

STANDARZY CNBOP-PIB

OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA

WYDANIE  
1

Proszki gaśnicze

CNBOP-PIB-BU01P:2017



CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE  
OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ  
im. Józefa Tuliszковского  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Standard CNBOP-PIB-BU01P:2017 wyd. 1.

Dokument opracował zespół autorski w składzie:

mgr inż. Magdalena Karpowicz  
dr inż. Dorota Riegert  
inż. Bartłomiej Ślęczkowski  
techn. Wincenty Trzaskowski

Recenzenci:

mł. bryg. mgr inż. Wojciech Klapsa  
dr inż. Jacek Roguski

Przygotowanie do wydania:

Anna Golińska

Projekt okładki: Julia Pinkiewicz

Projekt graficzny zawartości: Robert Śliwiński

Grafiki na okładce: made by Freepik.com

© Copyright by Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej  
im. Józefa Tuliszkowskiego  
Państwowy Instytut Badawczy

© Każda część niniejszego standardu może być przedrukowywana lub kopiowana jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Dyrektora Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowego Instytutu Badawczego

Wydawca:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej

im. Józefa Tuliszkowskiego

Państwowy Instytut Badawczy

05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślańska 213

tel. (22) 76 93 200, 300; fax: (22) 76 93 356

[www.cnbop.pl](http://www.cnbop.pl)

e-mail: [cnbop@cnbop.pl](mailto:cnbop@cnbop.pl)

Wydanie I, luty 2017, Józefów

**SPIS TREŚCI**

1. SŁOWO WSTĘPNE.....	4
2. CHARAKTERYSTYKA PROSZKÓW GAŚNICZYCH.....	5
3. MECHANIZMY DZIAŁANIA PROSZKÓW GAŚNICZYCH .....	10
3.1. Proces spalania.....	10
3.2. Mechanizm gaśniczy sproszkowanych ciał stałych.....	15
4. ZASTOSOWANIE PROSZKÓW GAŚNICZYCH.....	21
4.1. Zastosowanie proszków w ochronie przeciwpożarowej.....	21
4.2. Proszki gaśnicze, a ich zastosowanie do poszczególnych grup pożarów .....	23
4.2.1. Ogólne zasady gaszenia proszkami.....	23
4.2.2. Gaszenie pożarów ciał stałych (grupa pożarów A).....	24
4.2.3. Gaszenie pożarów cieczy i materiałów topiących się (grupa pożarów B).....	24
4.2.4. Gaszenie pożarów gazów (grupa pożarów C).....	26
4.2.5. Gaszenie pożarów metali (grupa pożarów D).....	26
5. PROCES DOPUSZCZENIA PROSZKÓW GAŚNICZYCH DO STOSOWANIA W OCHRONIE PRZECIWPOŻAROWEJ.....	27
5.1. Proces dopuszczenia.....	27
5.2. Prawne wymagania kluczowe.....	32
5.3. Badania laboratoryjne.....	32
5.3.1. Gęstość nasypowa.....	33
5.3.2. Skład ziarnowy.....	33
5.3.3. Odporność na zbrylanie.....	35
5.3.4. Odporność na niezwilżalność wodą.....	35
5.3.5. Zawartość wilgoci.....	36
5.3.6. Skuteczność gaśnicza.....	36
5.3.7. Masa pozostałości proszku po rozładowaniu.....	37
5.3.8. Znakowanie.....	37
6. DZIAŁALNOŚĆ ZESPOŁU LABORATORIÓW URZĄDZEŃ I ŚRODKÓW GAŚNICZYCH (BU)..	38
7. LITERATURA .....	40

## 1. SŁOWO WSTĘPNE

Początki stosowania proszków w ochronie przeciwpożarowej sięgają 1912 roku. Pierwsza gaśnica, w której jako medium gaśnicze wykorzystano proszek, została zastosowana w Niemczech w 1930 roku<sup>1</sup>. W pierwszym okresie stosowania proszków jako środków gaśniczych, używano głównie nieorganicznych związków chemicznych oraz sproszkowanych minerałów np. bentonitu, talku, wodorowęglanu sodu, chlorków metali.

Rozwój w produkcji oraz zastosowaniu proszków gaśniczych nastąpił w latach czterdziestych dwudziestego wieku. Po II wojnie światowej zaczęły powstawać pierwsze urządzenia służące do gaszenia pożarów przy pomocy proszków – zawierały nawet do trzech ton medium gaśniczego. Zwiększenie możliwości wykorzystania proszków gaśniczych było możliwe dzięki zastosowaniu jako bazy proszku gaśniczego wodorowęglanu sodu polerowanego stearynianem magnezu, który to proces powodował uodpornienie proszku na działanie wilgoci (ograniczenie efektu zbrylania oraz zwiększenie hydrofobowości proszku)<sup>2</sup>. Dzięki takiej technologii wytwarzania proszku gaśniczego możliwe stało się jego transportowanie przy pomocy przewodów elastycznych, co z kolei przyczyniło się do postępu w technice wytwarzania urządzeń, w których proszek stanowił medium gaśnicze.

Obecnie proszki gaśnicze znajdują szerokie zastosowanie w ochronie przeciwpożarowej. Najczęściej wykorzystywane są jako medium gaśnicze w gaśnicach przenośnych i przewoźnych, a także przez jednostki straży pożarnej w samochodach gaśniczych wyposażonych w układy do podawania proszku gaśniczego.

Proszki gaśnicze charakteryzują się bardzo dobrą skutecznością gaśniczą, krótkim czasem gaszenia oraz możliwością zastosowania do większości rodzajów pożarów<sup>3</sup>.

W niniejszym opracowaniu autorzy dokonali przeglądu literaturowego dotyczącego proszków gaśniczych oraz opisali proces ich dopuszczenia do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania proszki gaśnicze powinny spełniać wymagania normy PN-EN 615.

<sup>1</sup> J. Linder, *Gaszenie pożarów gazami obojętnymi i środkami chemicznymi*, Arkady, Warszawa 1969.

<sup>2</sup> Tamże.

<sup>3</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, SA PSP, Kraków 1995.

## 2. CHARAKTERYSTYKA PROSZKÓW GAŚNICZYCH

Zgodnie z definicją z PN-EN 615:2009 *Ochrona przeciwpożarowa -- środki gaśnicze -- wymagania techniczne dotyczące proszków (innych niż do gaszenia pożarów grupy D)* proszek gaśniczy to środek gaśniczy w postaci bardzo rozdrobnionych stałych środków chemicznych, składający się z jednego lub kilku składników podstawowych oraz dodatków polepszających jego właściwości.

Do proszków dodawane są różnorodne dodatki odpowiedzialne za ich właściwości techniczno-użytkowe między innymi takie jak odporność na zbrylanie, płynność, trwałość podczas przechowywania, zabezpieczenie przed wilgocią. W zależności od producenta, proszki gaśnicze posiadają różne zabarwienia. Barwa proszku gaśniczego (wbrew powszechnej błędnej opinii) nie decyduje o właściwościach proszku. Skuteczność gaśnicza proszku oraz zakres jego stosowania są uzależnione od składu chemicznego bazy proszku. Na poniższej rycinie przedstawiono proszki gaśnicze dwóch różnych producentów.



Ryc. 1. Różne zabarwienie proszków gasniczych

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

Proszki gaśnicze można podzielić zgodnie z różnymi kryteriami. Pierwszym ogólnie przyjętym kryterium podziału jest podział ze względu na grupy pożarów, do gaszenia których proszek jest przeznaczony:

- proszek gaśniczy ABC – przeznaczony do gaszenia pożarów grupy A (pożary materiałów stałych zwykle pochodzenia organicznego, których normalne spalanie zachodzi z tworzeniem żarzących się węgli), B (pożary cieczy i materiałów stałych topiących się) oraz C (pożary gazów)<sup>4</sup>,
- proszek gaśniczy BC – przeznaczony do gaszenia pożarów grupy B i C,
- proszek gaśniczy D (specjalny) – przeznaczony do gaszenia pożarów grupy D (pożary metali)<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> PN-EN 2:1998/A1:2006, Podział pożarów.

<sup>5</sup> Tamże.



Ryc. 2. Piktogramy oznaczające grupy pożarów

Źródło: <http://www.zgasrzyko.pl/pl/854/klasyfikacje-pozarow.html> [dostęp: 19.05.2016].

Innym kryterium podziału proszków jest podział ze względu na ich bazę. Wyróżnia się m.in.<sup>6</sup>:

- proszki węglanowe,
- proszki fosforanowe,
- proszki mocznikowe,
- proszki chlorowe.

Skład chemiczny proszku determinuje w dużej mierze jego zastosowanie do gaszenia określonych rodzajów pożarów. Proszki na bazie węglanów stosowane są głównie do gaszenia pożarów grupy B oraz C. Proszki zawierające fosforany stosowane są do gaszenia pożarów gazów, cieczy palnych oraz ze względu na właściwości fosforanów do gaszenia pożarów ciał stałych. Proszki na bazie chlorków metali (np. NaCl, KCl) znajdują zastosowanie w gaszeniu pożarów metali (grupy D)<sup>7</sup>. W poniższej tabeli zestawiono składy chemiczne wybranych proszków gaśniczych oraz grupy pożarów, do gaszenia których są stosowane.

Tabela 1. Skład chemiczny oraz zastosowanie wybranych proszków gaśniczych

Baza proszku gaśniczego	Wzór chemiczny	Rodzaj proszku (grupa pożarów do jakich jest stosowany)
Chlorek sodu	NaCl	D
Chlorek potasu	KCl	D
Tetraboran sodu	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	D
Wodorowęglan sodu	$\text{NaHCO}_3$	BC
Wodorowęglan potasu	$\text{KHCO}_3$	BC
Mocznik + wodorowęglan potasu	$\text{NH}_2\text{CONH}_2 + \text{KHCO}_3$	BC

Źródło: Opracowanie własne na podstawie S. Wilczkowski, dz. cyt.; A. Mizerski, M. Sobolewski, *Środki gaśnicze. Ćwiczenia Laboratoryjne*, SGSP, Warszawa 1997.

Duża efektywność gaszenia płomienia jest cechą charakterystyczną proszków gaśniczych BC. Jest ona osiągnięta dzięki inhibicyjnemu oddziaływaniu proszku na płomień. Sole stanowiące bazę proszków BC posiadają zdolność do spowalniania przebiegu reakcji chemicznych w płomieniu – są inhibitorami. Proces spalania jest przerywany dzięki spowolnieniu występujących podczas spalania

<sup>6</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.

<sup>7</sup> A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

płomieniowego reakcji wolnorodnikowych. Do soli mających właściwości inhibicyjne zalicza się m.in. węglan sodowy ( $\text{NaHCO}_3$ ). Proszki gaśnicze ABC oparte na solach fosforanowych posiadają dodatkowo zdolność do wytwarzania na powierzchni spalanego materiału stałego szklistej warstwy powodującej oddzielenie paliwa od utleniacza (tlenu z powietrza). Warstwa izolująca tworzy się w procesie termicznego rozkładu soli fosforanowych do polifosforanów. Cechą proszków ABC zawierających diwodorofosforan amonu jest utrudnianie procesu ponownego rozpalenia materiałów celulozowych, ponieważ  $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$  jest dla materiałów celulozowych antypirenem<sup>8</sup>. Proszki gaśnicze mogą być stosowane do gaszenia urządzeń elektrycznych znajdujących się pod napięciem. Wyniki badań dowodzą, że proszki gaśnicze na bazie wodorowęglanu sodu nie zwiększają przewodności elektrycznej, ale powodują polepszenie właściwości izolacyjnych powierzchni, które proszek pokrył<sup>9</sup>.

Podczas akcji ratowniczo-gaśniczych proszki gaśnicze często są stosowane w połączeniu z innymi środkami gaśniczymi – najczęściej z pianami gaśniczymi. Konieczność stosowania kilku środków gaśniczych wynika ze specyfiki pożaru. Przykładem mogą być tu rafinerie, gdzie proszek gaśniczy stosowany jest jako pierwszy do ugaszenia płomienia, a następnie podawana jest piana gaśnicza, która zabezpiecza przed nawrotem palenia<sup>10</sup>.

