorzystany jest na marsz po poziomej nawierzchni ze stałą prędkością 5 km/h. Czynności te wykonywane są w temperaturze 22°C oraz -15°C. Dodatkowym obciążeniem w czasie testów jest konieczność odpowiadania na zadawane przez prowadzącego pytania.

Chemoodporne ubrania gazoszczelne typu 1a wykonywane są jako jednoczęściowe kombinezony składające się z: kaptura z wizjerem, rękawic, butów, zamka, zaworów wydechowych i wentylacyjnych, a integralną częścią ubrania jest również odzież zakładana pod ubranie. Zależnie od modelu ubrania oraz producenta, rękawice i buty mogą być elementem na stałe połączonym z ubraniem lub w sposób, który umożliwia ich szybką wymianę.

Budowa szwów w chemoodpornych ubraniach gazoszczelnych ma decydujący wpływ na ich szczelność. Szwy pokrywane są gumową taśmą, klejoną z zewnątrz i klejoną na gorąco od strony wewnętrznej, co zapewnia zarówno odpowiednią odporność zarówno chemiczną, jak i mechaniczną [4, 5].

Buty mają odpowiednie wzmocnienia, gdyż są elementem ubrania najbardziej narażonym na uszkodzenia mechaniczne oraz bezpośrednie działanie substancji w stanie ciekłym. W podeszwę wtopiona jest blacha, skutecznie zabezpieczająca but przed przebicciem. Końcówka blachy jest zawinięta oraz wtopiona w czubek buta, co usztywnia go oraz zabezpiecza palce stóp przed ewentualnym upadkiem ciężkiego przedmiotu. Głównym materiałem do produkcji butów jest Neopren oraz PCV. Buty mogą być wklejone na stałe w kombinezon lub zaciśnięte taśmą dociskową na obręczy [3].

Rękawice nie mają szwów, wykonane są z materiału posiadającego odporność chemiczną porównywalną z odpornością całego ubrania. Muszą spełniać nie tylko warunek gazoszczelności, odporności chemicznej, ale również elastyczności umożliwiającej wykonywanie sprawnych ruchów palcami dłoni. Należy pamiętać, że w takich rękawicach ratownik będzie stykał się nie tylko z ostrymi metalowymi krawędziami, stężonymi chemikaliami czy wykonywał ciężkie prace fizyczne, ale również będzie obsługiwał sprzęt wymagający manualnej precyzji i dokładności [2]. Producenci rezygnują z produkcji rękawic na stałe



Rys. 3. Natłuszczanie zamka [8]

połączonych z kombinezonem [3]. Uwarunkowane jest to szczególnym narażeniem na uszkodzenia. Dużo łatwiej i taniej jest wymienić same rękawice niż kompletne ubranie. Stosowane są tzw. podwójne rękawice, mocowane za pomocą gumowych opasek, z czego druga para zakładana jest do ciężkich prac mechanicznych. Bezpośrednio na dłoń ratownik zakłada rękawice bawełniane, wchłaniające pot i zabezpieczające przed otarciami [7].

Zawory wydechowe, zawierające pierścień gwintowany i ślizgowy, tarczę i osłonę są ważnym elementem składowym chemoodpornych ubrań gazoszczelnych. Ich zasadniczym zadaniem jest zredukowanie ciśnienia powstałego wewnątrz ubrania podczas procesu wydychania powietrza przez ratownika.

Ochrona, jaką zapewnia ratownikowi chemoodporne ubranie gazoszczelne uzależniona jest od poziomu odporności jego poszczególnych elementów składowych. Technologie obecnie produkowanych materiałów na potrzeby CUG należą do grupy wysoce wyspecjalizowanych [4, 5]. Powodem takiego stanu jest rozwój chemii oraz coraz bardziej agresywnych związków chemicznych. Producenci w trosce o dobra handlowe trzymają w tajemnicy skład oraz strukturę materiałów. Materiały składają się z reguły z kilku warstw: zewnętrznej, nośnej, wewnętrznej.



Rys. 4. Dwubutłowy aparat powietrzny firmy Fenzy [8]

Kompletne chemoodporne ubranie gazoszczelne przygotowywane do użycia w ostatniej fazie musi zostać poddane jeszcze naciśnieniowej próbie szczelności.

Test wykonano przy użyciu zestawu Porta Control firmy Dräger, będącego na wyposażeniu Warsztatu Sprzętu Ochrony Układu Oddechowego KM PSP w Łodzi [8]. Do przeprowadzenia próby szczelności wykorzystano następujący sprzęt: Porta Control, pistolet do sprężonego powietrza, urządzenia do zaopatrywania w sprężone powietrze, zestaw kapturków kontrolnych, zestaw korków kontrolnych i uszczelniających. Przed rozpoczęciem kontroli chemoodpornego

ubrania gazoszczelnego sprawdzono szczelność urządzenia Porta Control. W tym celu wyjęto korek uszczelniający z jednego z węży przeznaczonych do prób i podłączono pompkę gumową wraz z zaciskiem, zwracając przy tym uwagę na kierunek przepływu. Następnie nastawiono czas kontroli na jedną minutę. Po otwarciu zacisku naciśnięto pompkę, ostrożnie puszczając, przy

