

Ośrodek Szkolenia Zawodowego "OMEGA" s. c.

ul. Św. Urbana 5/c, 41-800 Zabrze

tel./fax: (032) 740 99 00

www.oszomega.pl

MATERIAŁY SZKOLENIOWE

Grupa II

*Urządzenia wytwarzające,
przetwarzające, przesyłające
i zużywające ciepło oraz inne
urządzenia energetyczne.*

Spis treści

1. Kotły parowe oraz wodne na paliwa stałe, płynne i gazowe, o mocy powyżej 50 kW, wraz z urządzeniami pomocniczymi.....	5
Kocioł parowy a kocioł wodny	5
Rodzaje kotłów centralnego ogrzewania	5
Kotły rusztowe na paliwo stałe.....	6
Kotły opalane gazem lub olejem opałowym	6
Informacje charakteryzujące kocioł	6
Straty ciepłe kotła.....	7
2. Sieci i instalacje ciepłe wraz z urządzeniami pomocniczymi o przesył ciepła powyżej 50 kW... 7	
Sieć ciepłownicza – zespoły i podział	8
Ułożenia sieci ciepłowniczych – ich wady i zalety	8
Rodzaje sieci ciepłych	9
Główne elementy konstrukcyjne sieci ciepłowniczych i ich zadania	14
Eksploatacja sieci ciepłowniczych	14
Dokumentacja eksploatacyjna sieci ciepłowniczych	15
Najważniejsze zasady eksploatacji sieci ciepłowniczych	15
3. Przemysłowe urządzenia odbiorcze pary i gorącej wody, o mocy powyżej 50 kW.....	16
Suszenie i suszarki	16
Suszarka	16
Suszarka o działaniu okresowym.....	16
Suszarka o działaniu ciągłym	17
Wielkości charakteryzujące suszarki	18
Wymienniki ciepła	18
Podział wymienników ciepła	18
Budowa wymiennika ciepła i ich rodzaje	18
Podstawowy osprzęt wymiennika	19
Charakterystyka wymiennika ciepła.....	19
Wyparki	20
Rodzaje wyparek	20
Budowa wyparki	20
Osprzęt wyparki.....	20
Autoklawy	20

Osprzęt autoklawu	21
Charakteryzowanie autoklawu	21
Gospodarka skroplinami (kondensatem)	21
Powstawanie skropliny	21
Powody, dla których warto ograniczać straty skroplin	21
Elementy składowe układu otwartego zbioru skroplin	22
Elementy składowe prostego, zamkniętego układu zbioru skroplin	22
Rodzaje odwadniaczy	22
Główne przyczyny wadliwego działania odwadniaczy	23
4. Urządzenia wentylacji, klimatyzacji i chłodnicze o mocy powyżej 50 kW	23
Wentylacja	23
Rodzaje wentylacji	24
Elementy budowy systemów wentylacyjnych	25
Urządzenia klimatyzacyjne	25
Główne elementy budowy urządzenia klimatyzacyjnego	26
Budowa i działanie urządzenia klimatyzacyjnego	26
5. Pompy, ssawy, wentylatory i dmuchawy o mocy powyżej 50 kW.	27
Pompy	27
Podział pomp	27
Dane charakteryzujące pompy	29
Kawitacja	29
Ssawy	29
Wentylatory	30
Podział wentylatorów	30
Budowa wentylatora osiowego	30
Budowa wentylatora promieniowego	31
Zastosowanie wentylatorów osiowych i promieniowych	31
Dane charakteryzujące wentylatory	32
Sposoby regulacji wydajności wentylatora	32
Nadmierne drgania wentylatora i zwiększony hałas	32
Dmuchawy	32
Podział dmuchaw	33
6. Sprężarki o mocy powyżej 20 kW oraz instalacje sprężonego powietrza i gazów technicznych. .	33
Definicja i podział sprężarek	33

Wielkości charakteryzujące sprężarki.....	34
Regulacja pracy sprężarek	34
Sprężarki przemysłowe.....	35
Budowa instalacji sprężarki tłokowej	35
Budowa instalacji sprężarki przepływowej	35
Eksploatacja sprężarek	36
7. Aparatura kontrolno – pomiarowa i urządzenia automatycznej regulacji do urządzeń i instalacji wymienionych w pkt 1, 2, 3, 4, 5, 6.	36
Przyrządy kontrolno - pomiarowe	36
Pomiar ciśnienia	37
Pomiar temperatury	39
Ciepłomierze.....	39
Wodomierze	39
Przepływomierze zwężkowe	39
Gazomierze.....	40
Wagi węglowe	40
8. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych – wybrane zagadnienia.	40
Instrukcja eksploatacji	40
Czynności poprzedzające wykonywanie prac przy urządzeniach i instalacjach grzewczych.....	41

1. Kotły parowe oraz wodne na paliwa stałe, płynne i gazowe, o mocy powyżej 50 kW, wraz z urządzeniami pomocniczymi.

Kocioł parowy a kocioł wodny

Kocioł parowy jest to urządzenie, w którym ciepło wytwarzane w procesie spalania paliwa jest wykorzystane do wytworzenia pary o ciśnieniu wyższym od atmosferycznego.

Kocioł wodny jest to urządzenie, w którym ciepło wytworzone w procesie spalania paliwa jest wykorzystane do ogrzania wody do zadanej temperatury.

Rodzaje kotłów centralnego ogrzewania

Tabela 1. Podział kotłów.

Grupa	Podział kotłów	
	ze względu na:	nazwa grupy
1	nośnik ciepła	- wodne - parowe
2	materiał, z jakiego kocioł zbudowano	- żeliwne - stalowe
3	stosowane paliwo	- rusztowe, na paliwo stałe - na paliwo ciekłe - na paliwo gazowe
4	zapotrzebowanie ciepła do:	- centralnego ogrzewania (c. o.) - przygotowania ciepłej wody użytkowej (c. w. o.) - celów technologicznych
5	parametry nośnika ciepła	- wodne niskotemperaturowe o temperaturze wody do 100 °C - wodne średniotemperaturowe o temperaturze wody od 100 °C do 115 °C - wodne wysokotemperaturowe o temperaturze wody powyżej 115°C - parowe niskociśnieniowe o ciśnieniu roboczym do 0,07 MPa - parowe wysokociśnieniowe o ciśnieniu roboczym ponad 0,07MPa
6	sposób ustawienia	- wolno stojące - obmurowane

Kotły rusztowe na paliwo stałe

Kotły przewidziane do opalania paliwem stałym (drewno, węgiel, koks) posiadają komory paleniskowe wyposażone w ruszt, stąd też kotły te określa się mianem kotłów rusztowych. Palenisko kotła jest to przestrzeń, w której odbywa się proces spalania. W zależności od rodzaju paliwa paleniska wyposażone są w ruszt o odpowiedniej konstrukcji. Do paleniska doprowadza się paliwo i powietrze.

Paleniska do paliw stałych dzielimy na **zasilane ręcznie** lub **mechanicznie** oraz na **paleniska z rusztem stałym** lub **ruchomym**.

Ze względu na usytuowanie rusztu rozróżniamy paleniska:

- z rusztem poziomym płaskim,
- z rusztem pochyłym,
- z rusztem schodkowym

Warto tu jeszcze wspomnieć o zasadniczych elementach wspomnianego już paleniska, które obok rusztu tworzą jeszcze: przewał, popielnik, drzwiczki do paleniska i popielnika, urządzenia doprowadzające powietrze pierwotne i wtórne.

Kotły opalane gazem lub olejem opałowym

Kotły gazowe i olejowe nie posiadają rusztu, popielnika, drzwiczek zasypowych ani urządzeń podmuchowych. Do przedniej ściany komory paleniskowej jest natomiast przymocowany palnik, którego zadaniem jest przygotowanie mieszanki palnej i wprowadzenie jej do komory spalania.

Informacje charakteryzujące kocioł

Kocioł charakteryzują co najmniej następujące informacje:

- rodzaj paliwa (stałe, ciekłe lub gazowe), na jakie kocioł zbudowano,
- czynnik roboczy - nośnik ciepła (woda, para),
- sposób ustawiania - wolnostojący lub obmurowany,

a ponadto informacje, które powinny być umieszczone na tabliczce znamionowej kotła, a mianowicie:

- nazwa wytwórcy,
- numer fabryczny kotła,
- rok budowy kotła,

- dopuszczone ciśnienie robocze lub maksymalna temperatura (dla kotłów wodnych),
- wydajność t/h lub moc cieplna w kW lub MW,
- sprawność cieplna,
- odpowiednie znaki, np. DT.

Straty ciepła kotła

Głównymi stratami cieplnymi kotła są:

- **strata kominowa** - to strata spowodowana unoszeniem przez spaliny do kominu energii cieplnej zawartej w gorących spalinach (strata kominowa jawna) oraz energii chemicznej w postaci nie spalonych gazów, takich jak tlenek węgla, ciężkie węglowodory C_nH_m , wodór, tlenek siarki (strata utajona).
- **strata paleniskowa** (tylko w kotłach na paliwo stałe) - to strata energii cieplnej zawartej w gorącym żużlu i popiele oraz strata energii chemicznej paliwa w postaci cząstek nie spalonego paliwa usuwanego z żużlem i popiołem oraz sadzy.
- **strata odmulania** (tylko kotły parowe) - występuje w kotłach parowych i wywołana jest koniecznością okresowego lub ciągłego upuszczania wody z kotła w celu usunięcia gromadzących się osadów i mułu.
- **strata do otoczenia** - występuje we wszystkich kotłach. Jest to strata spowodowana przez przenikanie ciepła do otoczenia od części kotła posiadających temperaturę wyższą od temperatury otaczającego powietrza.

2. Sieci i instalacje ciepłe wraz z urządzeniami pomocniczymi o przesyle ciepła powyżej 50 kW.

Używane określenia „**sieci ciepłe**” i „**sieci ciepłownicze**” z uwagi na swe podobieństwo mogą prowadzić do pewnych nieporozumień. Otóż określenie „**sieci ciepłe**” odnosi się ogólnie do sieci rozprowadzających energię cieplną w postaci gorącej wody lub pary bez względu na to z jakiego źródła ta energia pochodzi i dla jakich odbiorców jest przeznaczona. Określenie „**sieć ciepłownicza**” odnosi się natomiast do sieci rozprowadzających energię cieplną, wytwarzaną przez zakłady energetyczne, którymi są ciepłownie lub elektrociepłownie, a których podstawowym zadaniem jest zaopatrywanie osiedli i miast w ciepło do ogrzewania i do celów technologicznych. Dlatego też sieć służącą do rozprowadzania energii cieplnej w zakładzie przemysłowym lub innym obiekcie, wytwarzanej

przez własną ciepłownię lub elektrociepłownię na potrzeby tego zakładu bądź grupy sąsiadujących zakładów, nazywamy „**siecią ciepłą**”, gdyż nie pełni ona funkcji w dziale energetyki zwanym ciepłownictwem.

Sieć ciepłownicza – zespoły i podział

Zespół przewodów ciepłowniczych wraz z armaturą, konstrukcjami nośnymi i oporowymi, izolacją cieplną itp., od źródła ciepła do rozdzielni ciepła u odbiorcy, stanowi sieć ciepłą. **Sieci ciepłownicze, w zależności od przeznaczenia, dzieli się na:**

- sieci ciepłownicze przemysłowe, ułożone na terenie zakładów przemysłowych,
- sieci ciepłownicze miejskie, znajdujące się na terenie miasta lub osiedla.

Pod względem spełnianych zadań, sieć ciepłowniczą można podzielić na:

- magistralną (przesyłową) – jej zadaniem jest przesyłanie czynnika grzejnego (pary lub gorącej wody) od źródła ciepła do grup odbiorców ciepła (osiedli, zakładów komunalnych, zakładów przemysłowych),
- rozdzielczą (rozprowadzającą) - jest przeznaczona do rozdziału i przesyłania czynnika grzejnego od węzłów na przewodach magistralnych do budynków zużywających ciepło.

Ułożenia sieci ciepłowniczych – ich wady i zalety

Przewody sieci ciepłowniczych układane są nad ziemią lub pod ziemią. Układanie przewodów sieci ciepłowniczych pod ziemią stosowane jest z reguły na terenie miast i osiedli. W tym przypadku przewody mogą być układane w kanałach przechodnich, w kanałach przełazowych, w kanałach nieprzełazowych oraz bezkanałowo. **Zalety podziemnego ułożenia przewodów sieci ciepłowniczych:**

- nie zajmują miejsca na powierzchni terenów,
- nie są narażone na działanie sił zewnętrznych,
- wykazują mniejsze straty ciepła.

Wady podziemnego ułożenia przewodów sieci ciepłowniczych:

- wysoki koszt budowy (ułożenia w kanałach),
- niemożność dokonywania oględzin i konieczność odkopywania w celu wykonania napraw (ułożenie bezkanałowe).

Na terenach zakładów przemysłowych stosuje się nadziemne ułożenie przewodów sieci ciepłowniczych. Przewody te układa się na żelbetowych lub stalowych słupach bądź innych konstrukcjach nośnych, a także na wspornikach osadzanych w ścianach zewnętrznych budynków. **Zaletami tego sposobu ułożenia przewodów są:**

- mniejszy koszt budowy w porównaniu z ułożeniem podziemnym,
- łatwiejszy dostęp do napraw i obsługi.

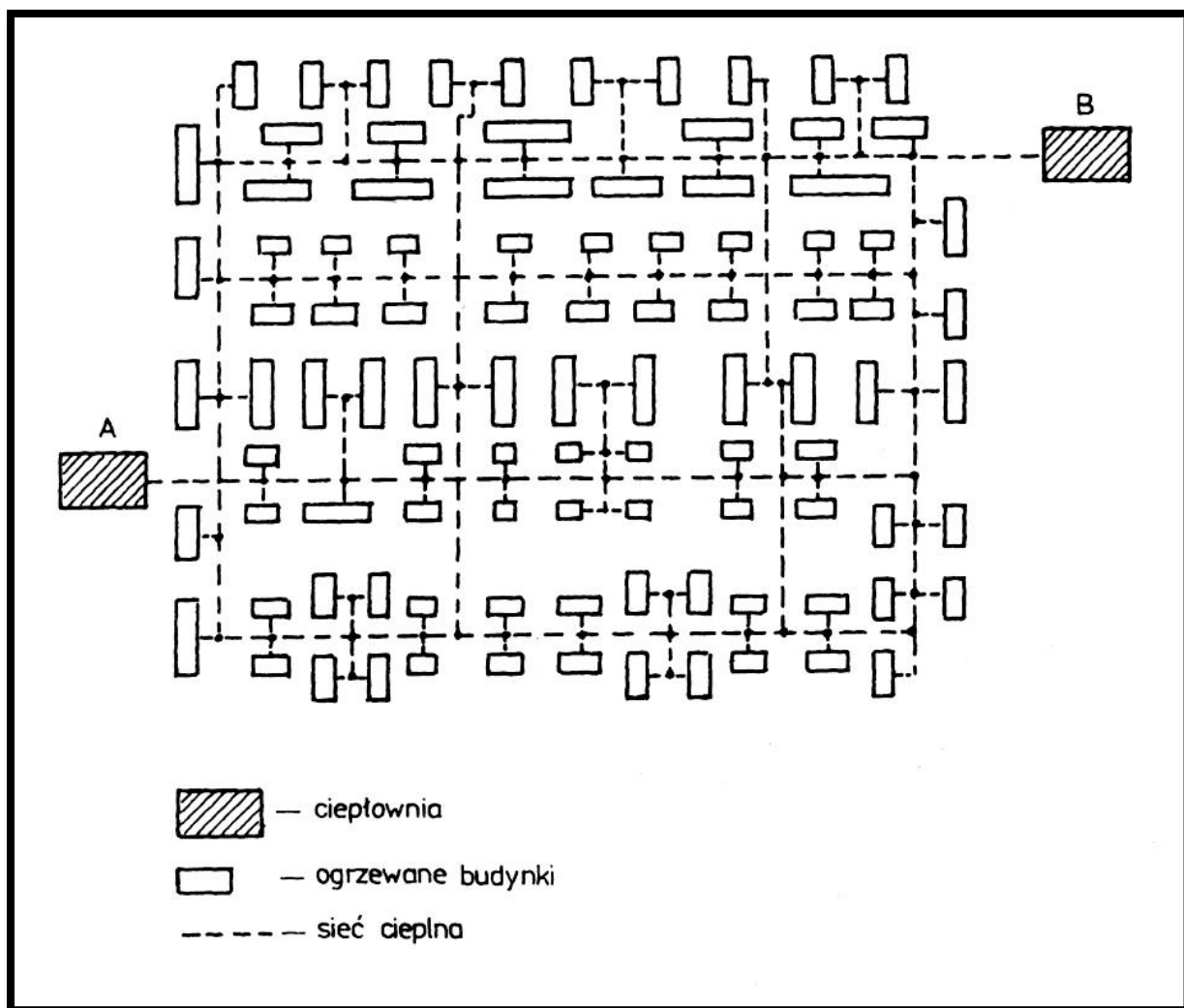
Wadami natomiast są:

- ujemny wpływ na estetykę otoczenia,
- zatarasowanie terenu i ograniczenie transportu naziemnego,
- większa strata ciepła.