W celu polepszenia właściwości techniczno-użytkowych proszków gaśniczych poddaje się je hydrofobizacji czyli modyfikacji powierzchni w celu „odpychania” wody. Jednak niektóre środki używane do hydrofobizacji proszków gaśniczych takie jak: kwas stearynowy i jego sole, powodują niszczenie pian gaśniczych – efekt niekorzystny. Z tego powodu niektórzy producenci zamiast kwasu stearynowego stosują inne związki do hydrofobizacji np. siloksany, bowiem te krzemorganiczne związki chemiczne mają znacznie mniejszy wpływ na pianę gaśniczą<sup>11</sup>. Na rycinach 3 i 4 pokazano zachowanie hydrofobizowanego proszku gaśniczego względem wody. Zbrylenie proszku wynikające z nadmiernego pochłaniania wilgoci z otoczenia może skutkować np. zatkaniem przewodów służących do jego dystrybucji. Zbrylony proszek pokazano na rycinie 5.

Mimo posiadania wielu zalet, proszki gaśnicze posiadają również wady. Zastosowanie proszków do gaszenia pożaru może powodować zwiększenie strat pożarowych. Proszki gaśnicze, jak wspomniano wcześniej, są zabezpieczane przed działaniem wilgoci związkami krzemu. Zabezpieczenie to działa jednak tylko w czasie składowania proszku w urządzeniu gaśniczym (np. zbiorniku gaśnicy) lub opakowaniu do przechowywania. W trakcie podawania do strefy pożaru, proszek traci swoje właściwości hydrofobowe i zaczyna absorbować wilgoć z otoczenia. Zjawisko to jest niekorzystne, ponieważ proszek gaśniczy osadza się nie tylko na powierzchniach gaszonych, ale także w otoczeniu miejsca pożaru. W przypadku zebrania się proszku na urządzeniach wrażliwych na działanie wilgoci (np. urządzenia elektroniczne) może dojść do ich uszkodzenia na skutek absorbowania wilgoci z otoczenia przez proszek. Na rycinie 6 przedstawiono

<sup>8</sup> A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.; Z. Grynczel, *Środki gaśnicze: własności i zastosowanie*, Arkady, Warszawa 1968.

<sup>9</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.

<sup>10</sup> Tamże.

<sup>11</sup> Tamże.

**STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017**

wygląd wnętrza samochodu osobowego gaszonego przy pomocy gaśnicy proszkowej. Rycina 7 przedstawia wnętrze komory silnika po użyciu gaśnicy proszkowej.

Proszki gaśnicze, jak każdy produkt, mają określony termin przydatności do użycia. Termin przydatności do użycia w przypadku proszków ustala jego producent. Okres przydatności może się różnić dla proszków przechowywanych w różnych opakowaniach czy warunkach. Czas przydatności proszku do użycia to taki czas, który pozwala by proszek zachował swoje dobre właściwości. Po upływie terminu przydatności proszku do użycia użytkownik może oddać proszek do przebadania w celu sprawdzenia jego przydatności.



**Ryc. 3.** Krople wody na powierzchni proszku gaśniczego

**Źródło:** Archiwum CNBOP-PIB.



**Ryc. 4.** Proszek gaśniczy po umieszczeniu w zlewce z wodą

**Źródło:** Archiwum CNBOP-PIB.





Ryc. 5. Próbkę proszku gaśniczego, która uległa zbryleniu

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.



Ryc. 6. Wnętrze samochodu osobowego gaszonego przy pomocy gaśnicy proszkowej

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.



Ryc. 7. Komora silnika po użyciu gaśnicy proszkowej

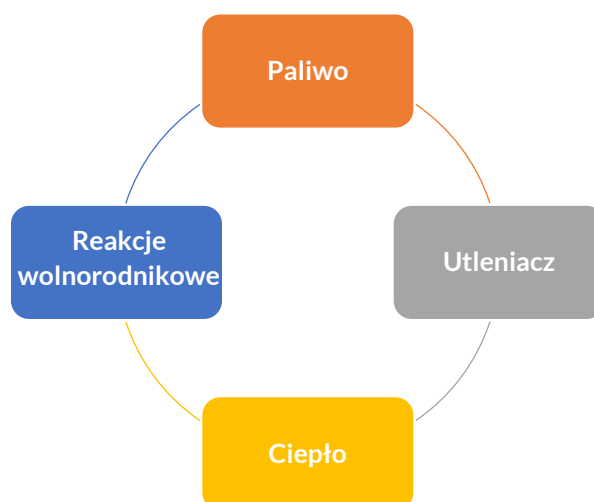
Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

### 3. MECHANIZMY DZIAŁANIA PROSZKÓW GAŚNICZYCH

#### 3.1. PROCES SPALANIA

W celu omówienia mechanizmów działania proszków gaśniczych w pierwszej kolejności zostanie omówione zjawisko spalania.

Mianem spalania określono złożony proces fizykochemiczny polegający na zachodzeniu reakcji pomiędzy paliwem (materiałem palnym) a utleniaczem (tlenem z powietrza)<sup>12</sup>. W wyniku reakcji utleniania i redukcji następuje emisja do otoczenia energii w postaci ciepła oraz światła. Ponadto uwalniane są produkty reakcji najczęściej w postaci dymu<sup>13</sup>. Proces spalania jest uzależniony od spełnienia warunków składających się na tzw. czworościan spalania, który schematycznie przedstawiono na poniższej rycinie.



Ryc. 8. Czworościan spalania.

**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie P. Bielicki, dz. cyt.; <http://images.clipartpanda.com/flame-clipart-flame-symbol-flame-clipart.jpeg> [27.05.2016].

Spalanie różni się od utleniania szybkością zachodzenia reakcji chemicznych pomiędzy paliwem a utleniaczem. Produkty reakcji powstające w wyniku utleniania w niskich temperaturach mają zbyt małą energię, aby emitować ją w postaci kwantów światła. W przypadku procesu spalania energia reakcji jest tak wysoka, że pozwala na podgrzanie atomów produktów tego procesu, które emitują tę energię w postaci światła widzialnego<sup>14</sup>. O przejściu procesu utleniania w spalanie możemy zatem mówić, gdy szybkość wydzielania energii w procesie utleniania przewyższa ilość energii traconej do otoczenia<sup>15</sup>.

<sup>12</sup> M. Pofit- Szczepańska, *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów*, SA PSP, Kraków 1994; M. Pofit- Szczepańska, *Chemia pożarnicza*, WOSP, Warszawa 1975.

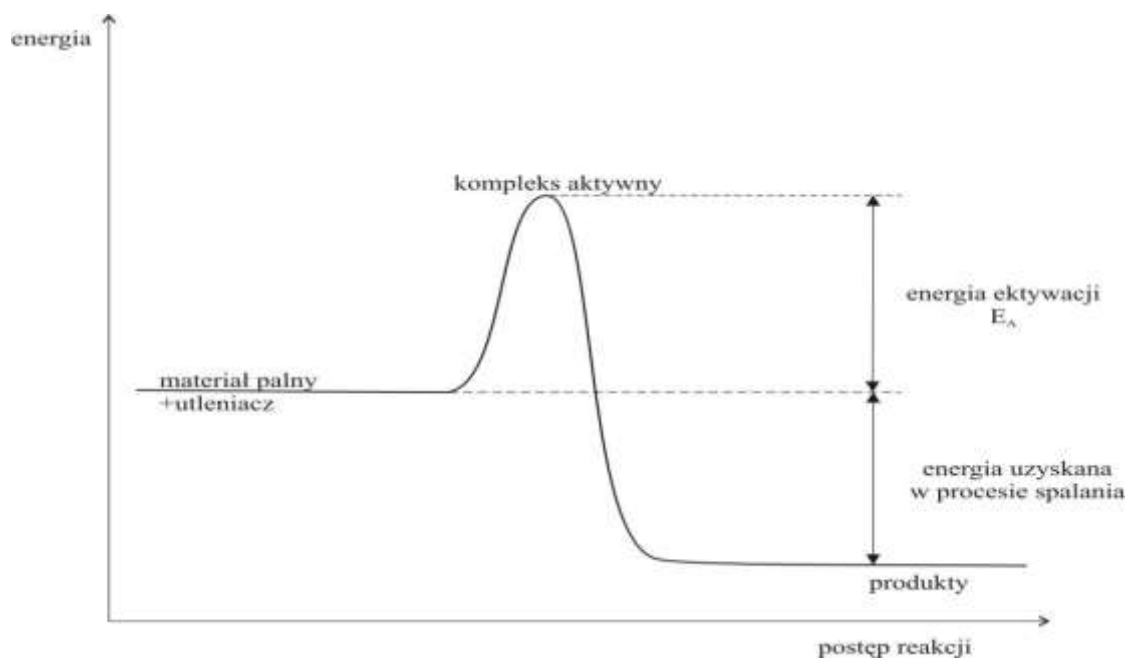
<sup>13</sup> P. Bielicki, *Podstawy taktyki gaszenia pożarów*, Kraków 1996; P. Bielicki, *Proces spalania a pożar*, „Bibliotek strażaka ochotnika”, Częstochowa 2001.

<sup>14</sup> M. Pofit- Szczepańska, *Wybrane zagadnienia...*, dz. cyt.

<sup>15</sup> M. Półka, *Ćwiczenie nr 13, Badanie zapalności materiałów poddawanych bezpośredniemu działaniu pojedynczego płomienia zgodnie z PN-EN ISO 11925-2:2010*, SGSP, Warszawa.

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

Warunki energetyczne konieczne do zapoczątkowania reakcji spalania przedstawia wykres na poniższej rycinie.



Ryc. 9. Warunki energetyczne konieczne do zapoczątkowania reakcji spalania

Źródło: M. Półka, dz. cyt.

Duży wpływ na przebieg procesu spalania ma stan skupienia materiału spalanego. Dlatego też spalanie może przebiegać w sposób płomieniowy lub bezpłomieniowy (tlenie). Spalanie różnych materiałów w fazie stałej może przebiegać bez pojawiania się płomienia. Mamy wówczas do czynienia ze spalaniem bezpłomieniowym (tleniem), charakteryzującym się brakiem występowania (lub w minimalnej ilości) w pewnych warunkach lotnej fazy palnej. Proces ten zachodzi na granicy fazy gazowej i stałej – jest to proces heterogeniczny (substraty reakcji spalania występują w różnych stanach skupienia). Zjawisko spalania bezpłomieniowego jest charakterystyczne dla stałych materiałów o strukturze porowatej np. papier, tkaniny celulozowe, termoutwardzalne tworzywa sztuczne itd. Materiały, które pod wpływem ciepła ulegają mięknięciu, topieniu, sublimacji lub kurczeniu, nie wykazują tendencji do tlenia. Produktami tlenia są zazwyczaj związki niecałkowitego utleniania węgla<sup>16</sup>. Spalanie bezpłomieniowe drewna sosnowego z emisją światła ze strefy spalania (żarzeniem) pokazano na rycinie 10.

Spalanie płomieniowe cechuje się występowaniem płomienia podczas spalania materiału. Ten rodzaj spalania charakterystyczny jest w przypadku spalania cieczy, gazów oraz pewnych materiałów stałych (tworzących lotną fazę palną)<sup>17</sup>. Spalanie płomieniowe cieczy palnej pokazano na rycinie 11, natomiast spalanie płomieniowe materiału stałego pokazano na rycinie 12.

<sup>16</sup> M. Pofit- Szczepańska, *Wybrane zagadnienia...*, dz. cyt.; M. Półka, *Ćwiczenie nr 13*, dz. cyt.; R. Borkowski, W. Jaskółowski, E. Piechocka, M. Półka, *Fizykochemia spalania i wybuchów*, SGSP, Warszawa 1996.

<sup>17</sup> Tamże.



Ryc. 10. Spalanie bezpłomieniowe drewna sosnowego z emisją światła ze strefy spalania

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.



Ryc. 11. Spalanie płomieniowe acetonu

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.



