

**ZWIĄZEK OCHOTNICZYCH STRAŻY POŻARNYCH  
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**

**„MŁODZIEŻ ZAPOBIEGA  
POŻAROM”**

materiały szkoleniowe dla uczestników  
**Ogólnopolskiego Turnieju Wiedzy Pożarniczej**

**Biblioteka MDP**

**GDAŃSK - 2005**

Materiały opracował zespół działaczy Zarządu Oddziału Powiatowego  
Związku OSP RP w Jeleniej Górze pod przewodnictwem st. bryg. w  
stanie spoczynku Władysława KARCZMARZA

**Redaktor wydania: i projekt okładki:**  
Grzegorz PLADZYK

**ISBN 83 - 83 - 905893 - 4 - 6**

**Wydanie II - poprawione, nakład 2000egz.**

Druk: Poligrafia ZW ZOSP RP  
80-251 Gdańsku, ul. Sosnowa 2  
tel. (0-58) 341-63-45, 341-90-80

## SPIS TREŚCI

<b>Podstawowe wiadomości o zagrożeniach</b>	7
Proces palenia	7
Pożar i zjawiska mu towarzyszące	8
Parametry rozwoju i rozprzestrzeniania się pożaru	13
Klasyfikacja pożarów w zależności od ich wielkości	18
Podział pożarów w zależności od rodzaju palących się materiałów	18
Inne zagrożenia	18
<b>Środki gaśnicze</b>	
Rodzaje środków gaśniczych	20
Woda i jej roztwory	20
Piany <del>gaśnicze</del>	21
Proszki gaśnicze	22
Halony	23
Gazy gaśnicze	23
<b>Podręczny sprzęt gaśniczy</b>	24
Rodzaje podręcznego sprzętu gaśniczego	24
Hydronetka	25
Gaśnice	25
Koc gaśniczy	27
Sito kominowe	27
Agregaty gaśnicze	27
Zasady stosowania i konserwacji podręcznego sprzętu gaśniczego	28
<b>Urządzenia przeciwpożarowe</b>	29
Wprowadzenie	29
Automatyczne urządzenia sygnalizacji pożarowej	30
Stałe i półstałe urządzenia gaśnicze	32
Urządzenia gaśnicze wodne	33
Instalacja wodociągowa przeciwpożarowa	33
Urządzenia tryskaczowe	35
Urządzenia zraszaczowe	48
Zasłony wodne	54
Stałe gaśnicze działka wodne	55
Suche piony	56
Urządzenia pianowe	57
Stałe i półstałe gaśnicze urządzenia pianowe	59
Maszy pianowe	62
Stałe działka pianowe	62
Stałe urządzenia gaśnicze na pianę lekką	62
Stałe urządzenia gaśnicze na gazy obojętne	63

Urządzenia na dwutlenek węgla	63
Stałe urządzenia gaśnicze azotowe	73
Urządzenia gaśnicze parowe	74
Urządzenia gaśnicze na gazy spalinowe	76
Urządzenia gaśnicze proszkowe	77
Urządzenia gaśnicze halonowe	80
Przeciwpowozarowe zaopatrzenie wodne	82
Sieć wodociągowa przeciwpowozarowa	84
Zbiorniki przeciwpowozarowe	88
Stałe drabiny powozarowe	90
Rękawy ratownicze	90
Kłapy dymowe	91
<b>Pojazdy powozarnicze</b>	91
Samochody powozarnicze	92
Samochody gaśnicze	93
Samochody gaśnicze wodno-pianowe	93
Samochody gaśnicze proszkowe	95
Samochody specjalne	96
Samochody specjalne do wspierania działań ratowniczych	96
Samochody specjalne do prowadzenia samodzielnych działań	99
Przyczepy powozarnicze	100
<b>Pompy powozarnicze</b>	101
Stosowane urządzenia do dostarczania wody gaśniczej	101
Budowa, zasada działania i warunki pracy pomp powozarowych	103
Urządzenia zasysające	109
Rodzaje pomp powozarniczych	112
<b>Armatura i osprzęt powozarniczy</b>	115
Powozarnicze węże tłoczne	115
Powozarnicze węże ssawne	116
Łączniki	117
Nasady	118
Pokrywy nasad	118
Przełączniki	119
Łącznik kątowy	119
Smoki ssawne	119
Stojaki hydrantowe	120
Rozdzielacze	121
Zbieracze	121
Prądownice	122
Prądownice wodne	122
Prądownice pianowe	127
Prądownice proszkowe	129



Prądownice wodno-pianowe	129
Działka gaśnicze	130
Działka wodne	130
Działka wodno-pianowe	131
Działka proszkowe	131
Wytwornice pianowe	132
Generatory piany lekkiej	133
Zasysacze liniowe	134
Dozowniki środka pianotwórczego	135
Urządzenia do wytwarzania zasłony wodnej	136
Wysysacze głębinowe	136
Zbiorniki wodne składane	137
Pływak smoka ssawnego	138
Podpinki linkowe	138
Siodełka do węży	138
Mostki przejazdowe	139
Bandaż do węży	139
Kłucze do łączników pożarniczych	140
Klucz do hydrantu podziemnego	140
Klucz do hydrantu nadziemnego	140
Zwijadła	141
Przyrząd do taśmowania węży	141
<b>Sprzęt ratowniczy</b>	142
Drabiny	142
Drabiny przystawne	143
Drabiny słupkowe	144
Drabiny nasadkowe DN 2,7	145
Drabina drążkowa jednoprzęsłowa D 5R	145
Drabina wysuwana D 10 W	146
Drabiny hakowe D 4,2	147
Drabiny Szczerbowskiego	148
Drabiny kołowe	148
Linkowe aparaty ratownicze	149
Skokochrony	149
Wory i rękawy ratownicze	149
Wory ratownicze	150
Rękawy ratownicze	151
Maski ucieczkowe	151
Przenośne wentylatory do oddymiania	152
<b>Narzędzia ratownicze</b>	152
Hydrauliczne narzędzia ratownicze	153
Poduszki pneumatyczne	155

Poduszki pneumatyczne do uszczelniania	155
<b>Wypożyczenia i uzbrojenie osobiste strażaka</b>	156
Ubranie specjalne	157
Buty strażackie	157
Rękawice strażackie	158
Hełm strażacki	158
Pas strażacki	159
Zatrzask	159
Toporek strażacki	160
<b>Środki specjalne ochrony osobistej strażaka</b>	161
Ubrania specjalne chroniące przed czynnikami chemicznymi	162
Ubrania specjalne chroniące przed promieniowaniem cieplnym i płomieniem	163
Ubrania specjalne chroniące przed promieniowaniem radioaktywnym	163
Aparaty powietrzne butlowe	163
Maski do aparatów powietrznych butlowych	166
Tlenowe aparaty izolujące	167
Szelki bezpieczeństwa	168
Linki strażackie ratownicze	169
Sygnalizatory bezruchu	169
<b>Środki alarmowania oraz sprzęt i urządzenia łączności</b>	170
Środki alarmowania jednostek straży pożarnych	170
Środki alarmowania strażaków	171
Radiowe urządzenia łączności	173
Środki łączności sygnalizacyjnej	174
<b>Pożarniczy sprzęt burzący</b>	175
Bosaki	175
Bosak podręczny	175
Bosaki zwykłe	176
Bosak sufitowy	176
Bosak strzechowy	176
Topory strażackie	177
Kotwica pożarnicza	178
<b>Sprzęt specjalistyczny lub uzupełniający</b>	178
Sprzęt oświetleniowy	179
Urządzenia i zestawy ratownictwa medycznego	179
Sprzęt pływający i nurkowy	180
Sprzęt dielektryczny	181
Sprzęt i środki do usuwania rozlewów olejowych	181
Sprzęt alpinistyczny	182

# ROZDZIAŁ 1

## PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O ZAGROŻENIACH

### 1.1. PROCES PALENIA

Prawie wszystkie otaczające nas materiały i substancje ulegają procesowi utleniania. W specyficznych warunkach proces utleniania niektórych z tych materiałów może ulec przyspieszeniu. Zwiększa się wtedy ilość wytwarzanej energii, która musi być odprowadzona do otoczenia w postaci ciepła i światła. Proces taki nazywamy spalaniem, a materiał mu ulegający – materiałem palnym.

Wyróżnia się dwa rodzaje spalania: płomieniowe i bezpłomieniowe. Spalanie płomieniowe (homogeniczne) ma miejsce podczas spalania substancji, które podczas ogrzewania przechodzą w stan lotny. Tak spala się większość materiałów palnych. Ze spalaniem bezpłomieniowym (heterogenicznym) spotykamy się w przypadku takich substancji, które w czasie palenia nie przechodzą w stan lotny. Tak spalają się (potocznie żarzą się): węgiel drzewny, kokos, torf.

Czynnikami warunkującymi wystąpienie spalania płomieniowego, jako reakcji ciągłej są: paliwo w odpowiedniej ilości, źródło ciepła o odpowiedniej energii i temperaturze, odpowiednie stężenie substancji lotnej w stosunku do tlenu oraz dostępie tlenu do strefy spalania, czyli cienkiej zewnętrznej warstwy płomienia.

Spalanie ciał stałych poprzedzone musi być nagrzaniem do temperatury charakterystycznej dla każdego materiału, w której ilość wydzielanych z ich masy palnych produktów gazowych stworzy w powietrzu stężenie umożliwiające zapalenie od bodźca energetycznego (np. płomienia). Temperaturę taką nazywa się temperaturą zapalenia (papier 230°C, drewno 300-400°C). Spalanie ciała stałego następuje na jego powierzchni, a następnie obejmuje dalsze warstwy w głąb materiału.

Spalanie cieczy zachodzi przy intensywności parowania zapewniającej właściwe dla danej substancji stężenie par w powietrzu nad jej powierzchnią. Temperaturę, w której intensywność parowania osiąga graniczną wartość, umożliwiającą zapalenie się cieczy od bodźca energetycznego w postaci iskry, nazywa się temperaturą zapłonu (alkohol +11°C, benzyna samochodowa -45°C, olej napędowy +36°C). Spalanie cieczy przebiega bezpośrednio nad jej powierzchnią.

Spalanie gazów zachodzi w obecności tlenu zawartego w powietrzu. Do zapalenia gazów potrzebna jest odpowiednia ilość gazu w stosunku do powietrza (tlenu) i energia cieplna wywołująca proces spalania. Do zainicjowania spalania gazu wystarcza niewielka energia.

Energetyczne czynniki inicjujące proces spalania to iskry powstające podczas zderzenia przedmiotów, wyładowań elektrostatycznych, zwarc elektrycznych, cząstka żarzącego się materiału, płomień z palących się substancji (w co-

dziennym użytku jest inicjowanie spalania zapalną, łuki elektryczne i wyładowania atmosferyczne. Czynnikiem inicjującym zapalenie może być sama temperatura od nagranych powierzchni lub powstająca podczas tarcia przedmiotów. Wysoka temperatura może się wytworzyć podczas procesów chemicznych oraz na skutek procesów gnilnych materiałów organicznych. Temperaturę po osiągnięciu, której substancja palna zapala się bez udziału czynnika energetycznego nazywa się temperaturą samozapalenia. Dla ciał stałych jest ona równa temperaturze zapalenia.

Zainicjowanie spalania nie wymaga nagrzania całej masy materiału palnego powyżej temperatury zapalenia lub zapłonu. Wystarczające jest miejscowe (punktowe) nagrzanie. Rozszerzanie się strefy spalania następuje na skutek oddziaływania cieplnego strefy spalania. W przypadku ciał stałych strefa spalania powiększa się obejmując stopniowo sąsiadujące z nią materiały palne. Palenie się cieczy w stosunkowo krótkim czasie rozprzestrzenia się na całą powierzchnię cieczy mającą kontakt z powietrzem. Gazy spalają się w całej powierzchni, w której tworzą mieszaninę z tlenem.

W warunkach pożaru ciągłość i szybkość spalania uzależniona jest przede wszystkim od szybkości dopływu (dyfuzji) tlenu do strefy spalania, jest to spalanie dyfuzyjne. Wyróżniamy również spalanie kinetyczne, czyli takie, w którym substancja palna jest wstępnie zmieszana z utleniaczem. Tak mogą spalać się mieszaniny gazów palnych, par cieczy palnych i pyłów ciał stałych z powietrzem. W określonych warunkach i objętościach proces ten może przebiegać gwałtownie i powodować wzrost ciśnienia, mamy wtedy do czynienia z wybuchem.

Mieszaniny wybuchowe tworzą się z charakterystycznych dla każdej substancji proporcjach w stosunku do powietrza (tlenu), nazywanych dolną i górną granicą wybuchowości, podawaną w procentach objętość lub w gramach na m<sup>3</sup>. Powstająca po wybuchu fala uderzeniowa, rozchodzi się bardzo prędko i na czole ma ciśnienie wyższe od atmosferycznego. Rozrywa ściany aparatów i zbiorników, burzy przegrody. Fala uderzeniowa, może już przy ciśnieniu kPa może całkowicie zburzyć ściany nośne budynków murowanych.

Tlen w powietrzu stanowi około 21% jego objętości. Spalanie większości materiałów palnych ustaje, jeżeli zawartość tlenu w strefie spalania obniży się poniżej 14-16%. Jednak niektóre materiały zawierające w swym składzie tlen w ilościach wystarczających do podtrzymania spalania, palą się bez dopływu tlenu z powietrza.

## **1.2. POŻAR I ZJAWISKA MU TOWARZYSZĄCE**

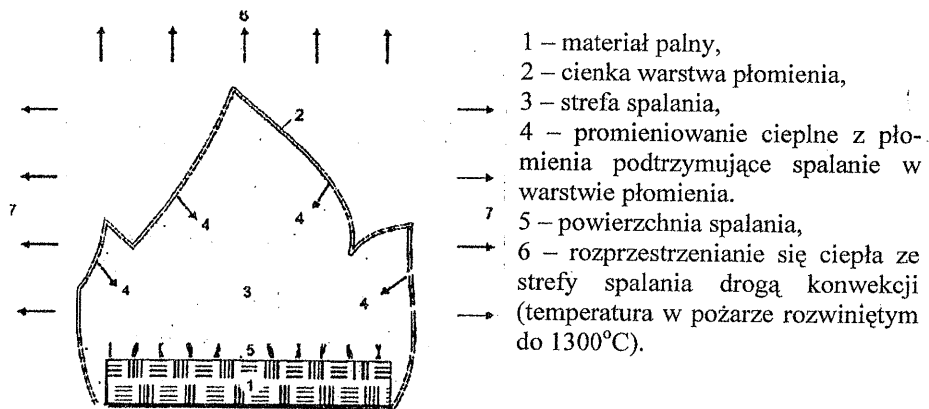
Spalanie jest zjawiskiem wykorzystywanym przez człowieka w codziennym życiu do ogrzewania, oświetlenia i różnorodnych procesów technologicznych (np. gotowanie, wytop metali, wytwarzanie energii elektrycznej), a otoczenie, w którym żyjemy jest nasycone materiałami palnymi. Jeżeli utracimy

kontrolę nad spalaniem lub dopuścimy do jego powstania w miejscu do tego nie przeznaczonym, pożyteczny proces stanie się zjawiskiem niekorzystnym i stwarzającym zagrożenie. Spalanie jest pożarem, jeżeli będzie: procesem nie kontrolowanym przez człowieka, przebiegać w miejscu do tego nie przeznaczonym, stwarzać zagrożenie dla różnych form życia, powodować straty materialne lub ekologiczne. Wystąpienie jednocześnie wszystkich wymienionych warunków nie jest konieczne do zakwalifikowania spalania jako pożaru.

Przestrzeń, w której powstał pożar oraz występują zjawiska mu towarzyszące, a mające wpływ na sytuację pożarową, można umownie podzielić na trzy strefy: spalania, oddziaływania cieplnego i zadymienia.

Strefa spalania to przestrzeń, w której następuje przygotowanie materiałów palnych do spalania – tworzenie fazy lotnej oraz ich spalanie – warstwa świecąca płomienia. Na otwartej przestrzeni (pożary zewnętrzne) strefa ta jest ograniczona powierzchnią materiału, który ulega spalaniu i cienką zewnętrzną warstwą płomienia (powierzchnią płomienia). W przestrzeni zamkniętej (pożary wewnętrzne) strefa spalania może być ograniczona elementami konstrukcyjnymi obiektu, np. ścianami i stropami budynku, aparatu, zbiornika.

**Rys. 1. Schematyczny obraz strefy spalania:**



Skutkiem palenia substancji palnych jest powstawanie wysokiej temperatury w strefie spalania, zwłaszcza w jej górnej części. Najwyższe temperatury rzędu 1200-1350°C towarzyszą spalaniu gazów. Ciecze palne spalają się w temperaturach 1100-1300°C, a ciała stałe w temperaturach 1000-1250°C. Są jednak wyjątki, np. spalanie się metali lub ich mieszanin odbywa się w temperaturach nawet kilku tysięcy stopni Celsjusza.

Na sytuację pożarową wpływają równie rozmiary strefy spalania, które zależą m.in. od rodzaju i ilości substancji palnej oraz szybkości spalania. I tak, przy spalaniu wydobywającego się pod ciśnieniem gazu, wysokość płomieni może dochodzić do 30m, a podczas spalania się cieczy palnej na odkrytej przestrzeni – do 15m.

Strefa oddziaływania cieplnego to część przestrzeni wokół strefy spalania, w której wydzielające się ciepło stwarza niebezpieczeństwo zmian w sytuacji pożarowej i zagrożenie dla ludzi. Ciepło, które wydziela się w strefie spalania oddziałuje na materiał palny, który jest podstawą strefy spalania, co powoduje podtrzymanie procesu spalania, urządzenia i materiały wokół strefy spalania, co powoduje rozprzestrzenianie się pożaru.

Zgodnie z prawem zachowania energii między wydzielaniem i oddawaniem ciepła istnieje równowaga. Zakłócenie tej równowagi prowadzi albo do przyspieszenia i rozwoju pożaru, (gdy wzrasta wydzielanie ciepła), albo do ugaśnienia pożaru, (gdy maleje wydzielanie ciepła). Z wytworzonego ciepła 2-3% zużyte zostaje na podtrzymanie spalania. Pozostałe ciepło ogrzane produkty spalania oddają otoczeniu drogą konwekcji, promieniowania i przewodzenia.

Konwekcja, czyli unoszenie polega na pionowym przemieszczaniu się ogrzanych mas powietrza i produktów spalania, które jako lżejsze unoszą się do góry i to tym szybciej, im większa jest różnica temperatur ogrzanych produktów spalania i otaczającego powietrza. Drogą konwekcji oddawane jest ze strefy spalania około 60-70% ciepła.

Ilość promieniowanego ciepła ze strefy spalania wynosi 27-37% i jest zależna od powierzchni płomieni; im powierzchnia ta jest większa, tym więcej ciepła dostaje się tą drogą do otoczenia. Ciepło promieniowania oddziałuje prostopadłe do powierzchni płomieni a więc przede wszystkim poziomo.

Natężenie promieniowania cieplnego w przypadku intensywnie rozwijającego się pożaru wynosi około  $8,4 \text{ kJ/m}^2/\text{s}$ , a w odległości około 15 m od powierzchni płomienia jeszcze  $2,5 \text{ kJ/m}^2/\text{s}$ . Za natężenie krytyczne, poniżej którego materiały się zapalają, niezależnie od czasu ekspozycji przyjmuje się natężenie  $1,4 \text{ kJ/m}^2/\text{s}$ .

Drogą przewodzenia ciepło oddawane jest głównie w pożarach wewnętrznych. Z palącego się pomieszczenia, może być ono przekazane do sąsiedniego przez ogrzane elementy konstrukcyjne, metalowe rurociągi itp. Ciepło, które powstaje z palącej się cieczy w zbiorniku metalowym, jest przewodzone do niższych warstw palącej się cieczy przez tę ciecz i przez ścianki zbiornika.

Za graniczną temperaturę, która określa wielkość strefy oddziaływania cieplnego, przyjmuje się temperaturę  $t_p < 600^\circ\text{C}$ . W tej temperaturze strażak może pracować bez specjalnego zabezpieczenia. Wyższa temperatura lub dłuższe przebywanie w strefie oddziaływania cieplnego powodują oparzenia, udary cieplne, utratę świadomości, a nawet i śmierć.

W strefie oddziaływania cieplnego dochodzi do wielu zmian, które powodują straty. Oddziaływanie wysokiej temperatury niszczy- nie mniej niż płomie- nie- różne produkty z tworzyw sztucznych, skóry, tkanin itp., deformuje meta- lowe słupy nośne, kratownice, odkształca i powoduje zawalenia budowlanych konstrukcji nośnych (np. stropów i ścian) wskutek utraty wytrzymałości mecha- nicznej.

Strefa zadymienia to przestrzeń wypełniona dymem, czyli gazowymi pro- duktami spalania materiałów palnych (organicznych), w której rozproszone są małe cząsteczki gazowe, ciekłe i stałe (sadza), powstałe w wyniku wymiany ga- zowej. Wymianą gazową nazywa się, wywołany paleniem, ruch ogrzanych pro- duktów spalania i rozkładu cieplnego od strefy spalania oraz świeżego powietrza z zewnątrz do strefy spalania.