Rodzaje sieci ciepłych

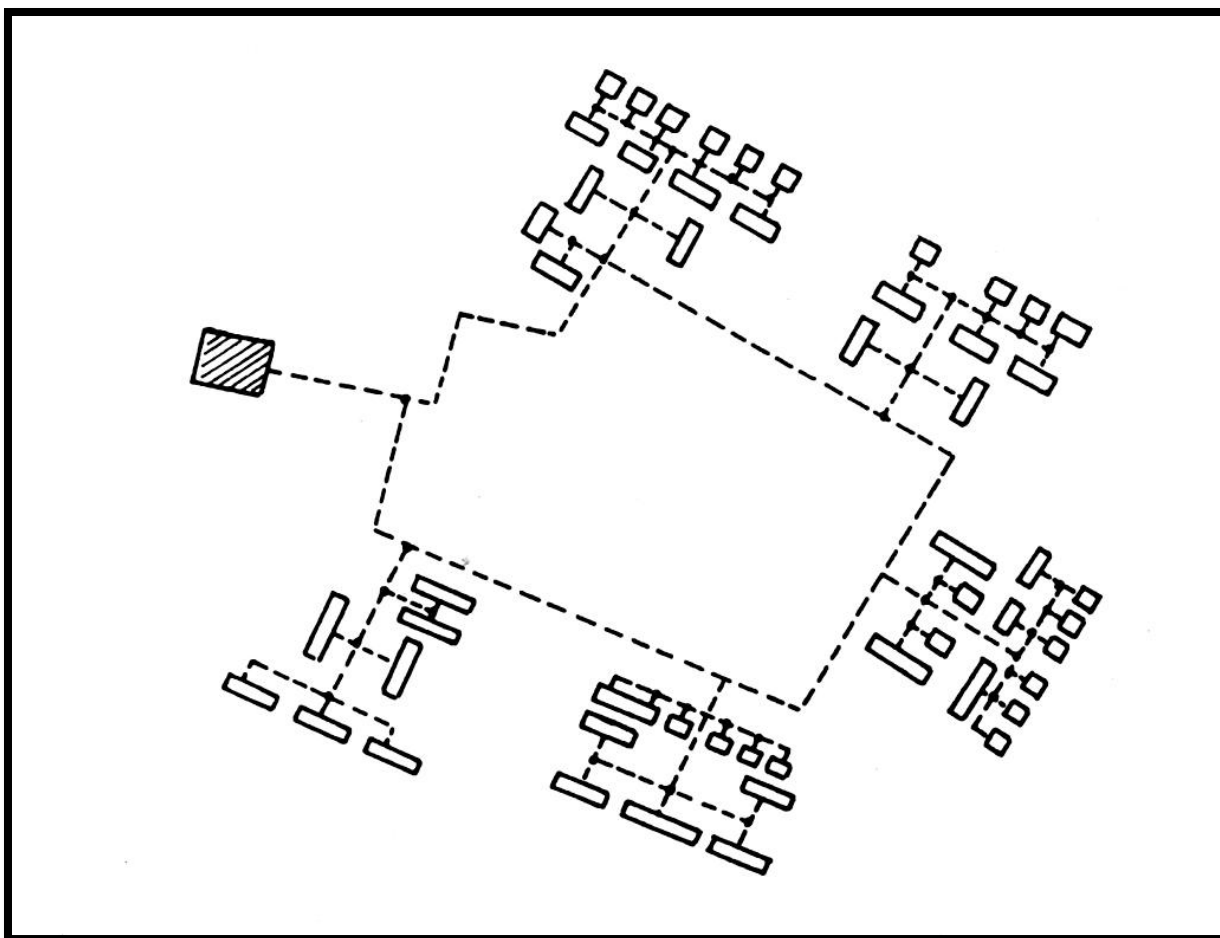
Aby zapewnić sprawny przesył ciepła do każdego odbiorcy, sieci ciepłe buduje się nadając im **kształt**:

- kratownicowy,
- pierścieniowy,
- promienisty,
- pajęczny (odmiana sieci o kształcie promienistym),
- mieszany.



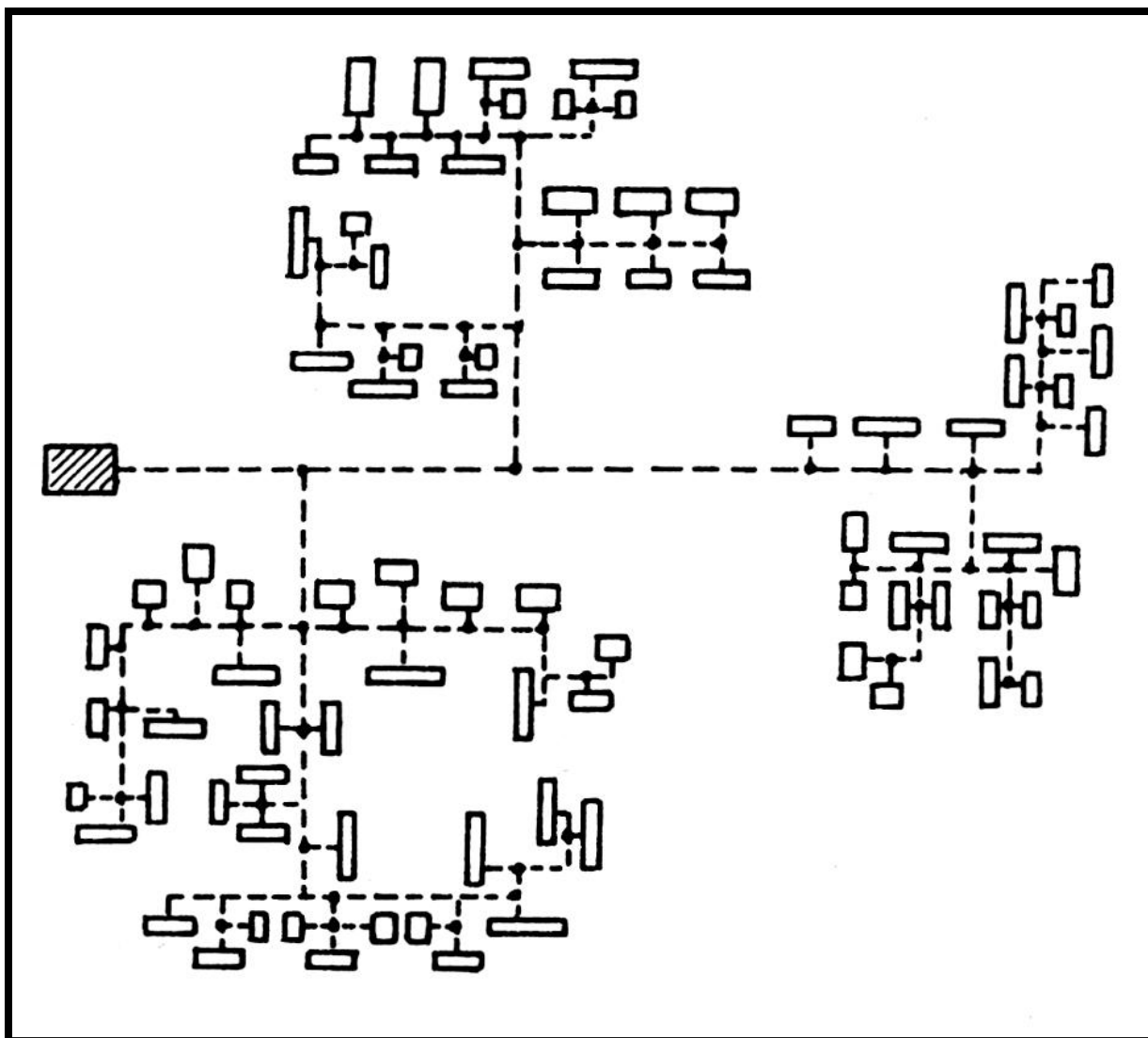
Rysunek 1. Sieć cieplna w postaci kratownicy.

- zasilanie z dwóch źródeł,
- układ sieci zgodny z układem ulic,
- gwarancja dostawy ciepła w przypadku awarii jednego ze źródeł lub uszkodzenia odcinka sieci.



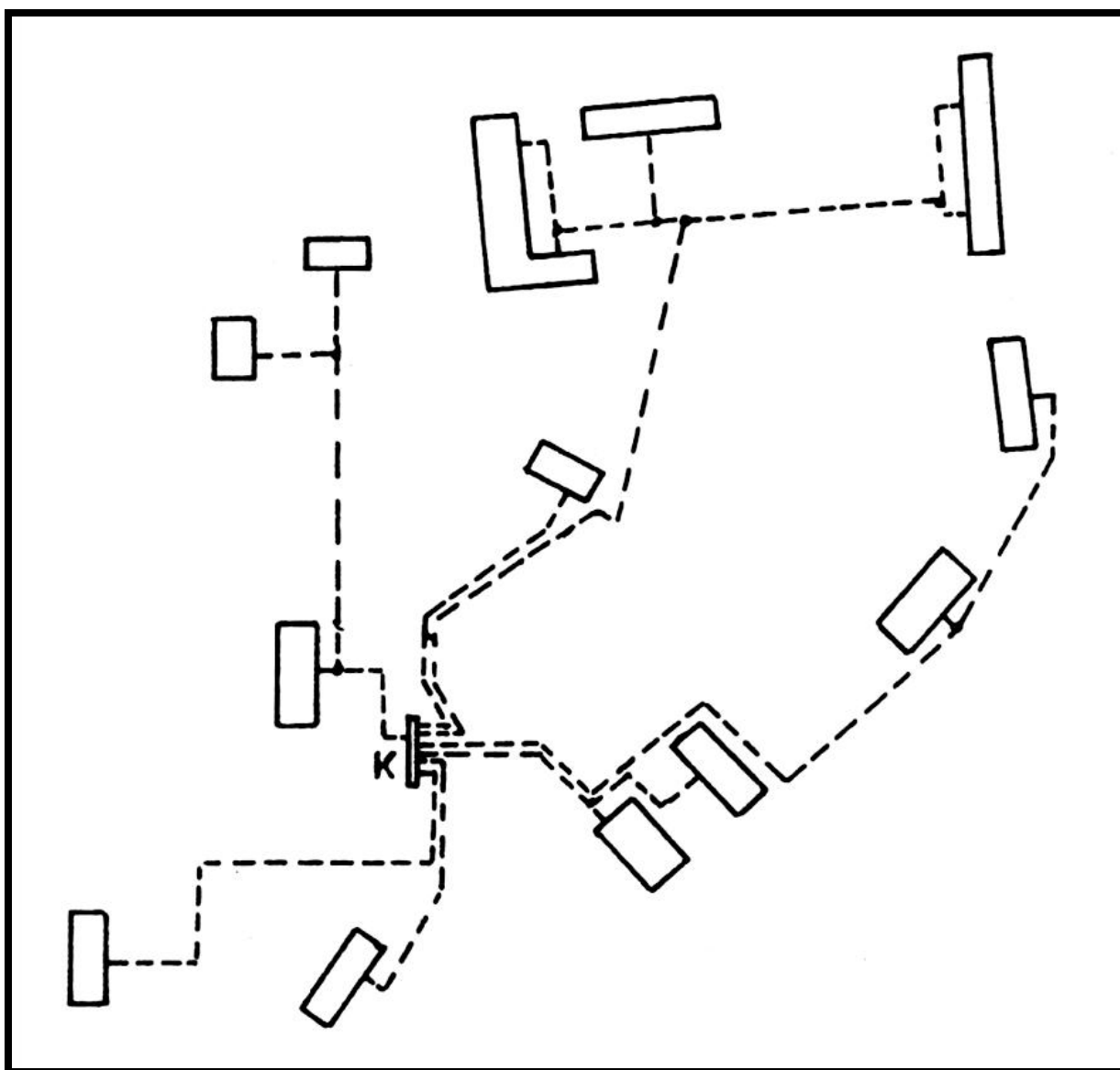
Rysunek 2. Sieć cieplna pierścieniowa.

- zasilanie z jednego źródła ciepła,
- gwarancja dostawy ciepła w przypadku awarii odcinka magistrali ze względu na możliwość dwukierunkowego przesyłu ciepła.



Rysunek 3. Sieć cieplna promienista.

- jedno źródło ciepła,
- w razie awarii układu sieci ciepłowniczej istnieje duże zagrożenie bezpieczeństwa dostaw ciepła do odbiorców.



Rysunek 4. Sieć cieplna pajęcza.

- jedno źródło ciepła,
- w wypadku awarii sieci ciepłowniczej zagrożone są dostawy ciepła tylko dla odbiorców z uszkodzonej „nitki” sieci.

Główne elementy konstrukcyjne sieci ciepłowniczych i ich zadania

Rurociągi sieci ciepłowniczych budowane są z rur stalowych bez szwu. Powszechnie stosowanym sposobem łączenia poszczególnych odcinków i kształtek rur jest spawanie. **Armatura** natomiast zabudowywana jest przez połączenia kołnierzowe. Tak rury, jak i armatura są dobierane według ciśnień nominalnych z uwzględnieniem temperatury czynnika grzejącego, szczególnie armatura. Rurociągi w systemie podziemnym i nadziemnym układane są na **podporach**. **Stosowane są dwa rodzaje podpór**, a mianowicie:

- podpory stałe, utwierdzające rurociąg, rozmieszczone co 30-40 m, w zależności od średnicy rurociągu i temperatury czynnika grzejącego,
- podpory ruchome, ślizgowe lub toczne, umożliwiające poosiowe przesuwanie się rurociągu powodowane różnicą temperatury.

Pomiędzy każdymi dwoma podporami, utwierdzającymi rurociąg (podpory stałe) stosowane są **wydłużki**, przyjmujące przyrosty długości rurociągu, spowodowane jego nagraniem. **Wydłużki te nazywane są też kompensatorami, gdyż kompensują wydłużenia cieplne**. Stosowane są głównie następujące **rodzaje wydłużeń**:

- gładkie (z gładkich rur) w kształcie litery U,
- faliste,
- dławnicowe.

Kompensacja wydłużeń cieplnych przez stosowanie wydłużeń (kompensatorów) nazywana jest kompensacją sztuczną. Jeżeli natomiast, rurociąg zmienia kierunek, wówczas łuk rurociągu pracuje jako wydłużka i taką kompensację nazywa się naturalną.

Eksploatacja sieci ciepłowniczych

Przez pojęcie eksploatacji, w odniesieniu do sieci ciepłowniczych, należy rozumieć:

- dokonywanie szczegółowych oględzin sieci we wszystkich jej elementach,
- przeprowadzanie okresowych badań i pomiarów oraz regulacji,
- dokonywanie prac konserwacyjnych, napraw bieżących i awaryjnych oraz remontów planowych,
- obsługiwanie wszystkich czynnych urządzeń i instalacji przez osoby odpowiednio przeszkolone i uprawnione.

Zadania wymienione w dwóch pierwszych punktach, powinny być wykonywane w zakresie i z częstotliwością ustaloną w dokumentacji technicznej sieci.

Dokumentacja eksploatacyjna sieci ciepłowniczych

Każda sieć ciepłownicza powinna posiadać dokumentację eksploatacyjną, systematycznie aktualizowaną. Dokumentację tę stanowią:

- program pracy sieci ciepłowniczej, opracowany dla stabilnych warunków pracy oraz dla sytuacji awaryjnych,
- instrukcja eksploatacji sieci, zatwierdzona przez kierownika przedsiębiorstwa ciepłowniczego.