Ryc. 12. Spalanie płomieniowe drewna sosnowego

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

Wystąpienie procesu spalania jest zdeterminowane jednoczesnym zaistnieniem warunków określanych mianem czworościanu spalania (rycina 8):

1. Paliwem nazywamy materiały zdolne do palenia się (ciała stałe, ciecze palne, gazy palne, metale, oleje roślinne itp.). Substancje palne można klasyfikować jako trudno zapalne i łatwo zapalne. Materiały trudno zapalne to takie, które w wyniku oddziaływania promieniowania cieplnego lub płomienia palą się w obrębie działania bodźców, a po ich usunięciu gasną. Materiały łatwo zapalne to takie, które w wyniku oddziaływania promieniowania cieplnego lub płomienia ulegają zapaleniu, a po usunięciu bodźca energetycznego palą się dalej<sup>18</sup>.
2. Mianem ciepła określa się bodźce energetyczne niezbędne do zapoczątkowania reakcji spalania oraz energię cieplną, stanowiącą produkt procesu spalania, konieczną do jego podtrzymywania. Reakcja spalania może zostać zapoczątkowana w wyniku zapalenia, zapłonu lub samozapalenia. Równomiernie prowadzone ogrzewanie palnego materiału do samorzutnego pojawienia się płomienia nosi nazwę zapalenia. Zjawisko to zachodzi, gdy ogrzewany materiał osiągnie tzw. temperaturę zapalenia, czyli najniższą temperaturę przy której ogrzewany materiał wydziela ilość fazy lotnej palnej wystarczającej do samorzutnego pojawienia się płomienia bez udziału punktowych bodźców energetycznych. Zapłon to zjawisko polegające na zapoczątkowaniu reakcji spalania mieszaniny palnej w ograniczonej przestrzeni przy pomocy punktowego bodźca energetycznego<sup>19</sup>. Natomiast samozapalenie to proces następujący w wyniku zachodzących w materiale reakcji chemicznych i biologicznych. Wspomniane reakcje prowadzą do zwiększania się temperatury paliwa i jego samozapalenia bez udziału czynników zewnętrznych (np. punktowego bodźca energetycznego czy ogrzewania)<sup>20</sup>. Szybkość spalania materiału zależy od stanu skupienia, właściwości fizykochemicznych oraz rozdrobnienia materiału spalanego<sup>21</sup>.
3. Utleniacz to związek chemiczny lub pierwiastek będący w reakcji utleniania – redukcji akceptorem elektronów. W warunkach pożaru utleniaczem najczęściej jest tlen z powietrza (ok. 21% objętościowych). Proces spalania rozpoczyna się, gdy stężenie objętościowe O<sub>2</sub> w powietrzu jest nie mniejsze niż 16%. Występują również takie materiały, posiadające wystarczającą ilość tlenu w swoim składzie chemicznym do podtrzymywania procesu utleniania bez dostępu tego pierwiastka z zewnątrz. Utleniaczami mogą być również inne związki chemiczne np. nadtlarki metali, kwas azotowy czy nadmanganiany<sup>22</sup>.
4. Reakcje łańcuchowe wolnorodnikowe są niezbędne do podtrzymywania procesu spalania. Wolnymi rodnikami nazywamy wolne atomy, a także fragmenty cząsteczek posiadające dwa elektrony niesparowane lub nieparzystą liczbę elektronów np. O<sup>\*</sup>, OH<sup>\*</sup>, CH<sub>3</sub><sup>\*</sup>. Wolne rodniki charakteryzują się dużą reaktywnością chemiczną, a przez to małą trwałością<sup>23</sup>. Produkty

<sup>18</sup> P. Bielicki, *Podstawy taktyki...*, dz. cyt.

<sup>19</sup> Tamże.

<sup>20</sup> P. Bielicki, *Podstawy taktyki...*, dz. cyt.; P. Bielicki, *Proces spalania...*, dz. cyt.

<sup>21</sup> P. Bielicki, *Proces spalania...*, dz. cyt.

<sup>22</sup> P. Bielicki, *Podstawy taktyki...*, dz. cyt.

<sup>23</sup> E. Bulewicz, A. Dyjakon, T. Hardy, W. Kordylewski, S. Stupek, R. Miller, A. Wanik, *Spalanie i paliwa*, Wrocław 2008.

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

przejściowe wytworzone w pierwszym etapie reakcji łańcuchowej generują przejściowe produkty reaktywne w etapie kolejnym itd. Przejściowe produkty rozwijające łańcuch reakcji noszą nazwę nośników lub propagatorów łańcucha (rodniki, jony lub neutrony). Reakcja spalania nie zachodzi poprzez bezpośrednie reakcje w fazie gazowej paliwa i utleniacza, ale dzięki reakcjom łańcuchowym. W wyniku tych reakcji powstają produkty spalania takie jak dwutlenek węgla czy woda. Produkty procesu spalania powstają na skutek reakcji pośrednich, w których udział biorą wolne rodniki. Warunkiem koniecznym do wytworzenia nowych rodników jest osiągnięcie odpowiedniej energii zdolnej do rozerwania wiązań chemicznych. Uzyskanie takiej energii jest możliwe poprzez podgrzewanie strefy spalania od kilkuset do 1000 i więcej stopni Celsjusza<sup>24</sup>. W celu ugaszenia płomienia należy usunąć ze środowiska reakcyjnego wolne rodniki. Proszki gaśnicze posiadają zdolności inhibicyjne tzn. usuwają wolne rodniki.

Z procesem spalania nierozzerwalne są takie zjawiska jak: emisja światła czy emisja dymu (produktów spalania). Światło emitowane jest w postaci płomienia, definiowanego jako objętość, w której zachodzą reakcje rozkładu termicznego i spalania emitujące światło widzialne. Dym to nic innego jak mieszanina ciekłych, stałych oraz gazowych produktów reakcji spalania. Do parametrów charakteryzujących dym zalicza się m.in. jego zapach, barwę, skład chemiczny oraz toksyczność. Bezpośredni wpływ na parametry dymu ma rodzaj materiału spalane oraz ilość dostępnych reagentów<sup>25</sup>.

Ustanie reakcji spalania następuje w chwili przerwania przedstawionego na rycinie 8 czworościanu spalania. Do zakończenia spalania wystarczy eliminacja jednego z czynników czworościanu. Przerwanie procesu spalania można uzyskać wykorzystując różne środki gaśnicze (wodę, piany gaśnicze, proszki gaśnicze, gazy gaśnicze). Mechanizmy gaśnicze tych środków<sup>26</sup>:

1. Główny mechanizm gaśniczy wody polega na usuwaniu z układu ciepła (chłodzenie). Jest to możliwe dzięki dużemu ciepłu parowania wody.
2. Mechanizm gaśniczy piany polega na działaniu chłodzącym oraz izolującym. Działanie chłodzące polega na odbieraniu ciepła z układu reakcyjnego, natomiast działanie izolujące polega na odcięciu dostępu utleniacza z układu reakcyjnego. Takie działanie pian gaśniczych powoduje przerwanie czworościanu spalania w dwóch punktach.
3. Proszki gaśnicze charakteryzują się mechanizmem gaśniczym polegającym na eliminowaniu z układu reakcyjnego wolnych rodników, co prowadzi do ustania reakcji wolnorodnikowych. Drugi mechanizm gaśniczy proszków polega na izolowaniu paliwa od utleniacza np. poprzez wytworzenie szklistej warstwy polifosforanów na powierzchni płonącego ciała stałego<sup>27</sup>.

<sup>24</sup> S. Wilczkowski, *Działania inhibicyjne wybranych związków chemicznych stosowanych w środkach gaśniczych*, „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” 2010, nr 3.

<sup>25</sup> P. Bielicki, *Podstawy taktyki...*, dz. cyt.; P. Bielicki, *Proces spalania...*, dz. cyt.

<sup>26</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.

<sup>27</sup> A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.

4. Mechanizm gaśniczy gazów obojętnych polega na rozrzedzaniu powietrza, a tym samym zmniejszaniu stężenia tlenu w otoczeniu pożaru. Obniżenie stężenia utleniacza prowadzi do wyhamowania reakcji spalania.

### 3.2. MECHANIZM GAŚNICZY SPROSZKOWANYCH CIAŁ STAŁYCH

Prace badawcze traktujące o mechanizmach gaśniczych sproszkowanych ciał stałych (proszków gaśniczych) prowadzone są już od lat sześćdziesiątych XX wieku. Ze względu na złożoność tego mechanizmu oraz jego uzależnienie od wielu czynników (np. rozdrobnienia proszku, jego składu chemicznego), mimo wielu lat badań nie został do końca poznany i wyjaśniony<sup>28</sup>.

Proszki gaśnicze możemy zakwalifikować do dwóch podstawowych grup:

- 1) proszki gaśnicze przeznaczone do gaszenia gazów, cieczy palnych, a także innych materiałów organicznych, które spalają się płomieniowo,
- 2) proszki gaśnicze specjalne stosowane do gaszenia związków metaloorganicznych, metali, a także materiałów organicznych, które spalają się bezpłomieniowo.

Działanie gaśnicze grupy pierwszej polega na wytworzeniu chmury proszku, natomiast grupy drugiej na wytwarzaniu na powierzchni płonącego materiału cienkiej warstewki izolującej paliwo od dostępu utleniacza<sup>29</sup>.

Jak wcześniej wspomniano w polskiej normie *PN-EN 615:2009 Ochrona przeciwpożarowa – środki gaśnicze – wymagania techniczne dotyczące proszków (innych niż do gaszenia pożarów grupy D)* proszki gaśnicze podzielono ze względu na ich zastosowanie do gaszenia odpowiednich grup pożarów. Wyróżniono proszki BC służące jedynie do gaszenia pożarów płomieniowych oraz proszki ABC przeznaczone do gaszenia pożarów płomieniowych i bezpłomieniowych<sup>30</sup>.

Według podziału proszków podanego w rozdziale drugim, wyróżnia się także proszki gaśnicze specjalne przeznaczone do gaszenia pożarów grupy D (metali)<sup>31</sup>. Działanie gaśnicze tych proszków polega na oddzieleniu warstwą proszku płonącego metalu od tlenu z powietrza<sup>32</sup>. Zgodnie z literaturą, proszki gaśnicze są wysokoefektywnymi środkami służącymi do zwalczania pożarów. Wysoką skuteczność gaśniczą zawdzięczają one przede wszystkim swoim właściwościom inhibicyjnym. Za działanie inhibicyjne proszków gaśniczych odpowiedzialne są nieorganiczne sole metali alkalicznych, które wchodzi w skład tych proszków<sup>33</sup>.

Sole nieorganiczne są liczną grupą związków chemicznych. Jako proszki gaśnicze wykorzystuje się rozdrobnione sole metali alkalicznych, które posiadają zdolność do wyhamowywania reakcji

<sup>28</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.

<sup>29</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.; A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.

<sup>30</sup> PN-EN 615:2009, *Ochrona przeciwpożarowa- środki gaśnicze- wymagania techniczne dotyczące proszków (innych niż do gaszenia pożarów grupy D)*, PN-EN 2:1998/A1:2006, *Podział pożarów*; A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.

<sup>31</sup> PN-EN 2:1998/A1:2006, *Podział pożarów*; A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.; S. Wilczkowski, *Działania inhibicyjne wybranych związków chemicznych stosowanych w środkach gaśniczych*, „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” 2010, nr 3.

<sup>32</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.; A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.; S. Wilczkowski, *Działania inhibicyjne*, dz. cyt.

<sup>33</sup> Tamże.

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

wolnorodnikowych. Jak wykazały badania porównawcze skuteczność gaśnicza soli zawierającej ten sam anion, jest zmienna w zależności od kationu i maleje w następującej kolejności<sup>34</sup>:



Stwierdzono również zależność efektywności gaśniczej soli danego metalu alkalicznego z różnymi anionami. Efektywność ta jest różna i zwiększa się w następujący sposób:

**fosforany < siarczany < chlorki < bromki < jodki < węglany < cyjanki < szczawiany**

Na podstawie powyższych zestawień można zauważyć, że proszki gaśnicze zawierające kationy rubidu ( $\text{Rb}^+$ ) byłyby najskuteczniejsze. Rubidu jednak nie wykorzystuje się do produkcji proszków gaśniczych ze względu na jego wysoką cenę. Drugi w kolejności potas (K) jest natomiast szeroko stosowany w produkcji proszków gaśniczych. Sole, w skład których wchodzi sód (Na), również są szeroko rozpowszechnione w produkcji proszków gaśniczych. Z powyższych zestawień wynika również, że najskuteczniejszymi proszkami gaśniczymi byłyby proszki szczawianowe i cyjankowe. Nie są one jednak stosowane do produkcji proszków gaśniczych z powodu swoich silnych właściwości toksycznych. Szeroko stosowane jako proszki gaśnicze są węglany, chlorki, siarczany oraz fosforany. Proszki gaśnicze to zazwyczaj mieszaniny wielu soli nieorganicznych oraz środków hydrofobizujących.