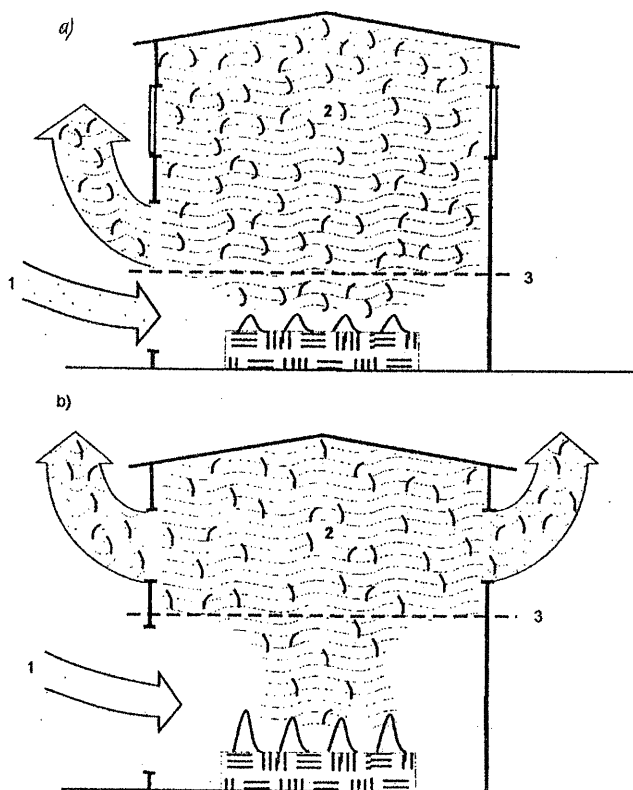
Dopływ powietrza do strefy spalania ma zasadnicze znaczenie, ponieważ zależy od niego prędkość spalania i powstawania produktów gazowych. Przy pożarach zewnętrznych mamy do czynienia ze swobodnym dopływem powie- trza do strefy spalania, który ponadto może być przyspieszony wiatrem. Po- wstaje wznoszący się słup gazowych produktów spalania (konwekcja) o wyso- kości zależnej od warunków atmosferycznych oraz od powierzchni objętej poża- rem. Wielkość strefy zadymienia znacznie przekracza objętość strefy spalania. Największa intensywność i szybkość wymiany gazów występuje podczas poża- rów lasów, składów materiałów tartacznych, rozlanej cieczy palnej, grób budyn- ków z elementami palnymi. W wypadku pożarów zewnętrznych na dużych po- wierzchniach, powstają bardzo silne prądy konwekcyjne, a prędkość powietrza dopływającego do strefy spalania może osiągnąć 50km/h. Z historii II wojny światowej znane są przypadki, że podczas pożarów wywołanych nalotami dy- wanowymi (Hamburg) lub wybuchem bomby atomowej (Hiroszima, Nagasaki), obejmujących całe dzielnice tych miast, prędkość dopływu powietrza do strefy spalania była tak duża, że wiatr porywał ludzi, przedmioty, a nawet samochodu gaśnicze. Pożary te otrzymały nazwę „burz ogniowych”.

Podczas pożarów wewnętrznych w początkowej ich fazie strefa zadymie- nia tworzy się nad strefą spalania i ograniczona jest przegrodami, jakie tworzą ściany i strop. Intensywność wymiany gazowej zależy w największym stopniu od liczby i wielkości otworów i szczelin nawiewnych i wywiewnych w palącym się pomieszczeniu, jego wysokości, obciążenia masą palną, a w mniejszym stopniu od wpływów zewnętrznych, np. od wiatru czy opadów.

*W palącym się pomieszczeniu tworzą się następujące strefy:*

- strefa górna, gdzie produkty spalania wywołują nadciśnienie,
- strefa dolna, gdzie ciśnienie jest niższe od ciśnienia panującego (strefa podci- śnienia),
- strefa neutralna, czyli rozdzielająca te dwie strefy płaszczyzna o ciśnieniu równym atmosferycznemu.

**Rys. 2. Położenie strefy neutralnej:**



a) przy zamkniętych otworach górnych i otwartych dolnych,

b) przy otwartych otworach górnych i dolnych

- 1) dopływ powietrza,
- 2) strefa górna (produkty spalania)
- 3) położenie strefy neutralnej  $p=p_z$ .

Strefa górna, wypełniona produktami spalania, jest jednocześnie częścią strefy zadymienia. Nadciśnienie w strefie górnej powoduje, że dym przesącza się szczelinami i różnymi otworami do sąsiednich pomieszczeń i na wyżej położone kondygnacje. Nadciśnienie w palącym się pomieszczeniu może osiągać wielkości, które powodują wysadzenie szyb z ram okiennych, drzwi i zamkniętych kłap.



Położenie strefy neutralnej wywiera zasadniczy wpływ na sytuację pożarową. Im wyżej jest ta strefa tym bardziej wzrasta intensywność spalania oraz szybkość wymiany gazowej. Jednocześnie dopływ z powietrza z zewnątrz powoduje obniżenie temperatury wewnątrz pomieszczenia oraz zmniejszenie zadymienia, co znacznie poprawia warunki prowadzenia działań gaśniczych.

W strefie zadymienia istnieje poważne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi, a powodem są składniki gazowe dymu. Materiały palne to przeważnie substancje organiczne zawierające w swoim składzie atomy węgla. Spalaniu ich towarzyszy zawsze wydzielanie tlenu i dwutlenku węgla oraz w zależności od składu chemicznego innych niebezpiecznych związków. Takie niebezpieczne, toksyczne związki tworzą się np. podczas rozkładu cieplnego i spalania:

- tlenki azotu – włókna syntetyczne, tworzywa sztuczne, celulozoid,
- chlorowodór – igielit, włókna sztuczne, niektóre odmiany kauczuku,
- cyjanowodór – pianka poliuretanowa, aminoplasty, kauczuk,
- siarkowodór, dwutlenek siarki – linoleum, niektóre odmiany kauczuku.

W praktyce pożarniczej największe zagrożenie stwarzają: tlenek węgla (potocznie czad), będący efektem niepełnego spalania materiałów palnych w pożarach wewnętrznych, przy ograniczonym dopływie powietrza oraz cyjanowodór ze względu na coraz powszechniejsze stosowanie tworzyw sztucznych, a przede wszystkim pianki poliuretanowej w przedmiotach i urządzeniach powszechnego użytku.

Niezależnie od toksycznego oddziaływania składników dymu, obniża on stężenie tlenu. Przy 14-17% tlenu w powietrzu człowiek odczuwa jego niedobór w organizmie. Spadek zawartości tlenu do 9% zagraża życiu.

*Charakterystyka dymu pod względem zabarwienia, zapachu i smaku podczas spalania niektórych materiałów palnych:*

Materiał palny	Charakterystyka dymu		
	Barwa	Zapach	Smak
Drewno	Ciemnoszara	Smolisty	Kwaskowaty
Produkty naftowe	Czarna	Specyficzny – ropy	Kwaskowaty
Fosfor	Biała	Czosnku	Nie ma
Magnez	Biała	Nie ma	Metaliczny
Siarka	Niebiskawy	Specyficzny – siarki	Kwaśny
Związki azotowe	Żółto-brunatny	Drażniący	Kwaśny
Bawełna, tkaniny	Brunatny	Specyficzny	Kwaskowaty

### 1.3. PARAMETRY ROZWOJU I ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ POŻARU.

Rozwój pożaru to intensyfikacja procesów spalania. Charakteryzuje go szybkość spalania, temperatura oraz intensywność wymiany gazowej.

Szybkość spalania to ilość substancji palnej spalającej się w jednostce czasu na powierzchni spalania. Dla uproszczenia, szybkość spalania odnosi się do powierzchni pożaru i nazywa się wagową uśrednioną szybkością spalania.

W przypadku spalania się cieczy wygodniej operować jest szybkością wypalania, definiowaną wielkością obniżenia się poziomu cieczy podczas palenia w jednostce czasu. Uśredniona wagowa szybkość spalania lub szybkość wypalania się wybranych substancji palnych przedstawione zostały w tabeli.

Substancja palna	Uśredniona wagowa szybkość spalania [kg/m <sup>2</sup> s]	Szybkość wypalania się cieczy [m/s]
Drewno (meble w pomieszczeniach)	0,014	-
Wyroby gumowe	0,011	-
Książki na drewnianych regałach	0,005	-
Papier luzem	0,008	-
Aceton	0,047	0,000055
Benzyna	ok. 0,05	0,000063
Alkohol etylowy	0,03	0,000041

Temperatura wpływa na rozmiary strefy oddziaływania cieplnego, im jest wyższa tym oddziałuje w większej przestrzeni, zwiększając ilość substancji gotowej do zapalenia się. Przyjmuje się, że:

- temperatura pożaru zewnętrznego to temperatura płomieni (strefy spalania),
- temperatura pożaru wewnętrznego to średnia z temperatur w objętości pomieszczenia; jest ona zmienna i zależy od wielu czynników.

Intensywność wymiany gazowej może być opisana ilością dopływającego świeżego powietrza w jednostce czasu do strefy spalania w odniesienia do powierzchni pożaru. Zarówno wymiana gazowa, jak i jej intensywność jest dla pożarów zewnętrznych zdecydowanie większa, niż dla pożarów wewnętrznych. Fakt ten wyjaśnia mniejszą szybkość spalania się materiałów wewnątrz pomieszczeń.

Materiały, które jeszcze nie palą się, pochłaniają ciepło przekazywane przez konwekcję i promieniowanie do strefy oddziaływania cieplnego, ogrzewają się i ulegają rozkładowi cieplnemu lub odparowaniu. Powstające gazy i pary zapalają się, płomień przesuwa się po powierzchni dotychczas niepalącego się materiału i tak dochodzi do rozprzestrzeniania się pożaru.

Rozprzestrzenianie się pożaru to wzrost jego parametrów geometrycznych, takich jak powierzchnia, obwód lub objętość. O szybkości zmiany tych parametrów decyduje liniowa prędkość rozprzestrzeniania się pożaru  $V_l$ , tj. stosunek drogi, jaką przebył płomień po powierzchni, do czasu. Wartość  $V_l$  zależy od wielu czynników.

W tabeli podano wartości średnie dla wybranych substancji przy przemieszczaniu się płomieni po powierzchniach poziomych.

<b>Materiał palny</b>	<b><math>V_I</math>[m/s]</b>
<i>Pożary zewnętrzne</i>	
Deski w sztaplach o grubości 2-4cm i wilgotności 16-18%	0,026
Wyroby gumowe w stosach	0,018
Palne pokrycia hal produkcyjnych o dużej powierzchni	0,05
<i>Pożary wewnętrzne</i>	
Materiały włókiennicze w magazynach	0,0055
Papier w belach	0,0045
Kauczuk syntetyczny w magazynie	0,016
<i>Pożary zewnętrzne rozlanych cieczy</i>	
Aceton $t_c = 10^\circ\text{C}$	0,31
Toulen $t_c = 10^\circ\text{C}$ i $20^\circ\text{C}$	0,17-0,84
Alkohol etylowy $t_c = 10^\circ\text{C}$ i $20^\circ\text{C}$	0,13-0,38

$t_c$  – temperatura początkowa cieczy

Pożar, w początkowym okresie rozprzestrzeniania się wolno. Prędkość rozprzestrzeniania się wzrasta w miarę zwiększania wydzielanego ciepła i wymiany gazowej, aż osiągnie właściwą dla danego materiału wartość. Ale jeśli w pobliżu nie ma innych materiałów palnych, a oddziaływanie cieplne nie jest na tyle duże, aby spowodować zapalenie materiałów znajdujących się w znacznej odległości, pożar może nie rozprzestrzenić się. Następuje wypalanie masy palnej przy niezmienniej powierzchni pożaru.

Pożary materiałów stałych, w zależności od ich ułożenia, mogą rozprzestrzeniać się wzdłuż powierzchni pionowych i poziomych. Najszybciej płomień przesuwają się po powierzchniach pionowych z dołu do góry, a najwolniej z góry do dołu.

Podczas palenia się cieczy ogień prawie natychmiast rozszerza się nad całą powierzchnią. W przypadku zbiorników jest to powierzchnia ograniczona ich ścianami. Dalsze rozprzestrzenianie pożaru może mieć miejsce w przypadku rozlania się cieczy poza ściany zbiornika na skutek wrzenia i rozpryskiwania lub wybuchu.

Gazy spalają się momentalnie w całej objętości mieszaniny z powietrzem. W przypadku zbiorników i rurociągów gazowych rozmiary pożaru ograniczone są do fontanny płomieniowej przy powstałej szczelinie wylotowej (zjawisko wykorzystywane do konstruowania palników gazowych).

Rozprzestrzenianie się pożaru zewnętrznego jest uwarunkowane rodzajem materiałów palnych znajdujących się w strefie oddziaływania cieplnego i ich liniowej prędkości rozprzestrzeniania się. Istotnym czynnikiem mogą być warunki atmosferyczne, głównie wiatr i wilgotność. Wiatr dostarczając do strefy spalania świeże powietrze intensyfikuje szybkość spalania, ale jednocześnie przemieszcza poziomo gorące powietrze i produkty spalania, w kierunku, w któ-

rym wieje (czoło pożaru). Zwiększa to efekty oddziaływania promieniowania ciepłego, materiały palne szybciej nagrze4wają się i zapalają. Ponadto wiatr i powstające podczas pożaru prądy konwekcyjne mogą przenosić na duże odległości iskry i palące się głównie (tzw. ognie lotne), wywołujące nowe ogniska pożaru.

Wzrost wilgotności stałych materiałów palnych, uzależniony od wilgotności powietrza i opadów atmosferycznych, zmniejsz szybkość procesu spalania, ponieważ większa ilość ciepła zostaje zużyta na wyparowanie wody. Duża wilgotność rzędu 70-80% uniemożliwia spalanie. Na przykład drewno o takiej wilgotności nie zapali się w ogóle. Opady deszczu tłumią płomienie, przerywając niekiedy w ten sposób proces spalania.

Rozprzestrzenienie się pożaru wewnątrz obiektów budowlanych przebiega w odmienny sposób niż pożaru zewnętrznego i w znacznym stopniu jest uzależnione od ilości oraz ognioodporności przegród budowlanych. W dużych halach pożar wewnętrzny rozprzestrzenia się podobnie jak pożar zewnętrzny, z tym, że wyeliminowany jest wpływ warunków atmosferycznych, utrudniony dopływ świeżego powietrza, a intensywność spalania materiałów zależy od warunków wymiany gazowej. Strefę oddziaływania ciepłego, a tym samym możliwości rozprzestrzeniania pożaru ograniczają ściany i stropy obiektu. Pożar może rozprzestrznić tylko przez otwory w tych przegrodach, lub po ich uszkodzeniu na skutek przepalenia lub zawalenia.

W obiektach podzielonych na pomieszczenia (np. budynek mieszkalny) pożar rozwija się w pomieszczeniu, w którym powstał, a następnie może, ale nie musi rozprzestrzeniać się na inne pomieszczenia. Uwzględniając zmieniające się warunki jak temperatura, dopływ powietrza, pożar wewnętrzny w pomieszczeniu można podzielić na trzy fazy.

**FAZA 1** – od chwili zainicjowania pożaru, spalający się materiał ogrzewa otoczenie, powodując rozprzestrzenianie się ognia. Kiedy intensywność wydzielania gazów palnych, a także temperatura osiągnie pewne graniczne wartości (w uproszczeniu materiały palne zostaną ogrzane powyżej temperatury samozapalenia) – następuje zjawisko rozgorzenia. Jest to przejście z lokalnego pożaru (o określonej powierzchni) do sytuacji, w której palą się wszystkie materiały w pomieszczeniu. Wydzielanie ciepła gwałtownie rośnie, rośnie również temperatura. W typowych pomieszczeniach mieszkalnych zjawisko rozgorzenia następuje w zależności od ich kubatury i obciążenia masą palną w czasie od 10 do 20 minut.

**FAZA 2** – materiał palny spala się z niemal jednakową intensywnością – temperatura prawie się nie zmienia. Czas trwania tej fazy zależy od dopływu powietrza do strefy spalania i ilości materiału palnego. Kiedy zostanie ograniczony dopływ powietrza lub wyczerpie się materiał palny, intensywność palenia ulega zmniejszeniu. Pożar przechodzi w następną fazę.

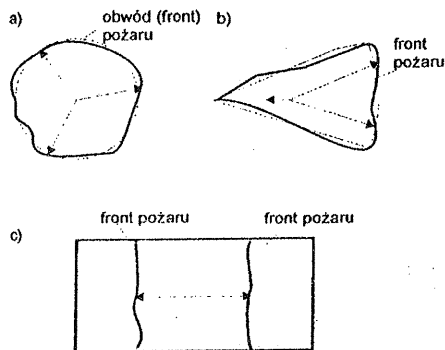
**FAZA 3** – dopalają się resztki materiału, następuje stały spadek temperatury.

Rozprzestrzenianie się pożaru do następnych pomieszczeń zależy podobnie jak w dużych halach od odporności ogniowej elementów konstrukcyjnych oraz od stanu i położenia otworów wewnętrznych. Oprócz bezpośredniego oddziaływania promieniowania, ciepło jest przenoszone przez gorące produkty spalania. Ich ilość zależy od poziomu, na jakiej znajduje się strefa neutralna. Im położona jest niżej, w stosunku do wolnego otworu drzwiowego (przepalone lub otwarte drzwi) tym więcej gazów dymowych o temperaturze ok.  $700^{\circ}\text{C}$  wypływa do sąsiednich pomieszczeń i na cały budynek. Nagrzewając materiały palne gazy te mogą spowodować ich samozapalenie nawet bez bezpośredniego oddziaływania płomieni.

Rozprzestrzenianie się gazów wzmagają pionowe szyby klatek schodowych, wind i wentylacji. W praktyce pożarowej znane są przypadki rozprzestrzeniania się pożaru bezpośrednio na drewnianą konstrukcję dachową kilku-kondygnacyjnego budynku podczas palenia się pomieszczenia na najniższej kondygnacji.

Powierzchnia pożaru może przyjąć różny kształt w zależności od miejsca powstania, rozmieszczenia materiałów palnych, stopnia wymiany gazowej i warunków meteorologicznych.

### Rys. 3. Rozprzestrzenianie się pożarów:



- a) kołowe ( $V_f$  we wszystkich kierunkach równe),
- b) kątowe –  $V_f$  ma maksymalną wartość w jednym kierunku
- c) prostokątne – pożar rozprzestrzenia się w dwóch kierunkach (dot. Pożarów wewnętrznych).

Rozwój i rozprzestrzenianie się pożaru do czasu rozpoczęcia akcji gaśniczej nazywa się swobodnym rozwojem pożaru. Czas swobodnego rozwoju pożaru zależy od sposobu dozoru obiektów, szybkości zaalarmowania straży pożarnej oraz czasu dojazdu jednostek ratowniczych do zdarzenia.

#### 1.4. KLASYFIKACJA POŻARÓW W ZALEŻNOŚCI OD ICH WIELKOŚCI

Wielkość pożarów	Pożary, w wyniku, których zostały spalone lub zniszczone:			Liczba podanych prądów gaśniczych
	Obiekty lub ich części, ruchomości, skła- dowiska materiałów, maszyny, urządzenia, surowce, paliwa itp.		Lasy, uprawy, trawy, torfowiska o powierzchni	
	o powierzchni w m <sup>2</sup>	Lub objętości w m <sup>3</sup>		
Małe	do 70	Do 350	do 1 ha	do 4
Średnie	71 – 300	351 – 1500	1 – 10 ha	5 – 12
Duże	301 – 1000	1501 – 5000	10 – 100 ha	13 – 16
Bardzo duże	ponad 1001	Ponad 5001	ponad 100 ha	ponad 17

#### 1.5. PODZIAŁ POŻARÓW W ZALEŻNOŚCI OD RODZAJU PALĄCYCH SIĘ MATERIAŁÓW

Grupa pożarów	Określenie rodzaju pożarów
A	Pożary ciał stałych pochodzenia organicznego, przy spalaniu, których występuje zjawisko żarzenia: papier, drewno, węgiel, tkaniny.
B	Pożary cieczy palnych i substancji stałych topiących się wskutek wydzielanego ciepła podczas pożaru, np. benzyna, oleje, paki, parafina.
C	Pożary gazów np. metanu, propanu, acetyleny.
D	Pożary metali np. magnezu, sodu, uranu.
E	Indeks dotyczący przewodów i urządzeń elektrycznych pod napięciem.

#### 1.6. INNE ZAGROŻENIA

Od zarania dziejów ludziom zagrażają różnorodne zjawiska wywołane siłami natury występujące nagle lub w skali, która przekracza możliwości opamiętania ich przez człowieka. Wraz z rozwojem cywilizacji powstały zagrożenia wywołane awariami, wypadkami i katastrofami maszyn, urządzeń, obiektów i innych produktów postępu technicznego. Zdarzenia takie stwarzające niebezpieczeństwo dla życia, mienia lub środowiska nazywamy innymi miejscowymi zagrożeniami lub klęskami żywiołowymi. Inne miejscowe zagrożenia to nagłe zdarzenia mające charakter lokalny (miejscowy). Klęski żywiołowe to zdarzenia losowe, których następstwem jest powszechne zagrożenie dla życia lub mienia, obejmujące duże obszary.

Pojęcie klęski żywiołowej jest powszechnie rozumiane jako zagrożenie spowodowane siłami natury, mogące występować w wyniku powodzi, huraganów, intensywnych opadów śniegu lub deszczu, trzęsień ziemi i wybuchu wulkanu. Zalicza się do nich również wynikające z działań człowieka duże skażenia

chemiczne, ekologiczne i radiacyjne. Do klęsk żywiołowych zalicza się też pożary, które objęły bardzo duże powierzchnie.

Inne miejscowe zagrożenia uzyskały w ostatnich latach następującą definicję prawną: rozumie się przez to inne niż pożar i klęska żywiołowa zdarzenie, wynikające z rozwoju cywilizacyjnego i naturalnych praw przyrody (katastrofy techniczne, chemiczne, ekologiczne), stanowiące zagrożenia dla życia, zdrowia, mienia lub środowiska.

*Miejscowe zagrożenia w zależności od zasięgu i stopnia stwarzanego niebezpieczeństwa można podzielić na:*

- małe – są to nagłe uszkodzenia elementów urządzeń, maszyn, pojazdów, obiektów, które mogą spowodować zagrożenie dla życia lub mienia,
- awarie lokalne – są to nagłe uszkodzenia części obiektu (budynku lub urządzenia technicznego itp.) powodujące przerwę w jego użytkowaniu lub utratę jego właściwości funkcjonalnych, stwarzające zagrożenia dla życia lub mienia,
- wypadki (średnie miejscowe zagrożenia) – są to nagłe zdarzenia, którego następstwami są jednostkowe zagrożenia dla życia, mienia lub skażenia środowiska, występujące na niewielkim obszarze lub ograniczone do jednego obiektu,
- katastrofy (duże zagrożenia) – są to nagłe, nieprzewidziane zdarzenia, podczas których wystąpiło zbiorowe zagrożenie dla życia, mienia dużej wartości lub środowiska naturalnego mogące występować na znacznym obszarze.