podciśnieniu 10 mbar zamknięto zacisk. Należało to zrobić bardzo ostrożnie, ponieważ przy pełnej dekompresji pompka gumowa wytwarza podciśnienie ok. 70 mbar. Można wtedy uszkodzić urządzenie pomiarowe. Odczekano 15 sekund dla stabilizacji ciśnienia. Następnie odczytano ciśnienie na manometrze i uruchomiono stoper. Po upływie minuty odczytano ponownie wskazania manometru. Nie odnotowano spadku ciśnienia, więc urządzenie uznano za sprawne. W przypadku wyniku negatywnego, należy zlokalizować nieszczelność za pomocą wody z mydłem, uszczelnić i ponownie przeprowadzić próbę szczelności urządzenia. Do przeprowadzenia próby użyto czystego powietrza pochodzącego z aparatu powietrznego.



Rys. 5. Kontrola CUG przy użyciu Porta Control [8]



Rys. 6. Napełnianie ubrania Trellech [8]

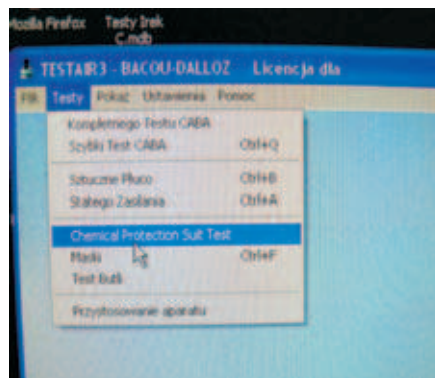
W pierwszej fazie badania chemoodpornego ubrania gazoszczelnego dokonano oględzin powierzchniowych, oraz oceny powłoki z uwagi na określoną w instrukcji jej żywotność. Podczas oględzin chemoodpornego ubrania gazoszczelnego sprawdzono również przejrzystość oraz ewentualne odkształcenia wizjera. Kolejną operacją do wykonania było nałożenie na wewnętrzną stronę wizjera zalecanego przez producenta żelu, który zapobiega kondensacji pary wodnej. Następnie, przy użyciu szczotki nylonowej, usunięto wszystkie zabrudzenia. Po usunięciu z zamka wszystkich nieczystości natłuszczono go przeznaczonym do tego sztyftem, następnie zamknięto zamek. Kombinezon rozłożono plecami do góry, tak aby wyprostować wszystkie zagięcia i fałdy materiału. Pod wizjer podłożono miękką podkładkę celem uniknięcia porysowań. Ubranie w takim stanie pozostawiono w pomieszczeniu o temperaturze otoczenia $20 \pm 5^\circ\text{C}$ na godzinę.

W kolejnym etapie próby szczelności ubranie napełniano powietrzem do ciśnienia 1750 ± 50 Pa i przez kolejne 10 minut do tej wartości dopompowywano. Ubranie uważa się za szczelne, jeśli w ciągu kolejnych 6 minut ciśnienie wewnątrz ubrania nie spadnie poniżej 1350 ± 50 Pa [6]. Wynik testu próby

szczelności chemoodpornego ubrania gazoszczelnego firmy Dräger w oparciu o tester Porta Control okazał się pozytywny. W czasie 6-minutowej próby szczelności ciśnienie spadło jedynie o 50 Pa. Wynik przeprowadzonej kontroli chemoodpornego ubrania gazoszczelnego zapisywany jest w karcie badań kontrolnych kombinezonu.



Rys. 7. Urządzenie TestAir3 z oprogramowaniem PosiChek3 [8]



Rys. 8. Okno programu PosiChek3 [8]



Rys. 9. Podłączenie testera z CUG [8]

Badanie ubrania Trellechm przeprowadzono w podobny sposób jak ubranie firmy Dräger, jednak ze zmianą testerów Porta Control na Treltest [2, 3]. Obydwa badania przeprowadzono zgodnie z normami EN 943 oraz EN 464 [6, 7]. W pierwszej kolejności nadmuchano kombinezon z użyciem pistoletu ze sprężonym powietrzem poprzez zawór na adapterze do ciśnienia 1750 Pa, następnie obniżono do 1700 Pa i wartość tę utrzymano przez 10 minut, a następnie obniżono do 1650 Pa. Po wymaganych 6 minutach ciśnienie spadło do 1550 Pa. Spadek ciśnienia tylko o 100 Pa klasyfikował ubranie jako gazoszczelne. Ciśnienie końcowe, podobnie jak w przypadku ubrania Dräger, odnotowano w karcie badań kontrolnych kombinezonu.

Ostatnim typem testera, który przetestowano był TestAir3. Jest to tester, który przy pomocy oprogramowania PosiChek3 ma bardzo szeroki zakres zastosowania.

Program PosiChek3 umożliwia przeprowadzenie następujących testów: kompletny test CABA (Compressed Air Breathing Apparatus) obejmujący: stałe zasilanie, CPST (Chemical Protection Suit Test), maskę, test butli oraz przystosowanie aparatu.