Istotnym parametrem mającym duży wpływ na skuteczność gaśniczą proszków jest ich rozdrobnienie. Im większe jest rozdrobnienie proszku, tym większa jest jego ogólna sumaryczna powierzchnia (powierzchnia właściwa). Większe rozdrobnienie powoduje zwiększenie powierzchni proszku mającej kontakt z płonącym materiałem i wolnymi rodnikami. Ponadto mniejsze ziarna w warunkach pożarowych powinny rozpadać się szybciej i odparowywać bardziej intensywnie, co powoduje uwalnianie wolnych metali neutralizując wolne rodniki konieczne do podtrzymywania reakcji spalania<sup>35</sup>. Istnieją jednak przeciwwskazania do zbyt silnego rozdrabniania proszków gaśniczych. Podczas gaszenia pożaru zbyt małe ziarna proszku będą porywane przez gorące gazy pożarowe i unoszone poza strefę spalania przez co nie będą one brały udziału w procesie gaszenia. Bardzo małe cząstki proszku nie będą posiadały odpowiedniej energii kinetycznej, aby były w stanie penetrować do wnętrza pożaru (np. podczas podawania pod ciśnieniem gazu napędowego z gaśnicy). Na podstawie prowadzonych badań ustalono, że optymalny skład ziarnowy proszku gaśniczego powinien zawierać się w przedziale: ziarna o wielkości  $20 \div 60 \mu\text{m}$  powinny stanowić od 60 do 80% wagowych całego proszku. Ze względu na konieczność transportu proszku przewodami, zasięg rzutu strumienia proszku oraz jego zdolności do penetrowania w głąb pożaru wskazana jest obecność frakcji o średnicy ziaren  $100 \div 200 \mu\text{m}$  (od 10 do 15% wagowych całego proszku)<sup>36</sup>.

Proces gaszenia pożarów za pomocą rozdrobnionych ciał stałych jest złożony i opiera się na wielu elementach hamujących proces spalania. Wśród tych elementów wyróżniamy:

<sup>34</sup> Tamże.

<sup>35</sup> Tamże.

<sup>36</sup> Tamże.



## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

- a) inhibicja procesów spalania,
- b) izolacja paliwa od utleniacza,
- c) schładzanie strefy spalania,
- d) częściowe odparowanie składników proszku,
- e) częściowy rozkład składników proszku,
- f) rozcieńczanie strefy spalania (przez powstający CO<sub>2</sub> oraz parę wodną).

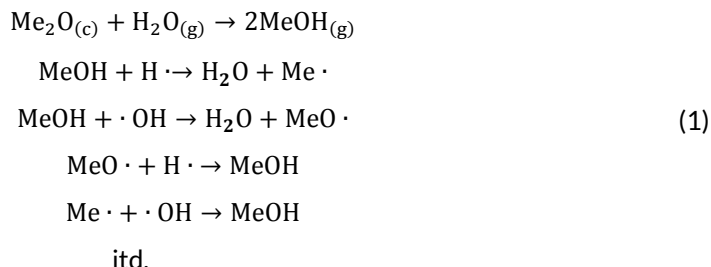
Oddziaływanie inhibicyjne proszków gaśniczych odbywa się według dwóch mechanizmów: inhibicji homofazowej oraz inhibicji heterofazowej.

- inhibicja homofazowa:

W przypadku tego rodzaju oddziaływania inhibitor (proszek gaśniczy) oraz reagenty (paliwo i utleniacz) znajdują się w fazie gazowej. Czynnikiem hamującym reakcję spalania są produkty rozkładu i odparowania proszku znajdujące się w fazie gazowej. W literaturze spotkać można dwie tezy dotyczące czynnika inhibitującego. Jedna głosi, że inhibitorem jest gazowy wodorotlenek metalu, druga natomiast, że inhibitorami są gazowe atomy metalu.

Zgodnie z tezą pierwszą inhibicja zachodzi zgodnie z poniższymi schematami<sup>37</sup>:

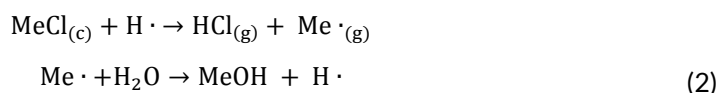
Sole tlenowe: piroliza soli prowadzi do powstania tlenku metalu w stanie ciekłym, reagującego następnie z parą wodną, produktem tej reakcji jest wodorotlenek metalu w stanie gazowym. Opisane reakcje przedstawiają poniższe równania.



gdzie:

Me – metal.

Sole beztlenowe: reakcje te opisano na podstawie chlorku. Drugi etap reakcji jest odwracalny, co tłumaczy fakt, że sole beztlenowe charakteryzują się słabszymi właściwościami inhibicyjnymi w reakcjach spalania płomieniowego.



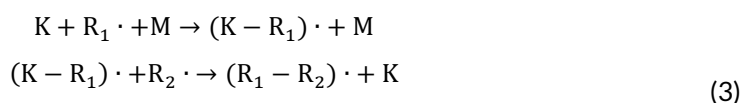
gdzie:

Me – metal.

<sup>37</sup> A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

Według tezy drugiej inhibicja zachodzi zgodnie z poniższymi schematami (na przykładzie atomów potasu)<sup>38</sup>:



gdzie:

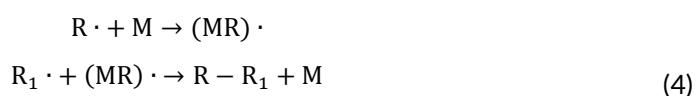
$R_1 \cdot$  i  $R_2 \cdot$  – rodniki powodujące propagację reakcji spalania,

M – trzecia cząstka,

$(K-R) \cdot$  – kompleks przejściowy.

- inhibicja heterofazowa:

W przypadku tego rodzaju oddziaływania inhibitor (proszek gaśniczy) znajduje się w innej fazie niż reagenty (paliwo i utleniacz). Inhibitor jest ciałem stałym, natomiast reagenty są w fazie gazowej. Czynnikiem hamującym reakcję spalania jest oddziaływanie stałych cząstek proszku na wolne rodniki w ten sposób, że rodniki ulegają zderzeniom ze stałymi cząstkami proszku, tracąc w ten sposób energię niezbędną do dalszego podtrzymywania reakcji spalania. Rośnie wówczas udział reakcji rekombinacji, a po osiągnięciu przez nie przewagi nad reakcjami propagacji proces spalania ustaje. Poniższy schemat reakcji ilustruje opisany powyżej mechanizm gaśniczy proszków<sup>39</sup>:



gdzie:

$R \cdot$ ,  $R_1 \cdot$  – rodniki,

M – cząstka proszku.

Działanie gaśnicze polegające na izolowaniu paliwa od utleniacza jest mechanizmem charakterystycznym dla proszków opartych na solach kwasu ortofosforowego w przypadku gaszenia pożarów ciał stałych pochodzenia organicznego, które podczas spalania tworzą żarzące się węgle (pożary grupy A). Proces gaszenia przy pomocy tych proszków można opisać następująco: proszek podany na palącą się powierzchnię ciała stałego przechodzi cykl przemian.

**ortofosforany → kwas ortofosforowy → kwas metafosforowy → kwas polimetafosforowy**

W wyniku wyżej opisanych przemian powstaje substancja o dużej lepkości, która w warunkach pożarowych jest cieczą. Po ustaniu reakcji spalania i obniżeniu temperatury środowiska pożarowego substancja ta tworzy na gazzonej powierzchni szklistą warstewkę (ryc. 13) izolującą paliwo od tlenu z powietrza. Należy wspomnieć, że związki fosforanowe są dobrymi antypirenami względem materiałów celulozowych (utrudniają w znacznym stopniu ich ponowne rozpalenie się)<sup>40</sup>. Rycina 14 przedstawia próbkę drewna sosnowego gaszonego przy użyciu wody – brak warstewki izolującej.

<sup>38</sup> Tamże.

<sup>39</sup> Tamże.

<sup>40</sup> Tamże.



Ryc. 13. Szklista warstewka izolująca, powstała na skutek zastosowania gaśnicy proszkowej ABC

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.



Ryc. 14. Drewno sosnowe po gaszeniu wodą (brak szklistej warstwy izolującej)

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

Sproszkowane ciała stałe stosowane w ochronie przeciwpożarowej do gaszenia pożarów grup A, B oraz C wykazują znikomą zdolność do schładzania powierzchni gaszonego materiału. Ich mechanizm działania opiera się zasadniczo na oddziaływaniach chemicznych z płonącym materiałem i wolnymi rodnikami obecnymi w strefie spalania. Jest to istotne dla zastosowania proszków gaśniczych w stosunku do pożarów grupy A. Podczas gaszenia tego rodzaju pożarów, proszki są użyteczne wyłącznie w fazie pierwszej pożaru, gdy płomień nie zdążył przeniknąć jeszcze do wnętrza palącego się materiału<sup>41</sup>.

Proszki gaśnicze podczas gaszenia ulegają szeregowi reakcji chemicznych. W wyniku niektórych z nich mogą powstawać gazy obojętne takie jak para wodna czy dwutlenek węgla. Gazy te mogą rozcieńczać strefę spalania, tj. zmniejszać stężenie tlenu, a przez to działać gaśniczo. Efekt ten jest jednak mało znaczący i nie ma większego wpływu na efektywność gaszenia<sup>42</sup>.

Poza opisanymi powyżej proszkami przeznaczonymi do gaszenia pożarów grup ABC oraz BC wyróżnić możemy proszki przeznaczenia specjalnego – do gaszenia pożarów metali (pożary grupy D).

<sup>41</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.; A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.; S. Wilczkowski, *Działania inhibicyjne...*, dz. cyt.; S. Wilczkowski, J. Sitkiewicz, *Informator o środkach gaśniczych*, Warszawa 1974.

<sup>42</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

Proszki tego rodzaju charakteryzują się stabilnością w wysokich temperaturach. Zawierają one wysokotopliwe sole oraz dodatki łatwotopliwe, które umożliwiają wytworzenie warstwy izolującej płonący metal od utleniacza, jeszcze zanim dojdzie do stopienia głównego składnika proszku<sup>43</sup>.

Skuteczność gaśnicza proszków zależy nie tylko od ich składów chemicznych, czy rodzajów oddziaływania, ale również od ich parametrów fizycznych (produkcyjnych i użytkowych).

Do najważniejszych fizycznych parametrów produkcyjnych możemy zaliczyć:

- 1) gęstość właściwa,
- 2) skład ziarnowy,
- 3) gęstość nasypowa,
- 4) powierzchnia właściwa.

Do najważniejszych parametrów fizycznych użytkowych zaliczamy:

- 1) własności hydrofobowe,
- 2) odporność na składowanie w różnych warunkach zewnętrznych,
- 3) sypkość,
- 4) zagęszczalność,
- 5) przewodnictwo elektryczne proszku i obłoku proszkowego,
- 6) możliwość współdziałania z pianą,
- 7) skuteczność gaśnicza.

Parametry produkcyjne i użytkowe są ze sobą ściśle powiązane. Dla przykładu: od składu ziarnowego będzie zależeć odporność proszku na składowanie w zmiennych warunkach, przewodnictwo elektryczne, zagęszczalność, a także skuteczność gaśniczą<sup>44</sup>. Odporność proszku na zbrylanie oraz jego właściwości hydrofobowe również można zaliczyć do parametrów technologicznych. Zależą one od rodzaju zastosowanego środka hydrofobizującego. Dodatki zastosowane do produkcji proszku gaśniczego mają również wpływ na jego możliwości w zakresie współpracy z innymi środkami gaśniczymi np. hydrofobizacja przy pomocy stearynianów powodowała, że proszki gaśnicze niszczyły pianę i nie mogły być z nią stosowane. Dodatki hydrofobizujące na bazie siloksanów umożliwiły stosowanie proszków gaśniczych w połączeniu z pianami gaśniczymi<sup>45</sup>.