*Inne zagrożenia miejscowe dzieli się również według rodzaju zdarzenia:*

- wypadki i katastrofy komunikacyjne: drogowe, kolejowe, lotnicze, wodne jak:
  - zderzenia pojazdów drogowych lub maszyn,
  - upadki pojazdów z mostów, wiaduktów, nasypów itp.,
  - zderzenia lub wkolejenia pociągów,
  - rozbięcie samolotu podczas startu i lądowania,
  - upadki samolotów na powierzchnię terenu,
  - zderzenia i awarie barek, statków, promów i innego sprzętu pływającego na rzekach, kanałach i w portach,
- awarie i katastrofy chemiczne stwarzające potencjalne niebezpieczeństwo zatrucia, pożaru lub wybuchu przez substancje chemiczne, które nagłe i bez kontroli wydostają się do atmosfery na skutek awarii technologicznych w zakładach produkcyjnych, rozszczelnienia lub uszkodzenia zbiorników, rurociągów i armatury, w tym również podczas transportu kolejowego i drogowego,
- skażenia promieniotwórcze (radiologiczne) spowodowane głównie wydostaniem się do atmosfery substancji promieniotwórczych na skutek awarii, wybuchów i pożarów w zakładach przemysłowych lub placówkach naukowo-badawczych jak również podczas transportu,

- skażenia ekologiczne spowodowane przedostaniem się do atmosfery, cieków i zbiorników wodnych oraz gleby substancji powodujących zniszczenie lub degradację (zanieczyszczenie) środowiska naturalnego, spowodowane awariami technologicznymi i katastrofami komunikacyjnymi (np. plamy olejowe na powierzchni wody),
- zawały i osunięcia ziemi, w tym również zasypanie ludzi lub zwierząt w studniach,
- lawiny śnieżne i rumowiska skalne,
- utonięcia,
- inne jak zawalenie drzew, słupów itp. blokujących drogi.

## ROZDZIAŁ 2

### ŚRODKI GAŚNICZE

#### 2.1. RODZAJE ŚRODKÓW GAŚNICZYCH

Gaszenie pożaru polega na działaniu zmierzającym do przerwania procesu spalania. Wraz z przerwaniem tego procesu zanikają wszystkie zjawiska towarzyszące pożarowi .

Działanie środków gaśniczych może być:

- chłodzące – obniżenie temperatury materiału palnego poniżej temperatury zapalenia lub zapłonu,
- izolujące – odcięcie dopływu tlenu do palącego się materiału,
- rozcieńczające – obniżenie stężenia tlenu w strefie spalania do granicy, poniżej której proces palenia ustaje,
- inhibicyjne – wiązania wolnych atomów i tzw. Rodników odpowiedzialnych za proces palenia (definicja uproszczona).

W praktyce pożarniczej stosowane są następujące grupy środków gaśniczych: woda i jej roztwory, piany gaśnicze, proszki gaśnicze, halony i gazy gaśnicze. Większość środków gaśniczych ma różne działanie, przy czym jedna cecha gaśnicza ma charakter wiodący.

#### 2.2. WODA I JEJ ROZTWORY.

Woda jest najpowszechniejszym i najbardziej dostępnym środkiem gaśniczym, powstającym w sposób naturalny i występującym przeważnie w środowisku, w którym może powstać pożar. Mechanizm gaśniczy wody polega na chłodzeniu materiału palnego, obniżaniu temperatury w strefie spalania i strefie



oddziaływania cieplnego przede wszystkim na skutek jej odparowania oraz na rozcieńczaniu strefy spalania parą wodną. Ciepło parowania wody wynosi 2260 kJ/kg, a z 1 dm<sup>3</sup> powstaje 1,7 m<sup>3</sup> pary wodnej. Ponadto ze względu na swoją płynność, przy odpowiedniej intensywności i sposobie podawania, może ona przenikać w głąb palącego się materiału.

Ze względu na swoje właściwości woda jest bardzo skutecznym środkiem gaśniczym przy pożarach ciał stałych pochodzenia organicznego, przy spalaniu, których występuje zjawisko żarzenia np. drewno, papier, węgiel, tworzywa sztuczne. Wadą jest fakt, że tylko część wody jest absorbowana przez palące się materiały, znaczna jej ilość spływa (z płaszczyzn pionowych – 90%) powodując zalanie pomieszczeń. Przeciwdziałać temu można, jeżeli to w sytuacji pożarowej jest możliwe, podając wodę w postaci rozproszonej (prądy kropeliste i mgłowe) lub stosując tzw. zwilżacze. Powodują one obniżenie napięcia powierzchniowego wody i ułatwiają wnikanie jej w głąb materiału. Dodanie środków zwilżających do wody gaśniczej zmniejsza ponad dwukrotnie jej zużycie oraz znaczenie skracą czas gaszenia. Prądy mgłowe i prądy wody z dodatkowym zwilżaczem mogą w określonych warunkach stosowane być do gaszenia pożarów cieczy łatwopalnych.

*Woda nie jest środkiem uniwersalnym. Nie można jej stosować do gaszenia:*

- ciał reagujących z wodą jak: sól, potas, karbid, wapno palone, w wyniku reakcji powstają gazy palne lub wydzielają się duża ilość ciepła, wytwarzając wysoką temperaturę,
- metali typu glin i jego stopy, wapń, żelazo, które spalając się w wysokiej temperaturze powodują dysocjację wody (rozkład na wolne atomy wodoru H<sub>2</sub> i tlenu O) i tworzenie się mieszaniny wybuchowej,
- cieczy palnych lżejszych od wody jak benzyna, nafta, oleje, wypływających nad powierzchnię wody,
- cieczy palnych rozpuszczających się w wodzie np. spirytusu, gdyż zwiększa to ich objętość, co może doprowadzić do rozlania się cieczy,
- urządzeń elektroenergetycznych pod napięciem i materiałów palnych w ich pobliżu, ponieważ woda jest dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego i może nastąpić porażenie prądem osoby gaszącej ogień.

## 2.3. PIANY GAŚNICZE

W zależności od sposobu wytwarzania wyróżnia się dwa rodzaje piany gaśniczej – chemiczną i mechaniczną.

Piana chemiczna powstaje w wyniku reakcji chemicznej pomiędzy łatwo rozpuszczalnymi węglanami w roztworze wodnym środka pianotwórczego i mocnym kwasem. Powstające pęcherzyki piany wypełnione są powstającym podczas reakcji dwutlenkiem węgla (CO<sub>2</sub>). Piana chemiczna ma ograniczone zastosowanie tylko w niektórych typach gaśnic.

Piana mechaniczna powstaje wskutek mechanicznego zmieszania powietrza z wodnym roztworem środka pianotwórczego. Stosowane środki pianotwórcze mogą być pochodzenia organicznego (proteinowego), np. spumogen lub wytwarzane na drodze syntetycznej, np. Deteor, Roteor lub Expyrol. Powodują one zwiększenie lepkości wody i powstanie dostatecznie trwałych pęcherzyków wypełnionych powietrzem. Na ogół, stężenie środka pianotwórczego w roztworze wodnym nie przekracza 5%.

*Pianę charakteryzuje liczba spienienia ( $L_s$ ), która wyraża stosunek objętości piany do objętości wodnego roztworu środka pianotwórczego zużytego do wytworzenia tej piany. W zależności od liczby spienienia piany dzielimy na rodzaje posiadające częściowo odmienne działanie gaśnicze:*

- piana ciężka  $L_s < 20$  (praktycznie ok. 10) – właściwości izolująco-chłodzące,
- piana średnia  $20 < L_s < 200$  – właściwości izolująco – rozcieńczające,
- piana lekka  $L_s > 200$  – właściwości rozcieńczająco – izolujące.

Własności izolujące piany wynikają z tworzenia na powierzchni materiałów warstwy nie dopuszczającej do niego powietrza (tlenu). Własności rozcieńczające związane są z zajmowaniem przestrzeni i zmniejszaniem ilości powietrza w pomieszczeniach i obiektach. Własności chłodzące mają mniejsze znaczenie i powoduje jej parowanie wody wchodzącej w skład piany, im mniejsza liczba spienienia tym więcej wody. Piana posiada dobrą przyczepność do materiałów stałych i może się utrzymywać nawet na płaszczyznach pionowych.

Piana jest podstawowym środkiem gaśniczym przy pożarach cieczy łatwopalnych, rozpylających się po ich powierzchni. Piany gaśniczej nie można stosować do gaszenia alkoholi, aldehydów i esterów, które ją niszczą. Ponadto pianę można stosować w takim samym zakresie i z tymi samymi ograniczeniami jak wodę.

## 2.4. PROSZKI GAŚNICZE

Proszki gaśnicze to rozdrobnione związki chemiczne otoczone błoną hydrofobową (chroniącą przed zawilgoceniem). Średnica ziaren powinna się mieścić w granicach  $20 \div 60$  mm.

*W zależności od składu proszki dzielimy na:*

- węglanowe (węglowodany Na i K –  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ ), fosforanowe (ortofosforany), specjalne ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{Ba}_4\text{O}_7$ ).

Mechanizm gaśniczy proszku polega na inhibicji hetero – i homofazowej. W przypadku proszków węglanowych dodatkowym działaniem jest obniżenie stężenia tlenu w strefie spalania przez wydzielający się dwutlenek węgla. Natomiast proszki fosforanowe mają dodatkowo zdolność wytwarzania szklistej, jednolitej warstewki na powierzchni gaszonego ciała stałego.

Proszki gaśnicze węglanowe stosuje się do gaszenia pożarów grupy B i C. Natomiast proszki fosforanowe mogą być stosowane do gaszenia pożarów wszystkich grup, za wyjątkiem pożarów grupy D (metali), przy których stosuje się proszki specjalne (jedyne skuteczny środek gaśniczy w tym przypadku).

## 2.5. HALONY

Halony to węglowodory, w których atomy wodoru wymienione zostały częściowo lub całkowicie na atomy chlorowców, takich jak: fluor, chlor i brom. Są to ciecze niepalne, charakteryzujące się niską temperaturą wrzenia, małym ciepłem właściwym i ciepłem parowania. Pary halonów posiadają dużą gęstość względem powietrza, są od niego ok. pięciokrotnie cięższe.

Halony łatwo przechowuje się w stanie skroplonym w butlach. Prężność par najczęściej stosowanego do celów gaśniczych bromku etylu wynosi w temperaturze  $0^{\circ}\text{C}$  – 0,016 bar, w temperaturze  $+20^{\circ}\text{C}$  – 0,038 bar, a  $+40^{\circ}\text{C}$  – 0,08 bar.

Pod wpływem temperatury następuje odparowanie halonu z jednoczesnym wydzielaniem aktywnych chlorowców, które łącząc się z wolnymi atomami i rodnikami, przerywają ogniwa reakcji łańcuchowej procesu spalania. Niezależnie od działania inhibicyjnego, halon działa rozcieńczająco wypierając tlen ze strefy spalania. Wymagane stężenie gaśnicze wynosi średnio 5% objętości par halonów w powietrzu, co mniej więcej odpowiada ok. 250 g halonu na  $1\text{ m}^3$  chronionej kubatury pomieszczenia.

Halony z dużą skutecznością mogą być stosowane do gaszenia pożarów grupy A, B i C. Nadają się wszędzie tam, gdzie środek gaśniczy nie może niszczyć urządzeń i przedmiotów – a więc urządzeń elektronicznych i precyzyjnych, dzieł sztuki, archiwów, a także wszelkich urządzeń pod napięciem. Natomiast w pewnych warunkach mogą wykazywać szkodliwe działanie na organizm ludzki, szczególnie w zamkniętych pomieszczeniach. W wysokich temperaturach działają korozyjnie na niektóre metale. Wytwarzać się może wtedy trujący gaz – fosgen.

Z uwagi na niszczenie powłoki ozonowej przez chlorowce, halony zostały wycofane z produkcji, a w roku 2000 powinny być całkowicie wycofane z eksploatacji. Prowadzone są intensywne badania i poszukiwania dla zamienników halonów. Jednym z nich ma być wchodzący do użytku środek o nazwie HALOTRON.

## 2.6. GAZY GAŚNICZE.

Gazy gaśnicze nazywane czasami gazami obojętnymi, w normalnym ciśnieniu w granicach temperatur, jakie mogą powstać podczas pożaru, są niepalne, nie podtrzymują palenia i nie wchodzi w reakcje chemiczne z gazowymi mate-

riałami. Działanie gaśnicze gazów polega na obniżeniu stężenia tlenu (rozcieńczenie) w strefie spalania do wartości, przy której proces palenia ustaje.

Najpowszechniej używanym do celów gaśniczych gazem jest dwutlenek węgla  $\text{CO}_2$ . Stosowany jest w stałych urządzeniach gaśniczych oraz stanowi wypełnienie tzw. gaśnic śniegowych. Znajduje się tam w stanie skroplonym pod ciśnieniem od 3,5 MPa w temperaturze  $0^\circ\text{C}$  do 7,53 MPa w temperaturze  $31^\circ\text{C}$ . Powyżej temperatury  $31^\circ\text{C}$ , która dla  $\text{CO}_2$  jest temperaturą krytyczną, cały dwutlenek węgla przechodzi w stan gazowy, a ciśnienie w gaśnicy wzrasta prawie do 20,0 MPa.

Dwutlenek węgla jest gazem bez barwy i zapachu, o bardzo słabym kwaśnym zapachu. Gęstość właściwa gazu wynosi  $1,976 \text{ g/dm}^3$ , zaś gęstość względem powietrza – 1,529, czyli jest półtora razy cięższy od powietrza, co znacznie poprawia jego skuteczność jako środka gaśniczego, ponieważ w mniejszym stopniu ulatnia się z chronionych przestrzeni, tworząc dosyć trwałą warstwę izolującą. Skroplony dwutlenek węgla przybiera  $1/462$  swej objętości gazowej.

Podczas wypływu skroplonego dwutlenku węgla z butli pewna jego część została się w postaci śnieżnobiałych grudek o temperaturze  $-79^\circ\text{C}$  (stąd nazwa gaśnice i urządzenia śniegowe), która następnie przechodzi w stan gazowy z pominięciem fazy ciekłej. Zjawisko to nazywa się sublimacją albo wzlatywaniem. Ilość zestalonego dwutlenku węgla i efekt chłodzący zależy od temperatury otoczenia. W temperaturze  $15^\circ\text{C}$  przy rozładowaniu 1 kg dwutlenku węgla otrzymać można 430 g zestalonego  $\text{CO}_2$  i 570 g gazowego  $\text{CO}_2$ . Efekt chłodzący sublimacji dwutlenku węgla wynosi ok.  $340 \text{ kJ/kg}$ , co równa się 15% ciepła odparowania 1 kg wody. Podczas gaszenia efekt chłodzący ma znaczenie jedynie w pierwszej fazie pożaru, zasadnicze działanie gaśnicze to rozcieńczanie (z 1 kg skroplonego  $\text{CO}_2$  otrzymuje się  $509 \text{ dm}^3$  gazu).

W stałych urządzeniach gaśniczych mogą być ponadto używane: azot, para wodna, gazy spalinowe.

## ROZDZIAŁ 3

### PODRĘCZNY SPRZĘT GAŚNICZY

#### 3.1. RZODZAJE PODRĘCZNEGO SPRZĘTU GAŚNICZEGO.

Podręczny sprzęt gaśniczy – to przenośny sprzęt gaśniczy uruchamiany ręcznie, służący do zwalczania pożarów w początkowej ich fazie (w zarodku). Stosowany jest przede wszystkim jako wyposażenie obiektów i urządzeń. W skład podręcznego sprzętu gaśniczego wchodzi hydronetki, gaśnice, koce gaśnicze, sita kominowe. Masa (ciężar) poszczególnych jednostek sprzętu podręcznego nie powinna przekraczać 20 kg. W zakładach pracy i miejscach szczególnie niebezpiecznych mogą być stosowane przewoźne urządzenia o większej masie

tzw. agregaty gaśnicze wyposażone w koła jezdne. Minimalna ilość środka gaśniczego w agregatach gaśniczych wynosi 25 kg.

### 3.2. HYDRONETKA

Hydronetka to przenośny zbiornik wodny z wbudowaną pompą tłokową, do której podłączony jest wąż tłoczny zakończony prądowniczką. Typowa pojemność zbiornika wynosi  $10 \text{ dm}^3$ , produkowane są również zbiorniki o pojemności do  $15 \text{ dm}^3$ .

Tłok pompy przesuwany jest w pionowej rurze ssąco-tłoczącej przy pomocy wyprowadzonego ponad pokrywę zbiornika trzpienia, zakończonego uchwytem. Wodę pompuje się ruchem posuwisto – zwrotnym (góra – dół). W zależności od zastosowanej końcówki prądowniczki z hydronetki można uzyskać prąd zwarty na odległość do 7 m., lub prąd kroplisty.

Hydronetkę można również przystosować do podawania piany gaśniczej, napełniając ją wodnym roztworem środka pianotwórczego i stosując prądowniczkę pianową. Z objętości  $10 \text{ dm}^3$  tego roztworu można uzyskać  $80 \text{ dm}^3$  piany.

### 3.3. GAŚNICE

Gaśnica jest przenośnym zamkniętym zbiornikiem, w którym znajduje się środek gaśniczy. Po uruchomieniu gaśnicy, środek gaśniczy jest samoczynnie wyrzucany na skutek ciśnienia wewnętrznego. Zgodnie z przepisami w pomieszczeniach i obiektach należy używać gaśnic o masie minimum 2 kg środka gaśniczego. Natomiast na wyposażeniu samochodu osobowego powinna się znajdować gaśnica o masie 1 kg środka gaśniczego.

W eksploatacji znajduje się kilka rodzajów gaśnic, o konstrukcji uzależnionej od rodzaju środka gaśniczego. Ponadto gaśnice dzieli się na wiszące z półkolistym dnem i na stojące, w których dół zbiornika zaopatrzony jest w stopę.

**Gaśnica pianowa (GWP)** jest metalowym cylindrycznym zbiornikiem, o pojemności  $10 \text{ dm}^3$ , z wbudowaną dyszą wylotową, zakończonym zbijakiem (metalowym trzpieniem).

Tradycyjne gaśnice na pianę chemiczną wypełnione są zasadowym wodnym roztworem środka pianotwórczego. Wewnątrz gaśnicy znajduje się szklane naczynie z roztworem kwasowym. Po odwróceniu gaśnicy do góry dnem i uderzeniu zbijakiem w twarde podłoże, rozbija się naczynie z kwasem. Zmieszanie obu cieczy powoduje burzliwą reakcję chemiczną podczas której wydzielają się duże ilości dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ). Następuje spienienie cieczy i wzrost ciśnienia wewnątrz zbiornika, które wyrzuca powstałą w ten sposób pianę na odległość do kilku metrów. Gaśnice na pianę chemiczną należy zawieszać na specjalnym wieszaku przyściennym. Aktualnie są one wycofywane z produkcji i użytku ponieważ wymagania Polskich Norm nie dopuszczają stosowania gaśnic działających przez odwrócenie.

W użycie wchodzi natomiast gaśnice pianowe, z których piana jest uzyskiwana na drodze mechanicznej, o pojemności 6 lub 9 dm<sup>3</sup>. Wypełnione są one 3 – 6% wodnym roztworem środka pianotwórczego. Wewnątrz gaśnicy umieszczony jest metalowy zbiornik ciśnieniowy ze sprężonym dwutlenkiem węgla lub azotem. Przy uruchomieniu gaśnicy nie odwraca się jej jak poprzednią. Zdejmuje się zawleczkę i ręcznie wciska zbijak. Następuje przebicie płytki zabezpieczającej i wydostanie się dwutlenku węgla ze zbiorniczka do wewnątrz gaśnicy. Poprzez wzrost ciśnienia roztwór pianotwórczy jest wypychany na zewnątrz przez wąż do prądowniczki pianowej. W prądownicy następuje mieszanie się roztworu z powietrzem, w wyniku czego powstaje piana mechaniczna o niewielkiej liczbie spienienia.

Uruchomiona gaśnica pianowa rozładowuje się całkowicie i nie można przerwać jej działania. Gaśnice pianowe można stosować w zakresie temperatur +2°C do +60°C (w temperaturach ujemnych możliwość zamarznięcia płynu). W związku z tym w okresie zimowym mogą być stosowane do ochrony zamkniętych i ogrzewanych pomieszczeń.

**Gaśnica proszkowa (GP)** jest metalowym pojemnikiem wypełnionym proszkiem gaśniczym. Do wyrzucania proszku służy sprężony gaz obojętny – przeważnie dwutlenek węgla lub azot. Gaz może się znajdować w dodatkowym zbiorniku, z membraną przebijaną trzpieniem zaworu lub wypełniać gaśnicę, wytwarzając w niej stałe ciśnienie.

Mniejsze gaśnice proszkowe o masie środka gaśniczego do 2 kg, posiadają otwór wylotowy proszku zlokalizowany w górnej części korpusu w kolumnie zaworu dźwigowego szybkootwieralnego. Natomiast większe wyposażone są w przewód elastyczny wysokociśnieniowy zakończony prądowniczką.

Gaśnice proszkowe produkowane są w wielkościach od 0,5 do 12 kg. Mogą działać w zakresie temperatur zewnętrznych od – 20°C do + 60°C.

**Gaśnica śniegowa (GS)** to stalowa butla wysokociśnieniowa o wytrzymałości na ciśnienie nominalne 12,5 MPa (próbne 19 MPa). Butle napełnione są skroplonym CO<sub>2</sub> (dwutlenkiem węgla). Stosowane pojemności butli to 2 dm<sup>3</sup> (1,5 kg CO<sub>2</sub>) i 8 dm<sup>3</sup> (6 kg CO<sub>2</sub>).

W otwór w górnej części butli (szyjka) wstawiony jest zawór dźwigniowy szybkootwieralny (w dawnych typach gaśnic zawór pokretny) z rurką syfonową, doprowadzoną na odległość ok. 10 mm od dna butli. Dwutlenek węgla wyrzucany jest z butli samoczynnie przez rurkę syfonową i zawór pod ciśnieniem par unoszących się nad powierzchnią cieczy.

Do zaworu podłączony jest wąż elastyczny wysokociśnieniowy zakończony dyszą wylotową. Zarówno wąż jak i dysza, powinny być wykonane z materiałów termoizolacyjnych zapewniających, że w czasie działania gaśnicy nie ochłodzą się poniżej 0°C (temperatura gazu dochodzi do –79°C).

Gaśnice śniegowe należy chronić przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych oraz przed nagrzaniem powyżej temperatury +31°C (temperatura krytyczna).

**Gaśnica halonowa** jest cylindrycznym zbiornikiem wypełnionym pod ciśnieniem cieczą (halonem) o niskiej temperaturze parowania z oprzyrządowaniem tj. zaworem szybkozawierającym i dyszą lub krótkim wężykiem zakończonym dyszą oraz rurką syfonową wewnątrz gaśnicy. Ciecz wyrzucana jest na zewnątrz gaśnicy przez rurkę syfonową i zawór pod wpływem ciśnienia par nad jej powierzchnią. W celu zwiększenia ciśnienia wewnętrznego niektórzy producenci dodawali do gaśnic dwutlenek węgla lub sprężone powietrze. Od 2000 roku wycofane z użycia ze względu na szkodliwe oddziaływanie chlorowcopochodnych na środowisko (niszczenie powłoki ozonowej).