W skład PosiChek3 wchodzi również: sztuczne płuco, precyzyjny serwo motor, urządzenie kontrolno-pomiarowe mierzące położenie płuc, czujnik, służący do pomiaru ciśnienia aktywowującego oraz statycznego w granicach od 0 do 70 mbar.

Program daje możliwość samodzielnego stworzenia przez użytkownika tabeli parametrów różnych testów, w tym testów CUG. Tabela parametrów testu szczelności ubrania zawiera górne, graniczne wartości używane podczas przeprowadzania testu zgodnie z instrukcją producenta. Tabele takie zawierają dane, dotyczące czasu stabilizacji ubrania przed pomiarem i przy napełnieniu ciśnieniem testowym, ciśnienia startowego, czasu trwania testu oraz dopuszczalnego spadku ciśnienia podczas testu. Dodatkowo można wprowadzić komentarz. Wykaz ubrań użytkownika sporządzony jest w systemowej bazie danych według następujących identyfikatorów: typ ubrania, numer seryjny, miesiąc, rok produkcji, użytkownik. Wyniki testu można wydrukować lub przechowywać w komputerze w formie łatwo odzyskiwanych plików bazy danych. Oprogramowanie PosiChek3 pozwala na odszukiwanie, przegląd, sortowanie lub drukowanie wyników przeprowadzonych testów.

3. Podsumowanie

Testowanie chemoodpornych ubrań gazoszczelnych jest niezwykle skomplikowanym i pracochłonnym procesem, wymagającym od konserwatora precyzji, cierpliwości oraz sumienności. Prace konserwacyjno-kontrolne chemoodpornych ubrań gazoszczelnych powinny wykonywać osoby odpowiednio przeszkolone, posiadające stosowne świadectwa serwisowe. Do prac przy testowaniu

przydatna jest również praktyka w pracy w chemoodpornych ubraniach gazoszczelnych. Konserwator, który miał wcześniej okazję pracować w CUG odczuwa znacznie większą odpowiedzialność za prawidłowo wykonany serwis. Tylko właściwe stosowanie zalecanych czynności serwisowych przez producentów urządzeń testowych oraz stosowanie odpowiednich komponentów konserwacyjnych zagwarantuje bezpieczną pracę w CUG. Potwierdzeniem gotowości do użycia w czasie działań ratowniczo-gaśniczych są wyniki kontroli i testów. Wyniki kontroli na urządzeniach typu Porta Control i Treltest [4, 5, 6] winne być uwiarogodniane wpisami do książek eksploatacyjnych. Wyniki kontroli na urządzeniu TestAir3 przy oprogramowaniu PosiChek3, poza tym iż są utrwalone w pamięci komputera, powinny być odwzorowane na wydruku testu potwierdzonym podpisem uprawnionego serwisanta.

LITERATURA

- [1] P. Guzewski: Ubiory ochronne. SA PSP, Poznań 2004.
- [2] Instrukcja użytkownika CUG Dräger.
- [3] Instrukcja użytkownika CUG Trelchem.
- [4] Norma PN-EN 464: Odzież chroniąca przed ciekłymi i gazowymi chemikaliami, aerozolami i cząstkami stałymi. Metoda badania: określenie szczelności ubiorów gazoszczelnych (próba ciśnieniowa).
- [5] Norma PN-EN 943, część 1: Odzież ochronna przeznaczona do użycia w obecności ciekłych i gazowych związków chemicznych, w tym ciekłych aerozoli i cząstek stałych. Wymagania eksploatacyjne dla wentylowanych i niewentylowanych gazoszczelnych ubrań ochrony chemicznej.
- [6] Norma PN-EN 943, część 2: Odzież ochronna przeznaczona do użycia w obecności ciekłych i gazowych związków chemicznych, w tym ciekłych aerozoli i cząstek stałych. Wymagania eksploatacyjne dla gazoszczelnej odzieży ochronnej typu 1 przeznaczonej dla jednostek ratowniczych.
- [7] Rozporządzenie ministra gospodarki z 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej (DzU nr 259, poz. 2173).
- [8] R. Dziubałtowski, praca inżynierska: Dozór eksploatacyjny chemoodpornych ubrań gazoszczelnych Dräger i Trelchem w zakresie kontroli i konserwacji okresowych oraz po użyciu na bazie wyposażenia warsztatu sprzętu ochrony układu oddechowego KM PSP w Łodzi.

Anna DMOCHOWSKA
Małgorzata MAJDER-ŁOPATKA
Zdzisław SALAMONOWICZ
Rafał MATUSZKIEWICZ

Methods for Testing the Gas-Tight Chemical Resistant Clothing in Terms of Rescuer's Safety

Complete tight clothing is a subject to a special test procedure which is done by visual inspection. All the components of the viewfinder; its mechanical strength and distorting vision are checked, as well as the efficiency of ventilation and air supply system necessary to breathe. The resistance, heat resistance and flexural cracking tests are applied. They try to tear the harness, puncture it, penetrate it with chemical compounds and to set it on fire. The gas-tight chemical protective clothing completely prepared to use in the last phase has still to be subjected to positive pressure leak test.

SUMMARY