Proszki gaśnicze stanowią uniwersalny środek gaśniczy. Szeroki wachlarz zastosowań oraz możliwość jednoczesnego stosowania z innymi środkami gaśniczymi sprawia, że proszki gaśnicze stanowią bardzo dobry środek do walki z niekontrolowanym spalaniem w miejscu do tego nieprzeznaczonym (pożarem)<sup>46</sup>. Najpowszechniej proszki są stosowane w podręcznym sprzęcie gaśniczym tzn. takim, który umożliwia ugaszenie pożaru we wstępnej fazie jego rozwoju<sup>47</sup>.

<sup>43</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.; A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.; Z. Sural (red.), *Szkolenie strażaków ratowników OSP część I*, Józefów 2009.

<sup>44</sup> A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.

<sup>45</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.; A. Mizerski, M. Sobolewski, dz. cyt.

<sup>46</sup> Praca zbiorowa pod red.: P. Guzewski, D. Wróblewski, D. Małozieć, *Czerwona Księga Pożarów, Wybrane problemy pożarów oraz ich skutków*, Józefów, CNBOP-PIB 2014.

<sup>47</sup> Z. Sural (red.), *Szkolenie strażaków ratowników OSP część II*, Józefów 2009.

## 4. ZASTOSOWANIE PROSZKÓW GAŚNICZYCH

### 4.1. ZASTOSOWANIE PROSZKÓW GAŚNICZYCH W OCHRONIE PRZECIWPOŻAROWEJ

Rozdrobnione ciała stałe (sole nieorganiczne) zwane proszkami gaśniczymi ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne są jednymi z najważniejszych i najpopularniejszych (obok wody i roztworów wodnych środków pianotwórczych) środków gaśniczych stosowanych w ochronie przeciwpożarowej. Proszki gaśnicze są stosowane w podręcznym sprzęcie gaśniczym (ryc. 15), stałych urządzeniach gaśniczych proszkowych (ryc. 16), jak i znajdują się na wyposażeniu samochodów pożarniczych posiadających specjalistyczną armaturę do ich podawania (ryc. 17).

Najczęściej stosowane są proszki przeznaczone do gaszenia pożarów grup BC i ABC, rzadziej spotyka się proszki specjalne do gaszenia metali (głównie w zakładach przemysłowych, gdzie występuje ryzyko pożarów metali).



Ryc. 15. Gaśnica proszkowa

Źródło: Archwium CNBOP-PIB.

STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017



Ryc. 16. Stałe urządzenie gaśnicze proszkowe

Źródło:

[https://protex24.pl/environment/cache/images/300\\_300\\_productGfx\\_e5bc3538a8423a9b3b7e85bab3645f9c.jpg](https://protex24.pl/environment/cache/images/300_300_productGfx_e5bc3538a8423a9b3b7e85bab3645f9c.jpg) [dostęp: 20.06.2016].



Ryc. 17. Samochód pożarniczy podczas gaszenia proszkiem rozlewiska cieczy palnej

Źródło: <https://img.czerwonesamochody.com/data/media/557/gaszenieproszkiemdzialak.jpg> [dostęp: 20.06.2016].

## 4.2. PROSZKI GAŚNICZE, A ICH ZASTOSOWANIE DO POSZCZEGÓLNYCH GRUP POŻARÓW

### 4.2.1. OGÓLNE ZASADY GASZENIA PROSZKAMI

Poniżej zostały przedstawione ogólne zasady gaszenia proszkami:

- gaszenie należy prowadzić z odległości umożliwiającej wytworzenie obłoku proszku, który następnie trafia w źródło ognia,
- należy zachować szczególną ostrożność w pierwszych chwilach po uwolnieniu proszku z urządzenia gaśniczego – pierwszy kontakt proszku z płomieniem powoduje chwilowy wzrost płomienia i temperatury,
- gaszenie na otwartej przestrzeni należy prowadzić zawsze od strony zawietrznej – na rycinie 18 pokazano przykład nieprawidłowego podejścia do pożaru,
- powinno się wytworzyć obłok proszku oddzielający powierzchnię ugaszoną od nieugaszonej,
- podczas gaszenia urządzeń elektrycznych pod napięciem przy pomocy gaśnic proszkowych należy zachować szczególną ostrożność oraz unikać bliskiego doprowadzania wylotu prądownicy w stronę urządzenia gaszonego – grozi to porażeniem,
- nie wolno kierować strumienia proszku gaśniczego bezpośrednio na człowieka,
- podczas gaszenia należy w miarę możliwości stosować środki ochrony osobistej<sup>48</sup>.



Ryc. 18. Nieprawidłowe użycie gaśnicy proszkowej - gaszenie pożaru pod wiatr

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

<sup>48</sup> P. Bielicki, *Podstawy taktyki...*, dz. cyt.

### 4.2.2. GASZENIE POŻARÓW CIAŁ STAŁYCH (GRUPA POŻARÓW A)

Zastosowanie proszków gaśniczych do gaszenia pożarów ciał stałych (zwykle pochodzenia organicznego) tworzących podczas spalania żarzące się węgle jest uzasadnione, gdy istnieje możliwość podania proszku w postaci obłoku do wszystkich powierzchni płonącego materiału. Osiągnięcie opisanego efektu jest często niemożliwe podczas dużych zdarzeń, dlatego proszki gaśnicze przeznaczone do gaszenia pożarów grup ABC są stosowane głównie jako wypełnienie gaśnic przenośnych i przewoźnych służących do gaszenia pożarów w zarodku<sup>49</sup>.

Mechanizm działania proszków w stosunku do pożarów ciał stałych opiera się głównie na izolowaniu paliwa od tlenu z powietrza. Możliwe jest to dzięki tworzeniu szklistej warstwy polimetafosforanów na powierzchni płonącego materiału. W gaszeniu pożarów grupy A działanie inhibicyjne proszku ma mniejsze znaczenie<sup>50</sup>. Proces gaszenia stosu drewnianego gaśnicą proszkową przedstawiono na rycinie 19.



Ryc. 19. Gaszenie pożaru drewna za pomocą gaśnicy proszkowej

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

### 4.2.3. GASZENIE POŻARÓW CIECZY I MATERIAŁÓW TOPIĄCYCH SIĘ (GRUPA POŻARÓW B)

Wysoka efektywność w gaszeniu pożarów cieczy sprawia, że proszki gaśnicze są dość często stosowane do ich likwidacji. Mechanizm gaśniczy w tym przypadku, opiera się głównie na oddziaływaniach inhibicyjnych proszku (wychwytywanie wolnych rodników ze środowiska pożaru). Pozostałe oddziaływania gaśnicze to rozrzedzanie i chłodzenie strefy pożarowej. Proszki gaśnicze mogą być stosowane w pierwszym natarciu podczas pożarów cieczy, w celu zdmuchnięcia płomieni z nad rozlanego paliwa, które następnie może być zabezpieczane przed ponownym rozpaleniem przy pomocy pian gaśniczych. Należy zwracać uwagę, na brak możliwości jednoczesnego używania niektórych proszków

<sup>49</sup> S. Wilczkowski, *Środki gaśnicze*, dz. cyt.

<sup>50</sup> Tamże.



## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

gaśniczych z pianami - niektóre proszki gaśnicze działają na piany destrukcyjnie<sup>51</sup>. Proszki do gaszenia pożarów grupy B są stosowane do napełniania gaśnic, stałych urządzeń gaśniczych oraz samochodów gaśniczych. Gaszenie pożaru cieczy palnej przedstawiono na ryc. 20-22.



Ryc. 20. Rozwinięty pożar cieczy palnej - operator od strony zawietrznej

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.



Ryc. 21. Efekt wzmożenia płomienia tuż po pierwszym kontakcie proszku gaśniczego z pożarem

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

---

<sup>51</sup> Tamże.



Ryc. 22. Ugaszenie pożaru cieczy za pomocą gaśnicy proszkowej

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

#### 4.2.4. GASZENIE POŻARÓW GAZÓW (GRUPA POŻARÓW C)

Zastosowanie proszków do gaszenia pożarów gazów odbywa się zazwyczaj w zakładach przemysłowych. Mechanizm działania polega tu głównie na inhibicji wolnych rodników, dlatego też większe znaczenie podczas akcji gaśniczych mają w tym przypadku proszki typu BC, rzadziej ABC<sup>52</sup>.

#### 4.2.5. GASZENIE POŻARÓW METALI (GRUPA POŻARÓW D)

Największe zagrożenie pożarowe stwarzają metale w postaci rozdrobnionej. Dotyczy to głównie metali lekkich i kolorowych. Do wybuchu pożarów metali dochodzi najczęściej w zakładach przemysłowych, gdzie są one obrabiane. Pożary metali są szczególnie niebezpieczne ze względu na agresywny charakter reakcji ich spalania oraz bardzo wysokie temperatury (rzędu kilku tysięcy stopni Celsjusza). Takie warunki pożarowe sprawiają trudności podczas gaszenia - promieniowanie ciepłe jest tak duże, że ogień szybko rozprzestrzenia się na inne objekty palne. Promieniowanie utrudnia także prowadzenie akcji gaśniczej ze względu na konieczność stosowania specjalnych ochron osobistych. Bardzo dużym zagrożeniem podczas pożarów metali jest obecność wody. W temperaturach rzędu kilku tysięcy stopni Celsjusza woda ulega pirolizie - powstaje mieszanina piorunująca tlenu i wodoru, która spala się w sposób wybuchowy. Takie spalanie wody może powodować dodatkowo rozpryskiwanie płonącego metalu a tym samym duże zagrożenie dla pobliskich ludzi i obiektów. Z tych względów do gaszenia pożarów metali nie stosuje się środków gaśniczych na bazie wody. Gaszenie pożarów metali osiąga się dzięki specjalnym proszkom gaśniczym. Ich działanie gaśnicze w głównej mierze opiera się na izolowaniu płonącego metalu od dostępu powietrza atmosferycznego. Mechanizmami wspomagającymi są tutaj: chłodzenie oraz rozrzedzanie strefy spalania. Gasząc pożar metalu proszek należy podawać w taki sposób,

<sup>52</sup> Tamże.

**STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017**

aby dokładnie pokryć powierzchnię płonącego metalu, tworząc szczelną warstwę izolacyjną. Proszek należy podawać łagodnym strumieniem lub posypywać płonący materiał. Skuteczne gaszenie i zapobieżenie rozprzestrzenianiu pożaru jest możliwe, gdy płonąca powierzchnia zostanie pokryta warstwą proszku o grubości od 2 do 4 cm. Ubytki warstwy proszku należy natychmiast uzupełniać. Pod warstwą proszku przez długi czas może utrzymywać się bardzo wysoka temperatura. Spalanie metali sprzyja tworzeniu toksycznych dla człowieka związków chemicznych. Należy zatem zaopatrzyć ratownika w odpowiednie środki ochrony osobistej (np. aparat ochrony górnych dróg oddechowych, ubranie żaroodporne itd.). Pożary niektórych metali mogą wymagać gaszenia przy pomocy zautomatyzowanych systemów gaśniczych. Zasadą likwidacji zagrożenia wynikającego ze spalania metalu w miejscu do tego nieprzeznaczonym i stwarzającym zagrożenie dla otoczenia jest zlokalizowanie ogniska pożaru i jego szybkie oraz skuteczne odizolowanie od otoczenia<sup>53</sup>.