Najważniejsze zasady eksploatacji sieci ciepłowniczych

1. Eksploatacja sieci ciepłowniczych powinna być prowadzona zgodnie z instrukcją eksploatacji, zatwierdzoną przez kierownika jednostki zarządzającej siecią ciepłą.
2. Ruch sieci ciepłych należy prowadzić na podstawie programów pracy, opracowywanych dla każdego sezonu grzewczego i pozostałego okresu eksploatacji sieci ciepłowniczych oraz na bieżąco aktualizowanych, z uwzględnieniem wyników pomiarów i badań prowadzonych podczas eksploatacji.
3. Temperatury wody sieciowej w rurociągu zasilającym i powrotnym powinny być regulowane zgodnie z wykresami regulacyjnymi, opracowywanymi dla każdego sezonu grzewczego.
4. W wyznaczonych punktach kontrolnych należy prowadzić rejestrację ciśnień wody sieciowej przy wejściu i powrocie, a w szczególności przepływów, ciśnień i temperatur nośnika energii cieplnej, oraz okresowe badania jakości wody sieciowej i wody uzupełniającej a także odczyty ilości wody uzupełniającej, kierowanej do sieci ciepłowniczej.
5. Częstotliwość zapisów i badań powinna być dokonywana w zakresie i z częstotliwością ustaloną w instrukcji eksploatacji.
6. Ubytki wody w sieciach ciepłowniczych wodnych należy uzupełniać wodą zmiękczoną i odgazowaną.
7. Ciśnienie w najwyższym punkcie sieci ciepłowniczej wodnej w czasie eksploatacji powinno być takie, aby nie następowało odparowanie wody w danej temperaturze.
8. Ilość wody uzupełniającej do napełniania i płukania instalacji odbiorczych i sieci ciepłowniczych przed każdym sezonem grzewczym powinna być określona przez osobę sprawującą nadzór nad eksploatacją sieci cieplnej.
9. Kompensowanie pozornych ubytków wody sieciowej wskutek zmian jej objętości spowodowanych zmianami temperatury wody oraz ubytków wody w razie awarii powinno być zapewnione przez magazynowanie wody uzdatnionej w zbiornikach retencyjnych i wyrównawczych.
10. W razie awarii sieci ciepłowniczej, uszkodzony odcinek należy niezwłocznie wyłączyć z eksploatacji. Wyłączenie powinno nastąpić w porozumieniu z jednostką zarządzającą źródłem energii cieplnej, a w razie potrzeby wprowadzenia zmian w układzie komunikacyjnym (zamknięcia lub utrudnienia ruchu drogowego) - również z właściwymi organami zarządzającymi ruchem na drogach.

11. Po ustaleniu miejsca awarii obiekty budowlane należy zabezpieczyć przed ich uszkodzeniem lub zalaniem gorącą wodą oraz zabezpieczyć i oznakować miejsce awarii i armaturę użytą do odcięcia uszkodzonego odcinka sieci.
12. Wyłączanie z eksploatacji poszczególnych odcinków sieci ciepłowniczej lub całej sieci powinno nastąpić w porozumieniu z dostawcą i odbiorcami energii cieplnej. Wyłączenie z eksploatacji całej sieci na dłuższy czas powinno nastąpić zgodnie z ustaleniami instrukcji eksploatacji dotyczącymi napełniania i uruchamiania tej sieci.

3. Przemysłowe urządzenia odbiorcze pary i gorącej wody, o mocy powyżej 50 kW.

Suszenie i suszarki

Suszeniem nazywamy proces usuwania wilgoci (wody) z suszonego materiału. Proces ten może odbywać się na dwa sposoby w wyniku których można mówić o :

1. **Suszeniu naturalnym** – polegającym na pozostawieniu suszonego materiału (np. tarcicy, słomy itp.) przez dłuższy okres na wolnym powietrzu, najlepiej pod zadaszeniem,
2. **Suszeniu sztucznym** – polegającym na usuwaniu wilgoci z suszonego materiału przez jego podgrzewanie i intensywną wymianę powietrza otaczającego suszony materiał.

Suszarka

Suszarka to urządzenie przeznaczone do sztucznego usuwania wilgoci z suszonego materiału. Biorąc pod uwagę sposoby pracy suszarek można je podzielić:

- **suszarki o działaniu okresowym,**
- **suszarki o działaniu ciągłym.**

Suszarka o działaniu okresowym

Suszarkę tą stanowią następujące zespoły:

- obudowa izolowana cieplnie, będąca komorą suszącą,
- wentylator wraz z silnikiem napędowym,
- wózki, kosze, tace i inne urządzenia służące do wprowadzania wilgotnego materiału do suszarki,
- nagrzewnice powietrza,

- czerpnia powietrza świeżego,
- przepustnice i przewody powietrzne,
- przyrządy pomiarowe (termometry, wilgotnościomierze, manometry),
- elementy regulacji automatycznej (jeżeli suszarka jest w nie wyposażona).

Wilgotny materiał, wprowadzony do komory suszącej suszarki o działaniu okresowym, pozostaje w niej do osiągnięcia zadanej wilgotności końcowej, czyli do wysuszenia. Partię materiału wysuszonego zastępuje się partią wilgotną i operacja ta wykonywana jest cyklicznie. Dla uniknięcia zbyt intensywnego suszenia w okresie nagrzewania materiału suszonego oraz ze względu na oszczędność energii cieplnej, suszarki o działaniu okresowym wyposażane są w urządzenia (przepustnice, kanały) do ponownego wykorzystania powietrza suszącego, umożliwiające tzw. recyrkulację. Często też w suszarkach o okresowym działaniu stosowane jest międzystopniowe ogrzewanie powietrza suszącego. W takim przypadku komora suszarki podzielona jest na strefy, między którymi zamontowane są nagrzewnice. Powietrze po opuszczeniu pierwszej strefy zostaje ogrzane do temperatury wejściowej i płynie do drugiej strefy i tak kolejno przez wszystkie strefy suszarki (przeważnie dwie do czterech).

Suszarka o działaniu ciągłym

Suszarka ta zbudowana jest z następujących zespołów:

- obudowy cieplnie izolowanej,
- urządzenia do transportu suszonego materiału składającego się z zespołu napędowego (silnika i przekładni) oraz taśmy, siatki lub rolek,
- wentylatorów,
- nagrzewnic powietrza,
- układu kanałów i przepustnic,
- przyrządów pomiarowo-kontrolnych (termometry, wilgotnościomierze, manometry, prędkościomierze posuwu urządzenia transportowego),
- elementów automatycznej regulacji i sterowania.

Do suszarki o działaniu ciągłym materiał wilgotny doprowadzany jest w sposób ciągły i w sposób ciągły odprowadzany jest materiał wysuszony.

Wielkości charakteryzujące suszarki

Charakterystykę każdej suszarki stanowi szereg podstawowych informacji, a mianowicie:

- przeznaczenie - rodzaj suszonego materiału,
- wydajność wyrażona w kg, mb, m³ na godzinę wysuszonego materiału,
- zapotrzebowanie, ilość, rodzaj i parametry czynnika grzejącego,
- zużycie ciepła na 1 kg odparowanej wilgoci kJ/kg H₂O,
- moc zainstalowana silników napędowych (napęd wentylatorów i zespołu transportowego).

Ponadto podawane są wymiary gabarytowe suszarki i jej masa całkowita, a także istotne informacje ze względów technologicznych - maksymalna wilgotność materiału na wejściu do suszarki i zakres temperatury powietrza suszącego.

Wymienniki ciepła

Wymiennikiem ciepła nazywamy urządzenie, w którym odbywa się przekazywanie ciepła od czynnika o wyższej temperaturze czynnikowi o temperaturze niższej.

Podział wymienników ciepła

Wymienniki ciepła dzieli się **na trzy grupy**:

1. **rekuperatory**, w których czynnik grzejny i grzany przepływają równocześnie z tym, że są od siebie oddzielone ściankami,
2. **regeneratory**, w których te same powierzchnie grzejne opływa na przemian czynnik gorący (grzejny) i zimny (grzany),
3. **mieszalniki**, w których wymiana ciepła odbywa się przez mieszanie czynnika grzejącego z grzanym.

Najbardziej rozpowszechnioną grupą wymienników są rekuperatory, w których czynnikiem grzejnym jest para wodna lub gorąca woda a czynnikiem grzanym woda. W praktyce określenie „wymiennik ciepła” stosowane jest powszechnie w odniesieniu do rekuperatorów.

Budowa wymiennika ciepła i ich rodzaje

Wymiennik ciepła jest naczyniem ciśnieniowym, wewnątrz którego zamontowana jest wężownica lub system rurek zamocowanych końcami w dnach sitowych. Wymienniki przeznaczone do podgrzewania wody do celów gospodarczych i sanitarnych posiadają dużą pojemność i niewielką powierzchnię grzejną wężownicy. Pozwala to na ogrzanie wody

w okresach małego odbioru (np. w nocy) i na uniknięcie dużego poboru czynnika grzejącego w okresach szczytowego zapotrzebowania na ciepłą wodę. **Wymienniki takie nazywamy pojemnościowymi.** Natomiast dla wyrównanych odbiorów ciepłej wody stosowane są wymienniki o małej pojemności i odpowiednio dobranej powierzchni grzejnej, zwane **wymiennikami przepływowymi przeciwprądowymi.** Biorąc pod uwagę kierunek przepływu czynników grzejącego i grzanego wyróżnia się **wymienniki współprądowe i przeciwprądowe.** Ze względu na sposób pracy wymienniki można podzielić na **wymienniki pojemnościowe o dużej pojemności wody ogrzewanej i małej powierzchni grzejnej wężownicy** (charakteryzują się długim czasem potrzebnym do ogrzania wody do żądanej temperatury, lecz są za to niewrażliwe na nierównomierny pobór wody) i **wymienniki przepływowe, o bardzo małej pojemności** (o powierzchni grzejnej wężownicy dobranej do założonego w przybliżeniu równomiernego poboru wody).

Podstawowy osprzęt wymiennika

Każdy wymiennik powinien posiadać odpowiedni osprzęt, a mianowicie:

- zawór bezpieczeństwa,
- manometr na dopływie czynnika grzejącego,
- manometr do pomiaru ciśnienia wewnątrz wymiennika,
- termometry na dopływie i odpływie czynnika grzanego,
- zawór spustowy,
- zawory odcinające na dopływie i odpływie obu czynników,
- tabliczkę znamionową,
- czujkę urządzenia regulującego temperaturę czynnika grzanego.

Charakterystyka wymiennika ciepła

Charakterystykę wymiennika stanowią:

- ciśnienie dopuszczone, MPa
- pojemność, m
- wydajność (moc cieplna) kW, MW
- rodzaj czynników - grzejącego i grzanego, np. para/woda, woda/woda.

Wyparki

Wyparka jest to urządzenie służące do odparowywania rozpuszczalnika (najczęściej wody) z roztworów lub emulsji, w celu ich zagęszczenia (zateżenia) lub wydzielenia rozpuszczalnych ciał stałych (np. cukier, sól, mleko zagęszczone itp.)

Rodzaje wyparek

Stosowane są wyparki **jednostopniowe** i **wielostopniowe**. W wyparkach wielostopniowych opary z jednej wyparki doprowadza się do drugiej jako parę grzejącą itd. Można także mówić o tzw. **wyparkach mechanicznych**, w których wydzielające się opary są sprężane za pomocą sprężarki w celu podniesienia ich temperatury i ciśnienia i z powrotem doprowadzane do przestrzeni grzejnej wyparki. Źródłem energii jest w tym przypadku praca sprężarki.

Budowa wyparki

Wyparka jest to stalowy zbiornik ciśnieniowy w kształcie walca, wewnątrz którego zabudowany jest poziomo lub pionowo zespół prostych rur, przez które przepływa czynnik grzejny. W małych wyparkach elementem grzejącym jest płaszcz ogrzewany lub węzownica, przez którą przepływa czynnik grzejny.

Osprzęt wyparki

Każdy stopień wyparki zabezpieczony jest odpowiednio **zaworem bezpieczeństwa** i wyposażony w **manometr z zaznaczonym ciśnieniem dopuszczalnym**. Ponadto wyparki wyposażone są w **zawory odcinające**, niezbędne do prowadzenia procesu technologicznego i umożliwiającego wyłączenie wyparki, oraz **odwadniacze**.

Autoklawy

Autoklawem nazywamy naczynie ciśnieniowe, w którym prowadzone są, pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego i przy podwyższonej temperaturze procesy chemiczne, a także wyjaławianie środków spożywczych (np. konserw), środków farmaceutycznych, narzędzi chirurgicznych, szkła laboratoryjnego i inne.

Osprzęt autoklawu

Osprzęt autoklawu stanowią:

- zawór bezpieczeństwa,
- zawory odcinające,
- manometry i termometry.

Charakteryzowanie autoklawu

Autoklawy są charakteryzowane następującymi danymi:

- objętość, m³,
- dopuszczalne ciśnienie robocze, MPa,
- dopuszczalna temperatura czynnika grzejnego, °C.

Gospodarka skroplinami (kondensatem)

Powstawanie skropliny

Nośnik energii cieplnej, jakim jest para wodna, zasadniczą część tej energii zawiera w postaci tzw. ciepła parowania, które zostało pobrane przy zamianie wody w parę. Oddanie ciepła przez parę powoduje ponownie zamianę pary w wodę, czyli jej skraplanie. Wodę powstałą ze skroplonej pary nazywamy skroplinami (kondensatem).

Powody, dla których warto ograniczać straty skroplin

W gospodarce cieplnej, w każdym zamkniętym układzie należy dążyć do ujęcia w całości skroplin powstałych z produkowanej w danym układzie pary. Wynika to z następujących okoliczności:

- skropliny, jako woda powstała ze skroplonej pary, są pozbawione soli mineralnych i ich twardość jest równa zero. Dlatego też bez zmiękczenia nadają się do zasilania kotłów,
- skropliny zawierają znaczną ilość ciepła, gdyż ich temperatura na ogół wynosi kilkadziesiąt °Celsiusza (około 100°C), a w zamkniętym systemie ujęcia skroplin ponad 100°C,

- skropliny pozwalają na znaczne ograniczenie wielkości stacji uzdatniania wody do zasilania kotłów, a tym samym kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.

Elementy składowe układu otwartego zbioru skroplin

Układ otwarty zbioru skroplin składa się z następujących elementów:

- odwadniacza (odwadniaczy) zainstalowanego za odbiornikiem pary,
- przewodów doprowadzających skropliny do otwartego zbiornika skroplin,
- zbiornika skroplin z rurą wyprowadzającą parę wtórną do otoczenia,
- pompy tłoczącej skropliny ze zbiornika skroplin do zbiornika wody zasilającej lub do stacji uzdatniania.

Elementy składowe prostego, zamkniętego układu zbioru skroplin

Prosty układ zamknięty zbioru skroplin zbudowany jest z następujących elementów:

- odwadniacza (odwadniaczy) zainstalowanych za odbiornikiem ciepła,
- rozprężacza pary,
- przewodu wyprowadzającego parę wtórną z rozprężacza do odbiornika ciepła pary wtórnej,
- przewodów sprowadzających skropliny z rozprężacza i z odbiornika ciepła pary wtórnej do zbiornika skroplin,
- zbiornika skroplin,
- pompy przetłaczającej skropliny ze zbiornika skroplin do zbiornika wody zasilającej lub do stacji uzdatniania wody.

Rodzaje odwadniaczy

Najczęściej spotykanymi odwadniaczami są:

- odwadniacze pływakowe,
- labiryntowe,
- dyszowe,
- termodynamiczne,
- bimetalowe,
- termostatyczne,
- kryzy dławiące.