### 3.4. KOC GAŚNICZY

Koce gaśnicze wykonane są z tkaniny niepalnej, najczęściej włókna szklanego o powierzchni od 2 – 3 m<sup>2</sup>. Koce przechowywane są w futerałach i najczęściej zawieszane na ścianach. Służą do tłumienia pożaru w zarodku przez odcięcie dopływu powietrza do palącego się przedmiotu, po jego całkowitym przykryciu. W przypadku braku typowego koca można go zastąpić każdą inną zamoczoną płachtą, nawet częścią odzieży.

Używając koc gaśniczy należy pamiętać o zasadzie przykrywania palącego się materiału „od siebie”. W innym przypadku ratownik może ulec poparzeniu poprzez skierowanie płomieni na swoją osobę. Ponadto należy dopilnować przyduszenia obrzeży koca starając się dokładnie izolować miejsce pożaru od dostępu powietrza.

### 3.5. SITO KOMINOWE

Jest to metalowa rama o wymiarach 0,6 x 0,6 wypełniona metalową siatką o oczkach ok. 3 x 3 mm. Pomimo, że jest zaliczane do sprzętu podręcznego, nie stanowi wyposażenia obiektów i jest przewożone na samochodach gaśniczych.

Sito kominowe służy do gaszenia palącej się sadzy w kominie. Nałożone na komin uniemożliwia wydobywanie się iskier i płatów palącej się sadzy, stwarzających zagrożenie dla otoczenia. Powoduje zmniejszenie się ciągu kominowego, a tym samym zmniejszenie intensywności palenia się sadzy. Sito można zastąpić mokłą tkaniną. Palącej się sadzy w kominie nie można gasić wodą, gdyż gwałtowne oziębienie ścian i parowanie wody może spowodować pęknięcie komina i w konsekwencji rozprzestrzenienie się ognia wewnątrz obiektu.

### 3.5. AGREGATY GAŚNICZE.

Ogólnie można powiedzieć, że agregat gaśniczy jest większą gaśnicą. Zasadniczą częścią jest zbiornik cylindryczny, zbudowany podobnie jak zbiorniki gaśnic, tylko o większej pojemności. Ze względu na znaczny ciężar zbiorniki

umieszczane są na podwoziach jezdnych dwu lub trójkołowych. Podawanie środka gaśniczego odbywa się poprzez wężyk elastyczny i prądownice.

*Agregaty mogą być:*

- pianowe AWP o pojemności od 25 do 150 dm<sup>3</sup> (przeważnie na pianę mechaniczną)
- proszkowe AP o zawartości od 25 do 750 kg proszku,
- śniegowe AS o zawartości od 30 kg (1 butla) do 120 kg (4 butle) dwutlenku węgla,
- halonowe AH o objętości od 25 do 100 dm<sup>3</sup> (wycofane z użytku).

### **3.7. ZASADY STOSOWANIA I KONSERWACJI PODRĘCZNEGO SPRZĘTU GAŚNICZEGO.**

Stosowany do wyposażenia obiektów i urządzeń podręczny sprzęt gaśniczy określony w przepisach przeciwpożarowych, a więc: hydronetki, gaśnice i koce gaśnicze powinien posiadać certyfikat zgodności wyrobów służących do ochrony przeciwpożarowej, wydany przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie koło Otwocka. Numer certyfikatu powinien być umieszczony na etykiecie przedmiotowego sprzętu.

Sprzęt powinien być poddawany badaniom technicznym zgodnie z zasadami określonymi w odrębnych przepisach, Polskich Normach i instrukcjach obsługi. Czynności konserwacyjne należy przeprowadzać nie rzadziej niż na rok, a ich częstotliwość i zakres powinien być zgodny z instrukcją obsługi ustaloną przez producenta. Przegląd, konserwacja i naprawa sprzętu mogą być wykonywane przez osoby posiadające pisemne upoważnienie wystawione przez producenta. Gwarancją sprawności podręcznego sprzętu gaśniczego jest plomba założona przez konserwatora. Fakt odbycia czynności konserwacyjnych powinien być udokumentowany na specjalnej etykiecie z następującą informacją: imię i nazwisko konserwatora, data ostatniego badania, data kolejnego badania.

Konstrukcja podręcznego sprzętu gaśniczego, ciężar i sposób uruchamiania umożliwia jego użycie przez osoby dorosłe nie posiadające przeszkolenia specjalistycznego pod warunkiem, że zapoznały się z instrukcją obsługi, która powinna być umieszczona przez producenta na trwałych etykietach sprzętu. Na etykiecie ponadto powinny być oznaczone grupy pożarów do jakich można używać gaśnicę.



## ROZDZIAŁ 4

### URZĄDZENIA PRZECIWPOŻAROWE

#### 4.1. WPROWADZENIE

Urządzeniami przeciwpożarowymi nazywa się instalacje lub obiekty związane z chronionymi budynkami, terenami lub urządzeniami technologicznymi, wykonywane na podstawie wymagań przeciwpożarowych lub w wyniku analizy zagrożenia pożarowego, a służące do:

- zapewnienia skutecznych środków alarmowania straży pożarnych i innych jednostek jak automatyczne urządzenia sygnalizacji pożarowej i urządzenia monitoringu zakładów lub obiektów,
- gaszenia pożarów na bazie zgromadzonych środków gaśniczych – stałe urządzenia gaśnicze lub ułatwiające podanie środków gaśniczych przy użyciu sprzętu jednostek straży pożarnych – półstałe urządzenia gaśnicze,
- stworzenia warunków do prowadzenia działań gaśniczych – urządzenia i obiekty przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego i dojazdu pożarowe,
- ułatwiający prowadzenie działań ratowniczych i ewakuacji – stałe drabiny przeciwpożarowe, urządzenia do usuwania dymów i gazów pożarowych,
- zapewnienia warunków skutecznego ratownictwa ludzi i mienia – dźwigi pożarowe, drabiny i zewnętrzne schody ewakuacyjne, rękawy ratownicze oraz inny sprzęt do ratownictwa z wysokości.

Budowa i sposób wykonywania urządzeń przeciwpożarowych może wynikać z przepisów przeciwpożarowych i Polskich Norm dotyczących ochrony przeciwpożarowej albo ustaleń organów przeciwpożarowych. Są to urządzenia służące wyłącznie ochronie przeciwpożarowej jak: instalacja sygnalizacyjno-alarmowa, stałe i półstałe urządzenia gaśnicze, urządzenia ułatwiające prowadzenie działań gaśniczych, urządzenia i obiekty przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego, sprzęt do ratowania z wysokości. Takie urządzenia stanowią integralną część techniki pożarniczej. Ich stosowanie wymaga uzyskania certyfikatu zgodności wyrobu z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej, wydawanego przez CNBOP w Józefowie.

Pozostałe urządzenia są budowane lub instalowane jako urządzenia służące innym celom, które mogą być wykorzystane do celów przeciwpożarowych po spełnieniu określonych warunków lub zostały zastosowane jako urządzenia zastępcze w przypadkach niemożności zapewnienia warunków określonych przepisami np. stworzenia wymaganych warunków ewakuacyjnych (zewnętrzne schody ewakuacyjne). Sposób ich wykonania wynika z różnorodnych przepisów i ustaleń producentów oraz użytkowników. Mogą być stosowane na zasadzie dobrowolności np. monitoring zakładów lub w wyniku obowiązujących przepisów (dźwigi pożarowe w budynkach wysokościowych i wysokich).

## 4.2. AUTOMATYCZNE URZĄDZENIA SYGNALIZACJI POŻAROWEJ

Automatyczne urządzenia sygnalizacji pożarowej nazywane instalacją sygnalizacyjno-alarmową są urządzeniami elektrycznymi służącymi do możliwie wczesnego wykrywania i przekazywania informacji o pożarze (czujki pożarowe) lub przesyłania sygnałów o zauważonych pożarach przez ludzi (ręczne ostrzegacze pożarowe).

*Ponadto może być w powiązaniu z innymi urządzeniami wykorzystana do:*

- zaalarmowania sygnałami akustycznymi lub optycznymi bądź też jednocześnie jednymi i drugimi, ludzi przebywających w obiektach, w których powstał pożar lub zagrożenie pożarowe,
- zdalnego uruchomienia samoczynnie działających urządzeń przeciwpożarowych,
- zdalnego wyłączenia zasilania elektrycznego urządzeń elektrycznych, maszyn, wentylatorów, transporterów itp.,
- samoczynnego uruchamiania urządzeń oddymiających i przewietrzających,
- uruchomienia systemów rozgłoszeniowych alarmu pożarowego i ewakuacji.

*Instalacja sygnalizacyjno – alarmowa składa się z:*

- centrali sygnalizacji pożarowej,
- kablowych obwodów wykrywania (dozorowania), podłączonych do centrali,
- zamontowanych na obwodach wykrywania czujek pożarowych i ręcznych ostrzegaczach pożarowych (przyciskach alarmowych),
- zasilacza urządzeń sygnalizacji pożarowej.

Urządzenie uruchamia się na skutek zmian w przepływie prądu elektrycznego, spowodowanych automatycznie przez czujki pożarowe lub na skutek naciśnięcia przycisku alarmowego.

*Centrala sygnalizacji pożarowej jest urządzeniem elektronicznym, które służy do:*

- odbioru sygnałów od przyłączonych czujek,
- sprawdzenia, czy odebrane sygnały są sygnałami alarmu pożarowego,
- uruchomienia akustycznych sygnałów alarmowych,
- wyświetlenia informacji, z którego obwodu wykrywania pochodzi sygnał oraz czy to jest pożar, czy uszkodzenie,
- wskazania miejsca zagrożenia,
- przesyłania sygnału alarmu pożarowego do stanowiska kierowania straży pożarnej, z którym musi być obowiązkowo połączona.

W zależności od zastosowanego systemu zabezpieczeń przeciwpożarowych centrala może ponadto przysyłać sygnały do: centrali sterujących urządzeniami gaśniczymi, centrali sterujących urządzeniami oddymiającymi i przewietrzającymi, sterowników wyłączających urządzenia elektroenergetyczne, optycznych i akustycznych sygnalizatorów alarmu.

Centrala instalacji sygnalizacyjno-alarmowej powinna być zlokalizowana w miejscu przebywania stałego nadzoru np. portiernia, recepcja, a w przypadku braku stałego dozoru w pomieszczeniu łatwo dostępnym dla zaalarmowanych jednostek ochrony przeciwpożarowej.

Obwody wykrywania (dozorowania) mogą obejmować: jedno lub kilka urządzeń, jedno lub kilka pomieszczeń, kondygnację budynku lub cały budynek. Ilość obwodów wykrywania oraz ich zasięg uzależniona jest od istniejących warunków możliwości dokładnego zlokalizowania miejsca powstania pożaru przez osoby z dozoru zakładu lub obiektu, a w przypadku braku stałego dozoru przez alarmowane jednostki ochrony przeciwpożarowej. Na obwodach wykrywania instaluje się czujki pożarowe i ręczne ostrzegacze pożarowe.

Czujkami pożarowymi nazywa się elementy instalacji sygnalizacyjno-alarmowej zawierające czujniki rozpoznające określone parametry pożarowe, fizyczne lub chemiczne, oraz przekazywania odpowiednich sygnałów do centrali sygnalizacji pożarowej. Czujki montuje się w specjalnych gniazdach przeważnie w przestrzeni podsufitowej.

*Stosowane są następujące typy czujek:*

- czujki temperatury, których zadziałanie następuje w wyniku wzrostu temperatury w otoczeniu czujki; czujnikiem są specjalne stopy metali, zmieniające pod wpływem określonej temperatury swoje rozmiary lub kształty, co powoduje zmianę odporności elektrycznej bądź zwarcia,
- czujki dymu, których zadziałanie następuje, gdy w powietrzu pojawiają się produkty spalania lub rozkładu termicznego (zawiesiny).

*Czujki dymu dzielone są następująco:*

- jonizacyjne czujki dymu, w których zadziałanie następuje w wyniku oddziaływania produktów spalania na wartość prądu w komorze jonizującej; czynnikiem jonizującym są przeważnie izotopy pierwiastków promieniotwórczych takich jak polon, ameryk,
- optyczne czujki dymu, których zadziałanie następuje pod wpływem produktów spalania, które powodują pochłanianie lub rozpraszanie światła w widzialnym, podczerwonym lub ultrafioletowym zakresie widma promieniowania elektromagnetycznego,
- czujki gazu, których zadziałanie następuje w wyniku obecności gazowych produktów spalania lub termicznego rozkładu,
- czujki płomieni, których zadziałanie występuje pod wpływem zadziałania płomienia.

*W zależności od sposobu reagowania na mierzony parametr wszystkie typy czujek podzielić można na:*

- czujki nadmiarowe, których zadziałanie następuje z chwilą, gdy mierzony parametr przekracza określoną wartość w dostatecznie długim okresie czasu,
- czujki różnicowe, które analizują parametr w dwu lub kilku miejscach; zadziałanie ich następuje, gdy różnica mierzonych parametrów przekracza określoną wartość w dostatecznie długim okresie czasu,
- czujki różniczkowe, których zadziałanie następuje wówczas, gdy prędkość zmiany mierzonego parametru przekracza określoną wartość w dostatecznie długim okresie czasu.

Ręczne ostrzegacze pożarowe nazywane również przyciskami alarmowymi są elementami działającymi na zasadzie podobnej jak przyciskowe wyłączniki urządzeń elektronicznych (komputery, telewizory). W instalacjach sygnalizacyjno-alarmowych montowane są w postaci obudowanej skrzynki na ścianach przeważnie przy klatkach schodowych i wyjściach z pomieszczeń. Zewnętrzną powierzchnię stanowi szybka szklana pod którą na białym tle widoczny jest czerwony przycisk. Użycie ostrzegacza ręcznego polega na zbitciu szybki i naciśnięciu przycisku.

#### **4.3. STAŁE I PÓLSTAŁE URZĄDZENIA GAŚNICZE.**

Stałe urządzenia gaśnicze są to urządzenia związane na stałe z chronionym obiektem, zawierające własny zapas środka gaśniczego, wyposażone w układ przechowywania i podawania środka gaśniczego, uruchamiane automatycznie lub ręcznie we wczesnej fazie rozwoju pożaru.

Półstałe urządzenia gaśnicze są to również urządzenia związane na stałe z chronionym obiektem będące instalacją do podawania środka gaśniczego bezpośrednio do miejsca powstania pożaru przy użyciu sprzętu straży pożarnych głównie pomp. Środek gaśniczy może być magazynowany w pobliżu urządzenia lub dowożony.

*W zależności od zastosowanego środka gaśniczego, urządzenia gaśnicze dzielą się na:*

- wodne,
- pianowe,
- na gazy obojętne,
- proszkowe,
- halonowe,
- aerozolowe, (w Polsce brak informacji oraz wytycznych dotyczących tych urządzeń).

### 4.3.1. URZĄDZENIA GAŚNICZE WODNE.

*Zgodnie z nazwą środkiem gaśniczym rozprowadzanym przez wodne stałe lub półstałe urządzenia gaśnicze jest woda. Zalicza się do nich:*

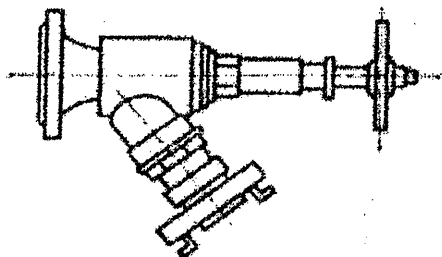
- instalacja wodociągowa przeciwpożarowa,
- urządzenie tryskaczowe,
- urządzenie zraszaczowe,
- zasłony wodne,
- stałe gaśnicze działka wodne,
- suche piony.

#### 4.3.1.1. INSTALACJA WODOCIĄGOWA PRZECIWPÓŻAROWA.

Instalacja wodociągowa przeciwpożarowa (nazywana dawniej: instalacją wodociągową wewnętrzną przeciwpożarową) jest to nawodniona lub sucha instalacja wewnątrz budynku, w której za pomocą hydrantów wewnętrznych lub zaworów hydrantowych pobierać można wodę do gaszenia pożaru. Instalację wykonuje się w budynkach i obiektach określonych w Polskiej Normie. Instalację wykorzystywać można wyłącznie do celów przeciwpożarowych, głównie w budynkach wysokich i wysokościowych lub wykorzystywać instalację wodociągową do celów sanitarnych, gospodarczych lub technologicznych.

**Zaworem hydrantowym** nazywa się zawór zaporowy umieszczony na instalacji wodociągowej wyposażony w nasadę pożarniczą umożliwiającą podłączenie węży pożarniczych. Zawory hydrantowe stosowane są w budynkach wysokich i wysokościowych, a przewidziane przede wszystkim do wykorzystania przez straże pożarne.

**Hydrant wewnętrzny** jest to obudowany zespół (w zamykanej szafce lub wnęce) składający się z zaworu hydrantowego, węża pożarniczego i prądownicy wodnej. Hydranty wewnętrzne są przewidziane do gaszenia pożaru w jego pierwszej fazie, przez osoby przebywające w chronionych pomieszczeniach.



Rys. 4. Zawór hydrantowy ścienny

Zawory hydrantowe i hydranty wewnętrzne nazywa się również punktami poboru wody do celów przeciwpożarowych. Stosowane są zawory hydrantowe i hydranty wewnętrzne 52 oraz hydranty wewnętrzne 25. Liczby 52 i 25 określają średnice nasady pożarniczej.

Instalacja nawodniona to taka, w której wszystkie przewody dostarczające wodę do hydrantów wewnętrznych lub zaworów hydrantowych są stale wypełnione wodą. Natomiast instalacja sucha jest nawadniana tylko w przypadku konieczności poboru wody do gaszenia pożaru. Może być stosowana w nie ogrzewanych budynkach lub ich częściach, w których jest konieczne stosowanie instalacji wodociągowej przeciwpożarowej.

*Przewody zasilające instalacji powinny być prowadzone:*

- jako piony w klatkach schodowych lub przy klatkach schodowych,
- jako sieć obwodowa w budynkach jednokondygnacyjnych o powierzchni strefy pożarowej przekraczającej 3000 m<sup>2</sup>.

Średnice przewodów zasilających ustala się na podstawie obliczeń, przyjmując, że wydajność minimalna hydrantów wewnętrznych 52 i zaworów hydrantowych 52 powinna wynosić 2,5 dm<sup>3</sup>/s, a hydrantów wewnętrznych 25 – 1,0 dm<sup>3</sup>/s przy ciśnieniu w punkcie poboru co najmniej 0,2 MPa. Należy przy tym uwzględnić jednoczesność poboru z dwóch sąsiednich hydrantów lub zaworów, usytuowanych najniekorzystniej pod względem hydraulicznym (położonych najwyżej lub najdalej od miejsca zasilania instalacji). W przypadkach określonych w Polskiej Normie zakłada się jednoczesny pobór wody z czterech sąsiednich hydrantów.

*Minimalne średnice przewodów, na których instaluje się hydranty zewnętrzne i zawory hydrantowe powinny wynosić:*

- DN 25 – hydranty 25,
- DN 50 – hydranty 52,
- DN 80 – zawory hydrantowe 52 na nawodnionych pionach w budynkach wysokich i wysokościowych.

Instalację wodociągową przeciwpożarową zasilą się z sieci wodociągowej zewnętrznej lub pompowni przeciwpożarowej czerpiącej wodę ze zbiornika lub sieci wodociągowej. Dopuszcza się pobór wody z przeciwpożarowego zbiornika krytego oraz zbiorników zasilających stałe urządzenia gaśnicze.

*Instalacja wodociągowa w budynkach wysokich i wysokościowych powinna być zasilana:*

- z pompowni czerpiącej wodę ze zbiornika pośredniego zlokalizowanego w podziemnych lub parterowych częściach budynku albo w jego bezpośrednim sąsiedztwie,

- ze zbiornika zlokalizowanego na najwyższej kondygnacji i budynku lub na tarasie znajdującym się nad najwyższą kondygnacją.

*Instalacja zasilana z sieci wodociągowej powinna mieć co najmniej podwójne zasilanie w przypadku gdy:*

- liczba pionów w budynku jest większa niż trzy,
- na sieci obwodowej znajduje się więcej niż pięć hydrantów.

Jeżeli ciśnienie w sieci wodociągowej nie zapewnia ciśnienia nominalnego 0,2 MPa w punkcie poboru, położonym najniekorzystniej ze względu na wysokość i opory hydrauliczne, należy lokalnie podnieść ciśnienie wody przez pompownię, urządzenie hydroforowe lub inne o podobnym działaniu.

*Hydranty wewnętrzne i zawory hydrantowe umieszcza się w miejscach łatwo dostępnych, możliwie przy drogach komunikacji ogólnej, tak aby w ich zasięgu znajdowało się każde miejsce w chronionym budynku lub jego części. Polska Norma ustala następujący nominalny zasięg poziomy:*

- **hydrantu wewnętrznego i zaworu hydrantowego 52:**
  - 30 m, z zastosowaniem jednego odcinka węża o długości 20 m,
  - 50 m, z zastosowaniem dwóch odcinków węży o długości po 20 m każdy,
- **hydrantu wewnętrznego 25:**
  - 25 m, z zastosowaniem jednego odcinka węża o długości 15 m,
  - 40 m, z zastosowaniem dwóch odcinków węży o długości po 15 m każdy.

Zawory powinny być instalowane na wysokości 1,35 m od poziomu podłogi, a nasada tłoczna skierowana do dołu. Przed hydrantem lub zaworem powinna być dostateczna przestrzeń do rozwinięcia linii gaśniczej. Hydranty wewnętrzne i zawory hydrantowe powinny być oznakowane.

#### **4.3.1.2. URZĄDZENIA TRYSKACZOWE.**

Urządzenie tryskaczowe jest to specjalne automatycznie uruchamiane wodne urządzenie gaśnicze związane na stałe z chronionym obiektem, przeznaczone do samoczynnego gaszenia pożarów i dysponujące w tym celu odpowiednim zapasem wody oraz urządzeniami służącymi do odprowadzenia tej wody do chronionego obiektu. Urządzenie to może pełnić jednocześnie funkcje urządzenia alarmowego. Zastosowanie urządzenia tryskaczowego nazywa się niekiedy otryskaczowaniem obiektów.