## 5. PROCES DOPUSZCZENIA PROSZKÓW GAŚNICZYCH DO STOSOWANIA W OCHRONIE PRZECIWOŻAROWEJ

### 5.1. PROCES DOPUSZCZENIA

Każdy wyrób stosowany w ochronie przeciwpożarowej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania powinien przejść proces dopuszczenia, który składa się z niżej wymienionych etapów:

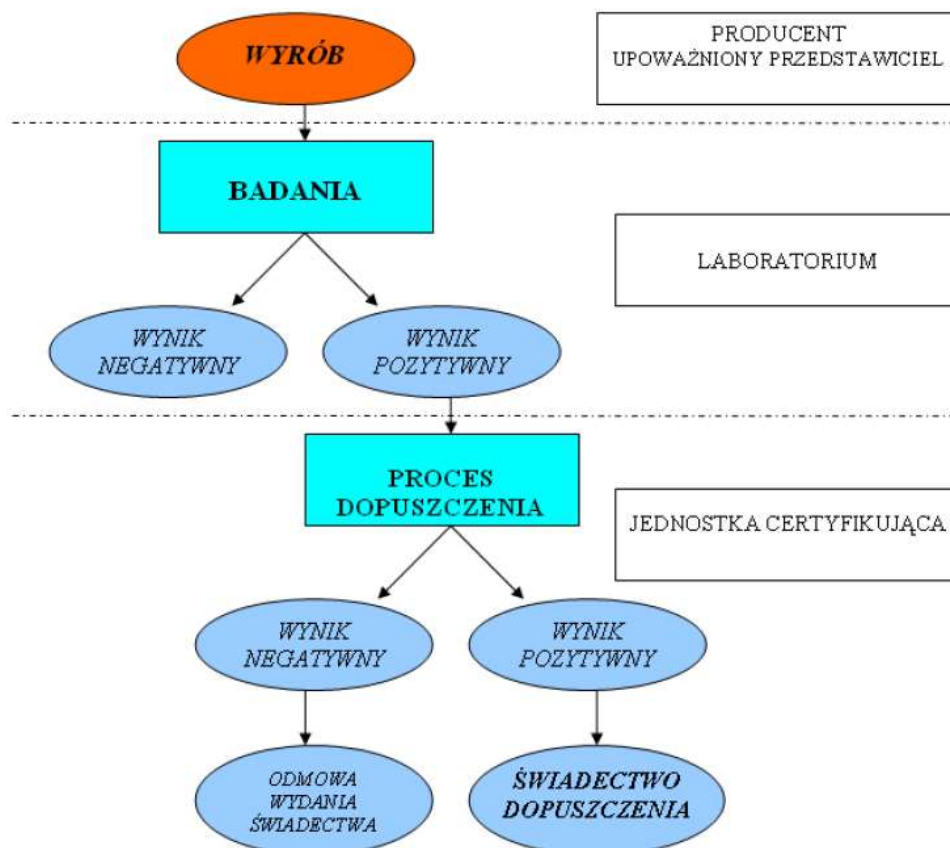
- złożenie wniosku przez producenta wyrobu o przeprowadzenie procesu dopuszczenia,
- badanie wyrobu w laboratorium akredytowanym,
- ocena warunków techniczno-organizacyjnych w zakładzie produkcyjnym (WTO),
- wydanie świadectwa dopuszczenia,
- kontrola dopuszczenia w trakcie jego ważności.

Schematycznie proces dopuszczenia wyrobu został przedstawiony na rycinie 23.

W celu uzyskania świadectwa dopuszczenia producent proszku gaśniczego powinien zgłosić się do CNBOP-PIB lub przesłać wniosek o przeprowadzenie postępowania dopuszczenia wyrobu<sup>54</sup>. Do zgłoszenia należy dołączyć: dokumentację techniczną wyrobu, fotografie, opis działania oraz badania wyrobu (jeśli były wykonane wcześniej).

<sup>53</sup> Tamże.

<sup>54</sup> J. Zboina, T. Kiełbasa, M. Gołaszewska, T. Markowski, M. Żurawski, *Standard CNBOP – PIB ochrona przeciwpożarowa. System dopuszczeni dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, wyd. II, CNBOP-PIB, Józefów 2014; D. Czerwienko, J. Roguski (red.), *System dopuszczeń i odbiorów techniczno-jakościowych sprzętu wykorzystywanego w jednostkach Państwowej Straży Pożarnej*, CNBOP-PIB, Józefów 2014.



Ryc. 23. Główne etapy procesu dopuszczenia wyrobu

Źródło: D. Wróblewski, J. Zboina, T. Kiełbasa, M. Chmiel, *Standard CNBOP-PIB ochrona przeciwpożarowa. Materiały edukacyjne. System dopuszczenia dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, Józefów 2011.

W kolejnym etapie wnioskodawca otrzymuje listę badań, które powinny zostać wykonane w celu potwierdzenia spełnienia wymagań przez wyrób. Jeżeli producent posiada wyniki badań wykonanych w laboratorium akredytowanym, mogą one zostać zaakceptowane i nie ma konieczności ich powtarzania. Jeżeli producent nie dysponuje wynikami badań może złożyć wniosek do laboratorium CNBOP-PIB o wykonanie badań. Wymagane do zrealizowania badania można zakwalifikować do następujących grup: bezpieczeństwo, ergonomia, trwałość wyrobu, niezawodność i skuteczność działania. Otrzymanie pozytywnych wyników analiz potwierdza, że wyrób posiada wymagane cechy, właściwości i funkcjonalności.

W przypadku, gdy wyrób spełnia wszelkie założone wymagania i uzyskał pozytywne wyniki analiz można przystąpić do następnego etapu dopuszczenia, to jest do oceny miejsca produkcji wyrobu. Audytorzy CNBOP-PIB oceniają proces produkcji w zakładzie produkcyjnym, w szczególności sprawdzają system kontroli produkcji, który ma za zadanie utrzymywać powtarzalność produkcji. W przypadku wydania pozytywnej oceny zakładu, CNBOP-PIB wydaje świadectwo dopuszczenia wyrobu. Natomiast w przypadku wydania oceny negatywnej dopuszczenie nie jest wydawane.

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

Na stronie internetowej [www.cnbop.pl](http://www.cnbop.pl) w zakładce wykaz dokumentów znajduje się wykaz wydanych przez CNBOP-PIB świadectw dopuszczenia.

Dopuszczenie wyrobu wydawane jest w formie świadectwa dopuszczenia składającego się z dwóch lub więcej stron i ważnego przez okres 5-ciu lat (ryc. 25–26).

Wyrób, który otrzyma świadectwo dopuszczenia musi zostać odpowiednio oznakowany. Sposób oznakowania wyrobu posiadającego świadectwo dopuszczenia CNBOP-PIB określa § 17 rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002): „§ 17. 1. Znak jednostki dopuszczającej umieszcza się bezpośrednio na dopuszczonym wyrobie albo na etykiecie przymocowanej do niego w sposób widoczny, czytelny, niedający się usunąć, wskazany w dokumentacji technicznej wyrobu. Jeżeli nie jest możliwe technicznie oznakowanie wyrobu w sposób określony w ust. 1, oznakowanie umieszcza się na opakowaniu jednostkowym lub opakowaniu zbiorczym wyrobu albo na dokumentach handlowych towarzyszących temu wyrobowi”.



Ryc. 24. Wzór logo CNBOP-PIB

Źródło: CNBOP-PIB.

Wymaganie znakowania wyrobu po procesie dopuszczenia określono również w art. 7 ust. 7 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (tekst jedn. Dz. U. z 2009 nr 178 poz. 1380) „Dopuszczony wyrób podlega oznakowaniu przez producenta znakiem jednostki badawczo-rozwojowej Państwowej Straży Pożarnej, która wydała dopuszczenie” jak również zgodnie z umową zawartą pomiędzy jednostką dopuszczającą a właścicielem świadectwa dopuszczenia wyrób powinien być dodatkowo oznakowany numerem świadectwa dopuszczenia, które zostało mu udzielone<sup>55</sup>.

<sup>55</sup> M. Pietrzak, R. Śliwiński, M. Wawerek, K. Zaciera, *Standard CNBOP – PIB ochrona przeciwpożarowa. Ręczny przycisk oddymiania*, wyd. I, Józefów, CNBOP-PIB, 2016



## CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE OCHRONY PRZECIWOŻAROWEJ

*im. Józefa Tuliszkowskiego*

### PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślańska 213



## ŚWIADECTWO DOPUSZCZENIA Nr XXXX/XXXX

Na podstawie art. 7 ust. 2 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej  
(Dz. U. z 2009 r. Nr 178, poz. 1380, z późn. zm.)

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej

im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy na wniosek:

Nazwa Wnioskodawcy

ul. xxxxxxxx

xx-xxx xxxxxxxxx

stwierdza, że wyrób:

Proszek gaśniczy typ XXX

produkowany przez:

Nazwa Producenta

ul. xxxxxxxxxxxx

xx-xxx xxxxxxxxx

w zakładzie produkcyjnym

Nazwa Zakładu Produkcyjnego

ul. xxxxxxxxx

xx-xxx xxxxxxxxxxxxx

spełnia wymagania:

pkt. 8.1 załącznika do rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002), wprowadzonego rozporządzeniem zmieniającym z dnia 27 kwietnia 2010 r. (Dz. U. Nr 85, poz. 553)

#### Dokumentacja:

1. Wniosek o przeprowadzenie procesu dopuszczenia wyrobu nr XXXX / XXXX z dnia XX.XX.XXXX r., oraz wniosek o przeprowadzenie procesu rozszerzenia dopuszczenia nr XXXX/XXXX z dnia XX.XX.XXXX r.
2. Sprawozdanie z badań nr XXXX/X/XX z dnia XX.XX.XXXX r. wykonanych w Zakładzie Laboratorium Badań Chemicznych i Pożarowych BC.

Świadectwo jest ważne pod warunkiem przestrzegania przez wnioskodawcę wymagań zawartych w umowie nr XXXX/DC/CNBOP-PIB/XXXX.

Okres ważności świadectwa:

od dd.mm.rrrr.

do dd.mm.rrrr

DYREKTOR CNBOP-PIB



mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski

Józefów, dnia: dd.mm.rrrr.

Strona 1 / Stron 2

DC/D-XX/dd.mm.rrrr

Ryc. 25. Wzór świadectwa dopuszczenia proszku gaśniczego strona 1

Źródło: CNBOP-PIB.

	<p><b>CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE OCHRONY PRZECIWPÓŻAROWEJ</b> <i>im. Józefa Tuliszkowskiego</i> <b>PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY</b> 05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślańska 213</p> 
	<p><b>ŚWIADECTWO DOPUSZCZENIA</b> <b>Nr XXXX/XXXX</b></p>
	<p><b>DANE TECHNICZNE IDENTYFIKUJĄCE WYRÓB</b> Proszek gaśniczy typ XXX</p>
<p>Przeznaczenie</p> <p>Podstawowe składniki</p> <p>Gęstość</p> <p>Gęstość nasypowa</p> <p>Skład ziarnowy:</p> <p>a) ziaren powyżej 0,040 mm:</p> <p>b) ziaren powyżej 0,063 mm:</p> <p>c) ziaren powyżej 0,125mm:</p> <p>Zawartość wilgoci</p>	
	<p><b>WARUNKI DODATKOWE I UWAGI:</b> Zgodnie z § 17 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143, poz. 1002, z późn. zm.) wyrób powinien być oznakowany znakiem jednostki dopuszczającej i dodatkowo numerem niniejszego świadectwa.</p>
	<p><b>CNBOP-PIB</b></p>
	<p>DYREKTOR CNBOP - PIB</p> 
	<p>mł. bryg. dr inż. Dariusz Wróblewski</p> <p>Józefów, dnia: dd.mm.rrrr.</p>
	<p>Strona 2 / Stron 2</p>
	<p>DC/D-xx/dd.mm.rrrr</p>

Ryc. 26. Wzór świadectwa dopuszczenia proszku gaśniczego strona 2

Źródło: CNBOP-PIB.

## 5.2. KLUCZOWE WYMAGANIA PRAWNE

### 1. Przepisy prawa

- rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn. 27 kwietnia 2010r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania,
- PN-EN 615 Ochrona przeciwpożarowa - Środki gaśnicze - Wymagania techniczne dotyczące proszków (innych niż do gaszenia pożarów grupy D).