Główne przyczyny wadliwego działania odwadniaczy

Najczęstszymi przyczynami wadliwego działania odwadniaczy są:

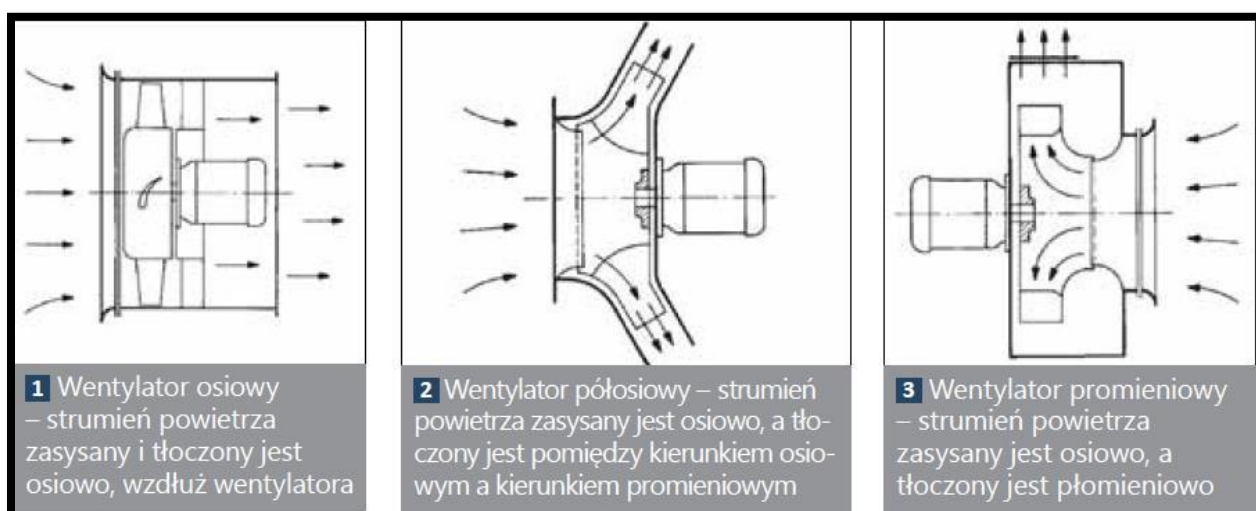
- niewłaściwy dobór odwadniacza pod względem wydajności,
- niewłaściwy sposób zainstalowania (duża wysokość podrzucania skroplin),
- niedbała eksploatacja,
- brak przeglądów i konserwacji odwadniaczy,
- niewłaściwa obsługa,
- niewłaściwe materiały zastosowane do budowy odwadniaczy

4. Urządzenia wentylacji, klimatyzacji i chłodnicze o mocy powyżej 50 kW.

Wentylacja

Wentylacją nazywamy wymianę powietrza w zamkniętych pomieszczeniach, prowadzoną w sposób zorganizowany. Jej zadaniem jest utrzymanie składu powietrza w pomieszczeniu, w którym przebywają ludzie, zbliżonego do składu powietrza atmosferycznego, a ponadto niedopuszczenie do stężeń zanieczyszczenia powietrza w danym pomieszczeniu powyżej granic określonych odpowiednimi normami. Za pomocą wentylacji utrzymywane są także na wymaganym poziomie podstawowe parametry powietrza, tj. wilgotność i temperatura. Wentylacja zapewnia też ruch powietrza w obsługiwanym pomieszczeniu mający wpływ na samopoczucie pracujących tam ludzi. **Warto tu zaznaczyć, iż podstawowym urządzeniem każdej wymuszonej wentylacji jest wentylator.** Najczęściej stosowane są **wentylatory osiowe**, gdyż instalacje wentylacyjne nie wykazują dużych oporów przepływów. Można także wyróżnić **wentylatory półosiowe**. W instalacjach wyposażonych w filtry lub cyklony opory przepływu są znaczne i wówczas zachodzi konieczność stosowania **wentylatorów promieniowych**.

Rysunek 5. Rodzaje wentylatorów.



Rodzaje wentylacji

Biorąc pod uwagę sposób pobierania powietrza z obsługiwanego pomieszczenia wentylację dzielimy na:

1. **Ogólną** – polegającą na wymianie powietrza w całym pomieszczeniu.
2. **Miejscową** – polegającą na pobieraniu zanieczyszczonego powietrza wprost ze stref roboczych lub ze źródeł zanieczyszczeń czy nadmiernie wydzielanego ciepła za pomocą okapów, ssawek, bądź bezpośrednio z hermetycznych obudów.

Biorąc pod uwagę stosowane układy, wentylację dzielimy w sposób następujący:

Rysunek 6. Stosowane układy wentylacji.

układ nawiewny	<ul style="list-style-type: none">Wentylacja nawiewna polega na tłoczeniu przez wentylator powietrza, pobieranego z zewnątrz do wentylowanego pomieszczenia, co wytwarza pewne nadciśnienie powodujące wypływ zanieczyszczonego powietrza na zewnątrz przez specjalne otwory, bądź tylko przez nieszczelności okien i drzwi.
układ wywiewny	<ul style="list-style-type: none">Wentylacja wywiewna polega na ssaniu przez wentylator zużytego powietrza z pomieszczenia i wyrzucaniu go na zewnątrz do otoczenia. W pomieszczeniu powstaje niewielkie podciśnienie powodujące napływ powietrza świeżego z otoczenia przez specjalne otwory napowietrzające bądź przez nieszczelności okien i drzwi.
układ nawiewno - wywiewny	<ul style="list-style-type: none">Wentylacja nawiewno-wywiewną polega na zainstalowaniu dwóch wentylatorów, z których jeden wyciąga zanieczyszczone powietrze z pomieszczenia, a drugi pobiera świeże powietrze z otoczenia i wciąga do wentylowanego pomieszczenia.

Elementy budowy systemów wentylacyjnych

Systemy wentylacyjne budowane są z szeregu zespołów i elementów a mianowicie:

- wentylatora z silnikiem napędowym,
- czerpni powietrza z siatką i filtrem,
- kanałów blaszanych i przepustnic oraz otworów nawiewnych,
- wyrzutni powietrza.

Urządzenia klimatyzacyjne

Urządzenie, którego zadaniem jest, oprócz wymiany powietrza w obsługiwanym pomieszczeniu, zmiana zasadniczych parametrów powietrza, tj. temperatury i wilgotności, nazywane jest **urządzeniem klimatyzacyjnym**.

Główne elementy budowy urządzenia klimatyzacyjnego

Urządzenie klimatyzacyjne składa się z :

- czerpni powietrza zaopatrzonej w siatkę i filtr,
- wentylatora,
- nagrzewnicy wstępnej,
- komory zraszania z systemem dysz,
- odkraplacza,
- nagrzewnicy podstawowej,
- kanałów rozprowadzających,
- urządzeń do automatycznego utrzymywania temperatury i wilgotności w obsługiwanym pomieszczeniu,
- urządzenia do chłodzenia powietrza.

Budowa i działanie urządzenia klimatyzacyjnego

Urządzenie klimatyzacyjne pobiera świeże powietrze z otoczenia za pomocą czerpni zaopatrzonej w siatkę zabezpieczającą przed przedostaniem się grubszych zanieczyszczeń (liście, owady itp.), które następnie przepływa przez filtr i nagrzewnicę wstępną. Powietrze wstępnie ogrzane jest płynnie przez komorę zraszania zaopatrzoną w szereg dysz rozpylających wodę. Krople wody nie wchłonięte przez powietrze i zatrzymane przez odkraplacze spadają na dno komory, skąd woda zasysana przez pompę ponownie tłoczona jest do dysz (obieg zamknięty) lub odprowadzana do kanalizacji (obieg otwarty). W każdym przypadku woda kierowana do dysz musi spełniać warunki stawiane wodzie pitnej. Powietrze po wyjściu z komory nawilżającej przepływa przez nagrzewnicę końcową i uzyskuje temperaturę zadaną dla obsługiwanego pomieszczenia. Jeżeli pozwala na to czystość powietrza w danym pomieszczeniu to w celu oszczędzania energii cieplnej w okresie zimowym może być realizowany przynajmniej częściowo zamknięty obieg powietrza. W okresie letnim przy wysokich temperaturach zewnętrznych i przy jednoczesnym wydzielaniu ciepła przez ludzi i urządzenia znajdujące się w danym pomieszczeniu zachodzi konieczność schładzania powietrza obrobionego w urządzeniu klimatyzacyjnym. Schładzanie powietrza może być realizowane przez zastosowanie chłodziń zasilanych wodą, jeżeli do dyspozycji jest woda o temperaturze nie przekraczającej 12°C lub przez zastosowanie sprężarkowego urządzenia chłodzącego. Wszystkie elementy urządzenia klimatyzacyjnego mogą być na stałe związane z obsługiwanym obiektem, co z reguły spotyka się w starych rozwiązaniach. Obecnie urządzenia klimatyzacyjne budowane są jako zwarte, niezależne agregaty, które stosunkowo łatwo można przenosić i instalować.

5. Pompy, ssawy, wentylatory i dmuchawy o mocy powyżej 50 kW.

Pompy

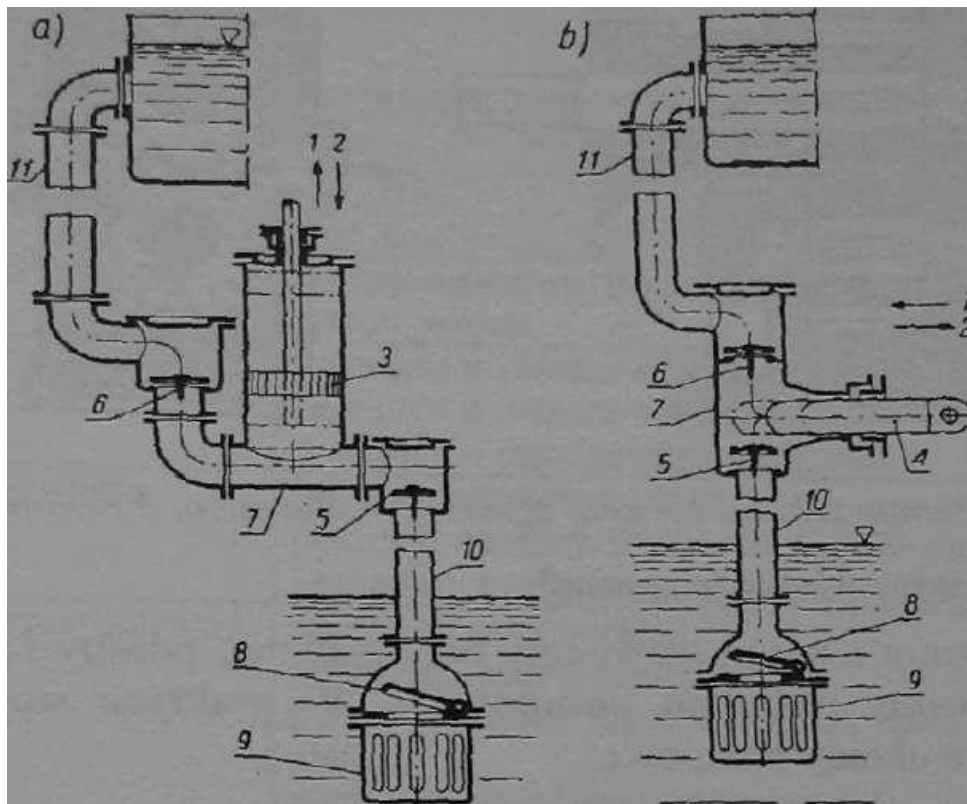
Pompy to maszyny robocze służące do podnoszenia cieczy z poziomu niższego na poziom wyższy lub do przetłaczania cieczy z obszaru o ciśnieniu niższym do obszaru o ciśnieniu wyższym. Działanie pompy polega na wytwarzaniu przez organ roboczy pompy (tłok, wirnik) różnicy ciśnień między stroną ssawną a stroną tłoczną.

Podział pomp

Biorąc pod uwagę zastosowany w pompie organ roboczy maszyny te dzielimy na:

1. **Wyporowe (tłokowe, zębate)** – ich działanie polega na wypieraniu określonej dawki cieczy z obszaru ssawnego (dopływowego) w wyniku odpowiedniego ruchu (przesunięcia, obrotu lub ruchu złożonego z przesunięcia i obrotu) organu roboczego (tłoka, nurnika, skrzydełka, rotora itp.) do obszaru tłocznego.

Rysunek 7. Schemat pracy pomp wyporowych.



a) pompy tłokowej pionowej jednostronnej działania; b) pompy nurnikowej poziomej jednostronnej działania. 1 — ruch naprzód, 2 — ruch w tył, 3 - tłok, 4 - nurnik, 5 — zawór ssawny, 6 — zawór tłoczny, 7 — kadłub, 8 — zawór stopowy, 9 - smok, 10- rura ssawna, 11 — rura tłoczna

2. **Wirowe** – ich działanie polega na tym, że organ roboczy pompy wirowej (wirnik), osadzony na obracającym się wale, powoduje zwiększenie krętu bądź krążenia cieczy przepływającej przez jego wnętrze.

Wyodrębnić można jeszcze inne sposoby klasyfikacji pomp i ich rodzaje w obrębie poszczególnych, które przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Podział pomp.

Lp.	Podział pomp	
	ze względu na	nazwa grupy
1.	sposób działania	pompy wyporowe (tłokowe, zębate) pompy wirowe
2.	warunki pracy	pracujące w układzie ssącym, pracujące w układzie tłoczącym, pracujące w układzie ssąco-tłoczącym
3.	rodzaj napędu	pompy o napędzie ręcznym, pompy o napędzie silnikowym, (silniki wodne, parowe, spalinowe, elektryczne)
4.	rodzaj pompowanej cieczy	pompy do wody gorącej, pompy do wody zanieczyszczonej, pompy do wody morskiej i cieczy agresywnych chemicznie, pompy do cieczy lepkich i gęstych, pompy do olejów i smarów płynnych, pompy do cieczy ściernych (woda z piaskiem, płynny beton itp.)
5.	wysokość podnoszenia	pompy niskiego ciśnienia, $H < 20\text{m H}_2\text{O}$, pompy średniego ciśnienia, $H = 20\text{--}60\text{m H}_2\text{O}$, pompy wysokiego ciśnienia, $H > 60\text{m H}_2\text{O}$
6.	ukształtowanie wirnika pomp wirowych	pompy odśrodkowe, pompy helikoidalne, pompy diagonalne, pompy śmigłowe
7.	ilość stopni pompy odśrodkowej	pompy jednostopniowe, pompy wielostopniowe.

Dane charakteryzujące pompy

Charakterystykę każdej pompy stanowi kilka informacji określających parametry jej pracy, a tym samym możliwość zastosowania. Informacje te zawiera tabliczka znamionowa, na której na ogół podawane są:

- nazwa wytwórni, w której pompę zbudowano,
- rok budowy pompy,
- numer fabryczny,
- symbol typu,
- maksymalna temperatura i rodzaj pompowanej cieczy, °C
- wysokość podnoszenia, MPa,
- wydajność, m/s,
- moc silnika napędowego, kW,
- prędkość obrotowa, rad/s (obr/min).

Kawitacja

Kawitacją nazywamy zjawisko tworzenia się pęcherzyków pary w miejscach, gdzie ciśnienie obniżyło się poniżej ciśnienia pary nasyconej dla danej temperatury, które przenoszone strumieniem cieczy do obszarów o wyższym ciśnieniu gwałtownie się skraplają. Zjawisko kawitacji zachodzi wewnątrz pompy i towarzyszy mu szum lub trzaski, a nawet drgania. Przyczyną eksploatacyjną występowania kawitacji przy danej temperaturze cieczy może być głównie zbyt duża wysokość ssania pompy lub za mała wysokość napływu cieczy. Skutkiem kawitacji jest niszczenie elementów roboczych pompy - wirnika i kierownic. W krańcowych przypadkach kawitacja może wywołać niebezpieczne drgania pompy, prowadzące do poważnych uszkodzeń.

Ssawy

Ssawa jest to dmuchawa, której głównym zadaniem jest wysysanie gazu z zamkniętej przestrzeni lub zbiornika oraz sprężanie go do ciśnienia niewiele wyższego niż atmosferyczne. Pod względem zasady działania, budowy i zastosowań nie różni się od typowej dmuchawy.

Wentylatory

Wentylatory to maszyny robocze służące do przetłaczania gazu (najczęściej powietrza) przy sprężu (ciśnieniu) od kilku do 98,1 kPa (od kilku do 1000 mm słupa wody).

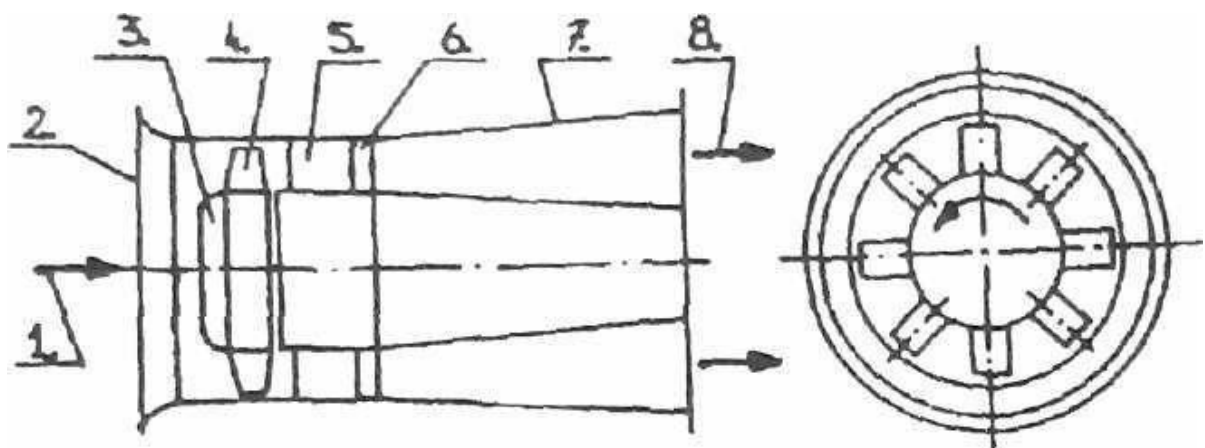
Podział wentylatorów

Ze względu na kierunek przepływu powietrza przez wirnik wentylatory dzielimy na:

1. **Wentylatory osiowe** – w których powietrze przepływa równoległe do osi wentylatora,
2. **Wentylatory promieniowe** – w których powietrze przepływa prostopadle (promieniowo) do osi wentylatora (patrz rysunek 1).