*Urządzenia tryskaczowe składają się z:*

- tryskaczy – zarówno wyposażonych w zamknięcia grzybkowe z zamkiem, rozpadającym się pod działaniem ciepła w temperaturze znamionowej oraz rozpryskiwacz, który rozbija wypływający strumień na krople,
- przewodów rozprowadzających – rurociągi, na których ustawione są (za-montowane) tryskacze,
- przewodów rozdzielczych – rurociągi doprowadzające wodę do przewodów rozprowadzających,
- stanowiska kontrolno-alarmowego – zaworu kontrolno-alarmowego z pełnym osprzętem, który zapewnia uruchomienie urządzenia alarmowego, przeprowadzenie kontroli stanu gotowości działania sekcji tryskaczowej, odwodnienia instalacji,
- przewodu dla straży pożarnych o średnicy DN 100, mającego co najmniej dwie nasady tłoczne 75,
- przewodów zasilających – rurociągi doprowadzające wodę do zaworu kontrolno-alarmowego,
- źródła wody.

### **Sieć tryskaczowa.**

Układ przewodów rozdzielczych i rozprowadzających wraz z tryskaczami, nazywa się siecią tryskaczową. Sieci tryskaczowe wykonuje się jako podstropowe – przewody rozprowadzające i tryskacze umieszczone są pod stropem pomieszczenia lub wielopoziomowe - tryskacze montowane na poziomach o różnej wysokości od podłogi.

Część sieci tryskaczowej zasilanej z jednego zaworu kontrolno-alarmowego stanowi sekcję tryskaczową.

*Rozróżnia się dwa rodzaje sekcji tryskaczowych:*

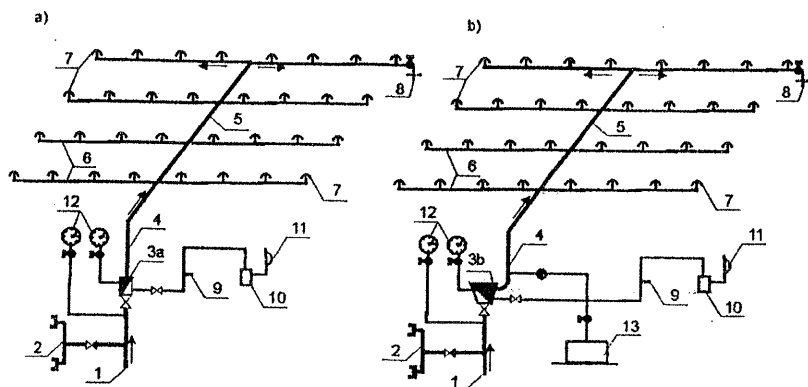
- wodna o przewodach stale wypełnionych wodą pod ciśnieniem,
- powietrzna o przewodach stale wypełnionych sprężonym powietrzem i wypełniających się wodą dopiero po otwarciu jednego tryskacza.



**Rys. 5. Schemat sekcji tryskaczowej:**

**a) systemu wodnego,**

**b) systemu powietrznego**



1- przewód zasilający; 2 - przewód dla straży pożarnej; 3a - zawór kontrolno-alarmowy wodny; 3b - zawór kontrolno - alarmowy powietrzny; 4 - główny przewód rozdzielaczy; 5 - przewody rozdzielacze, 6 - przewody rozprowadzające, 7- tryskacze, 8 - zawór kontrolny DN 20, 9 - połączenie do elektrycznego urządzenia alarmowego; 10 - turbinka wodna; 11 - dzwon alarmowy, 12 - manometry kontrolne; 13 - sprężarka powietrzna.

Przewody sieci tryskaczowej wykonuje się z rur stalowych łączonych na gwinty przy średnicach do DN 100, a większych średnic łączonych na kołnierze lub spawanych. Na końcu najniekorzystniej położonego przewodu rozprowadzającego każdej sekcji tryskaczowej należy zainstalować zawór odcinający o średnicy DN 20, do napowietrzania i odpowietrzania sekcji oraz do sprawdzania zaworu kontrolno-alarmowego.

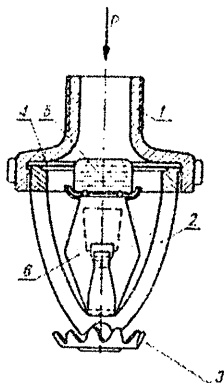
Do przewodu rozprowadzającego zasilanego jednostronnie może być przyłączone maksimum 8 tryskaczy, a do przewodu zasilanego dwustronnie 16 tryskaczy.

### **Tryskacze.**

W urządzeniach tryskaczowych zastosowanie mają różne typy tryskaczy. Wszystkie one wywodzą się od klasycznego tryskacza typu Grinnela. Od swojego pierwowzoru mogą się różnić kształtem, rodzajem i położeniem zamka (boczne), budową grzybka, rodzajem i kształtem rozpryskiwacza. Ogólne zasady budowy są we wszystkich typach podobne.

**Rys. 6. Klasyczny tryskacz typu Grinnela.**

Rys. 6. Klasyczny tryskacz typu Grinnela.



- 1) obsada tryskacza,
- 2) strzemię,
- 3) rozpryskiwacz,
- 4) przepona,
- 5) grzybek szklany,
- 6) zamek.

Zasada działania tryskacza jest następująca. Obsada tryskacza wkręcana jest w system rurociągów, znajdujących się stale pod ciśnieniem wody (lub powietrza). Grzybek dociskany jest do przepony z siłą znacznie wyższą niż siła ciśnienia od strony rurociągu. Docisk jest stały, wynika z wkręcania strzemion w obsadę i zapewniony jest sztywnością zamka. Zamek jest trzyczęściowym elementem, zlutowanym łatwo topliwym stopem. Dla najczęściej stosowanej temperatury znamionowej czyli  $68^{\circ}\text{C}$  – skład lutu jest następujący: bizmut (Bi) 50%, ołów (Pb) 26,7%, cynk (Zn) 13,3%, kadm (Cd) 10%.

Łatwo topliwą stop ma jednak zasadniczą wadę. Stwierdzone, że szybko ulega starzeniu i lut traci swoją wytrzymałość, co prowadziło do niekontrolowanego otwierania się tryskaczy. W związku z tym ustalono, że lutowane zamki należy wymieniać co 5 lat.

Zamki lutowane zastępuje się zamkami ze szkła kwarcowego w postaci ampułki wypełnionej cieczą o dużym współczynniku rozszerzalności cieplnej. W temperaturze znamionowej następuje rozerwanie ampułki. Zamki szklane posiadają mniejszą bezwładność cieplną od lutowanych, tzn., że szybciej nagrzewają się przez co tryskacz w warunkach pożaru szybciej otwiera. Kształt ampułki eliminuje konieczność stosowania oddzielnych grzybków.

W czasie pożaru unoszące się do góry gorące gazy powodują w otoczeniu tryskacza wzrost temperatury, a z chwilą gdy osiągnie ona wartość znamionową, zamek rozpada się, grzybek zostaje wypchnięty z siedliska przepony, woda wypływa pod ciśnieniem i rozbijając się o rozpryskiwacz zrasza określoną powierzchnię podłogi (materiałów). Równocześnie pod wpływem przepływającej wody zawór kontrolno-alarmowy uruchamia urządzenia alarmowe. Jeżeli pomimo tego pożar w dalszym ciągu rozprzestrzenia się, wzrost temperatury w otoczeniu innych tryskaczy powoduje ich zadziałanie.

Temperatura znamionowa tryskacza powinna być wyższa o ok.  $30^{\circ}\text{C}$  od maksymalnej temperatury mogącej wystąpić w pomieszczeniach, w których try-

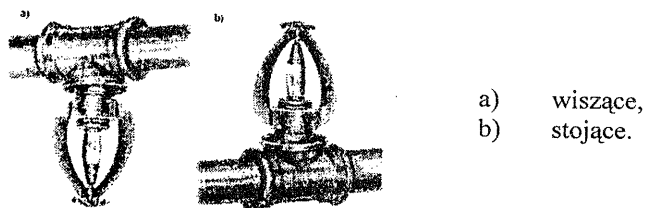
skacze są zainstalowane. Dla odróżnienia tryskaczy o różnych temperaturach znamionowych, obsada tryskaczy malowana jest na różne kolory, a w tryskaczach o zamkach szklanych barwiona jest ciecz wypełniająca ampułkę. Typowy szereg temperatur znamionowych oraz ich oznaczenie kolorami przedstawia się następująco: 57°C pomarańczowy, 68°C niemalowane (w tryskaczach z zamkami szklanymi ciecz barwiona na czerwono), 80°C żółty, 93°C zielony, 140°C niebieski, 182°C fioletowy, 227°C czarny.

*Istotną cechą tryskacza jest jego czułość określona przez wskaźnik czasu zadziałania, nazywana dawniej bezwładnością cieplną zamka. Według czułości tryskacze dzieli się na:*

- normalnego reagowania – RTI 80 do 160 (m s)<sup>1/2</sup>,
- specjalnego reagowania – RTI 50 do 80 (m s)<sup>1/2</sup>,
- szybkiego reagowania – RTI do 50 (m s)<sup>1/2</sup>.

Tryskacze należy ustawiać jako stojące pionowo rozpryskiwaczami do góry. Ustawienie tryskaczy wiszących, pionowo w dół, dopuszczalne jest tylko w urządzeniach tryskaczowych wodnych oraz w uzasadnionych przypadkach w urządzeniach tryskaczowych powietrznych.

**Rys. 7. Sposób ustawiania tryskaczy na przewodach rozprowadzających:**



Przy wyborze rodzaju tryskaczy należy uwzględnić geometrię chronionych przestrzeni, warunki budowlane, ciśnienie w sieci tryskaczowej, wymagane ilości wody, a także uwarunkowania dotyczące występujących temperatur i oddziaływania korozyjnego. Rodzaje tryskaczy określone przez Polską Normę oraz maksymalne wielkości powierzchni chronionej przez jeden tryskacz podano w tablicy.

Rzeczywista powierzchnia zraszania tryskacza jest większa niż określona w Polskiej Normie. W przypadku tryskacza klasycznego ma kształt koła o średnicy 8 do 9 m (powierzchnia 50÷63m<sup>2</sup>). Ponieważ jednak nie można uzyskać równomiernego zraszania na tej powierzchni normatywnie ustala się maksymalną powierzchnię zraszania.

Parametry działania tryskacza, a przede wszystkim stała wypływu K powinny być podane przez producenta i potwierdzone w2 certyfikacie zgodności

wyrobu służącego ochronie przeciwpożarowej wydanym przez CNBOP w Józefowie.

Wymaganą wydajność tryskacza ustala się na podstawie maksymalnie chronionej powierzchni i minimalnej intensywności zraszania chronionej przestrzeni. Osiągana wydajność wynika ze stałej wypływu K i ciśnienia na dopływie do tryskacza. Zaleca się stosowanie tryskaczy o stałej wypływu K od 57,8 do 115. Ciśnienie pod dyszą tryskacza należy przyjmować nie niższe niż 0,5 bar oraz nie wyższe niż 5 bar.

Rodzaj	Średnica nominalna otworu tryskacza	Maksymalna powierzchnia chroniona przy intensywności zraszania mm/min							
		2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	>17,5
Tryskacze klasyczne	10	9							
	15		9	9	9	9			
Tryskacze rozpylające	10	21							
	15		12	9	9	9			
	20				9	9	9	9	9
Tryskacze rozpylające o płaskim strumieniu	10	21							
	15		12	9	9				
Tryskacze przyścienne <sup>1)</sup>	10	15							
	15		12	9	9	9			

<sup>1)</sup> rozpryskiwanie wody tylko w trzech kierunkach np. z łopatką boczną zamiast rozpryskiwacza okrągłego.

Rozstawienie tryskaczy wynika z wielkości chronionej powierzchni i rodzaju tryskaczy.

*Maksymalne odległości pomiędzy tryskaczami, mierzone w poziomie są określone w Polskiej Normie i wynoszą:*

Powierzchnia chroniona w m <sup>2</sup>	Maksymalna odległość pomiędzy tryskaczami w m			
	9	12	15	21
Tryskacze klasyczne	3,75			
Tryskacze rozpylające	3,75	4,00	4,25	4,50
Tryskacze przyścienne	2,50	3,50	4,50	

Natomiast minimalna odległość pomiędzy tryskaczami wszystkich rodzajów wynosi 1,50 m.

Tryskacze powinny być tak rozstawione, aby rozdział wody nie był zakłócony przez przeszkody. Odległość tryskaczy od urządzeń lub składowanych materiałów, mierzona w pionie, w dół od rozpryskiwaczy, powinny wynosić co najmniej 0,3 m dla tryskaczy rozpylających o płaskim strumieniu rozproszonej

wody i 0,5 m od pozostałych tryskaczy. Odległości tryskaczy od podłogi, z wyłączeniem tryskaczy zainstalowanych w sieci wielopoziomowej, nie powinny przekraczać 15 m. Dopuszcza się większe odległości, pod warunkiem, że sprawdzona została skuteczność działania urządzenia tryskaczowego przy tych odległościach.

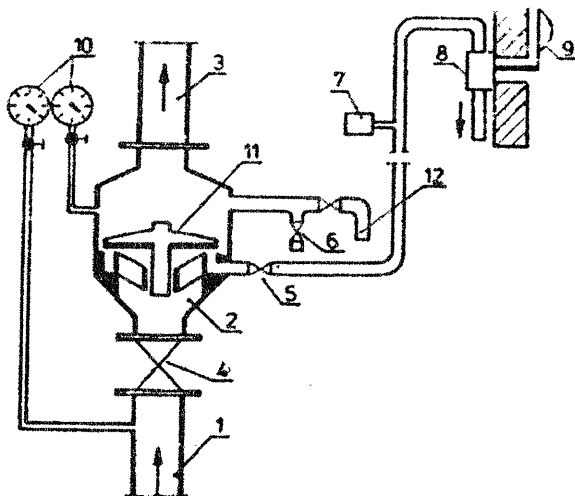
*Normowane są również odległości od stropów, sufitów i dachów w zależności od rodzaju tryskaczy:*

	Odległość Minimalna	Odległość maksymalna	
		Wykonanych z materiałów palnych	Wykonanych z materiałów niepalnych
Tryskacz klasyczny	75 mm	300 mm	450 mm
Tryskacz rozpylający	20 mm	300 mm	450 mm
Tryskacz przyścienny	100 mm	nie dopuszcza się	300 mm

#### **Zawory kontrolno – alarmowe.**

Zawór kontrolno – alarmowy jest zaworem zwrotnym dostosowanym konstrukcyjnie do obsługi sekcji tryskaczowej, umożliwiający podłączenie przewodów alarmowych, kontrolnych i odwadniających. Stosowane są zawory o średnicach nominalnych DN 100 i DN 150 o odmiennej konstrukcji dla sekcji tryskaczowych wodnych i powietrznych.

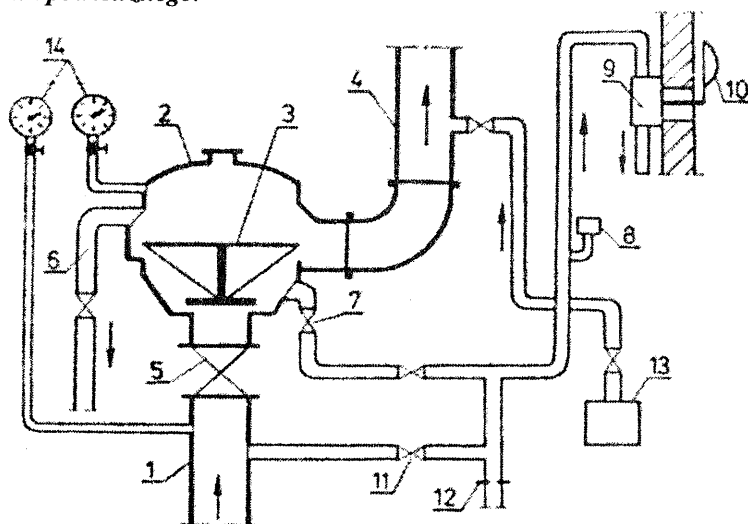
**Rys. 8. Schemat stanowiska kontrolno – alarmowego dla sekcji tryskaczowej systemu wodnego.**



1- przewód zasilający, 2- zawór kontrolno-alarmowy wodny, 3- główny przewód rozdzielczy, 4- zawór odcinający, 5- zawór do wyłączania urządzeń alarmowych, 6- zawór do próby alarmu, 7- elektryczne urządzenie alarmowe, 8- turbinka wodna, 9-dzwon alarmowy, 10- manometry kontrolne, 11- grzybek z uszczelką, 12- przewód spustowy do odwodnienia sieci tryskaczowej.

W stanie gotowości systemu wodnego, woda pod ciśnieniem wypełnia przestrzeń nad grzybkim i pod nim, przy czym grzybek zamyka otwór prowadzący do urządzenia alarmowego. Z chwilą otwarcia się tryskacza ciśnienie pod grzybkim spada, pod wpływem tarcia wody od dołu grzybek podnosi się dając wolną drogę dla przepływu wody do sieci tryskaczowej i jednocześnie otwiera otwór, którym woda wpływa do przewodu prowadzącego do urządzeń alarmowych.

**Rys. 9. Schemat stanowiska kontrolno – alarmowego dla sekcji tryskaczowej systemu powietrznego.**



1- przewód zasilający, 2- zawór kontrolno-alarmowy powietrzny, 3- grzybek z dwiema tarczami, 4- główny przewód rozdzielczy, 5- zawór odcinający, 6- przewód spustowy, 7- zawór do wyłączania urządzeń alarmowych, 8- elektryczne urządzenie alarmowe, 9- turbinka wodna, 10- dzwon alarmowy, 11- zawór do próby urządzeń alarmowych, 12- przepona, 13- sprężarka, 14- manometry.

W zaworze kontrolno-alarmowym powietrznym, grzybek jest zaopatrzony w dwie tarcze, z których większa znajduje się pod ciśnieniem powietrza wytworzonym przez sprężarkę, a mniejsza pod ciśnieniem wody ze źródła zasilania.

Stosunek powierzchni tarczy górnej do dolnej wyznacza wartość ciśnienia powietrza jakie powinna utrzymać sprężarka dla utrzymania stanu równowagi. Aby jednak zapewnić szczelność i wyeliminować możliwość uruchamiania się zaworu przy drobnych nieszczelnościach, ciśnienie powietrza jest zawsze wyższe, niekiedy dwukrotnie od wyliczonego ze stosunku powierzchni tarcz grzybka.

### **Zasady stosowania urządzeń tryskaczowych.**

Urządzenia tryskaczowe mogą być stosowane do ochrony budynków lub ich części wszędzie tam gdzie składowane, przerabiane materiały oraz urządzenia mogą być gaszone wodą. Wykazy obiektów chronionych obowiązkowo urządzeniami gaśniczymi ustala Minister Spraw Wewnętrznych i Administracji. W innych obiektach urządzenia tryskaczowe stosuje się na podstawie analizy zagrożenia pożarowego. W przypadkach szczególnych Polska Norma oprócz ochrony tryskaczami, ustala konieczność ochrony dodatkowej innymi urządzeniami gaśniczymi znajdujących się w przestrzeni;

- kabin lakierniczo-suszarniczych, komór hartowniczych lub innych urządzeń stwarzających duże zagrożenie pożarowe,
- powierzchni, na których składowane są duże ilości cieczy palnych o temperaturze zapłonu do 55°C,
- pomieszczeń frytekarni i innych pomieszczeń kuchennych, w których stosowane są duże ilości tłuszczów.

*Przy wyborze rodzaju urządzenia tryskaczowego należy uwzględnić rodzaj produkcji, rodzaj składowanych materiałów oraz temperatury występujące w ciągu całego roku przewidzianych do ochrony w przestrzeniach. Rodzaje urządzeń tryskaczowych oraz zasady ich doboru przedstawiają się następująco:*

Rodzaj urządzenia	Definicja	Zasady doboru
Urządzenia tryskaczowe wodne	Składające się wyłącznie z sekcji tryskaczowych wodnych	Ochrona przestrzeni, w których nie występuje niebezpieczeństwo zamarznięcia lub wyparowania wody
Urządzenie tryskaczowe powietrzne	Składające się wyłącznie z sekcji tryskaczowych powietrznych	Ochrona przestrzeni, w których występuje niebezpieczeństwo zamarznięcia lub wyparowania wody
Urządzenie tryskaczowe mieszane	Składające się z sekcji tryskaczowych wodnych i z sekcji tryskaczowych powietrznych	Ochrona przestrzeni, w których poza pojedynczymi pomieszczeniami, nie występuje niebezpieczeństwo zamarznięcia lub wyparowania wody
Urządzenia tryskaczowe sterowane	Składające się z sekcji tryskaczowych powietrznych, w których zawory kontrolno-	Ochrona przestrzeni, w których na skutek przypadkowego zadziałania urządzenia tryskaczowego lub nie-

	alarmowe są sterowane przez urządzenia sygnalizacji pożarowej, powodujące w przypadku pożaru, wypełnienie sieci tryskaczowej wodą przed otwarciem pierwszego tryskacza. W przypadku nie zadziałania urządzenia sygnalizacji pożarowej, otwarcie zaworu kontrolno-alarmowego następuje po otwarciu pierwszego tryskacza.	szczelności instalacji mogłyby wystąpić duże straty.
--	---	--

### **Parametry urządzenia tryskaczowego.**

*Podstawowymi parametrami urządzenia tryskaczowego są:*

- powierzchnia działania dawniej nazywana obliczeniową powierzchnią zraszania, to jest teoretyczna powierzchnia, na której najbardziej nie sprzyjających warunkach pożar zostanie ugaszony lub zlokalizowany,  $F_d$
- minimalna intensywność zraszania, tj. teoretyczna wymagana ilość wody przypadająca na jednostkę powierzchni w określonym czasie,  $q_i$
- minimalny czas działania, tj. teoretyczny czas działania urządzenia do czasu ugaszenia pożaru  $T_{min}$
- maksymalna powierzchnia chroniona przez jeden tryskacz,  $f_i$

Wartości parametrów podstawowych ustalone są w Polskiej Normie na podstawie kwalifikacji chronionych przestrzeni do zagrożeń pożarowych ZP oraz sposobu i wysokości składowania materiałów, używanych tylko dla potrzeb Polskiej Normy. Urządzenia tryskaczowe. Umowna ogólna kwalifikacja budynków lub ich części do zagrożeń pożarowych jest następująca:

**ZP 1** – przestrzenie o małym obciążeniu ogniowym, w których znajdują się główne materiały niepalne lub trudno zapalne,

**ZP 2** – przestrzenie o średnim obciążeniu ogniowym, w których znajdują się główne materiały trudno zapalne, które należy kwalifikować szczegółowo do zagrożeń pożarowych ZP 2.1÷ZP 2.3,

**ZP 3** – przestrzenie o dużym obciążeniu ogniowym, w których znajdują się głównie materiały łatwo zapalne, które należy kwalifikować szczegółowo do zagrożeń pożarowych ZP 3.1÷ZP 3.3,

**ZP 4** – przestrzenie magazynów, które należy kwalifikować szczegółowo do zagrożeń pożarowych ZP 4.1÷ZP 4.4,

Szczegółową kwalifikację przestrzeni do zagrożenia pożarowego ZP 1÷ZP 3.3 dokonuje się w oparciu o normatywne wykazy obiektów, w których



przygotowuje się przetwarza i wytwarza określone materiały i towary oraz obiektów użyteczności publicznej.