### 2. Wymagania wynikające z zapisów rozporządzenia

Proszki gaśnicze powinny spełniać wymagania normy PN – EN 615.

### 3. Normy powoływane w tekście rozporządzenia

Proszki gaśnicze powinny spełniać wymagania normy PN – EN 615.

### 4. Termin przydatności

Proszki gaśnicze, jak każdy produkt, mają określony termin przydatności do użycia. Termin przydatności do użycia w przypadku proszków ustala jego producent. Okres przydatności może się różnić dla proszków przechowywanych w różnych opakowaniach czy warunkach. Czas przydatności proszku do użycia to taki czas, który pozwala by proszek zachował swoje dobre właściwości.

Po upływie terminu przydatności proszku do użycia użytkownik może oddać proszek do przebadania w celu sprawdzenia jego przydatności.

## 5.3. BADANIA LABORATORYJNE

Badania laboratoryjne proszków realizowane zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 615:2009 „Ochrona przeciwpożarowa – Środki gaśnicze – Wymagania techniczne dotyczące proszków (innych niż do gaszenia pożarów grupy D)” przez Zespół Laboratoriów Urządzeń i Środków Gaśniczych mają na celu potwierdzenie właściwości użytkowych proszków gaśniczych i są warunkiem uzyskania przez te wyroby świadectwa dopuszczenia CNBOP – PIB.

W toku badań laboratoryjnych potwierdzane są poszczególne parametry proszku mające bezpośredni wpływ na jego efektywną i bezpieczną eksploatację. Dlatego też bardzo ważne jest, aby wszystkie badania przeprowadzane były z wysoką precyzją i dokładnością nad czym czuwa nieustannie wykwalifikowana kadra specjalistów CNBOP-PIB.

W kolejnych podrozdziałach opisane zostaną poszczególne parametry podlegające ocenie w czasie badań laboratoryjnych proszków gaśniczych.



### 5.3.1. GĘSTOŚĆ NASYPOWA

Norma PN-EN 615 opisuje schemat przeprowadzenia badania gęstości nasypowej. W CNBOP-PIB w Zespole Laboratoriów Urządzeń i Środków Gaśniczych badanie gęstości nasypowej proszku gaśniczego przeprowadza się zgodnie z instrukcją stanowiskową opracowaną na podstawie omawianej normy.

Do badania gęstości nasypowej należy używać cylindra z doszlifowanym korkiem o pojemności 250 ml zgodnego z ISO 4788, o wysokości 320 mm i średnicy wewnętrznej 40 mm. W przygotowanym cylindrze należy odważyć  $100 \pm 0,01$ g proszku. Następnie należy zamknąć cylinder korkiem i obracać cylinder w pionie o  $180^\circ$  z zachowaniem tempa 1 obrót na 2 sekundy. Należy wykonać 10 obrotów. Po wykonaniu obrotów cylinder należy odstawić na poziomą płaszczyznę tak, by proszek mógł osiadać w cylindrze przez  $180 \pm 10$ s. Po upływie tego czasu należy odczytać objętość zajmowaną przez proszek. Po wykonaniu odczytu oblicza się gęstość nasypową ze wzoru:

$$Q_b = \frac{m}{V} \quad (5)$$

gdzie:

m – masa proszku w [g],

V – objętość zajmowana przez proszek [ml].

Dodatkowo norma określa, że gęstość nasypowa powinna być równa wartości gęstości nasypowej deklarowanej przez producenta z dokładnością  $\pm 0,07$ g/ml.

### 5.3.2. SKŁAD ZIARNOWY

Badanie składu ziarnowego można realizować dwoma metodami.

Pierwsza metoda polega na wykonaniu analizy sitowej. Badanie składu ziarnowego proszku za pomocą tej metody można dokonać w dwojaki sposób. Warunkiem pozytywnego przejścia tego badania jest uzyskanie łącznego odsiewu (w procentach) na sitach  $40 \mu\text{m}$  i  $63 \mu\text{m}$  nie różniącego się o więcej niż  $\pm 8\%$  całkowitej masy próbki. Łączny odsiew (w procentach) na sicie  $125 \mu\text{m}$  nie powinien różnić się od charakterystycznej wartości o więcej niż  $\pm 5\%$  całkowitej masy próbki.

- wariant pierwszy analizy sitowej polega na przesianiu próbki proszku o masie  $20 \pm 0,02$  g przez zestaw sit zgodnych z normą ISO 3310-1 o nominalnej średnicy  $200 \mu\text{m}$  i odpowiednio poszczególnych wielkości oczek  $125 \mu\text{m}$ ,  $63 \mu\text{m}$  i  $40 \mu\text{m}$  wraz z pokrywką i miską zbiorczą. Sito o oczkach wielkości  $125 \mu\text{m}$  jest umieszczone na samej górze zestawu, natomiast sito o wielkości oczek  $40 \mu\text{m}$  znajduje się u podstawy zestawu sit wraz z umieszczoną pod nim miską zbiorczą. Zestaw sit jest umieszczony na urządzeniu do mechanicznego przesiewania, poruszającym zestawem po elipsie, w płaszczyźnie horyzontalnej. Urządzenie wykonuje wstrząsowe uderzenia od dołu do góry w każdym dziewiątym przejściu. Przesiewanie proszku gaśniczego trwa  $10 \pm 0,2$  minuty, następnie zostaje zmierzona masa frakcji proszku pozostałych na poszczególnych sitach i w misce zbiorczej. Badanie zostaje powtórzone, jeżeli łączna zważona masa wszystkich

## STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017

frakcji różni się od masy początkowej próbki o 2%. Jeżeli suma mas wszystkich frakcji spełnia powyższy warunek to oblicza się łączną masę frakcji pozostałych na sitach o wielkości 63  $\mu\text{m}$  i 40  $\mu\text{m}$  i masę tę zapisuje się jako łączny odsiew w procentach w stosunku do masy całego proszku;

- wariant drugi metody analizy sitowej polega na przesiewaniu proszku gaśniczego przez trzy sита o wielkości oczek 40  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$  oraz 125  $\mu\text{m}$  na urządzeniu przesiewającym w strumieniu powietrza. Aparatura musi zapewniać przepływ powietrza od góry do dołu urządzenia pomiarowego. Powietrze dostarczane jest przeciwwądowo przez obracające się ramię poniżej sита. Pomiar polega na wykonaniu kolejno trzech badań z zastosowaniem powyżej opisanych sít. Próbka proszku powinna mieć masę  $20 \pm 0,02$  g i jest przesiewana przez  $5 \pm 0,1$  min. Jako łączny odsiew w procentach zapisuje się odsiew proszku pozostały na każdym sicie.

Na poniższej rycinie zilustrowano przykładowe stanowisko do badania składu ziarnowego.



Ryc. 27. Przykład stanowiska do analizy składu ziarnowego proszków gaśniczych

**Źródło:** Archiwum CNBOP-PIB.

Druga metoda opisana w normie PN-EN 615 to analiza wielkości cząstek proszku za pomocą dyfrakcji laserowej. Metoda ta pozwala uzyskać bardziej szczegółowe informacje na temat rozkładu wielkości cząstek proszku w przedziale od 0  $\mu\text{m}$  do 100  $\mu\text{m}$ . Aparatura pomiarowa złożona jest z odbiornika wiązki laserowej oraz nadajnika montowanych zazwyczaj w odległości ok. 500 mm od siebie. Cząstki proszku rozpylane są poprzez dozownik suchego proszku lub w postaci zawiesiny. Promień lasera podczas pomiaru przechodzi przez rozpylony proszek. Cząstki, które przechodzą przez promień lasera powodują rozproszenie światła, które jest następnie ogniskowane i odbierane przez specjalny odbiornik. Komputer posiadający wysoko specjalistyczne oprogramowanie oraz wyposażenie elektroniczne przetwarza odebrany sygnał o różnej energii na dane w postaci rozkładu wielkości cząstek proszku gaśniczego.

### 5.3.3. ODPORNOŚĆ NA ZBRYLANIE

Następnym charakterystycznym parametrem dla proszków gaśniczych jest ich odporność na zbrylanie. W celu wykonania tego badania należy proszkiem gaśniczym napełnić z nadmiarem szalkę Petriego (szklane, cylindryczne naczynie laboratoryjne o płaskim dnie) o średnicy około 70 mm, a następnie przy użyciu płaskiej szpatułki wygładzić jego powierzchnię płynnym ruchem. Tak przygotowaną próbkę należy umieścić w eksykatorze z nasyconym roztworem chlorku sodu, który zapewnia wilgotność względną na poziomie 75%. Próbkę należy przechowywać w eksykatorze w temperaturze  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$  przez  $24 \pm 1\text{h}$ , a następnie umieścić szalkę w suszarce na  $24 \pm 1\text{h}$ . Po tym czasie należy przykryć szalkę i pozwolić jej wystygnąć w temperaturze  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$  przez  $60 \pm 10$  minut, następnie należy ją odkryć i wyrzucić na czystą kartkę papieru. Ostrożnie wsypać proszek na sito o oczkach  $425\ \mu\text{m}$  i lekko wstrząsnąć sitem w celu oddzielenia brył, które mogły powstać. W kolejnym kroku przy użyciu szpatułki podnieść bryły, upuścić je z wysokości  $200 \pm 10\text{ mm}$  na twardą powierzchnię. Starannie zebrać proszek i umieścić na sicie. Lekko potrząsnąć sitem przez  $20 \pm 2$  sekundy i sprawdzić czy pozostały bryły. Norma określa, że po zakończeniu badania nie powinno być na sicie żadnych grudek.

### 5.3.4. ODPORNOŚĆ NA NIEZWILŻALNOŚĆ WODĄ

Innym z parametrów charakterystycznych dla proszków gaśniczych jest badanie niezwilżalności wodą. W celu wykonania tego badania należy proszkiem gaśniczym napełnić z nadmiarem szalkę Petriego o średnicy około 70 mm, a następnie przy użyciu płaskiej szpatułki wygładzić jego powierzchnię płynnym ruchem. Następnie należy na powierzchni proszku umieścić trzy krople wody destylowanej 0,3 ml w trzech różnych miejscach. Tak przygotowaną próbkę należy ostrożnie umieścić w eksykatorze z nasyconym roztworem chlorku sodu, który zapewnia wilgotność względną na poziomie 75% i przetrzymać ją w temperaturze  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$  przez  $120 \pm 5$  minut. Następnie szalkę wyjąć z eksykatora i obejrzeć krople. Jeśli widoczne jest jakiegokolwiek odkształcenie kropli to wskazuje to na absorpcję wody, co daje wynik negatywny badania.

Na poniższej rycinie przedstawiono próbkę proszku, która wchłonęła krople wody podczas badania niezwilżalności.



Ryc. 28. Krople wody wchłonięte przez proszek gaśniczy

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

### 5.3.5. ZAWARTOŚĆ WILGOCI

Kolejnym parametrem charakteryzującym proszki gaśnicze jest badanie zawartości wilgoci. W celu wykonania tego badania należy odważyć w szalce Petriego o średnicy 70 mm około  $20 \pm 0,001$  g proszku. Następnie należy umieścić nieprzykrytą szalkę w eksykatorze na  $48 \pm 2$  h, w temperaturze  $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Po tym czasie zważyć ponownie szalkę z proszkiem i obliczyć stratę masy. Zapisać wynik pomiaru – ubytek masy w procentach wagowych. Norma określa, że zawartość wilgoci nie powinna przewyższać 0,25% wagowego.

### 5.3.6. SKUTECZNOŚĆ GAŚNICZA

Skuteczność gaśnicza jest najważniejszym parametrem użytkowym proszków gaśniczych. Badanie to przeprowadza się na gaśnicach znamionowych o wielkości 6 kg lub 9 kg będących stale pod ciśnieniem lub z dodatkowym zbiornikiem gazu napędowego. Do badania skuteczności gaśniczej względem pożarów grupy A i B stosuje się tę samą gaśnicę.

#### 1. Proszki do gaszenia pożarów grupy A

Proszek, który jest przeznaczony do gaszenia tego rodzaju pożaru (deklaracja dostawcy proszku) umieszczony w gaśnicy o znamionowej wielkości 6 kg lub 9 kg (wielkość zalecana przez dostawcę proszku) powinien spełniać wymagania dotyczące skuteczności gaśniczej wg normy EN 3. Przykładowy pożar testowy został zilustrowany na rycinie 29.