Budowa wentylatora osiowego

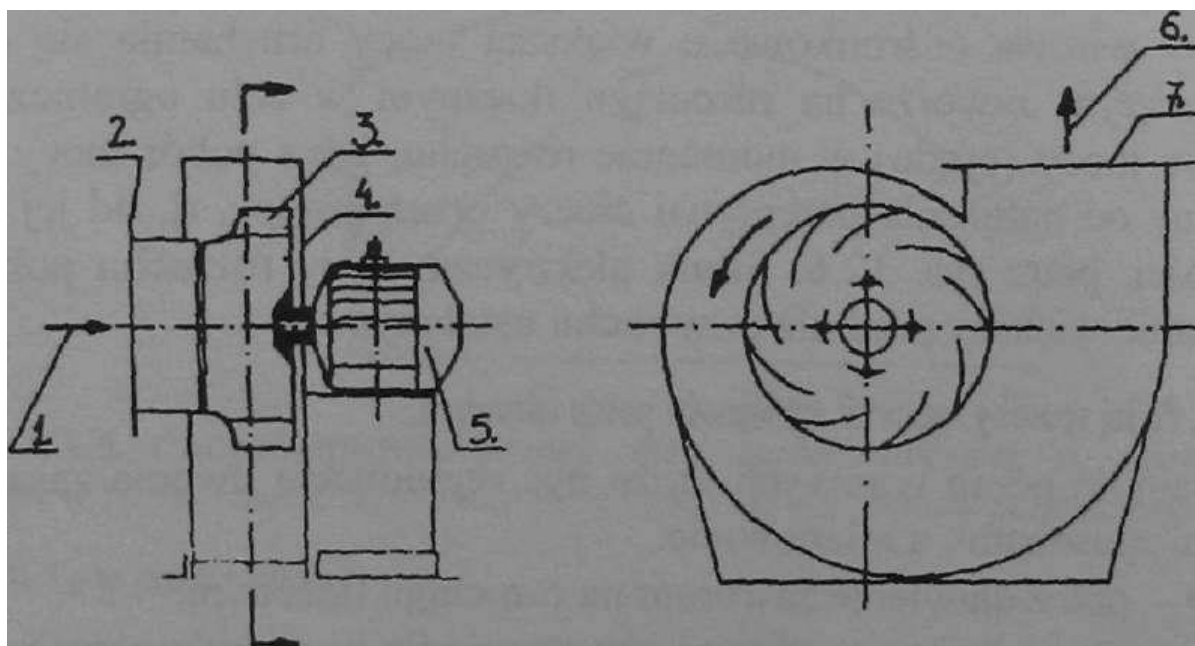
Rysunek 8. Wentylator osiowy (budowa).



Wentylator osiowy. 1 - wlot powietrza 2 - lej wlotowy, 3 – owiewka piasty wirnika, 4 - wirnik, 5 - kierownica, 6 - obudowa, 7 - dyfuzor, 8 – wylot powietrza.

Budowa wentylatora promieniowego

Rysunek 9. Wentylator promieniowy (budowa).



Wentylator promieniowy. 1 - wlot powietrza, 2 - króciec ssący, 3 - wirnik, 4 - obudowa, 5 - silnik, 6 - wylot powietrza, 7 - króciec tłoczny.

Zastosowanie wentylatorów osiowych i promieniowych

Wentylatory osiowe stosowane są przede wszystkim w systemach wentylacji pomieszczeń - od bardzo małych, ustawianych na biurku, po duże, o wydajności dziesiątków tysięcy m³/h, do wentylacji i klimatyzacji dużych hal fabrycznych.

Wentylatory promieniowe ze względu na wytwarzane wyższe ciśnienia znajdują zastosowanie w instalacjach transportu pneumatycznego, w instalacjach odpylających (duże opory filtrów i cyklonów), do obsługi palenisk kotłowych jako wentylatory podmuchu, powietrza wtórnego i wyciągu spalin, a także w instalacjach zasilających paliwem kotły pyłowe.

Dane charakteryzujące wentylatory

Wentylatory charakteryzowane są następującymi danymi:

- wydajność — m^3/s ,
- ciśnienie (spręż) - kPa,
- prędkość obrotowa wirnika — rad/s (obr/min),
- moc silnika napędowego - kW,
- maksymalna temperatura przetłaczanego gazu - $^{\circ}\text{C}$.

Ponadto podawany jest **typ wentylatora, numer fabryczny, rok budowy i nazwa wytwórcy**. Dane powyższe umieszczane są na tabliczce znamionowej wentylatora.

Sposoby regulacji wydajności wentylatora

Najczęściej stosowanymi sposobami regulacji wydajności wentylatora są:

- dławienie na ssaniu lub tłoczeniu,
- zmiana prędkości obrotowej przez zastosowanie odpowiednich przekładni lub silników z regulacją prędkości obrotowej (stopniową lub ciągłą).

Nadmierne drgania wentylatora i zwiększony hałas

Zwiększone drgania i głośna praca wentylatora mogą być wywołane przez:

- zużyte lub uszkodzone łożyska toczne,
- zużyte elementy sprzęgła tarczowego, łączącego silnik z wirnikiem wentylatora,
- silnik ustawiony nie współosiowo z wirnikiem wentylatora,
- uszkodzone lub pognięte łopatki,
- osad na łopatkach wirnika, utworzony z pyłu znajdującego się w przetłaczanym powietrzu (popiół, trociny, plewy) itp.
- nierównomierne zużycie łopatek wirnika.

Dmuchawy

Dmuchawami nazywane są maszyny, służące do przetłaczania gazu, które przy gęstości gazu $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$, wytwarzają ciśnienie w granicach od 13 do 200 kPa. Stosowane są one w hutnictwie, energetyce i są najczęściej napędzane silnikami elektrycznymi lub turbinami parowymi. Budowa dmuchawy niewiele się różni od wentylatora promieniowego.

Podział dmuchaw

Dmuchawy dzieli się na dwie zasadnicze grupy:

1. Dmuchawy wyporowe

- tłokowe,
- rotacyjne.

2. Dmuchawy wirowe

- promieniowe (odśrodkowe) jedno i wielostopniowe,
- osiowe, od kilku do kilkunastu stopni.

6. Sprężarki o mocy powyżej 20 kW oraz instalacje sprężonego powietrza i gazów technicznych.

Definicja i podział sprężarek

Sprężarka jest to maszyna robocza służąca do sprężania i przetłoczenia różnorodnych gazów.

Według zasady działania sprężarki dzieli się na dwie zasadnicze grupy, a mianowicie:

- **sprężarki objętościowe (wyporowe)**, w których wzrost ciśnienia osiągany jest przez zmianę objętości przestrzeni, zawierającej stałą ilość gazu,
- **sprężarki przepływowe (wirowe)**, w których sprężanie gazu następuje pod wpływem kształtu i ruchu obrotowego wirnika.

Cechą charakterystyczną dla sprężarek objętościowych jest pulsacyjny proces sprężania, a w sprężarkach przepływowych proces sprężania odbywa się w sposób ciągły.

Sprężarki można jeszcze podzielić **według zasady działania** na:

- objętościowe,
- tłokowe,
- rotacyjne,
- membranowe,
- bezkorbowe,
- przepływowe,
- osiowe,
- diagonalne,
- promieniowe.

Ponadto sprężarki klasyfikuje się również **według ich przeznaczenia**. Można wówczas wyodrębnić następujące ich rodzaje:

- powietrzne,
- gazowe,
- stacyjne,
- trakcyjne.

Wielkości charakteryzujące sprężarki

Sprężarki są charakteryzowane następującymi wielkościami:

- ciśnienie wytwarzane przez sprężarkę, wyrażone w MPa,
- wydajność sprężarki wyrażona w jednostkach masy (kg/s) lub w jednostkach objętości (m³/s),
- sprawność izentropowa sprężarki w %,
- natężenie hałasu, generowane przez sprężarkę w dB,
- moc silnika napędowego, w kW,
- prędkość obrotowa rad/s, (obr/min.).

Ponadto dla scharakteryzowania sprężarki podawane są informacje dotyczące rodzaju sprężanego gazu, rodzaju silnika napędowego (elektryczny, spalinowy, turbina parowa), rodzaju chłodzenia i inne.

Regulacja pracy sprężarek

Regulacja sprężarek odbywać się może **ręcznie** lub **automatycznie, w sposób ciągły** lub **skokowy**. **Najważniejszymi sposobami regulacji w systemie ciągłym są:**

- zmiana prędkości obrotowej silnika napędowego prądu stałego lub silnika spalinowego; jest to najbardziej ekonomiczny sposób regulacji,
- dławienie przepływu gazu na rurociągu ssącym; jest to sposób prosty lecz nieekonomiczny.

Ponadto istnieje jeszcze kilka stosowanych sposobów ciągłej regulacji. **Z kolei regulacja skokowa polega na:**

- stosowaniu dwubiegowych silników napędowych elektrycznych,
- okresowym zatrzymywaniu sprężarki,
- okresowym otwieraniu zaworów ssawnych,
- wyłączeniu z pracy poszczególnych cylindrów.

Sprężarki przemysłowe

Występują **dwie główne grupy sprężarek przemysłowych**, a mianowicie:

- sprężarki osiowe,
- sprężarki promieniowe.

Sprężarki te mogą być budowane jako jedno i wielostopniowe. Działanie tego typu sprężarek polega na tym, że ich wirnik z odpowiednio ukształtowanymi łopatkami wykonując ruch obrotowy wytwarza podciśnienie na wlocie do niego. Powoduje to ciągły napływ gazu do wirnika sprężarki. W wirniku następuje wzrost ciśnienia i prędkości gazu oraz jego temperatury. Część obudowy sprężarki zwana dyfuzorem zamienia część energii prędkości gazu napływającego z wirnika na energię ciśnienia. W sprężarce jednostopniowej gaz z wirnika przepływa przez dyfuzor do kolektora. W sprężarce wielostopniowej gaz z pierwszego wirnika kierowany jest do kierownicy za wirnikowej. Jeden rząd łopatek wirnika i jedna kierownica zawirnikowa tworzą stopień sprężarki.

Budowa instalacji sprężarki tłokowej

Instalacja sprężarkowa składa się z następujących zespołów:

- sprężarki wraz z silnikiem napędowym,
- urządzenia do odolejania powietrza i zbioru skroplonej pary,
- ciśnieniowego zbiornika wyrównawczego wraz z osprzętem,
- chłodnicy powietrza i instalacji wody chłodzącej, w obiegu otwartym lub zamkniętym.

Budowa instalacji sprężarki przepływowej

Instalację sprężarki tworzą:

- agregat sprężarkowy — silnik, przekładnia, sprężarka,
- filtr powietrza zasysanego,
- układ olejowy sprężarki składający się z: zbiornika oleju, pompy głównej i pompy pomocniczej, chłodnicy oleju, filtrów oleju, wirówki okresowego czyszczenia oleju, rurociągów armatury i przyrządów pomiarowych (termometry, manometry),
- układ chłodzący składający się z: międzystopniowych chłodnic powietrza, końcowej chłodnicy powietrza, chłodnicy oleju, przynależnej armatury i przyrządów pomiarowych,
- zbiornik odbiorczy sprężonego powietrza,
- urządzenie sterowania i automatycznej regulacji.

Eksplatacja sprężarek

Zasady i sposoby eksploatacji sprężarek z uwagi na ich dużą różnorodność konstrukcyjną, a także ze względu na ich różne przeznaczenie nie mogą być ujednolicone. Dlatego też osoby obsługujące sprężarki, muszą dokładnie znać instrukcję obsługi danej sprężarki i rygorystycznie przestrzegać ustalonych sposobów obsługi i eksploatacyjnych parametrów w tej instrukcji zapisanych. **W szczególności należy przestrzegać aby:**

- **zasysany przez sprężarkę gaz nie zawierał zanieczyszczeń ponad ustaloną dla danej sprężarki wartość w mg/m³,**
- **opór filtra ssawnego podany w Pa nie przekroczył dopuszczalnej wartości,**
- **jakość wody chłodzącej cylindry sprężarki tłokowej i powietrze w chłodnicach międzystopniowych oraz jej temperatury na wlocie mieściły się w granicach podanych w instrukcji,**
- **jakość wody chłodzącej w instalacjach sprężarek przepływowych, różnice temperatur na wlocie i wylocie do chłodnic międzystopniowych i do chłodnicy końcowej, do chłodnic oleju oraz do chłodnic silnika odpowiadały wartościom podanym w instrukcji,**
- **temperatura i ciśnienie oleju na wlocie do łożysk była utrzymana w granicach wyznaczonych w instrukcji.**

Szczegółowe wartości liczbowe wyliczonych wyżej parametrów, wpisane w instrukcji obsługa sprężarki powinna znać na pamięć. Istotnym jest także systematyczna kontrola słuchowa pracy zespołu sprężarkowego, to jest poziomu i rodzaju generowanego hałasu i innych dźwięków, a także drgań.

7. Aparatura kontrolno – pomiarowa i urządzenia automatycznej regulacji do urządzeń i instalacji wymienionych w pkt 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Przyrządy kontrolno - pomiarowe

W celu umożliwienia kontroli pracy kotła, kocioł jest odpowiednio wyposażony w przyrządy kontrolno – pomiarowe w zależności od mocy cieplnej i parametrów czynnika roboczego. Przyrządami tymi są:

- **manometry do pomiaru ciśnienia wody lub pary,**
- **termometry do pomiaru temperatury (wody, pary, spalin),**
- **ciągomierniki do pomiaru ciągu (podciśnienia),**
- **wodomierze i przepływomierze do pomiaru ilości przepływającej wody lub pary,**

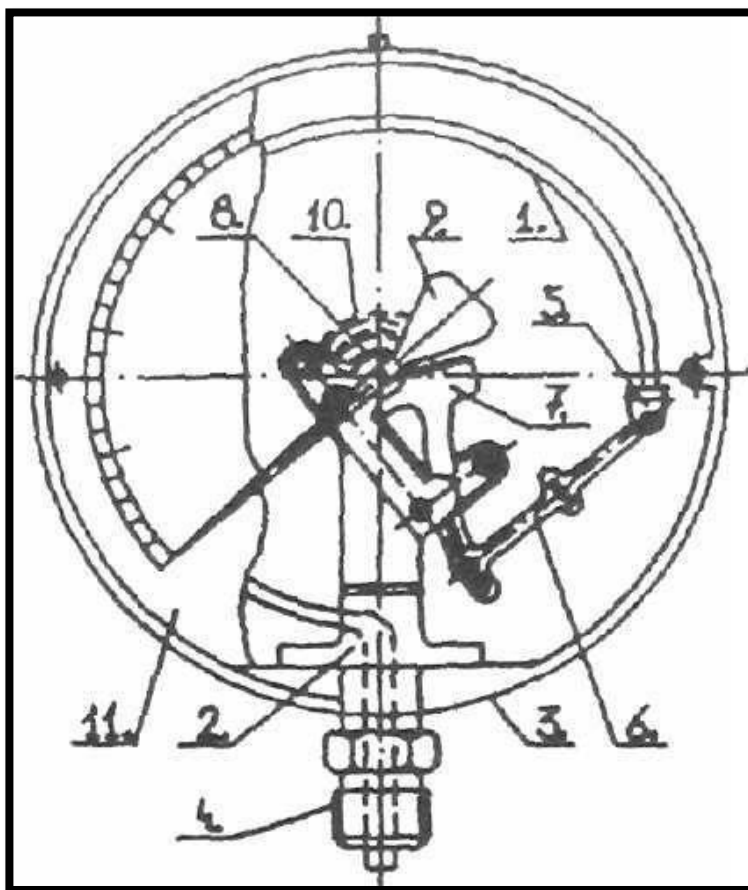
- analizatory spalin służące do pomiaru zawartości O_2 lub CO_2 w spalinach,
- wagi węglowe służące do pomiaru ilości zużytego paliwa,
- gazomierze służące do pomiaru ilości zużytego gazu.

Przyrządy pomiarowo – kontrolne budowane są jako:

- **wskazujące** – wskazują mierzoną wartość w danej chwili,
- **liczące (sumujące)** – sumują mierzone ilości,
- **rejestrujące (samopiszące)** – mierzone wartości zapisują w postaci wykresu,
- **wskazująco – licząco – rejestrujące** , czyli łączące wszystkie trzy funkcje w jednym przyrządzie.