*W obiektach tych stosuje się sieć tryskaczową podstropową o następujących parametrach:*

Zagrożenie pożarowe	Przykładowe obiekty	F <sub>d</sub> urządzenia tryskaczowe		q <sub>i</sub>	T <sub>mi n</sub>	f <sub>t</sub>
		wodne	powietrz- ne			
		m <sup>2</sup>		mm/mi n	mi n	M <sup>2</sup>
ZP 1	Biura, hotele, przedszkola, szkoły, szpitale, zakłady karne	150	150	2,5	30	21
ZP2.1	Biblioteki, garaże, restauracje, teatry, kina, wytwórnie ceramiki i metali, cegielnie	260	260	5,0	40	12
ZP2.2	Archiwa, szwalnie, warsztaty samochodowe, cukiernie i piekarnie	260	260	5,0	40	12
ZP2.3	Drukarnie, stolarnie, wyroby papiernicze, wytwórnie elektroniczne i sprzętu AGD	375	375	5,0	40	12
ZP3.1	Studia filmowe, stocznie, wytwórnie opon, produkcja zapalek	260	325	7,5	60	9
ZP3.2	Wyroby z tworzyw sztucznych spienionych	260	325	10,0	60	9
ZP3.3	Wytwórnice wełny drzewnej, celulozoidu	260	325	12,5	60	9

Jeżeli jednak w przestrzeniach zakwalifikowanych do ZP 1÷ZP 3.3 ma miejsce również składowanie materiałów i przekroczone zostały graniczne wysokości składowania, to przestrzenie te należy kwalifikować do ZP jako przestrzenie magazynowe i przyjąć parametry podstawowe urządzenia tryskaczowego wynikające z tych kwalifikacji. Graniczne wysokości składowania ustala się w zależności od kwalifikacji materiałów i opakowań i wynoszą one przy:  
ZP 4.1 – 4,0 m, ZP 4.2 – 3,1 m, ZP 4.3 – 2,1 m, ZP 4.4 – 1,2 m.

Kwalifikację przestrzeni magazynowych do zagrożenia pożarowego ZP ustala się w zależności od stopnia palności składowanych materiałów (cztery grupy M 1÷M4) oraz ich opakowań (cztery grupy OP 1÷ OP 4). Do najmniejszej

grupy M 1 i OP 1 zalicza się materiały niepalne z dopuszczalnymi niewielkimi dodatkami materiałów palnych, a do najwyższej wyroby i opakowania z tworzyw sztucznych spienionych. Ponadto na ustalenie podstawowych parametrów urządzenia tryskaczowego ma sposób składowania, wysokość składowania i szerokość pasów wolnych od składowania.

*Wyróżnione zostały trzy sposoby składowania:*

**A** – składowanie materiałów na regałach, z możliwością zainstalowania tryskaczy w przestrzeniach pomiędzy półkami regałów,

**B** – składowanie materiałów przy użyciu elementów przenośnych, zachowujących dużą stabilność w czasie pożaru; nie jest możliwe zainstalowanie tryskaczy pomiędzy elementami przenośnymi.

**C** – składowanie w stosach materiałów znajdujących się w paczkach, workach, skrzyniach, w innych opakowaniach lub luzem.

*Wartości parametrów podstawowych urządzenia tryskaczowego do ochrony przestrzeni magazynowych przedstawiają się następująco:*

Zagrożenie poza-	Sposób składo-	F <sub>d</sub>		q <sub>j</sub>		T <sub>min</sub>	f <sub>t</sub>	Dopuszczalna wysokość składowania
		Urządzenia tryskaczowe						
		wodne	Powietrzne	od	do			
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	mm/min	mm/min	min.	m <sup>2</sup>	M
	A	260	325	7,5	10,0	60	9	6,5
ZP4.1	B	260	325	7,5	12,5	60	9	7,6
	C	260	325	7,5	12,5	60	9	7,6
	A	260	325	7,5	10,0	90	9	5,0
ZP4.2	B	260	325	7,5	12,5	90	9	5,9
	C	260	325	7,5	17,5	90	9	7,5
	A	260	325	7,5	15,0	90	9	4,7
ZP4.3	B	260	325	7,5	17,5	90	9	5,2
	C	260	325	7,5	17,5	90	9	5,2
		300	375	20,0	22,5	90	9	5,2-6,3
	A	260	325	7,5	17,5	90	9	3,0
ZP4.4	B	260	325	7,5	17,5	90	9	3,0
	C	260	325	7,5	17,5	90	9	3,0
		300	375	20,0	30,0	90	9	3,0-4,4

Jeżeli sieć wodociągowa nie zapewnia wymaganej wydajności pompy zasilającej mogą pobierać z niej wodę poprzez sztuczne zbiorniki pośrednie. Pojemność zbiorników pośrednich wyznacza się jako różnicę wymaganego zapasu wody, wynikającego z natężenia przepływu i minimalnego czasu działania urządzenia tryskaczowego, a ilością wody jaka dopłynie w tym czasie z sieci wodociągowej, z tym, że łączny użyteczny zapas wody w zbiornikach pośrednich nie może być mniejszy niż określony przez Polską Normę: dla ZP 1 i ZP 2.1 – 5 m<sup>3</sup>,

dla ZP 2.2 i ZP 2.3 – 20 m<sup>3</sup>, dla ZP 3.1 + ZP 3.3 i ZP 4.1 – 50 m<sup>3</sup>, dla ZP 4.2 – 70 m<sup>3</sup>, dla ZP 4.3 i ZP 4.4 – 70 lub 100 m<sup>3</sup>, w zależności od sposobu i wysokości składowania oraz szerokości wolnych pasów pomiędzy powierzchniami składowania.

Zapas użyteczny wody w zbiorniku pośrednim, większy niż 20 m<sup>3</sup>, może być wliczany w całości do całkowitego zapasu wody urządzenia tryskaczowego. Jeżeli zapas użyteczny w zbiorniku pośrednim jest mniejszy niż 20 m<sup>3</sup>, to 5 m<sup>3</sup> wody z takiego zapasu nie należy wliczać do całkowitego zapasu wody.

Uzupełnienie wody w zbiorniku pośrednim powinno odbywać się samoczynnie, poprzez co najmniej dwa zawory regulujące wielkość dopływu.

Zbiorniki zapasu powinny posiadać pojemność umożliwiającą zgromadzenie co najmniej pełnej ilości wody wynikającej z określonego na drodze obliczeń hydraulicznych natężenia przepływu i minimalnego czasu działania urządzenia tryskaczowego. Mogą być to zbiorniki sztuczne lub wody naturalne jak jezioro, staw, rzeka. Warunkiem uznania jeziora lub rzeki jako zbiornika zapasu dla urządzenia tryskaczowego jest ustalenie, czy wymagana ilość wody jest stale w dyspozycji. Ilość wody w stawie powinna być równa co najmniej potrójnemu minimalnemu zapasowi wody, przy czym od rzeczywistej ilości wody należy odjąć ilość wody odpowiadającej warstwie lodu o grubości 0,5 m.

Pompy zasilające, rozdzielnia urządzenia tryskaczowego, awaryjny agregat prądotwórczy, zbiornik hydroforowy z armaturą, zawory kontrolno-alarmowe, główne zasuwy odcinające i inne elementy urządzenia tryskaczowego niezbędne do jego uruchomienia lub zatrzymania powinny być w miarę możliwości, umieszczone w jednym pomieszczeniu, nazywanym centralą urządzenia tryskaczowego.

## **Historia i statystyka.**

Urządzenia tryskaczowe są najstarszymi i najpowszechniej stosowanymi w ochronie przeciwpożarowej stałymi urządzeniami gaśniczymi.

Pierwszy patent na samoczynne urządzenie gaśnicze wodne wydany został w Anglii w 1673 roku. Drugim wynalazcą był również Anglik, który w 1806 roku zademonstrował bardzo prymitywne urządzenie. Pierwsze urządzenia zaczęto montować w Anglii i USA w roku 1850. Była to z początku sieć rurociągów, z nawierconymi otworami, rozpięta pod sufitem pomieszczeń. W eksploatacji okazało się jednak, że zraszanie jest nierównomierne, a szkody wodne bardzo duże. Zaczęto poszukiwać innych rozwiązań, z których najbardziej sprawdzały się zawory otwierające się pod wpływem ciepła. Po próbach rozpoczętych w 1860 roku, ok. 1878 r. Zastosowano pierwszy prototyp tryskacza. Tryskacz klasyczny, którego konstrukcja przetrwała w prawie nie zmienionej formie został wyprodukowany w 1903 roku.

Popularność urządzenia tryskaczowe zawdzięczają wysokiej skuteczności.

Według statystyki prowadzonej w Stanach Zjednoczonych przedstawia się ona następująco:

Lata	1897 - 1924		1925 - 1959	
	Liczba pożarów	%	Liczba pożarów	%
Pożary ugaszone całkowicie	12 843	66,7	38 552	57,2
Pożary kontrolowane przez urządzenia tryskaczowe	9 545	29,1	26 351	39,0
Zadowolający wynik działania tryskaczy	31 388	95,8	64 903	96,2
Wynik niezadowolający	1 390	4,2	2 554	3,8
Ogółem	32 778	100,0	67 457	100,0

#### 4.3.1.3. URZĄDZENIA ZRASZACZOWE.

Urządzenia zraszaczowe są to związane na stałe z chronionym obiektem, uruchamiane samoczynnie lub ręcznie, wodne urządzenia gaśnicze lub zabezpieczające przed działaniem promieniowania ciepłego i rozszerzaniem się pożaru, dysponujące odpowiednim zapasem wody oraz urządzeniami doprowadzającymi wodę do obiektu.

Urządzenia zraszaczowe gaśnicze można stosować wszędzie tam gdzie do gaszenia pożaru używa się wodę oraz do gaszenia cieczy palnych o temperaturze zapłonu powyżej 60°C (przede wszystkim transformatorów i elektrycznych wyłączników olejowych) i cieczy palnych rozpuszczalnych w wodzie. Ponadto woda z urządzeń zraszaczowych chroni przed nadmiernym nagrzaniem i zniszczeniem elementy konstrukcyjne i urządzenia technologiczne.

*Urządzenia zraszaczowe zabezpieczające należy stosować:*

- w teatrach dla ochrony przedscenicznych kurtyn stalowych i drzwi oddzielających od sceny magazyny dekoracji,
- w składach cieczy palnych do chłodzenia płaszczy (ścian zewnętrznych) zbiorników nadziemnych,
- do ochrony otworów okiennych i drzwiowych w budynkach od strony niebezpiecznych pożarowo obiektów i urządzeń, jeżeli nie stosowano wymaganych od nich odległości.

**Podstawowymi elementami urządzenia zraszaczowego są:**

- zraszacze – końcówki z odpowiednio ukształtowanym wylotem, powodującym rozprysk wypływającej z nich wody w postaci strumienia kroplistego lub rozpylonego,
- przewody rozprzodkające – rurociągi, na których montowane są zraszacze,

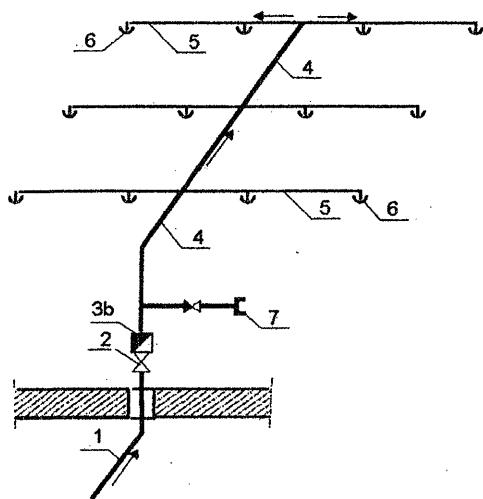
- przewody rozdzielcze – rurociągi doprowadzające wodę do przewodów rozprzeczających,
- urządzenia sterujące – zespoły zaworów i urządzeń uruchamiających działanie urządzenia zraszającego,
- przewodów zasilających – rurociągi prowadzące od źródła zasilania do urządzenia sterującego,
- źródła zasilania.

W zależności od zastosowanych urządzeń sterujących i systemu uruchamiania urządzenia zraszaczowe podzielić można na:

- uruchamiane ręcznie zaworami odcinającymi,
- uruchamiane ręcznie lub automatycznie zaworami odcinającymi z napędem elektrycznym (mechanicznym),
- uruchamiane ręcznie lub automatycznie zaworami wzbudzającymi,
- uruchamiane samoczynnie pobudzacami, nazywane również urządzeniami grupowymi.

Zraszacze umieszczone na przewodach rozprzeczających są stale otwarte. W związku z tym przewody rozprzeczające i rozdzielcze znajdują się pod ciśnieniem atmosferycznym. Tylko w urządzeniach grupowych w stanie gotowości woda dochodzi przewodami rozdzielczymi do pobudzaczy.

*Rys. 10. Schemat urządzenia zraszaczowego.*



- a) uruchamiany ręcznie,
- b) uruchamiany automatycznie zaworem wzbudzającym,
- 1 – przewód zasilający,
- 2 – zawór odcinający: a) zwykły, b) z napędem mechanicznym,
- 3 b – zawór wzbudzający z osprzętem,
- 4 – przewód rozdzielczy,
- 5 – przewód rozprzeczający,
- 6 – zraszacz,
- 7 – nasada pożarnicza umożliwiającą podłączenie sprzętu straży pożarnej.

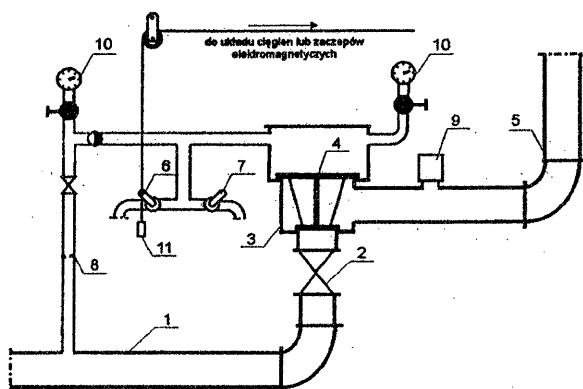
Przewód zasilający znajduje się stale pod ciśnieniem źródła zasilania. Przy urządzeniu uruchamianym ręcznie wystarczy otworzyć zawór odcinający,

woda wypełni przewody i wypływając ze zraszaczy zacznie zraszać równomiernie całą chronioną powierzchnię.

Przy uruchamianiu automatycznym napęd mechaniczny zaworu odcinającego sterowany jest przez urządzenie sygnalizacji pożarowej na sygnał otrzymany z czujki pożarowej. Możliwe jest również otwarcie ręczne zaworu.

W układzie z zaworem wzbudzającym samoczynne uruchomienie urządzenia zraszaczowego jest powodowane przez obciążnik powieszony do układu cięgien z wbudowanymi łatwo topliwymi zamkami lub do zaczepu elektromagnesu. Układ cięgien montuje się w chronionym pomieszczeniu równolegle do sieci tryskaczowej. W skutek wzrostu temperatury zamek rozpada się, a opadający obciążnik przesuwą dźwignię zaworu otwierając go. Zaczep elektromagnetyczny zwalnia obciążnik na sygnał z urządzenia sygnalizacji pożarowej.

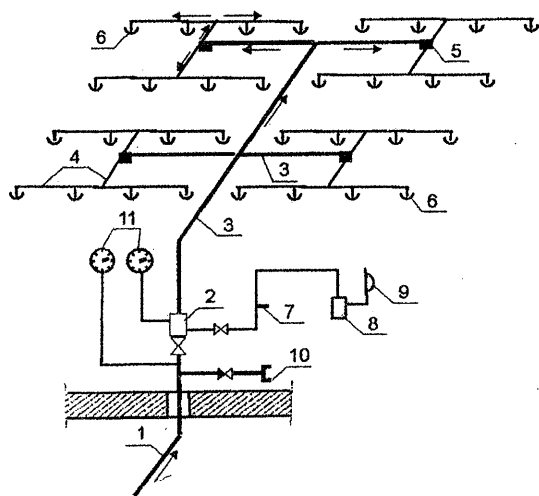
**Rys. 11. Schemat połączeń zaworu wzbudzającego.**



1- przewód zasilający, 2- główny zawór odcinający, 3- korpus zaworu wzbudzającego, 4- grzybek dwutalerzowy, 5- przewód rozdzielczy, 6- zawór uruchamiania automatycznego, 7- zawór uruchamiania ręcznego, 8- przepona (kryza dławiąca), 9- elektryczne urządzenie alarmowe (tylko z układem cięgien), 10- manometry kontrolne, 11- obciążnik.

Dolna i górna komora zaworu wzbudzającego znajduje się pod ciśnieniem wody ze źródła zasilania. Ponieważ powierzchnia górnego talerza jest większa od powierzchni talerza dolnego działa na niego większa siła, która dociska grzybek do gniazda zaworu, zapewniając szczelność zaworu. Otwarcie zaworu uruchamiania automatycznego lub ręcznego powoduje spadek ciśnienia w komorze górnej, gdyż przepona (kryza dławiąca) ma dużo mniejszy przełot niż zawór. Po spadku ciśnienia w komorze górnej grzybek podnosi się do góry i otwiera przepływ wody do sieci zraszaczowej. Jeżeli zwór jest uruchamiany układem cięgieł na przewodzie rozdzielczym montuje się połączenie z elektrycznym urządzeniem alarmowym, przekazującym sygnały o pożarze i zadziałaniu urządzenia zraszaczowego.

Rys. 12. Schemat sieci zraszaczowej działania grupowego.



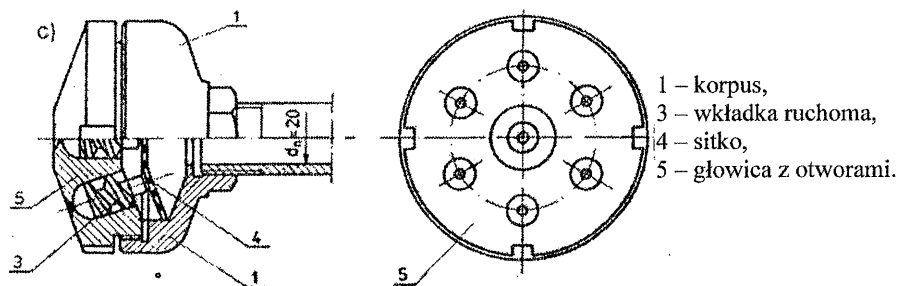
1. przewód zasilający,
2. zawór kontrolno – alarmowy,
3. przewody rozdzielcze,
4. przewody rozprowadzające,
5. pobudzacze,
6. zraszacz,
7. elektryczne urządzenie alarmowe,
8. turbinka wodna,
9. dzwon alarmowy,
10. nasada pożarnicza umożliwia-  
jąca podłączenie sprzętu straży  
pożarnej,
11. manometry kontrolne.

Urządzenie zraszaczowe działania grupowego działa na zasadzie urządzenia tryskaczowego systemu wodnego. Stosowane w nich jest typowy zawór kontrolno – alarmowy systemu wodnego z osprzętem. W urządzeniu tym przewody rozdzielcze wypełnione są wodą pod ciśnieniem źródła zasilania, natomiast przewody rozprowadzające z wkręconymi zraszczami znajdują się pod ciśnieniem atmosferycznym. Elementem uruchamiającym urządzenie jest pobudzacze, czyli zawór odcinający dopływ wody do grupy zraszczaczy, otwierany za pomocą zamka topikowego lub podobnego, rozpadającego się pod wpływem temperatury. Konstrukcja najbardziej popularnego pobudzacza podobna jest do konstrukcji tryskacza klasycznego, z tym, że posiada trzy końcówki: jedną do przewodu zasilającego, dwie do przewodów rozprowadzających. Znajdujący się w środku grzybek dociskany jest gniazda od strony przewodu zasilającego przez zamek szklany. Po rozpadnięciu się zamka, grzybek opada umożliwiając przepływ wody do zraszczaczy.

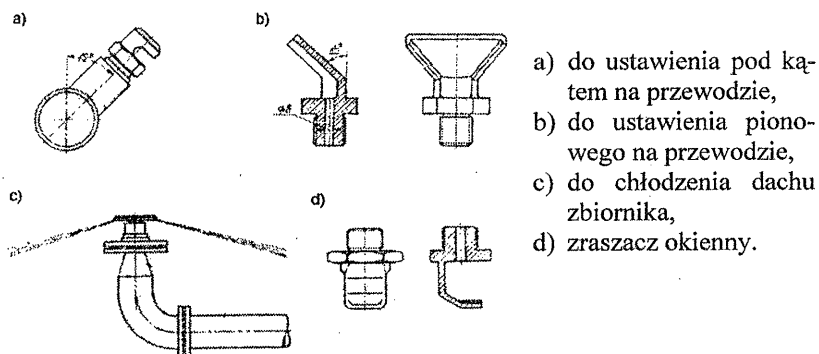
Konstrukcję zraszczaczy cechuje różnorodność form i sposobu działania. Najprostszymi zraszczaczami mogą być otwory o niewielkiej średnicy w rurociągu (rura perforowana), stosowane niekiedy do chłodzenia kurtyn metalowych w teatrach. Najstarszym i najczęściej stosowanym typem zraszczacza do ochrony powierzchni poziomych jest normalny tryskacz bez zamka z rozpryskiwaczem lub z łopatką kierującą zamiast rozpryskiwacza. W Polsce najczęściej stosowane są zraszczacze wielootworowe (7, 13, 37). Ponadto wyróżnić można następujące

typy: do zraszania zbiorników i do zraszania dachu zbiorników, zraszacz okienny.