Ryc. 29. Pożar testowy względem pożarów ciał stałych

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

#### 2. Proszki do gaszenia pożarów grupy B

Proszek gaśniczy zadeklarowany przez dostawcę jako proszek do gaszenia pożarów grupy B, umieszczony w gaśnicy o napełnieniu nominalnym 6 kg lub 9 kg (wielkość zalecana przez dostawcę) powinien spełniać wymagania dotyczące skuteczności gaśniczej wg normy EN 3. Przykładowy pożar testowy został zilustrowany na rycinie 30.



Ryc. 30. Pożar testowy względem pożarów cieczy

Źródło: Archiwum CNBOP-PIB.

### 5.3.7. MASA POZOSTAŁOŚCI PROSZKU PO ROZŁADOWANIU

Parametr ten badany jest z zastosowaniem tego samego rodzaju gaśnicy jak podczas sprawdzenia skuteczności gaśniczej proszku. Masa pozostałości proszku powinna odpowiadać wymaganiom normy EN 3.

### 5.3.8. ZNAKOWANIE

Norma PN-EN 615 określa również sposób znakowania i pakowania proszków gaśniczych. Według zapisów normy proszek gaśniczy powinien być pakowany w pojemniki odporne na działanie wilgoci. W obowiązku dostawcy jest zachowanie pełnej ostrożności podczas pakowania przesyłki, aby podczas składowania proszku nie zostały zmienione jego właściwości, a także postępowania z nim zgodnie z zaleceniami dostawcy. Dodatkowo każde z opakowań powinno zawierać następujące dane:

- nazwę handlową wyrobu z następującym po niej określeniem „Proszek gaśniczy”,
- grupy pożaru, do których gaszenia proszek jest przeznaczony,
- rok produkcji, numer partii lub serii,
- istotne zalecenia dotyczące warunków przechowywania,
- nazwę i adres dostawcy,
- ostrzeżenie o treści: „Zapewnić stosowanie tylko przy użyciu sprzętu do tego przewidzianego”,
- napis: „Postępować zgodnie z danymi dostawcy”,
- numer i datę niniejszej normy europejskiej, np. EN 615:2009.

## 6. DZIAŁALNOŚĆ ZESPOŁU LABORATORIÓW URZĄDZEŃ I ŚRODKÓW GAŚNICZYCH (BU)

Zespół Laboratoriów BU realizuje badania sprzętu podręcznego mające decydujące znaczenie dla efektywności stosowania podczas działań gaśniczych, określa zakres stosowania i przydatność nowoczesnych preparatów chemicznych używanych w akcjach ratowniczo-gaśniczych oraz prowadzi prace nad strukturą i właściwościami środków gaśniczych oraz sorbentów. W zakresie badań Laboratorium BU są również stałe urządzenia gaśnicze: wodne, pianowe, gazowe oraz na mgłę wodną, hydranty wewnętrzne, w tym zawory i prądownice hydrantowe, hydranty zewnętrzne, w tym nadziemne i podziemne, stojaki hydrantowe, prowadzenie doradztwa technicznego i konsultacji w zakresie prawidłowości rozwiązań konstrukcyjnych, poprawności działania i skuteczności SUG-ów.

**Laboratorium sporządza opinie i ekspertyzy dotyczące wykorzystania środków, sprzętu gaśniczego i komponentów stałych urządzeń gaśniczych.**

Zespół BU prowadzi badanie jakości partii środków gaśniczych dostarczanych do użytkowników oraz ocenia jakość i możliwość dalszego stosowania środków gaśniczych, których termin przydatności upłynął. Badania te dotyczą środków z instalacji gaśniczych lub środków użytkowanych na statkach oraz stanowiących zabezpieczenie baz paliw i wykonywane są zgodnie z akredytowanymi metodami: PB/BC/1, PN-EN 1568-3 i PN-EN 1568-4 (tożsame z przepisami IMO MSC1.Circ.1312). Przedmiotem opinii wystawianych przez Laboratorium są również tryskacze po 10-cio lub 25-cio letniej eksploatacji w instalacjach stałych urządzeń gaśniczych.

**Zespół Laboratoriów BU wykonuje badania w zakresie:**

- sorbentów PN-ISO 2591-1, PN-C-04532 metoda B,
- proszków gaśniczych PN-EN 615,
- pianotwórczych środków gaśniczych PN-EN ISO 3675:2004, PN-EN 1262:2004, PN-EN 14370:2005, PN-EN 1568-1, PN-EN 1568-2, PN-EN 1568-3, PN-EN 1568-4, PN-EN ISO 12058-1, PN-EN ISO 3219, PB/BC/1, PN-78/C-83603/07, PN-78/C-83603/09, PN-78/C-83603/05,
- gaśnic przenośnych PN-EN 3-7+A1,
- gaśnic przewoźnych PN-EN 1866-1,
- koców gaśniczych PN-EN 1869,
- wyrobów zawierających elementy metalowe - odporność na działanie obojętnej mgły solnej PN-EN ISO 9227,
- stojaków hydrantowych PN-73/M-51154, PN-M-51154,
- hydrantów podziemnych i nadziemnych PN-EN 14339:2009, PN-EN 14384:2009, PN-EN 1074-1:2002, PN-EN 10 74-6:2009,
- hydrantów wewnętrznych PN-EN 671-1:2012, PN-EN 671-2:2012,
- zaworów hydrantowych PN-EN 671-1:2012, PN-EN 671-2:2012,
- tryskaczy PN-EN 12259-1:2005+A3:2010,

**STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017**

- zraszaczy PN-EN 12259-1:2005+A3:2010,
- garnków pianowych PN-EN 13565-1+A1:2010,
- generatorów piany lekkiej PN-EN 13565-1+A1:2010,
- prądownic i wytwornic pianowych PN-EN 13565-1+A1:2010,
- działek wodno-pianowych PN-EN 13565-1+A1:2010,
- zraszaczy pianowych PN-EN 13565-1+A1:2010,
- dozowników środka pianotwórczego PN-EN 13565-1+A1:2010.

**Laboratorium BU posiada w swojej ofercie:**

Badania odporności na działanie środowiska zewnętrznego – badaniu poddaje się materiały, które ulegają niszczeniu (mechanicznemu lub środowiskowemu) np. zbiorniki, urządzenia lub instalacje narażone na działanie agresywnych cieczy m.in środków gaśniczych, płynów eksploatacyjnych. Materiały poddane badaniu oceniane są na podstawie wyglądu po badaniu korozyjnym oraz ubytku masy próbki.



## 7. LITERATURA

- Bielicki P., *Podstawy taktyki gaszenia pożarów*, wyd. I, Kraków 1996.
- Bielicki P., *Proces spalania a pożar*, „Biblioteka strażaka ochotnika”, Częstochowa, 2001.
- Borkowski R., Jaskółowski W., Piechocka E., Półka M., *Fizykochemia spalania i wybuchów*, SGSP, Warszawa 1996.
- Bulewicz E., Dyjakon A., Hardy T., Kordylewski W., Słuppek S., Miller R., Wanik A., *Spalanie i paliwa*, wyd.V, poprawione, Wrocław 2008.
- Czerwienko D., Roguski J., *System dopuszczeń i odbiorów techniczno-jakościowych sprzętu wykorzystywanego w jednostkach Państwowej Straży Pożarnej*, CNBOP-PIB, Józefów 2014.
- Grynczel Z., *Środki gaśnicze: własności i zastosowanie*, Arkady, Warszawa 1968.
- Guzewski P., Wróblewski D., Małozieć D., *Czerwona Księga Pożarów, Wybrane problemy pożarów oraz ich skutków*, CNBOP-PIB, Józefów 2014.
- [https://protex24.pl/environment/cache/images/300\\_300\\_productGfx\\_e5bc3538a8423a9b3b7e85bab3645f9c.jpg](https://protex24.pl/environment/cache/images/300_300_productGfx_e5bc3538a8423a9b3b7e85bab3645f9c.jpg).
- <https://img.czerwonesamochody.com/data/media/557/gaszenieproszkiemzdzialak.jpg>.
- <http://www.zgasrzyko.pl/pl/854/klasyfikacje-pozarow.html>.
- <http://images.clipartpanda.com/flame-clipart-flame-symbol-flame-clipart.jpeg>.
- Linder J., *Gaszenie pożarów gazami obojętnymi i środkami chemicznymi*, Arkady, Warszawa 1969.
- Mizerski A., Sobolewski M., *Środki gaśnicze. Ćwiczenia Laboratoryjne*, SGSP, Warszawa 1997.
- Pietrzak M., Śliwiński R., Wawerek M., Zaciera K., *Standard CNBOP – PIB ochrona przeciwpożarowa. Ręczny przycisk oddymiania*, wyd. I, CNBOP-PIB, Józefów 2016.
- PN-EN 615:2009 Ochrona przeciwpożarowa- środki gaśnicze- wymagania techniczne dotyczące proszków (innych niż do gaszenia pożarów grupy D).
- PN-EN 2:1998/A1:2006 Podział pożarów.
- Pofit- Szczepańska M., *Chemia pożarnicza*, WOSP, Warszawa 1975.
- Półka M., *Ćwiczenie nr 13, Badanie zapalności materiałów poddawanych bezpośredniemu działaniu pojedynczego płomienia zgodnie z PN-EN ISO 11925-2:2010*, SGSP, Warszawa.
- Pofit- Szczepańska M., *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów*, SA PSP, Kraków 1994.
- Rakowska J., Radwan K., Ślosorz Z., *Badania porównawcze wyników analizy granulometrycznej ziaren proszku gaśniczego przeprowadzonej różnymi metodami*, „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” 2014, nr 2.
- Sural Z. (red.), *Szkolenie strażaków ratowników OSP część I*, CNBOP, Józefów 2009.
- Sural Z. (red.), *Szkolenie strażaków ratowników OSP część II*, CNBOP, Józefów 2009.
- Wilczkowski S., *Środki gaśnicze*, SA PSP, Kraków 1995.



**STANDARD CNBOP-PIB-BU01P:2017**

Wilczkowski S., *Działania inhibycyjne wybranych związków chemicznych stosowanych w środkach gaśniczych*, „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” 2010, nr 3.

Wilczkowski S., Sitkiewicz J., *Informator o środkach gaśniczych*, Warszawa 1974.

Wróblewski D., Zboina J., Kiełbasa T., Chmiel M., *Standard CNBOP – PIB ochrona przeciwpożarowa. Materiały edukacyjne. System dopuszczenia dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, CNBOP-PIB, Józefów 2011.

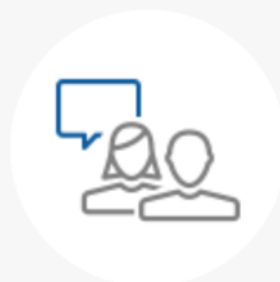
Zboina J., Kiełbasa T., Gołaszewska M., Markowski T., Żurawski M., *Standard CNBOP – PIB ochrona przeciwpożarowa. System dopuszczeni dla jednostek ochrony przeciwpożarowej*, wyd. II, CNBOP-PIB, Józefów 2014.



**CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE  
OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ**  
im. Józefa Tuliszkowskiego  
**PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

## DANE KONTAKTOWE

ul. Nadwiślańska 213  
05-420 Józefów k/Otwocka  
tel. +48 22 789 11 11  
fax: +48 22 769 33 45  
e-mail: [cnbop@cnbop.pl](mailto:cnbop@cnbop.pl)



## ZESPÓŁ LABORATORIÓW URZĄDZEŃ I ŚRODKÓW GAŚNICZYCH – BU

tel. +48 22 769 33 99  
e-mail: [bu@cnbop.pl](mailto:bu@cnbop.pl)

## CENTRUM OBSŁUGI KLIENTA CNBOP-PIB

tel. +48 22 789 11 11  
fax: +48 22 769 33 45  
e-mail: [cok@cnbop.pl](mailto:cok@cnbop.pl)



[www.cnbop.pl](http://www.cnbop.pl)