Pomiar ciśnienia

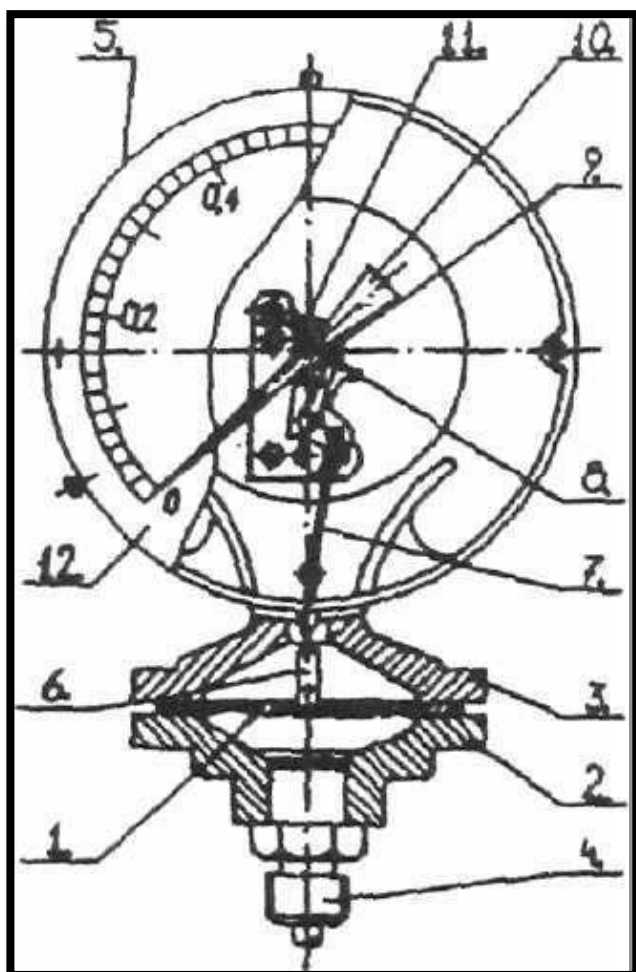
Do pomiaru nadciśnienia stosowane są manometry. Budowę tzw. **manometru z rurką Bourdona** przedstawia rysunek 10.



Rysunek 10. Manometr z rurką Bourdona.

1 - rurka Bourdona, 2 - obsada, 3 - obudowa, 4 — króciec, 5 — koniec rurki z uchwytem, 6 - łącznik, 7 — wycinek zębaty, 8 - koło zębate, 9 — wskazówka, 10 - spiralna sprężyna włosowa, 11— tarcza ze skalą.

Możemy także wymienić, różniący się nieco budową od manometru z rurką Bourdona, **manometr przeponowy (membranowy)**. Został on przedstawiony na rysunku 11.



Rysunek 11. Manometr przeponowy.

1 - przepona, 2 – kołnierz dolny, 3 - kołnierz górny, 4 - króciec, 5 - obudowa, 6 - słupek, 7- łącznik, 8 - wycinek zębaty, 9 - koło zębate, 10- wskazówka, 11 – spiralna sprężyna włosowa, 12 - tarcza ze skalą.

Do pomiarów niewielkich podciśnień służą przyrządy zwane **ciągomierzami**, stosowane do pomiaru ciągu na drodze spalin w kotle parowym. **Do pomiaru większych wartości podciśnień np. w układach kondensacyjnych turbin** stosowane są przyrządy zwane próżniomierzami. Są to głównie dwa typy próżniomierzy:

- szklane rtęciowe,
- sprężynowe.

Pomiar temperatury

Temperatura jest miarą stopnia nagrzania dowolnego ciała. Do jej pomiaru służą **termometry**. Dzieli je się ogólnie na **cieczowe** i **elektryczne**. W termometrach cieczowych zostało wykorzystane zjawisko rozszerzania się cieczy pod wpływem ogrzewania. Przyrost objętości cieczy zastosowanej w termometrze znajduje ujście w wąskiej, szklanej rurce-kapilarze, umocowanej na linijce wyskalowanej w stopniach Celsjusza. Jako cieczy do budowy termometrów o zakresie od minus 35°C do plus 700°C używa się rtęci, a do termometrów o zakresie od minus 60°C do plus 60°C używany jest alkohol. Termometry cieczowe budowane są jako termometry proste, katowe, tarczowe bezpośrednie i tarczowe odległościowe z kapilarą w postaci metalowej rurki łączącej czujkę z właściwym termometrem. Termometry elektryczne natomiast budowane są z czujkami z termoelementów (termopary), o zakresie stosowania do ponad 1000°C, lub z czujkami oporowymi.

Ciepłomierze

Ciepłomierze są to przyrządy wskazująco-liczące przeznaczone do pomiaru ilości ciepła pobieranego przez danego odbiorcę (budynek użytku publicznego, budynek mieszkalny albo pojedyncze mieszkania). Wskazują one zużycie ciepła, w MWh lub GJ, za przyjęty okres rozliczeniowy. **Ciepłomierze składają się z następujących elementów:**

- miernika przepływu zainstalowanego na rurociągu zasilającym lub powrotnym,
- czujników temperatury zamontowanych na zasilaniu i na powrocie,
- przelicznika wskazującego.

Wodomierze

Wodomierze są to przyrządy liczące, służące do pomiaru ilości m³ wody. Wodomierz zbudowany jest z obudowy umożliwiającej zamontowanie go w przewodzie rurowym. Wewnątrz obudowy zamontowany jest wirnik, który pod wpływem przepływającej wody obraca się, poruszając mechanizm liczący.

Przepływomierze zwężkowe

Przepływomierze zwężkowe są to przyrządy służące do pomiaru ilości przepływającej wody, gazu lub pary o wyższych ciśnieniach i temperaturach, dlatego też w instalacjach centralnego ogrzewania spotyka się je rzadko.

Gazomierze

Gazomierze są to przyrządy liczące, służące do pomiaru ilości m³ zużywanego gazu. Stanowią one na ogół własność dostawcy gazu. Pozwalają na dokonywanie okresowych ocen osiągniętej ciepłej kotłowni, a także całej gospodarki ciepłej w danym obiekcie czy zakładzie.

Wagi węglowe

Wagi węglowe do ciągłego pomiaru ilości zużywanego paliwa instalowane są w dużych kotłowniach c. o. W małych kotłowniach natomiast zużycie węgla lub koksu określa się przy pomocy wag dziesiętnych czy też przez liczenie ilości tacek, wózków lub kubłów zużytego paliwa.

8. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych – wybrane zagadnienia.

Instrukcja eksploatacji

Prace eksploatacyjne przy urządzeniach energetycznych należy prowadzić zgodnie z instrukcjami eksploatacji, które w szczególności zawierają:

- charakterystykę urządzeń energetycznych,
- opis w niezbędnym zakresie układów automatyki, pomiarów, sygnalizacji, zabezpieczeń i sterowań,
- zestaw rysunków, schematów i wykresów z opisami zgodnymi z obowiązującym nazewnictwem,
- opis czynności związanych z uruchomieniem, obsługą w czasie pracy i zatrzymaniem urządzenia energetycznego w warunkach normalnej pracy tego urządzenia,
- zasady postępowania w razie awarii oraz zakłóceń w pracy urządzenia,
- wymagania w zakresie konserwacji, napraw, remontów urządzeń energetycznych oraz terminy przeprowadzania przeglądów, prób i pomiarów,
- wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy i przepisów przeciwpożarowych dla danej grupy urządzeń energetycznych, obiektów oraz wymagania kwalifikacyjne dla osób zajmujących się eksploatacją danego urządzenia,
- identyfikację zagrożeń dla zdrowia i życia ludzkiego oraz dla środowiska naturalnego związanych z eksploatacją danego urządzenia energetycznego,
- organizację prac eksploatacyjnych,
- wymagania dotyczące środków ochrony zbiorowej lub indywidualnej, zapewnienia asekuracji, łączności oraz innych technicznych lub

organizacyjnych środków ochrony stosowanych w celu ograniczenia ryzyka zawodowego, zwanych dalej „środkami ochronnymi”.

Bieżącą aktualizację instrukcji dokonuje osoba prowadząca eksploatację, która może upoważnić osobę lub osoby do wykonywania w jego imieniu określonych działań wiążących się z wydawaniem poleceń, koordynacją prac, dopuszczeniem do prac.

Czynności poprzedzające wykonywanie prac przy urządzeniach i instalacjach grzewczych

Przed przystąpieniem do wykonywania prac przy urządzeniach i instalacjach grzewczych **odłączonych od napięcia** należy:

- zastosować odpowiednie zabezpieczenie przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- oznaczyć miejsce wyłączenia,
- sprawdzić, czy nie występuje napięcie na odłączonych urządzeniach i instalacjach elektrycznych,
- uziemić wyłączone urządzenia i instalacje elektryczne,
- oznaczyć strefę pracy znakami lub tablicami bezpieczeństwa.

Prace eksploatacyjne stwarzające możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego należy wykonywać na podstawie polecenia pisemnego.

Do prac tych zaliczane są w szczególności prace:

- wewnątrz niebezpiecznych przestrzeni zamkniętych, komór paleniskowych kotłów, kanałów spalin, elektrofiltrów, absorberów, walczaków kotłów, kanałów i lejów zsypowych, rurociągów sieci ciepłych oraz w zbiornikach paliw płynnych i gazowych,
- wewnątrz zasobników węgla lub biomasy oraz zasobników pyłu węglowego lub biomasy,
- niebezpieczne pod względem pożarowym wykonywane w strefach zagrożenia wybuchem,
- w obiegach wody elektrowni i elektrociepłowni wymagające wejścia do kanałów, rurociągów, rur ssawnych i zbiorników, jak również prace na ujęciach i zrzutach wody wykonywane z pomostów, łodzi lub barek oraz prowadzone pod powierzchnią wody,
- z zakresu konserwacji, remontów, montażu, kontrolno-pomiarowego, wykonywane wewnątrz turbin wiatrowych lub gondoli oraz prace z zakresu zewnętrznej konserwacji gondoli lub śmigieł wirnika turbiny wiatrowej,
- wykonywane w pobliżu nieosłoniętych urządzeń elektroenergetycznych lub ich części, znajdujących się pod napięciem,
- przy urządzeniach elektroenergetycznych wyłączonych spod napięcia, lecz uziemionych w taki sposób, że którekolwiek z uziemień nie jest widoczne z miejsca wykonywania pracy,
- w wykopach, z zakresu konserwacji, remontów, kontrolno-pomiarowego, wykonywane przy gazociągach lub innych urządzeniach gazowniczych oraz rurociągach sieci ciepłych,
- konserwacyjne, modernizacyjne lub remontowe przy kolejowej sieci trakcyjnej znajdującej się pod napięciem,

- przy wyłączonych spod napięcia lub znajdujących się w budowie elektroenergetycznych liniach napowietrznych, które krzyżują się w strefie ograniczonej uziemieniami ochronnymi z liniami znajdującymi się pod napięciem lub mogącymi znaleźć się pod napięciem, w tym przewodami trakcji elektrycznej,
- na skrzyżowaniach linii elektroenergetycznych znajdujących się pod napięciem lub mogących znaleźć się pod napięciem i przewodami trakcji elektrycznej,
- przy wyłączonym spod napięcia torze wielotorowej elektroenergetycznej linii napowietrznej o napięciu 1 kV i powyżej, jeżeli którykolwiek z pozostałych torów linii pozostaje pod napięciem,
- konserwacyjne, remontowe lub montażowe przy urządzeniach i instalacjach rozładowniczych paliw płynnych i gazowych.

Polecenie pisemne wykonywania prac wydaje prowadzący eksploatację lub osoby przez niego upoważnione. **Polecenie pisemne wykonywania prac winno zawierać co najmniej: numer polecenia, określenie osób odpowiedzialnych za organizację oraz wykonanie prac, określenie zakresu prac do wykonania i strefy pracy, określenie warunków i środków ochronnych niezbędnych do zapewnienia bezpiecznego przygotowania i wykonania poleconych prac, wyznaczenie terminu rozpoczęcia i zakończenia prac oraz przerw w ich wykonaniu. Polecenie pisemne należy przechowywać przez okres nie krótszy niż 30 dni od daty zakończenia pracy.** Bez polecenia dozwolone jest wykonywanie czynności związanych z ratowaniem zdrowia lub życia ludzkiego, zabezpieczanie urządzeń energetycznych przed zniszczeniem, prowadzenie przez osoby uprawnione i upoważnione prac eksploatacyjnych zawartych w instrukcjach eksploatacji. **Organizując na polecenie prace eksploatacyjne oprócz uwzględnienia wymagań zawartych w instrukcjach eksploatacji należy również zapewnić:**

- **skoordynowanie wykonania prac z ruchem urządzeń energetycznych, obejmujące w szczególności:**
 - określenie zakresu oraz kolejności wykonywania czynności łączeniowych związanych z przygotowaniem i likwidacją strefy pracy, jeżeli wymaga tego bezpieczeństwo lub technologia wykonywania prac,
 - wydanie zezwolenia na przygotowanie, przekazanie i likwidację strefy pracy,
 - ustalenie kolejności prowadzenia prac, przerwania, wznowienia lub zakończenia prac,
 - wydanie zezwolenia na uruchomienie urządzeń energetycznych, przy których była wykonywana praca, jeżeli w związku z jej wykonywaniem były one wyłączone z ruchu.
- **przygotowanie i przekazanie strefy pracy, obejmujące w szczególności:**
 - uzyskanie zezwolenia na dokonanie czynności łączeniowych,
 - wyłączenie urządzeń z ruchu, jeżeli wymaga tego technologia lub bezpieczeństwo wykonywanych prac, oraz ich zabezpieczenie przed przypadkowym uruchomieniem lub doprowadzeniem czynników stwarzających zagrożenie,
 - zastosowanie wymaganych zabezpieczeń na wyłączonych urządzeniach oraz sprawdzenie, czy zostały usunięte czynniki stwarzające zagrożenie, takie jak: napięcie, ciśnienie, woda, gaz, temperatura,
 - oznaczenie strefy pracy znakami lub tablicami bezpieczeństwa,

- poinformowanie kierującego zespołem o zagrożeniach występujących w strefie pracy i w jej bezpośrednim sąsiedztwie,
- dopuszczenie do pracy.
- **rozpoczęcie i wykonanie pracy, obejmujące w szczególności:**
 - dobór osób do wykonania polecanej pracy,
 - sprawdzenie przez kierującego zespołem przygotowania strefy pracy i przejęcie jej, jeżeli została przygotowana właściwie,
 - zaznajomienie członków zespołu z występującymi zagrożeniami w strefie pracy i w jej bezpośrednim sąsiedztwie oraz z metodami bezpiecznego wykonywania pracy,
 - egzekwowanie od członków zespołu stosowania właściwych środków ochrony indywidualnej, odzieży i obuwia roboczego oraz narzędzi i sprzętu,
 - zapewnienie wykonania pracy w sposób bezpieczny.
- **zakończenie pracy i likwidacja strefy pracy, obejmujące w szczególności:**
 - sprawdzenie, czy praca została zakończona, a sprzęt i narzędzia usunięte ze strefy pracy,
 - opuszczenie strefy pracy przez zespół,
 - usunięcie środków ochronnych użytych do przygotowania strefy pracy i jej zabezpieczenia lub używanych przy wykonywaniu pracy,
 - poinformowanie o zakończeniu pracy i gotowości urządzeń lub instalacji do ruchu.

Należy także w określonej przez prowadzącego eksploatację formie zarejestrować istotne ustalenia i określić zasady wyznaczania koordynatora prac z uwzględnieniem jego obowiązków i sposobu ich realizacji. Ważnym jest także wyznaczenie w zespole osoby pełniącej w nim funkcję kierowniczą. Nieobecność osoby kierującej w strefie pracy (stanowisku lub miejscu pracy odpowiednio przygotowanym w zakresie niezbędnym do bezpiecznego wykonywania prac eksploatacyjnych) równoznaczna jest z zaprzestaniem prac i wyprowadzeniem zespołu z owej strefy. Przed wznowieniem pracy kierujący zespołem każdorazowo musi dokonać dokładnego sprawdzenia zabezpieczenia strefy pracy. Jeśli stwierdzi on pogorszenie warunków bezpieczeństwa, wznowienie prac może mieć miejsce dopiero po doprowadzeniu warunków do wymaganego poziomu bezpieczeństwa. **Podczas wykonywania prac zabronione jest w szczególności:**

- rozszerzanie pracy poza zakres i strefę pracy określone w poleceniu,
- dokonywanie zmian w zastosowanych zabezpieczeniach, jeżeli miałyby to pogorszyć poziom bezpieczeństwa przy wykonywaniu prac.