**Rys. 13. Zraszacz siedmiootworowy**



**Rys. 14. Typy zraszaczy do chłodzenia powierzchni**



Dobór i rozstaw zraszaczy zależy od wymaganej intensywności zraszania materiałów palnych lub chronionych obiektów oraz od powierzchni zraszania zastosowanego typu zraszacza osiąganey przy rzeczywistej wysokości ciśnienia na wlocie do niego podczas pracy sieci zraszaczowej. W Polsce brak jest przepisów określających wymaganą intensywność zraszania. Orientacyjne wskaźniki intensywności zraszania na podstawie literatury wynoszą:



Rodzaj materiału lub obiektu	Intns. zrasz. Dm <sup>3</sup> /s	Jednostka odniesienia
Materiały stałe (drewno, papier, tkaniny)	0,20	m <sup>2</sup> powierzchni składowania
Celuloid, taśma filmowa nitro	0,30	m <sup>2</sup> powierzchni składowania
Ciecze palne o temperaturze zapłonu ponad 60°C	0,10	m <sup>2</sup> powierzchni cieczy
Ciecze palne rozpuszczalne w wodzie	0,30	m <sup>2</sup> powierzchni cieczy
Oleje w transformatorach i wyłącznikach	0,25	m <sup>2</sup> powierzchni urządzenia
Zbiorniki nadziemne stojące	0,22	m obwodu płaszcza
Dachy zbiorników stojących	0,015	m <sup>2</sup> dachu
Kurtyny stalowe i drzwi	0,22	m długości
Zbiorniki walcowe leżące	0,10	m <sup>2</sup> powierzchni rzutu
Wolnostojące urządzenia technologiczne	0,075	m <sup>2</sup> powierzchni rzutu i ścian bocznych
Jeden poziomy rząd okien	0,50	m długości
Dwa lub więcej poziomych rzędów okien	1,30	m długości

Najmniejsza wysokość ciśnienia przy wylocie do najkorzystniej położonego zraszacza powinna wynosić 0,5 bar, a przy zraszaczach wielootworowych 1,5 bar.

W sieci zraszaczowej trudno jest osiągnąć równomiernie zraszanie chronionej powierzchni. W odróżnieniu od sieci tryskaczowej, gdzie otwiera się tylko pewna liczba tryskaczy położonych w bezpośrednim sąsiedztwie, w sieci zraszaczowej woda wypływa jednocześnie ze wszystkich zraszaczy w sekcji lub w grupie. Straty ciśnienia powstające podczas przepływu wody powodują, że każdy zraszacz pracuje pod innym ciśnieniem. Zraszacze znajdujące się bliżej źródła zasilania mają większą wydajność i stąd większą intensywność zraszania od zraszaczy oddalonych. Ażeby osiągnąć wymaganą intensywność zraszania najniekorzystniej położonego zraszacza należy starannie dobierać średnice rurociągów i zwiększać wydajność urządzenia, nawet o 40%.

Równomierne zraszanie powierzchni może być uzyskane przez zastosowanie zraszaczy o zmiennych średnicach wylotów, zmieniających się w zależności od długości rur, stosowaniu kryz dławiających na wylotach oraz przez ograniczenie ilości zraszaczy w sieci. Zaleca się, aby liczba zraszaczy umieszczonych na przewodzie rozprowadzającym wynosiła maksymalnie 6 szt. W jednej sekcji urządzenia zraszaczowego o działaniu grupowym nie powinno być więcej niż 4 pobudzacze, przy czym jeden pobudzacze nie powinien obsługiwać więcej niż 8 zraszaczy.

Biorąc pod uwagę ograniczenia związane z osiągnięciem równomiernej intensywności zraszania, koniecznością zapewnienia dużej wydajności urządzenia oraz ewentualnymi stratami wynikającymi z niepotrzebnego zalania chronionych materiałów i urządzeń, stosowanie urządzenia zraszaczowego jako

urządzenia gaśniczego jest opłacalne przy wielkości chronionej powierzchni do 280 m<sup>2</sup>. Przy większych powierzchniach należy rozpatrzyć możliwość zastosowania urządzenia tryskaczowego.

Nie ma przepisów regulujących wymagania dotyczące źródeł zasilania. W zasadzie uznaje się za wystarczające jedno źródło zasilania, którym może być wodociąg lub pompy. Zaleca się, aby drugim źródłem zasilania były przewożone pompy pożarnicze. W tym celu urządzenia zraszaczowe powinny mieć końcówkę z nasadą pożarniczą, wprowadzoną na zewnątrz chronionego pomieszczenia lub obiektu.

Nie ma również ustaleń dotyczących wymaganego zapasu wody dla urządzenia przez co najmniej 30 minut.

#### 4.3.1.4. ZASŁONY WODNE.

Pod pojęciem zasłony wodnej rozumie się urządzenie za pomocą którego, w wypadku pożaru, woda rozpylana jest przez zraszacze, umieszczone na przymocowanym na stałe do stropu rurociągu. Z chwilą uruchomienia urządzenia powstaje w pomieszczeniu pas przestrzeni, gęsto wypełniony kroplami wody, coś w rodzaju ściany wodnej, sięgającej od stropu do podłogi.

Zasłona wodna ma spełniać rolę oddzielania przeciwpożarowego, w halach produkcyjnych, magazynowych, tunelach transportowych, gdzie oddzielenia w postaci ścian, drzwi lub pasów przestrzeni nie mogły być zastosowane. Zasłony wodne stanowić mogą również osłonę dróg ewakuacji z zagrożonych pomieszczeń.

Zasłona wodna, która ma skutecznie zapobiec rozszerzaniu się pożaru powinna przede wszystkim nie dopuścić do:

- bezpośredniego przejścia ognia przez zasłonę,
- zapalenia się materiałów przez przenikające przez zasłonę promieniowanie cieplne,
- przenikania płomieni, iskier i palących się materiałów.

Wymienione warunki powinny być spełnione nawet wówczas, jeżeli podczas pożaru wytworzą się silne prądy powietrza.

Najważniejszą rolą zasłony wodnej jest zaabsorbowanie możliwie największej części promieni cieplnych wysyłanych przez źródło promieniowania czyli ognisko pożaru. Zasłona wodna powinna zmniejszyć natężenie promieniowania cieplnego poniżej natężenia krytycznego wynoszącego 1,4 kJ/m<sup>2</sup>s.

Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, że spełnienia stawianych przed nimi warunków zasłony wodne powinny posiadać następujące parametry techniczne:

- wydajność – minimalna 0,5 dm<sup>3</sup>/s na 1 m długości zasłony – optymalna 1,0 dm<sup>3</sup>/s,

- grubość zastłony (szerokość pasa zraszania) – co najmniej 4 m,
- ciśnienie u wylotu zraszacza – minimalne 0,5 bar – optymalne 1,5 bar.

Biorąc pod uwagę dotychczasowe doświadczenia można stwierdzić, że zastłony wodne mogą być skuteczne w halach o wysokości do 6 m i szerokości do 20 m, a przede wszystkim w tunelach transportowych i zabezpieczeniu wszelkich otworów łączących pomieszczenia.

Zastłony wodne mogą być uruchamiane ręcznie lub samoczynnie w powiązaniu z automatycznymi urządzeniami sygnalizacji pożarowej.

#### 4.3.1.5. STAŁE GAŚNICZE DZIAŁKA WODNE.

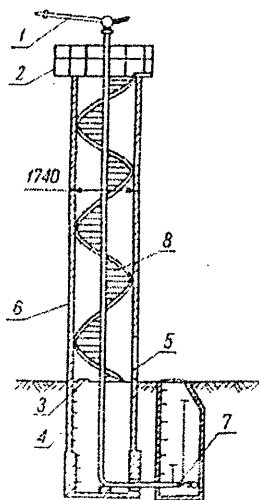
W pewnych przypadkach straż pożarna wyposażona w normalny sprzęt, pomimo szybkiego przybycia na miejsce pożaru nie jest w stanie prowadzić skutecznych działań gaśniczych oraz zapobiec przerzutom ognia. Może mieć to miejsce w zakładach chemicznych, składach cieczy łatwo palnych, magazynach portowych oraz wielkich składach drewna. Dzieje się tak ze względu na dużą intensywność palenia się nagromadzonych materiałów palnych lub zagęszczonych urządzeń. Duża intensywność promieniowania cieplnego i wysokie temperatury uniemożliwiają prowadzenie działań z odległości, w jakiej sprzęt jest skuteczny. Skuteczność gaszenia w takich przypadkach mogą jedynie stałe działka wodne.

Stałe gaśnicze działka wodne montuje się na pomostach specjalnych wież o różnorodnej konstrukcji, na teleskopowych masztach podnoszonych hydraulicznie, a w uzasadnionych przypadkach na stropach obiektów o małym zagrożeniu pożarowym, jeżeli dojście do działka prowadzi wydzieloną klatką schodową, a ściany i stropodachy obiektu mają odpowiednią odporność ogniową. Przyjmuje się, że najwłaściwsza wysokość wieży wynosi ok. 10 m.

Rozmieszczenie wież i dóbr charakterystyki prądów wody określa się tak, aby co najmniej dwa działka swym zasięgiem objęły każdy punkt chronionej powierzchni. Długość rzutu prądu wody zależy od średnicy wylotu i ciśnienia. Stosowane są działka o średnicy wylotu od 16 do 76 mm, a tym że najczęściej stosowana jest średnica ok. 40 mm. Ciśnienie u wylotu działka nie powinno być mniejsze niż 0,8 MPa. Orientacyjny zasięg zwartego prądu wody i wydajność działek wodnych przy tym ciśnieniu obrazuje tabela:

Średnica wylotu w mm	Zasięg prądu wody m	Wydajność dm <sup>3</sup> /s
16	35	8,6
28	45	25,0
40	62	42,0

*Rys. 15. Wieża ze stałym działkiem wodnym.*



- 1 – działko wodne,
- 2 – pomost dla obsługi działka,
- 3 – włącz,
- 4 – kłamry,
- 5 – drzwi,
- 6 – konstrukcja nośna z rury żelbetonowej,
- 7 – zawór,
- 8 – drabinka lub schody.

Działka powinny mieć możliwość obrotu wokół osi o 3600, a w pionie ok. 1000 (przy czym od poziomu w dół ok. 250). Działkami sterować można ręcznie bezpośrednio z pomostu, ręcznie z poziomu terenu lub zdalnie. Sterowanie ręczne z pomostu następuje przez operowanie odpowiednimi dźwigami lub kółkami, z poziomu terenu działko sterowane jest urządzeniem hydraulicznym, zdalnie za pomocą impulsów elektrycznych przekazywanych do układu hydraulicznego.

Działka wodne powinny być zasilane z odrębnego wodociągu lub indywidualnie przez pompy usytuowane na dole wieży. Wodociąg powinien być tak obliczony, aby mógł zapewnić nieprzerwaną pracę czterech działek co najmniej przez 1 godzinę.

#### **4.3.1.6. SUCHE PIONY.**

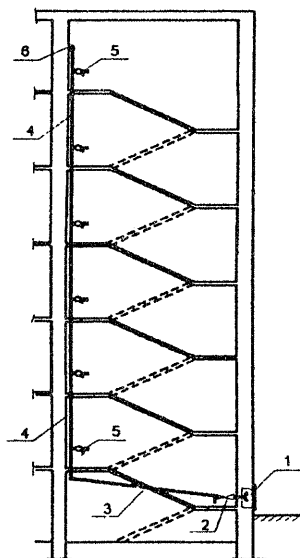
Suchy pion jest przeciwpożarowym urządzeniem wodnym, przeznaczonym do szybkiego podawania wody sprzętem straży pożarnych w budynkach średniowysokich mieszkalnych i użyteczności publicznej. Inaczej można go nazywać instalacją wodociągową przeciwpożarową nie nawodnioną.

*Podstawowymi elementami zamontowanymi na stałe w budynku są:*

- pożarnicza nasada wlotowa 110,
- rura wznosna,
- zawory hydrantowe 52.

Stosowane mogą być suche pionowe wewnętrzne (wbudowane), prowadzone wewnątrz budynku i suche pionowe zewnętrzne, prowadzone po zewnętrznej powierzchni ścian i słupów, stosowane przeważnie łącznie ze zewnętrznymi klatkami schodowymi.

**Rys. 16. Schemat suchego pionu.**



- 1 – nasada wlotowa 110 z pokrywą,
- 2 – zawór zwrotny z odwodnieniem,
- 3 – rura pozioma,
- 4 – rury wznosne,
- 5 – zawór hydrantowy 52,
- 6 – zawór odpowietrzający.

#### **4.3.2. URZĄDZENIA PIANOWE.**

Urządzenia pianowe są instalacjami lub sprzętem trwale związanym z obiektem lub zakładem przemysłowym, służą do podawania piany gaśniczej na chronione powierzchnie, urządzenia lub do pomieszczeń. W Polsce brak jest przepisów i wytycznych jednoznacznie określających rodzaje urządzeń pianowych, zakres ich stosowania i wytyczne budowy.

*Według zasady działania można je podzielić na:*

- wytwarzające warstwę piany gaśniczej na chronionej powierzchni izolującą ją od dopływu powietrza – piana ciężka,
- całkowitego wypełnienia pomieszczeń – piana lekka (wysokospieniona).

Urządzenia pianowe na pianę ciężką powinny być stosowane do ochrony zbiorników lub obiektów, w których znajduje się lub przerabia ciecze palne o temperaturze zapłonu poniżej 60°C, gdzie ze względu zagrożenia wybuchem i

wysoką temperaturę niemożliwe jest bezpośrednie prowadzenie działań gaśniczych przez straże pożarne albo potrzebne ilości piany przekraczają możliwości podania jej sprzętem pożarniczym. Dotyczy to przede wszystkim zbiorników manipulacyjnych zakładów przemysłowych i składów dystrybucyjnych paliw płynnych. Urządzenia gaśnicze na pianę ciężką mogą być również stosowane go gaszenia materiałów stałych lub ich ochrony przed działaniem promieniowania cieplnego jako środek bardziej efektywny i skuteczny od wody. Ze względu na przyczepność piany do podłoża, prawie cała ilość wody znajdująca się w pianie ulega odparowaniu obniżając temperaturę w strefie spalania, a do czasu odparowania izolując materiały palne od dopływu powietrza.

Urządzenia pianowe metodą całkowitego wypełnienia na pianę lekką (wysokospienioną) stosuje się do gaszenia pożarów głównie w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem. Mają one zastosowanie przede wszystkim w górnictwie podziemnym oraz na statkach morskich do ochrony maszynowni i ładowni towarowych.

Na podstawie stosowanych rozwiązań technicznych urządzenia pianowe można podzielić na:

- stałe urządzenia gaśnicze na pianę ciężką,
- półstałe urządzenia gaśnicze na pianę ciężką,
- maszty pianowe,
- stałe działka wodno – pianowe,
- stałe urządzenia gaśnicze na pianę lekką.

Wyboru rozwiązania technicznego urządzeń na pianę ciężką dokonuje się na podstawie obliczeń potrzebnych ilości wody i środka pianotwórczego do wytworzenia wymaganej grubości warstwy piany w określonym czasie oraz analizę możliwości dostarczenia ich sprzętem straży pożarnych.

Wskaźniki pokrywania pianą ustalić można zgodnie z zasadami taktyki pożarniczej, według której zaleca się:

- 20 – centymetrową warstwę piany wytworzoną w czasie 5 minut dla ugaszenia cieczy palnych o temperaturze zapłonu do 28°C w zbiornikach,
- 15 – centymetrową warstwę piany wytworzoną w czasie 5 minut dla ugaszenia cieczy palnych o temperaturze zapłonu ponad 28°C w zbiornikach,
- 25 – centymetrową warstwę piany wytworzoną w czasie 15 minut dla ugaszenia rozlanych cieczy palnych wewnątrz obwałowania zbiorników,
- 10 – centymetrową warstwę piany do gaszenia lub ochrony ciał stałych bez sprecyzowanego czasu wytworzenia.

Są to wskaźniki obliczeniowe uwzględniające ubytki piany spowodowane odwadnianiem się piany na skutek zwilżania powierzchni ciał stałych, z którymi się styka oraz na skutek odparowywania wody pod wpływem wysokiej temperatury.

Określając liczbę spienienia, jaką osiągnie się przy zastosowanych urządzeniach wylewowych oraz stężenie środka pianotwórczego w wodnym roztworze oblicza się potrzebną intensywność podawania piany, wydajność wody i jednostkowe zużycie środka pianotwórczego. Zapasy wody i środka gaśniczego ustala się przyjmując nieprzerwaną pracę urządzenia w czasie 30 minut, tj. łącznym czasie gaszenia i chłodzenia zbiorników lub innych urządzeń.

Stosując typowe prądownice pianowe wytwarzające pianę o liczbie spienienia 10 oraz 5% stężenia środka pianotwórczego, intensywność podawania piany i zapotrzebowanie czynników przedstawia się następująco:

	<i>Intensywność podawania piany</i> $\text{m}^3/\text{m}^2\text{min.}$	Wydajność wody $\text{dm}^3/\text{m}^2\text{min.}$	Zapotrz. środka pianotwórczego $\text{dm}^3/\text{m}^2\text{min.}$
Zb. Cieczy palnych o temp. do 28°C	0,040	3,81	0,19
Zb. Cieczy palnych o temp. zapł. ponad 28°C	0,030	2,86	0,14
Obwałowania	0,017	1,62	0,08
Materiały stałe	0,010	0,95	0,05

#### 4.3.2.1. STAŁE I PÓLSTAŁE GAŚNICZE URZĄDZENIA PIANOWE.

Urządzenia pianowe podzielić można na dwie główne części:

- część przygotowująca wodny roztwór środka pianotwórczego,
- część gaśniczą na stałe zainstalowaną w chronionym obiekcie.

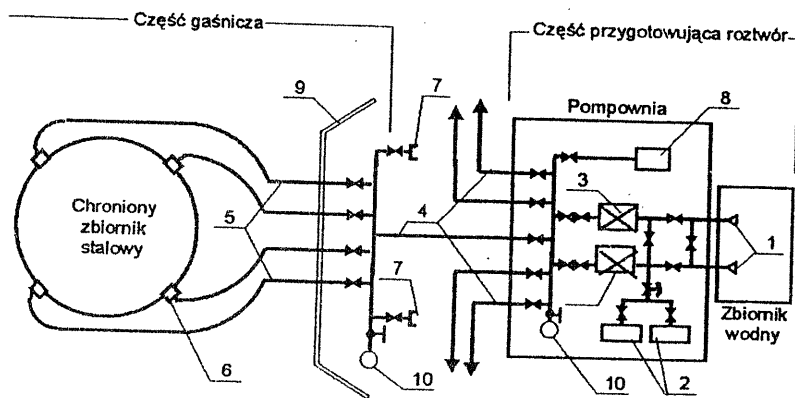
Część przygotowująca wodny roztwór środka pianotwórczego stanowi pompownia z zespołem agregatów pompowych, zbiornikami środka pianotwórczego, układem przygotowania roztworu i zaworami rozdzielczymi. Pompownia pobierać może wodę ze zbiorników naturalnych lub sztucznych, cieków wodnych, studni głębinowych lub z sieci wodociągowej przemysłowej albo komunalnej. Do wytwarzania piany wymagane jest wysokie ciśnienie wody, które nie zapewnia normalna sieć wodociągowa.

Część gaśniczą stanowią przewody doprowadzające wodny roztwór środka pianotwórczego do urządzeń wylewowych zamontowanych na stałe w zbiornikach cieczy palnych, przy urządzeniach technologicznych lub w pomieszczeniach.

Stałe gaśnicze urządzenia pianowe składają się z obydwu części i sieci przewodów rozdzielczych. Są w stanie samodzielnie ugasić powstałe pożary. Mogą być uruchamiane samoczynnie lub ręcznie. Półstałe urządzenia pianowe składają się tylko z części gaśniczej. Pianę na chronioną powierzchnię podaje się sprzętem straży pożarnych. Wybór rodzaju urządzenia dokonuje się w oparciu o wyliczoną intensywność podawania piany oraz zapotrzebowanie wody i środka

pianotwórcze w porównaniu do możliwości samochodów pożarniczych jakie mogą przybyć na miejsce działań w czasie 20 minut.

*Rys. 17. Układ gaśniczego urządzenia pianowego.*



a) stałego – pompowania, przewody rozdzielcze, część gaśnicza, b) półstałego – zbiornik wodny, część gaśnicza, 1 – smok ssawny, 2 – zbiorniki środka pianotwórczego, 3 – agregaty pompowe, 4 – przewody rozdzielcze, 5 – przewody rozprowadzające, 6 – urządzenia wylkowe, 7 – pożarnicze nasady wlotowe, 8 – stanowiska próbne wytwarzania piany, 9 – ekran ochronny, 10 – manometry.

Pompowanie pianowe powinny być wyposażone w co najmniej dwa agregaty pompowe, a środek pianotwórczy należy przechowywać w dwóch zbiornikach. Układ przewodów rurowych i zaworów powinien być taki, aby z dowolnego zbiornika ze środkiem pianotwórczym można było pracować dowolnym agregatem pompowym. Do pobierania środka pianotwórczego stosuje się przeważnie zasysacze wbudowane w rurociągi łączące zbiorniki z układem rur wodnych. Każda pompownia powinna być wyposażona w stanowisko próbne, umożliwiające przeprowadzania prób jakości wytwarzanej piany.

Przewody rozdzielcze można wykonać jako suche (nie wypełnione wodnym roztworem środka pianotwórczego) lub jako wypełnione. Przewody stałe wypełnione stosuje się gdy ich długość jest większa niż 300 metrów (przy prędkości przepływu 2,5 m/s czas napełnienia przewodu o tej długości wynosi 2 min.). Sieć rozdzielczą zawsze prowadzi się pod ziemią, napełnioną na głębokości co najmniej 1,5 m, suchą 0,3 m. Na sieci tej można instalować hydranty pianowe (budowa zbliżona do hydrantów zewnętrznych wodnych, ale o większej

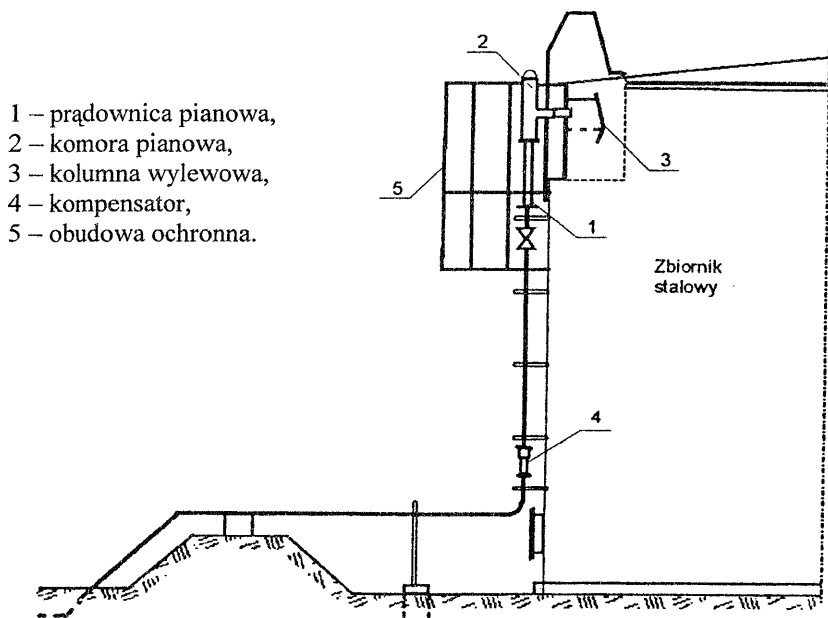


wytrzymałości na ciśnienie), w celu łatwej budowy tzw. prądów ruchomych (obsługiwanych przez ludzi).

Przewody rozdzielcze doprowadzają wodny roztwór środka pianotwórczego do tzw. stanowisk rozdzielczych (w przypadku ochrony zbiorników – rozdzielaczy zbiornikowych). Stanowiska rozdzielcze należy lokalizować w odległości nie mniejszej niż 15 m od obiektu lub zbiornika o średnicy do 15 m, a w przypadku większych zbiorników w odległości równej średnicy zbiornika. Stanowiska rozdzielcze dla zbiorników powinny znajdować się poza obwałowaniem i należy je osłaniać przed promieniowaniem cieplnym przy pomocy ścian lub ekranów.

Stanowisko rozdzielcze powinno być wyposażone w pożarnicze nasady wlotowe umożliwiające doprowadzenie roztworu sprzętem straży pożarnych. W przypadku urządzeń półstałych jest to jedyny sposób zasilania.

**Rys. 18. Schemat doprowadzenia piany do zbiornika.**



Każde urządzenie wylewowe powinno być zasilane przez oddzielny przewód rozprowadzający zaopatrzony w zawór. Przewody rozprowadzające w polu obwałowanym mogą być prowadzone jako naziemne. O jednego zbiornika nie powinno się doprowadzać więcej niż 4 przewody. Na pionach zasilających urządzenia wylewowe powinny być przewidziane u dołu odpowiednie połącze-

nia kompensacyjne, umożliwiające ich wydłużenie i zapobiegające zerwaniu na skutek nagrzania.

Podstawowym urządzeniem wylewowym jest stała prądownica pianowa. W przypadku zbiorników z cieczami palnymi ażeby uniknąć rozprysków i zafalowania powierzchni cieczy na skutek działania strumienia piany stosuje się komory pianowe rozpraszające energię strumienia oraz kolumny wylewowe wprowadzające pianę na powierzchnię cieczy. Wymaganie minimalne ciśnienia na wlocie do prądownicy wynosi 5,5 bar.

#### **4.3.2.2. MASZTY PIANOWE.**

Masztem pianowym nazywa się przenośną lub przewoźną konstrukcję nośną z umocowaną na stałe prądownicą pianową lub urządzeniem wylewowym. Doprowadzenie wodnego roztworu środka pianotwórczego do urządzenia może się odbywać za pomocą stałego przewodu zakończonego nasadą wlotową, umocowanego do konstrukcji nośnej lub bezpośrednio pożarniczym węzłem tłocznym.

Maszty pianowe przynoszone lub przewożone są do chronionego obiektu lub zbiornika dopiero w przypadku powstania w nim pożaru i ustawiane w sposób umożliwiający najbardziej efektywny sposób podawania piany na palącą się powierzchnię. Mogą stanowić zakończenie linii gaśniczych zbudowanych przez straż pożarną lub być podłączone do hydrantów pianowych.

#### **4.3.2.3. STAŁE DZIAŁKA PIANOWE.**

Zasady stosowania, montażu i zasilania stałych działek pianowych są prawie takie same jak stałych gaśniczych działek wodnych, z tą różnicą, że działko pianowe zasilane jest wodnym roztworem środka pianotwórczego i posiada konstrukcję umożliwiającą podanie prądu piany ciężkiej. Działka pianowe różnią się od działek wodnych również zasięgiem, ponieważ rzut prądu piany jest znacznie krótszy od rzutu wodnego prądu zwartego.

W ostatnich latach praktycznie stałe działka wodno-pianowe z oddzielnymi lub wymiennymi wylotami dla wody i dla piany. Urządzenia do przygotowania wodnego roztworu środka pianotwórczego montuje się na przewodach zasilających działko z możliwością automatycznego lub ręcznego ich uruchomienia.

#### **4.3.2.4. STAŁE URZĄDZENIA GAŚNICZE NA PIANĘ LEKKĄ.**

Zasadniczym elementem urządzenia gaśniczego na pianę lekką jest agregat do jej wytwarzania. Stosowana w urządzeniach gaśniczych pianą powinna posiadać liczbę spienienia 1000. Do wytworzenia takiej piany potrzeba dużych ilości powietrza (gazu). Jego dopływu nie można zapewnić w sposób naturalny.

W tym celu agregat wyposażony jest w wentylator napędzany silnikiem spalinowym (niekiedy elektrycznym). Wentylator nadmuchuje powietrze na sito z tworzywa sztucznego, zwilżane w czasie pracy wodnym roztworem środka pianotwórczego. Tworzące się pęcherzyki wypychane są na zewnątrz. Do ich skierowania w żądane miejsce potrzebne są węże elastyczne (rękawy) ze specjalnej tkaniny o dużych średnicach (producenci w komplecie dostarczają przeważnie rękawy o średnicy 1000 mm i długości 7 m).

Agregat wyposażony jest w zasysacz środka pianotwórczego, wymaga więc jedynie doprowadzenia wody i zapewnienie połączenia ze zbiornikiem środka pianotwórczego. Produkowane są stacjonarne lub przewoźne agregaty o wydajności 200, 45, 800, 1500 m<sup>2</sup> piany na minutę (oznaczenia APL 200, APL 450, APL 800, APL 1500). Zapotrzebowanie wody i środka pianotwórczego jest stosunkowo niewielkie w stosunku do urządzeń na pianę ciężką. Do wytworzenia 1 m<sup>3</sup> piany lekkiej potrzeba około 1 dm<sup>3</sup> wody i 0,05 dm<sup>3</sup> środka pianotwórczego (wymagane stężenie jest przy pianie ciężkiej). Potrzebne jest również mniejsze ciśnienie wody zasilającej agregat, powinno ono wynosić 2,5 bar.

#### **4.3.3. STAŁE URZĄDZENIA GAŚNICZE NA GAZY OBOJĘTNE.**

Urządzenia gaśnicze na gazy obojętne są instalacjami powiązanymi na stałe z chronionym obiektem lub pomieszczeniem, z pojemnikami do magazynowania wymaganej ilości gazu gaśniczego (dwutlenek węgla, azot) lub urządzeniami do jego wytwarzania (para wodna, gazy spalinowe). Mogą być uruchamiane ręcznie lub automatycznie.

*Urządzenia gaśnicze na gazy obojętne dzielą się według stosowanego w nich gazu gaśniczego na:*

- urządzenia na dwutlenek węgla (śniegowe),
- urządzenia azotowe,
- urządzenia parowe,
- urządzenia na gazy spalinowe.

Powszechne zastosowanie mają jedynie urządzenia na dwutlenek węgla, których zasady projektowania i instalowania określone są w Polskiej Normie. Pozostałe urządzenia gaśnicze gazowe instalowane były lokalnie w nielicznych przypadkach.

##### **4.3.3.1. URZĄDZENIA NA DWUTLENEK WĘGLA.**

Urządzenia gaśnicze na dwutlenek węgla (nazywane często śniegowymi) są to zbiorniki dwutlenku węgla podłączone trwale do stałych rurociągów z dyszami rozmieszczonych tak, aby rozprowadzały dwutlenek węgla do przestrzeni chro-

nionych w sposób pozwalający na uzyskanie potrzebnego stężenia gaśniczego. Mogą być uruchamiane ręcznie i samoczynnie bądź tylko ręcznie.

*Urządzenie gaśnicze na dwutlenek węgla składa się z następujących elementów głównych:*

- jednego lub kilku zbiorników  $\text{CO}_2$  wraz z wymagany osprzętem,
- mechanizmów uruchamiających,
- zaworów kierunkowych,
- rur zbiorczych (kolektorów) i rurociągów rozprowadzających,
- dysz wylotowych,
- urządzeń sterujących do uruchomienia samoczynnego.

*W zależności od sposobu przechowywania dwutlenku węgla rozróżnia się dwa systemy urządzeń gaśniczych:*

- urządzenia wysokociśnieniowe, w których przechowuje się dwutlenek węgla w temperaturze otoczenia w butlach stalowych,
- urządzenia niskociśnieniowe, w których przechowuje się ochłodzony do temperatury około  $-18^\circ\text{C}$  w izolowanych cieplnie zbiornikach wyposażonych w instalację chłodniczą.

Normy ilościowe potrzebnego do gaszenia dwutlenku węgla oraz ogólne zasady wykonania są wspólne dla obu systemów. Inne są przede wszystkim ze względu na różne ciśnienia w zbiornikach magazynowych (uzależnione od temperatury) ilość podanego do miejsca pożaru  $\text{CO}_2$  w jednostce czasu, a więc inne średnice rurociągów i armatury oraz wymagania dotyczące ich wytrzymałości i odbioru.

Zbiorniki dwutlenku węgla wraz z odpowiednimi zaworami, mechanizmami uruchamiającymi i innymi urządzeniami powinny być zlokalizowane w oddzielnym pomieszczeniu, znajdującym się w pobliżu chronionych pomieszczeń lub obiektów. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się lokalizację zbiorników w pomieszczeniach chronionych.

Do przechowywania dwutlenku węgla w urządzeniach wysokociśnieniowych stosuje się butle stalowe o pojemności  $40\text{ dm}^3$ . Butle napełnia się ciekłym  $\text{CO}_2$  w określonym stosunku względem pojemności butli nazywanym współczynnikiem napełnienia. W Polsce stosuje się współczynnik napełnienia równy 0,75 (strefa umiarkowana), co oznacza, że na każdy  $\text{dm}^3$  pojemności butli przypada 0,75 kg ciekłego dwutlenku węgla. Ponadto stosuje się współczynniki napełnienia 0,68 (strefa tropikalna) i 0,55 (Sahara).

Dwutlenek węgla w butli w zakresie temperatur od  $-56,5^\circ\text{C}$  do  $+22,0^\circ\text{C}$ , znajduje się w postaci cieczy i pary, przy czym poziom cieczy w butli wzrasta w miarę wzrostu temperatur. W granicach temperatur  $+22,0^\circ\text{C}$  do  $+31,3^\circ\text{C}$   $\text{CO}_2$  w butli znajduje się tylko w postaci ciekłej, zaś powyżej  $+31,3^\circ\text{C}$  (temperatura krytyczna) tylko w postaci gazowej, a ciśnienie wewnątrz butli gwałtownie

wzrasta. Przy współczynniku napełnienia 0,75 i temperaturze około 46°C ciśnienie to wynosi 190 bar (19MPa) i jest równe ciśnieniu próbnemu butli. Natomiast w temperaturze 20°C dwutlenek węgla wewnątrz butli znajduje się pod ciśnieniem 51,7 bar (5,17 MPa).

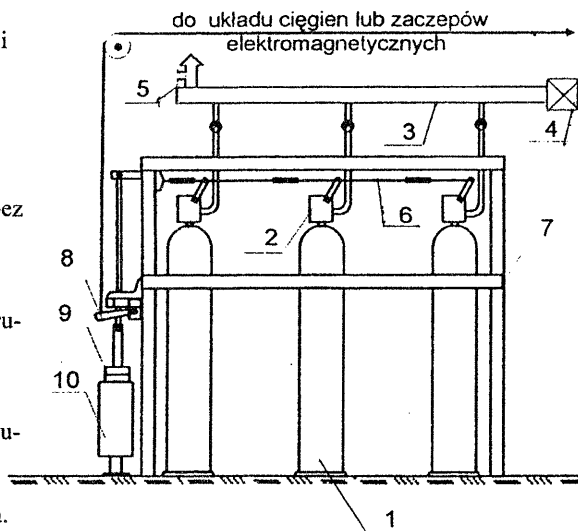
W zależności od zastosowanego współczynnika napełnienia butli temperatura otoczenia w miejscu ustawienia butli nie może przekraczać: 0,75 - + 40°C, 0,68 - + 49°C, 0,55 - + 65°C.

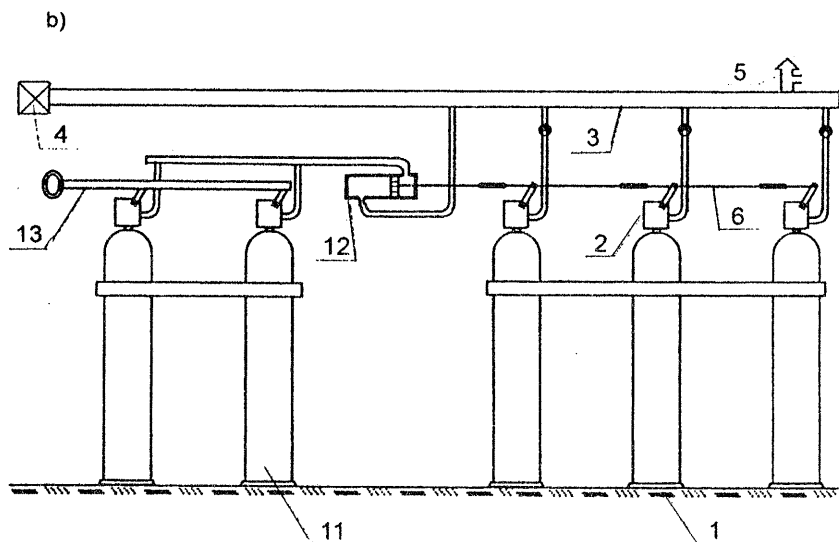
Niezbędna ilość dwutlenku węgla powinna być magazynowana w jednej baterii butli, czyli zespole połączonym kolektorem (przewodem zbiorczym). Każda butla powinna posiadać zawór dźwigniowy szybkootwieralny z rurką syfonową sięgającą na wysokość 10 mm od dna butli.

Butle wchodzące w skład baterii powinny być zamocowane w sposób uniemożliwiający przemieszczanie się podczas wyładowania dwutlenku węgla. W celu umożliwienia wymiany pojedynczej butli przy zachowaniu pełnej gotowości baterii, w przewodach łączących zawory butlowe z kolektorem montuje się zaworki zwrotne. Wszystkie zawory butli przyłączone do kolektora powinny się otwierać jednocześnie.

**Rys. 19. Schematy uruchamiania baterii butli z dwutlenkiem węgla:**

- a) mechanizmem ciężarkowym,
- b) pneumatyczny z butlami pilotującymi,
- 1 – bateria butli,
- 2 – zawór dźwigniowy,
- 3 – kolektor,
- 4 – zawory kierunkowe,
- 5 – nadmiarowy zawór bez pieczęństwa,
- 6 – śruby rzymskie,
- 7 – stojak na butle,
- 8 – zaczep z dźwigniami uruchamiającymi,
- 9 – obciążniki,
- 10 – osłona obciążników,
- 11 – butle pilotujące z dwutlenkiem węgla,
- 12 – cylinder z tłokiem,
- 13 – dźwignia uruchamiająca.





Do uruchomienia (otwierania) butli w baterii stosuje się przeważnie śruby rzymskie (ściągacze) z nakrętkami, którymi łączy się dźwignię zaworów i podłącza do mechanizmu uruchamiającego: obciążników uruchamiających lub butli pilotujących.

Uruchomienie baterii butli z mechanizmem ciężarkowym następuje po zwolnieniu zaczepu i opadnięciu obciążników powodując przesunięcie się dźwigni zaworów o kąt potrzebny do otwarcia. Zaczep wyposażony jest w dźwignie zwalniające ręczne oraz przystosowane do podłączenia do urządzeń sterujących. Najczęściej są to elektromagnesy, zwalniające linkę na sygnał z automatycznych urządzeń sygnalizacji pożarowej lub układ cięgien prowadzonych pod sufitem chronionych pomieszczeń, zamkami tropikowymi rozpadającymi się pod wpływem temperatury.

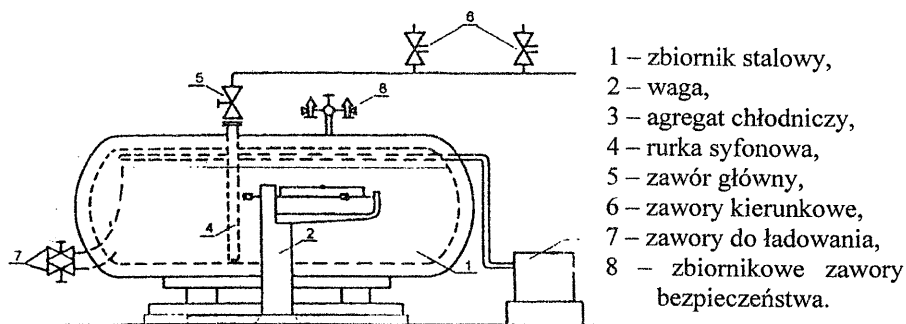
W pneumatycznym urządzeniu uruchamiającym baterię butli przesunięcie dźwigni zaworów butlowych powoduje skok tłoka w cylindrze, na skutek ciśnienia dopływającego gazu z butli pilotujących. Jest to przeważnie dwutlenek węgla, ale zastosowane może być sprężone powietrze lub inne gazy niepalne. W przypadku dwutlenku węgla jest on z cylinderka doprowadzany do rurociągów urządzenia gaśniczego. Inne gazy muszą mieć odprowadzenie do atmosfery w pomieszczeniu baterii butli lub na zewnątrz. Zawartość dwutlenku węgla w butlach pilotujących nie powinna być brana w rachubę przy obliczaniu ilości  $\text{CO}_2$  potrzebnego do gaszenia pożaru.

Zespół pilotujący musi składać się z co najmniej dwóch butli. Może być uruchamiany tylko jedną dźwignią ręcznie lub samoczynnie. Do uruchomienia samoczynnego stosuje się takie same urządzenia sterujące jak w przypadku mechanizmu ciężarkowego.

Dla kontroli stanu gotowości baterii należy zapewnić możliwość pomiaru ilości dwutlenku węgla w każdej butli. Pomiarów wykonywać można przez ważenie na wadze dziesiętnej lub za pomocą wagi dźwigniowej czy sprężynowej, podwieszanej na konstrukcji nośnej nad baterią. W pierwszym przypadku butle trzeba wyjmować pojedynczo z zamocowania (stojaka), w drugim wystarczy odłączyć je od kolektora i rozluźnić uchwyty. W ostatnich latach do określania stanu napełnienia butli stosuje się z powodzeniem jonizacyjne wskaźniki poziomu cieczy.

Do przechowywania dwutlenku węgla w urządzeniach niskociśnieniowych stosuje się zbiorniki stalowe izolowane, posiadające układ chłodzenia, który powinien utrzymać temperaturę w granicach od  $-18^{\circ}\text{C}$  do  $-20^{\circ}\text{C}$  przy ciśnieniu około 20 bar.

**Rys. 20. Schemat ustawienia i oprzyrządowania zbiornika niskociśnieniowego.**



Zbiornik powinien mieć izolację, zapewniającą ograniczenie ubytków dwutlenku węgla, w przypadku popsucia się urządzenia chłodniczego.

Przy najwyższej przewidywanej temperaturze otoczenia, ubytki w ciągu 24 godzin nie mogą przekroczyć:

- 1,5 % przy ładunku od 3 do 6 ton,
- 0,8 % przy ładunku od 6 do 10 ton,
- 0,5 % przy ładunku powyżej 10 ton.

Materiały izolacyjne zbiornika powinny być zabezpieczone blaszaną osłoną przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Zbiornik ustawia się przeważnie na wadze, która w sposób ciągły wskazuje ilość dwutlenku węgla.

W urządzeniach niskociśnieniowych uruchamianych samoczynnie należy stosować zawór główny z mechanizmem elektrycznym lub mechanicznym sterowanym przez automatyczne urządzenia sygnalizacji pożarowej.

Zadziałanie mechanizmu uruchamiającego baterię butli lub zbiornik niskociśnieniowy powinno powodować zadziałanie całego urządzenia gaśniczego pod wpływem ciśnienia wewnętrznego. Jednocześnie powinny być wykonane funkcje pomocnicze takie jak: wysyłanie sygnałów alarmowych, wyłączenie urządzeń technologicznych i wentylacyjnych, zamknięcie drzwi i innych otworów, które mogą powodować ucieczkę dwutlenku węgla z chronionej przestrzeni.

Jedną baterią butli można chronić pojedyncze pomieszczenia lub obiekty. Ochrona kilku oddzielnych stref zagrożonych może być dokonana przez jedną baterię, jeżeli nie ma prawdopodobieństwa rozprzestrzenienia się pożaru z jednego obiektu na drugi. Zbiorniki niskociśnieniowe stosowane są przeważnie do ochrony kilku stref zagrożonych. Całkowita pojemność baterii butli lub zbiornika powinna odpowiadać ilości dwutlenku węgla potrzebnego do zabezpieczenia strefy zagrożonej wymagającej największej masy dwutlenku węgla.

Do sterowania przepływu dwutlenku węgla z kolektora w kierunku określonego obszaru chronionego służą zawory kierunkowe. Są to przeważnie zawory grzybkowe szybko-otwieralne z dźwigniami i zaczepami blokującymi grzybek. Do zwolnienia zaczepu można stosować elektromagnes lub dźwignię z podczepionym ciężarkiem.

Zawory kierunkowe urządzeń zasilanych z butli powinny się otwierać samoczynnie przed lub jednocześnie z otwarciem zaworu w butli. W przypadku zbiorników niskociśnieniowych zawór powinien być jednocześnie przystosowany do samoczynnego zamknięcia się po wyładowaniu wymaganej ilości dwutlenku węgla. Pod pojęciem wyładowanie dwutlenku węgla należy rozumieć otwarcie zbiornika i zaworów kierunkowych, powodujące wypływ dwutlenku węgla do chronionej przestrzeni.

Rury powinny być wykonane z materiału niepalnego, mającego właściwości fizyczne i chemiczne gwarantujące niezawodne działanie rurociągów pod ciśnieniem. Przeważnie stosuje się rury stalowe. Rury i kształtki należy projektować na ciśnienie próbne:

- 190 bar – odcinków zamkniętych dwustronnie (od butli do zaworów kierunkowych) w urządzeniach wysokociśnieniowych,
- 50 bar – odcinków zamkniętych jednostronnie (od butli do dysz przy ochronie tylko jednej strefy zagrożonej lub od zaworów kierunkowych do dysz) w urządzeniach wysokociśnieniowych,
- 40 bar – kolektorów i przewodów rozprowadzających w urządzeniach niskociśnieniowych.