Spis tabel i rysunków

Tabela 1. Podział kotłów.....	5
Tabela 2. Podział pomp.	28
Rysunek 1. Sieć ciepła w postaci kratownicy.....	10
Rysunek 2. Sieć ciepła pierścieniowa.	11
Rysunek 3. Sieć ciepła promienista.	12
Rysunek 4. Sieć ciepła pajęczna.....	13
Rysunek 5. Rodzaje wentylatorów.	24
Rysunek 6. Stosowane układy wentylacji.....	25
Rysunek 7. Schemat pracy pomp wyporowych.....	27
Rysunek 8. Wentylator osiowy (budowa).	30
Rysunek 9. Wentylator promieniowy (budowa).	31
Rysunek 10. Manometr z rurką Bourdona.	37
Rysunek 11. Manometr przeponowy.	38



DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 23 kwietnia 2013 r.

Poz. 492

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI

z dnia 28 marca 2013 r.

w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych¹⁾

Na podstawie art. 237¹⁵ § 2 ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (Dz. U. z 1998 r. Nr 21, poz. 94, z późn. zm.²⁾) zarządza się, co następuje:

§ 1. Rozporządzenie określa wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy eksploatacji urządzeń energetycznych.

§ 2. Użyte w rozporządzeniu określenia oznaczają:

- 1) urządzenia energetyczne – urządzenia, instalacje i sieci, w rozumieniu przepisów prawa energetycznego, stosowane w technicznych procesach wytwarzania, przetwarzania, przesyłania, dystrybucji, magazynowania oraz użytkowania paliw lub energii;
- 2) urządzenia energetyczne powszechnego użytku – urządzenia przeznaczone na indywidualne potrzeby ludności lub używane w gospodarstwach domowych;
- 3) prace eksploatacyjne – prace wykonywane przy urządzeniach energetycznych w zakresie ich obsługi, konserwacji, remontów, montażu i kontrolno-pomiarowym;
- 4) prowadzący eksploatację – jednostkę organizacyjną, osobę prawną lub osobę fizyczną, zajmującą się eksploatacją własnych lub powierzonych jej, na podstawie zawartej umowy, urządzeń energetycznych;
- 5) strefa pracy – stanowisko lub miejsce pracy odpowiednio przygotowane w zakresie niezbędnym do bezpiecznego wykonywania prac eksploatacyjnych;
- 6) osoba uprawniona – osobę posiadającą kwalifikacje uzyskane na podstawie przepisów prawa energetycznego;
- 7) osoba upoważniona – osobę wyznaczoną przez prowadzącego eksploatację do wykonywania określonych czynności lub prac eksploatacyjnych.

¹⁾ Niniejsze rozporządzenie zostało notyfikowane Komisji Europejskiej w dniu 20 września 2012 r. pod numerem 2012/0539/PL zgodnie z § 4 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie sposobu funkcjonowania krajowego systemu notyfikacji norm i aktów prawnych (Dz. U. Nr 239, poz. 2039 oraz z 2004 r. Nr 65, poz. 597), które wdraża postanowienia dyrektywy 98/34/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 czerwca 1998 r. ustanawiającej procedurę udzielania informacji w zakresie norm i przepisów technicznych oraz zasad dotyczących usług społeczeństwa informacyjnego (Dz. Urz. UE L 204 z 21.07.1998, str. 37, z późn. zm.; Dz. Urz. UE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 13, t. 20, str. 337, z późn. zm.).

²⁾ Zmiany tekstu jednolitego wymienionej ustawy zostały ogłoszone w Dz. U. z 1998 r. Nr 106, poz. 668 i Nr 113, poz. 717, z 1999 r. Nr 99, poz. 4152, z 2000 r. Nr 19, poz. 239, Nr 43, poz. 489, Nr 107, poz. 1127 i Nr 120, poz. 1268; z 2001 r. Nr 11, poz. 84; Nr 28, poz. 301, Nr 52, poz. 538, Nr 99, poz. 1075, Nr 111, poz. 1194, Nr 123, poz. 1354, Nr 128, poz. 1405 i Nr 154, poz. 1805, z 2002 r. Nr 74, poz. 676, Nr 135, poz. 1146, Nr 196, poz. 1660, Nr 199, poz. 1673 i Nr 200, poz. 1679, z 2003 r. Nr 166, poz. 1608 i Nr 213, poz. 2081, z 2004 r. Nr 96, poz. 959, Nr 99, poz. 1001, Nr 120, poz. 1252 i Nr 240, poz. 2407, z 2005 r. Nr 10, poz. 71, Nr 68, poz. 610, Nr 86, poz. 732 i Nr 167, poz. 1398, z 2006 r. Nr 104, poz. 708 i 711, Nr 133, poz. 935, Nr 217, poz. 1587 i Nr 221, poz. 1615, z 2007 r. Nr 64, poz. 426, Nr 89, poz. 589, Nr 176, poz. 1239, Nr 181, poz. 1288 i Nr 225, poz. 1672, z 2008 r. Nr 93, poz. 586, Nr 116, poz. 740, Nr 223, poz. 1460 i Nr 237, poz. 1654, z 2009 r. Nr 6, poz. 33, Nr 56, poz. 458, Nr 58, poz. 485, Nr 98, poz. 817, Nr 99, poz. 825, Nr 115, poz. 958, Nr 157, poz. 1241 i Nr 219, poz. 1704, z 2010 r. Nr 105, poz. 655, Nr 135, poz. 912, Nr 182, poz. 1228, Nr 224, poz. 1459, Nr 249, poz. 1655 i Nr 254, poz. 1700, z 2011 r. Nr 36, poz. 181, Nr 63, poz. 322, Nr 80, poz. 432, Nr 144, poz. 855, Nr 149, poz. 887 i Nr 232, poz. 1378, z 2012 r. poz. 908 i 1110 oraz z 2013 r. poz. 2.

§ 3. Przepisów rozporządzenia nie stosuje się do prac wykonywanych:

- 1) w podziemnych zakładach górniczych – w zakresie uregulowanym przepisami prawa geologicznego i górniczego;
- 2) przy urządzeniach i instalacjach energetycznych w obiektach jądrowych, o których mowa w przepisach prawa atomowego;
- 3) przy urządzeniach energetycznych powszechnego użytku.

§ 4. 1. Prace eksploatacyjne należy prowadzić zgodnie z instrukcjami eksploatacji zawierającymi w szczególności:

- 1) charakterystykę urządzeń energetycznych;
- 2) opis w niezbędnym zakresie układów automatyki, pomiarów, sygnalizacji, zabezpieczeń i sterowań;
- 3) zestaw rysunków, schematów i wykresów z opisami zgodnymi z obowiązującym nazewnictwem;
- 4) opis czynności związanych z uruchomieniem, obsługą w czasie pracy i zatrzymaniem urządzenia energetycznego w warunkach normalnej pracy tego urządzenia;
- 5) zasady postępowania w razie awarii oraz zakłóceń w pracy urządzenia;
- 6) wymagania w zakresie konserwacji, napraw, remontów urządzeń energetycznych oraz terminy przeprowadzania przeglądów, prób i pomiarów;
- 7) wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy i przepisów przeciwpożarowych dla danej grupy urządzeń energetycznych, obiektów oraz wymagania kwalifikacyjne dla osób zajmujących się eksploatacją danego urządzenia;
- 8) identyfikację zagrożeń dla zdrowia i życia ludzkiego oraz dla środowiska naturalnego związanych z eksploatacją danego urządzenia energetycznego;
- 9) organizację prac eksploatacyjnych;
- 10) wymagania dotyczące środków ochrony zbiorowej lub indywidualnej, zapewnienia asekuracji, łączności oraz innych technicznych lub organizacyjnych środków ochrony stosowanych w celu ograniczenia ryzyka zawodowego, zwanych dalej „środkami ochronnymi”.

2. Prowadzący eksploatację zapewnia bieżącą aktualizację instrukcji, o których mowa w ust. 1.

§ 5. 1. Prowadzący eksploatację może upoważnić osobę lub osoby do wykonywania w jego imieniu określonych działań związanych z:

- 1) wydawaniem poleceń;
- 2) koordynacją prac;
- 3) dopuszczeniem do prac.

2. Prowadzący eksploatację prowadzi wykaz osób upoważnionych, o których mowa w ust. 1, zawierający w szczególności:

- 1) imię i nazwisko osoby upoważnionej;
- 2) zakres upoważnienia;
- 3) określenie okresu, na jaki upoważnienie zostało udzielone.

§ 6. Prace eksploatacyjne mogą wykonywać osoby uprawnione i upoważnione.

§ 7. 1. Obiekty z zainstalowanymi urządzeniami energetycznymi oraz urządzenia energetyczne powinny być oznakowane w sposób umożliwiający ich identyfikację.

2. Urządzenia energetyczne stwarzające zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego należy zabezpieczyć przed dostępem osób nieupoważnionych.

§ 8. Zabronione jest używanie urządzeń energetycznych bez przewidzianych dla nich urządzeń ochronnych w rozumieniu ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.

§ 9. Prace eksploatacyjne wewnątrz urządzeń energetycznych należy wykonywać zgodnie z odpowiednimi wymaganiami dla prac w zbiornikach, kanałach, urządzeniach technicznych i innych niebezpiecznych przestrzeniach zamkniętych, określonymi w ogólnych przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy.

§ 10. 1. Jeżeli w zamkniętym wnętrzu urządzenia energetycznego mogą gromadzić się lub występować pary cieczy lub gazy stwarzające zagrożenie dla zdrowia lub bezpieczeństwa, przed każdym wejściem do zamkniętego wnętrza tego urządzenia należy:

- 1) dokonać pomiaru stężenia par cieczy lub gazów w tym wnętrzu;
- 2) sprawdzić, czy stężenie par cieczy lub gazów nie przekracza:
 - a) dopuszczalnych wartości określonych w przepisach dotyczących najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy lub
 - b) wartości określonych w przepisach dotyczących ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów;
- 3) doprowadzić do obniżenia stężenia par cieczy lub gazów co najmniej do dopuszczalnego poziomu, w przypadku gdy stężenie przekracza dopuszczalne wartości.

2. Jeżeli nie jest możliwe obniżenie stężenia par cieczy lub gazów poniżej wartości, o których mowa w ust. 1 pkt 3, rozpoczęcie i prowadzenie prac eksploatacyjnych jest dopuszczalne po zapewnieniu odpowiednich środków ochronnych, zawartych w instrukcji prowadzenia tych prac.

3. Czynności oraz wyniki pomiarów, o których mowa w ust. 1, należy rejestrować.

§ 11. 1. Prace eksploatacyjne, przy wykonywaniu których jest możliwe gromadzenie się lub występowanie pyłów, gazów, par cieczy lub mgieł stwarzających zagrożenie powstania pożaru lub wybuchu, należy prowadzić po usunięciu tego zagrożenia lub zastosowaniu środków ochronnych zgodnie z instrukcjami wykonywania tych prac.

2. Udostępniona strefa pracy, w której istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej, powinna spełniać wymagania określone w przepisach dotyczących minimalnych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej.

§ 12. 1. Prace eksploatacyjne w kotłach lub zbiornikach należy wykonywać po ich technologicznym wyłączeniu, skutecznym przewietrzeniu oraz zabezpieczeniu przed wystąpieniem czynników mogących stwarzać zagrożenia dla osób wykonujących te prace.

2. Podczas przebywania osób wewnątrz kotłów lub zbiorników wszystkie włazy należy otworzyć, a jeżeli nie jest to wystarczające do dotrzymania wymaganych parametrów powietrza w kotle lub zbiorniku, należy stosować stały nadmuch powietrza.

§ 13. 1. Prace eksploatacyjne w kotłach oraz w komorach, kanałach i rurociągach sieci ciepłych nie mogą być wykonywane w temperaturze powyżej 40°C.

2. Osobom usuwającym awarię przy urządzeniach, o których mowa w ust. 1, w temperaturze powyżej 40°C, należy zapewnić:

- 1) napoje chłodzące i środki obniżające temperaturę powietrza;
- 2) środki ochrony indywidualnej, przerwy w pracy i miejsce odpoczynku, ustalone indywidualnie w zależności od warunków i specyfiki pracy.

§ 14. Zabronione jest wykonywanie prac eksploatacyjnych wewnątrz urządzeń energetycznych na co najmniej dwóch poziomach równocześnie, jeżeli stanowiska pracy zostały usytuowane jedno nad drugim, bez wymaganego zabezpieczenia.

§ 15. 1. Prace eksploatacyjne, na których lub w których zainstalowano izotopowe źródła promieniowania, należy wykonywać po uprzednim zdemontowaniu i zabezpieczeniu izotopowych źródeł promieniowania lub zabezpieczeniu przed promieniowaniem osób wykonujących te prace.

2. Zasady organizacji prac, przy których występuje narażenie na promieniowanie jonizujące, określają przepisy prawa atomowego.

§ 16. 1. Prace eksploatacyjne wewnątrz urządzeń i instalacji służących do dostarczania oraz magazynowania paliw wymagające wyłączenia tych urządzeń i instalacji z ruchu należy wykonywać po:

- 1) całkowitym odcięciu dopływu paliwa;
- 2) zabezpieczeniu armatury lub urządzeń odcinających dopływ paliwa przed ich przypadkowym otwarciem;
- 3) opróżnieniu urządzenia i instalacji z paliwa, jeżeli z przyczyn technologicznych lub bezpieczeństwa jest to wymagane;
- 4) zamknięciu armatury i urządzeń odcinających dopływ paliwa i sprawdzeniu ich szczelności; w przypadku stwierdzenia nieszczelności – po doprowadzeniu do wyeliminowania tych nieszczelności;
- 5) zastosowaniu określonych w instrukcjach środków ochronnych zabezpieczających przed wystąpieniem czynników mogących stwarzać zagrożenie dla osób wykonujących prace;
- 6) oznaczeniu strefy pracy oraz armatury lub urządzeń odcinających dopływ paliwa znakami lub tablicami bezpieczeństwa.

2. Jeżeli niewystarczającym zabezpieczeniem jest zamknięcie armatury lub urządzeń odcinających dopływ paliwa, należy zastosować dodatkowe środki techniczne określone w instrukcjach wykonywania tych prac.

§ 17. 1. Prace eksploatacyjne przy instalacjach ciepłych wymagające wyłączenia tych instalacji z ruchu należy wykonywać po:

- 1) odłączeniu odcinków instalacji, na których mają być prowadzone prace, poprzez zamknięcie armatury lub urządzeń odcinających dopływ czynnika grzewczego;
- 2) zabezpieczeniu armatury lub urządzeń odcinających dopływ czynnika grzewczego przed przypadkowym otwarciem;
- 3) rozprężeniu, odwodnieniu i wychłodzeniu instalacji, jeżeli wymaga tego technologia prac;
- 4) sprawdzeniu szczelności armatury lub urządzeń odcinających dopływ czynnika grzewczego;
- 5) oznaczeniu strefy pracy oraz armatury lub urządzeń odcinających dopływ czynnika grzewczego znakami lub tablicami bezpieczeństwa.

2. Jeżeli niewystarczającym zabezpieczeniem jest zamknięcie armatury lub urządzeń odcinających dopływ czynnika grzewczego, należy zastosować dodatkowe środki techniczne wymienione w instrukcjach wykonywania tych prac.

3. Wymagania, o których mowa w ust. 1, nie dotyczą prac, dla których zastosowana technologia nie przewiduje wyłączeń urządzeń lub instalacji z ruchu.

§ 18. 1. Prace eksploatacyjne przy rurociągach, armaturze lub hydrotechnicznych urządzeniach odcinających, wymagających wyłączenia ich z ruchu, należy wykonywać po:

- 1) odłączeniu odcinków, na których mają być prowadzone prace, poprzez zamknięcie armatury lub hydrotechnicznych urządzeń odcinających;
- 2) zamknięciu dopływu wody, sprawdzeniu, czy zamknięcia odcinające dopływ wody są szczelne;
- 3) zabezpieczeniu armatury lub urządzeń odcinających przed przypadkową zmianą położenia;
- 4) rozprężeniu i odwodnieniu rurociągów, urządzeń lub instalacji hydrotechnicznych, na których mają być prowadzone prace, jeżeli wymaga tego technologia prac;
- 5) oznaczeniu strefy pracy oraz armatury i hydrotechnicznych urządzeń odcinających znakami lub tablicami bezpieczeństwa.

2. Jeżeli niewystarczającym zabezpieczeniem jest zamknięcie armatury lub urządzeń odcinających dopływ cieczy lub innych czynników, do fragmentu, na którym mają być wykonywane prace, należy zastosować dodatkowe środki techniczne zawarte w instrukcjach wykonywania tych prac.

§ 19. 1. Prace eksploatacyjne w rurach ssących turbin wodnych, pompoturbinach i turbinach wodnych umieszczonych w komorach otwartych oraz komorach odwodnień należy wykonywać po:

- 1) całkowitym odcięciu dopływu wody poprzez zamknięcie armatury i urządzeń odcinających jej dopływ;
- 2) zabezpieczeniu armatury lub urządzeń odcinających dopływ wody przed ich przypadkowym otwarciem;
- 3) odwodnieniu komór;
- 4) oznaczeniu strefy pracy oraz armatury i urządzeń odcinających odpowiednimi znakami lub tablicami bezpieczeństwa.

2. Jeżeli niewystarczającym zabezpieczeniem jest zamknięcie armatury lub urządzeń odcinających dopływ wody, do odcinka, na którym mają być wykonywane prace, należy zastosować dodatkowe środki techniczne wymienione w instrukcjach wykonywania tych prac.

§ 20. Prace podwodne w siłowniach wodnych i budowlach hydrotechnicznych, w tym wewnątrz sztolni, rurociągów doprowadzających i odprowadzających, należy wykonywać przy wyłączonych i zabezpieczonych przed załączeniem turbinach, hydrozespołach i pompach, w sposób i na zasadach uwzględniających wymagania przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu prac podwodnych, w zakresie, w jakim mają one zastosowanie.

§ 21. 1. Prace eksploatacyjne z użyciem sprzętu pływającego przy urządzeniach, instalacjach i budowlach hydrotechnicznych należy wykonywać przy wyłączonych oraz zabezpieczonych przed przypadkowym załączeniem turbinach, hydrozespołach i pompach.

2. Turbiny, hydrozespoły i pompy, o których mowa w ust. 1, należy w sposób czytelny oznaczyć znakami lub tablicami bezpieczeństwa informującymi o zakazie ich uruchamiania.

§ 22. Prace eksploatacyjne przy urządzeniach i instalacjach gazowych należy wykonywać, przestrzegając wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy określonych w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy budowie i eksploatacji sieci gazowych oraz uruchamianiu instalacji gazu ziemnego.

§ 23. 1. Przed przystąpieniem do prac eksploatacyjnych w strefie generatorów elektrycznych chłodzonych wodorem, przy zbiornikach wodoru, elektrolizerach wody oraz składach butli napełnionych wodorem przeprowadza się pomiary stężeń występujących gazów i kontroluje, czy stężenie nie osiąga wartości określonych w przepisach w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów, po przekroczeniu których grozi niebezpieczeństwo wystąpienia wybuchu.

2. Rozpoczęcie prac, o których mowa w ust. 1, może nastąpić po usunięciu lub zminimalizowaniu zagrożenia pożarem lub wybuchem oraz obniżeniu stężeń co najmniej do wartości określonych w przepisach, o których mowa w ust. 1, oraz zastosowaniu środków ochronnych.

3. Wyniki pomiarów stężeń, o których mowa w ust. 1, należy rejestrować.

§ 24. 1. Przed przystąpieniem do prac eksploatacyjnych wymagających wyłączenia generatorów elektrycznych, instalacji lub zbiorników wodoru oraz elektrolizerów wody z ruchu należy:

- 1) całkowicie odciąć dopływ wodoru do tych urządzeń i instalacji;
- 2) usunąć wodór z tych urządzeń i instalacji i przedmuchać je gazem obojętnym;
- 3) sprawdzić szczelność armatury lub urządzeń odcinających dopływ wodoru, przeprowadzając pomiary obecności wodoru w wyłączonych urządzeniach i instalacjach;
- 4) zabezpieczyć armaturę lub urządzenia odcinające przed przypadkowym otwarciem;
- 5) oznaczyć strefę pracy oraz armaturę lub urządzenia odcinające znakami lub tablicami bezpieczeństwa;
- 6) rejestrować wyniki pomiarów obecności wodoru.

2. Czynności, o których mowa w ust. 1, nie dotyczą prac w zakresie obsługi oraz prac kontrolno-pomiarowych lub konserwacji, jeżeli instrukcje eksploatacji tak stanowią.

§ 25. 1. Prace eksploatacyjne przy urządzeniach elektroenergetycznych, w zależności od zastosowanych metod i środków ochronnych zapewniających bezpieczeństwo pracy, mogą być wykonywane:

- 1) pod napięciem;
- 2) w pobliżu napięcia;
- 3) przy wyłączonym napięciu.

2. Minimalne odstępów w powietrzu od nieosłoniętych urządzeń i instalacji elektrycznych lub ich części znajdujących się pod napięciem, wyznaczające zewnętrzne granice strefy prac, mają następujące wartości:

Napięcie znamionowe urządzenia lub instalacji elektrycznej	Minimalny odstęp w powietrzu, wyznaczający zewnętrzną granicę strefy	
	prac pod napięciem	prac w pobliżu napięcia
kV	mm	mm
≤ 1	bez dotyku	300
3	60	1120
6	90	1120
10	120	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
110	1000	2000
220	1600	3000
400	2500	4000
750	5300	8400

3. Wartości określające minimalne odstępów, o których mowa w ust. 2, nie mają zastosowania do prac wykonywanych przy urządzeniach elektroenergetycznych zasilania sieci trakcyjnej i kolejowej sieci trakcyjnej, pracujących w systemie zasilania o napięciu 3 kV prądu stałego.

4. Wykonywanie prac przy urządzeniach elektroenergetycznych wymagających użycia sprzętu zmechanizowanego może odbywać się pod warunkiem, że prowadzący eksploatację określi warunki prowadzenia tych prac, mając na uwadze zachowanie odpowiedniego poziomu ich bezpieczeństwa.

5. Przed rozpoczęciem prac pod napięciem lub w pobliżu napięcia należy zapewnić opracowanie i udostępnienie osobom skierowanym do tych prac instrukcji określających technologię, wymagane narzędzia oraz środki ochronne, które należy stosować podczas prowadzenia tych prac.

§ 26. Napięcie od urządzeń elektrycznych należy odłączyć w sposób uniemożliwiający pojawienie się napięcia na odłączonych urządzeniach i instalacjach.

§ 27. 1. Przed przystąpieniem do wykonywania prac przy urządzeniach i instalacjach elektrycznych odłączonych od napięcia należy:

- 1) zastosować odpowiednie zabezpieczenie przed przypadkowym załączeniem napięcia;
- 2) oznaczyć miejsce wyłączenia;
- 3) sprawdzić, czy nie występuje napięcie na odłączonych urządzeniach i instalacjach elektrycznych;
- 4) uziemić wyłączone urządzenia i instalacje elektryczne;
- 5) oznaczyć strefę pracy znakami lub tablicami bezpieczeństwa.

2. Uziemienie urządzeń i instalacji elektrycznych należy tak zlokalizować, aby praca wykonywana była w strefie ograniczonej uziemieniami i co najmniej jedno uziemienie było widoczne z miejsca wykonywania pracy.

3. Jeżeli nie jest możliwe uziemienie urządzeń i instalacji w sposób określony w ust. 2, należy zastosować inne środki techniczne lub organizacyjne zapewniające bezpieczeństwo prowadzenia prac zawarte w instrukcjach ich wykonywania.

§ 28. 1. Prace eksploatacyjne stwarzające możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego należy wykonywać na podstawie polecenia pisemnego.

2. Do prac eksploatacyjnych przy urządzeniach energetycznych stwarzających możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego należy zaliczyć w szczególności prace:

- 1) wewnątrz niebezpiecznych przestrzeni zamkniętych, komór paleniskowych kotłów, kanałów spalin, elektrofiltrów, absorberów, walczków kotłów, kanałów i lejów zsykowych, rurociągów sieci ciepłych oraz w zbiornikach paliw płynnych i gazowych;
- 2) wewnątrz zasobników węgla lub biomasy oraz zasobników pyłu węglowego lub biomasy;
- 3) niebezpieczne pod względem pożarowym wykonywane w strefach zagrożenia wybuchem;
- 4) w obiegach wody elektrowni i elektrociepłowni wymagające wejścia do kanałów, rurociągów, rur ssawnych i zbiorników, jak również prace na ujęciach i zrzutach wody wykonywane z pomostów, łodzi lub barek oraz prowadzone pod powierzchnią wody;
- 5) z zakresu konserwacji, remontów, montażu, kontrolno-pomiarowego, wykonywane wewnątrz turbin wiatrowych lub gondoli oraz prace z zakresu zewnętrznej konserwacji gondoli lub śmigieł wirnika turbiny wiatrowej;
- 6) wykonywane w pobliżu nieosłoniętych urządzeń elektroenergetycznych lub ich części, znajdujących się pod napięciem;
- 7) przy urządzeniach elektroenergetycznych wyłączonych spod napięcia, lecz uziemionych w taki sposób, że którekolwiek z uziemień nie jest widoczne z miejsca wykonywania pracy;
- 8) w wykopach, z zakresu konserwacji, remontów, kontrolno-pomiarowego, wykonywane przy gazociągach lub innych urządzeniach gazowniczych oraz rurociągach sieci ciepłych;
- 9) konserwacyjne, modernizacyjne lub remontowe przy kolejowej sieci trakcyjnej znajdującej się pod napięciem;
- 10) przy wyłączonych spod napięcia lub znajdujących się w budowie elektroenergetycznych liniach napowietrznych, które krzyżują się w strefie ograniczonej uziemieniami ochronnymi z liniami znajdującymi się pod napięciem lub mogącymi znaleźć się pod napięciem, w tym przewodami traktacji elektrycznej;
- 11) na skrzyżowaniach linii elektroenergetycznych znajdujących się pod napięciem lub mogących znaleźć się pod napięciem i przewodami traktacji elektrycznej;
- 12) przy wyłączonym spod napięcia torze wielotorowej elektroenergetycznej linii napowietrznej o napięciu 1 kV i powyżej, jeżeli którykolwiek z pozostałych torów linii pozostaje pod napięciem;
- 13) konserwacyjne, remontowe lub montażowe przy urządzeniach i instalacjach rozładowniczych paliw płynnych i gazowych.

3. Szczegółowy wykaz prac, o których mowa w ust. 2, powinien być ustalony i aktualizowany w oparciu o przepisy wydane na podstawie art. 237¹⁵ ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy oraz wyniki identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka związanego z zagrożeniami, mogącymi wystąpić podczas wykonywania prac.

4. Prace, o których mowa w ust. 2 i 3, wykonują co najmniej dwie osoby w celu zapewnienia asekuracji.

§ 29. 1. Polecenie pisemne wykonywania pracy wydaje prowadzący eksploatację lub osoby przez niego upoważnione.

2. Polecenie pisemne wykonania pracy zawiera co najmniej:

- 1) numer polecenia;
- 2) określenie osób odpowiedzialnych za organizację oraz wykonanie pracy;

- 3) określenie zakresu prac do wykonania i strefy pracy;
- 4) określenie warunków i środków ochronnych niezbędnych do zapewnienia bezpiecznego przygotowania i wykonania poleconych prac;
- 5) wyznaczenie terminu rozpoczęcia i zakończenia prac oraz przerw w ich wykonaniu.

3. Prowadzący eksploatację może określić dodatkowy zakres informacji, które powinny zostać umieszczone w poleceniu pisemnym.

4. Polecenie pisemne należy przechowywać przez okres nie krótszy niż 30 dni od daty zakończenia pracy.

5. Sposób rejestrowania, wydawania, przekazywania, obiegu i przechowywania poleceń pisemnych ustala prowadzący eksploatację.

§ 30. Bez polecenia jest dozwolone:

- 1) wykonywanie czynności związanych z ratowaniem zdrowia lub życia ludzkiego;
- 2) zabezpieczanie urządzeń energetycznych przed zniszczeniem;
- 3) prowadzenie przez osoby uprawnione i upoważnione prac eksploatacyjnych zawartych w instrukcjach eksploatacji.

§ 31. 1. Organizując na polecenie prace eksploatacyjne, należy uwzględnić wymagania zawarte w instrukcjach eksploatacji, o których mowa w § 4, oraz zapewnić:

- 1) skoordynowanie wykonania prac z ruchem urządzeń energetycznych, obejmujące w szczególności:
 - a) określenie zakresu oraz kolejności wykonywania czynności łączeniowych związanych z przygotowaniem i likwidacją strefy pracy, jeżeli wymaga tego bezpieczeństwo lub technologia wykonywania prac,
 - b) wydanie zezwolenia na przygotowanie, przekazanie i likwidację strefy pracy,
 - c) ustalenie kolejności prowadzenia prac, przerywania, wznowienia lub zakończenia prac,
 - d) wydanie zezwolenia na uruchomienie urządzeń energetycznych, przy których była wykonywana praca, jeżeli w związku z jej wykonywaniem były one wyłączone z ruchu;
- 2) przygotowanie i przekazanie strefy pracy, obejmujące w szczególności:
 - a) uzyskanie zezwolenia na dokonanie czynności łączeniowych,
 - b) wyłączenie urządzeń z ruchu, jeżeli wymaga tego technologia lub bezpieczeństwo wykonywanych prac, oraz ich zabezpieczenie przed przypadkowym uruchomieniem lub doprowadzeniem czynników stwarzających zagrożenie,
 - c) zastosowanie wymaganych zabezpieczeń na wyłączonych urządzeniach oraz sprawdzenie, czy zostały usunięte czynniki stwarzające zagrożenie, takie jak: napięcie, ciśnienie, woda, gaz, temperatura,
 - d) oznaczenie strefy pracy znakami lub tablicami bezpieczeństwa,
 - e) poinformowanie kierującego zespołem o zagrożeniach występujących w strefie pracy i w jej bezpośrednim sąsiedztwie,
 - f) dopuszczenie do pracy;
- 3) rozpoczęcie i wykonanie pracy, obejmujące w szczególności:
 - a) dobór osób do wykonania poleconej pracy,
 - b) sprawdzenie przez kierującego zespołem przygotowania strefy pracy i przejęcie jej, jeżeli została przygotowana właściwie,
 - c) zaznajomienie członków zespołu z występującymi zagrożeniami w strefie pracy i w jej bezpośrednim sąsiedztwie oraz z metodami bezpiecznego wykonywania pracy,
 - d) egzekwowanie od członków zespołu stosowania właściwych środków ochrony indywidualnej, odzieży i obuwia roboczego oraz narzędzi i sprzętu,
 - e) zapewnienie wykonania pracy w sposób bezpieczny;

- 4) zakończenie pracy i likwidacja strefy pracy, obejmujące w szczególności:
 - a) sprawdzenie, czy praca została zakończona, a sprzęt i narzędzia usunięte ze strefy pracy,
 - b) opuszczenie strefy pracy przez zespół,
 - c) usunięcie środków ochronnych użytych do przygotowania strefy pracy i jej zabezpieczenia lub używanych przy wykonywaniu pracy,
 - d) poinformowanie o zakończeniu pracy i gotowości urządzeń lub instalacji do ruchu;
- 5) rejestrowanie, w formie określonej przez prowadzącego eksploatację, ustaleń, o których mowa w pkt 1-4;
- 6) ustalenie zasad wyznaczania koordynatora w rozumieniu art. 208 ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. - Kodeks pracy, określenie jego zakresu obowiązków i sposobu ich realizacji.

2. Do obowiązków koordynatora, o którym mowa w ust. 1 pkt 6, należy w szczególności:

- 1) ustalenie harmonogramu prac uwzględniającego zadania wszystkich zespołów realizujących prace, jeżeli wymaga tego bezpieczeństwo lub technologia ich wykonywania;
- 2) zapewnienie współpracy osób kierujących pracami zespołów i osób nadzorujących te prace;
- 3) ustalenie sposobu łączności i sposobu alarmowania w sytuacji zaistnienia zagrożenia lub awarii.

§ 32. 1. W każdym zespole wyznacza się osobę kierującą zespołem.

2. W przypadku opuszczenia strefy pracy przez kierującego zespołem dalsze wykonywanie pracy musi zostać przerwane, a zespół wyprowadzony z tej strefy.

3. Kierujący zespołem przed każdym wznowieniem pracy jest obowiązany dokonać dokładnego sprawdzenia zabezpieczenia strefy pracy.

4. Jeżeli podczas sprawdzenia, o którym mowa w ust. 3, zostanie stwierdzone pogorszenie warunków bezpieczeństwa w strefie pracy, wznowienie pracy może nastąpić po doprowadzeniu warunków do wymaganego poziomu bezpieczeństwa.

§ 33. Podczas wykonywania pracy zabronione jest w szczególności:

- 1) rozszerzanie pracy poza zakres i strefę pracy określone w poleceniu;
- 2) dokonywanie zmian w zastosowanych zabezpieczeniach, jeżeli miałyby to pogorszyć poziom bezpieczeństwa przy wykonywaniu prac.

§ 34. Traci moc rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. Nr 80, poz. 912).

§ 35. Rozporządzenie wchodzi w życie po upływie 6 miesięcy od dnia ogłoszenia.

Minister Gospodarki: wz. *D. Bogdan*