



MINISTERSTWO EDUKACJI  
i NAUKI



**Andrzej Zych**

## **Stosowanie maszyn i urządzeń energetycznych oraz transportu wewnątrzzakładowego 311[20].O2.06**

**Poradnik dla ucznia**

**Wydawca**

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy  
Radom 2005**

Recenzenci:

mgr inż. Regina Mroczek

mgr inż. Wiesław Wiejowski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr inż. Zbigniew Kramek

Korekta:

mgr Edyta Koziół

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[20].O2.06 Stosowanie maszyn i urządzeń energetycznych oraz transportu wewnątrzzakładowego zawartego w programie nauczania dla zawodu technik mechanik

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

---

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

# SPIS TREŚCI

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Wprowadzenie</b>                                          | 3  |
| <b>2. Wymagania wstępne</b>                                     | 4  |
| <b>3. Cele kształcenia</b>                                      | 5  |
| <b>4. Materiał nauczania</b>                                    | 6  |
| <b>4.1. Rodzaje energii. Podział maszyn i urządzeń</b>          | 6  |
| 4.1.1. Materiał nauczania                                       | 6  |
| 4.1.2. Pytania sprawdzające                                     | 12 |
| 4.1.3. Ćwiczenia                                                | 13 |
| 4.1.4. Sprawdzian postępów                                      | 15 |
| <b>4.2. Pompy</b>                                               | 15 |
| 4.2.1. Materiał nauczania                                       | 15 |
| 4.2.2. Pytania sprawdzające                                     | 23 |
| 4.2.3. Ćwiczenia                                                | 23 |
| 4.2.4. Sprawdzian postępów                                      | 26 |
| <b>4.3. Sprężarki</b>                                           | 27 |
| 4.3.1. Materiał nauczania                                       | 27 |
| 4.3.2. Pytania sprawdzające                                     | 30 |
| 4.3.3. Ćwiczenia                                                | 30 |
| 4.3.4. Sprawdzian postępów                                      | 31 |
| <b>4.4. Wentylatory</b>                                         | 32 |
| 4.4.1. Materiał nauczania                                       | 32 |
| 4.4.2. Pytania sprawdzające                                     | 33 |
| 4.4.3. Ćwiczenia                                                | 33 |
| 4.4.4. Sprawdzian postępów                                      | 34 |
| <b>4.5. Chłodziarki</b>                                         | 34 |
| 4.5.1. Materiał nauczania                                       | 34 |
| 4.5.2. Pytania sprawdzające                                     | 34 |
| 4.5.3. Ćwiczenia                                                | 35 |
| 4.5.4. Sprawdzian postępów                                      | 36 |
| <b>4.6. Kotły</b>                                               | 36 |
| 4.6.1. Materiał nauczania                                       | 36 |
| 4.6.2. Pytania sprawdzające                                     | 38 |
| 4.6.3. Ćwiczenia                                                | 38 |
| 4.6.4. Sprawdzian postępów                                      | 38 |
| <b>4.7. Maszyny i urządzenia transportu wewnątrzzakładowego</b> | 39 |
| 4.7.1. Materiał nauczania                                       | 39 |
| 4.7.2. Pytania sprawdzające                                     | 42 |
| 4.7.3. Ćwiczenia                                                | 42 |
| 4.7.4. Sprawdzian postępów                                      | 43 |
| <b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>                                  | 44 |
| <b>6. Literatura</b>                                            | 49 |

# 1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o wybranych maszynach i urządzeniach stosowanych w zakładach pracy oraz o parametrach maszyn i procesach w nich zachodzących.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne, wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia, wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania, „pigułkę” wiadomości teoretycznych niezbędnych do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań przydatny do sprawdzenia, czy już opanowałeś podane treści,
- ćwiczenia pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw zadań i pytań. Pozytywny wynik sprawdzianu potwierdzi, że dobrze pracowałeś podczas lekcji i że zdobyłeś wiedzę i umiejętności z zakresu tej jednostki modułowej,
- literaturę uzupełniającą.

Na początku pracy z poradnikiem zapoznaj się z wymaganiami wstępnymi. Jeżeli ich jeszcze opanowałeś to powinieneś uzupełnić braki. W razie potrzeby możesz poprosić nauczyciela.

Następnie zapoznaj się ogólnie z celami kształcenia. Osiągnięcie celów kształcenia będzie sprawdzane za pomocą testów końcowych, więc uświadomienie sobie tego powinno ułatwić Ci pracę z poradnikiem.

Materiał nauczania podzielony jest na porcje. Na początku dokładnie przeczytaj wiadomości teoretyczne. Następnie samodzielnie odpowiedz na pytania sprawdzające.

Teraz powinieneś przystąpić do ćwiczeń. Postaraj się wykonać je samodzielnie. Możesz również skonsultować się z kolegami i razem je wykonać.

Część ćwiczeń będzie realizowana z użyciem rzeczywistych maszyn i urządzeń. Przy ich wykonywaniu szczególnie dokładnie powinieneś przestrzegać poleceń, gdyż mogą one stwarzać zagrożenia wypadkiem lub urazem. Musisz je więc wykonywać zgodnie z poleceniami i przestrzegać podstawowych zasad bezpiecznej pracy.

Wróć również do celów z zakresu materiału nauczania i odpowiedz sobie na pytanie, czy je osiągnąłeś.

Na końcu znajduje się test sprawdzający całość materiału nauczania. Ponadto nauczyciel może sprawdzić twoje umiejętności innym testem – próbą pracy.

## **2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Przystępując do realizacji programu nauczania jednostki modułowej powinieneś umieć:

- zastosować układ SI,
- wykonać działania na jednostkach układu SI,
- skorzystać z komputera w zakresie edycji tekstu i korzystania z Internetu,
- wykonać szkice zgodnie z zasadami rysunku technicznego,
- zastosować zasady BHP podczas zajęć na pracowni,
- skorzystać z różnych źródeł informacji.

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinienś umieć:

- przyporządkować nośniki do rodzajów energii,
- podać przykłady przemiany energii,
- podać przykłady paliw chemicznych,
- obliczyć ciśnienie, natężenie przepływu,
- sklasyfikować maszyny transportowe, energetyczne, technologiczne,
- omówić przemiany termodynamiczne,
- omówić obiegi termodynamiczne,
- sklasyfikować pompy,
- wyjaśnić budowę, zasadę działania pomp,
- zdefiniować pojęcia: wysokość ssania, tłoczenia i podnoszenia,
- omówić parametry pracy pomp,
- dobrać pompę do podanego zastosowania i warunków pracy,
- zainstalować i uruchomić pompę,
- sklasyfikować sprężarki,
- wyjaśnić przeznaczenie, budowę, zasadę działania sprężarek objętościowych,
- wyjaśnić przeznaczenie, budowę, zasadę działania sprężarek wirowych,
- dobrać sprężarkę do określonych wymagań,
- zainstalować i uruchomić sprężarkę,
- określić wymagania dotyczące bezpiecznej eksploatacji sprężarek,
- wyjaśnić przeznaczenie, budowę, zasadę działania wentylatorów promieniowych,
- wyjaśnić przeznaczenie, budowę, zasadę działania wentylatorów osiowych,
- wyjaśnić przeznaczenie, budowę, zasadę działania urządzeń chłodniczych,
- wyjaśnić przeznaczenie, budowę i zasadę działania kotłów,
- określić wymagania dotyczące bezpiecznej eksploatacji kotłów,
- sklasyfikować przenośniki,
- sklasyfikować dźwignice,
- sklasyfikować wózki transportowe,
- dobrać maszynę lub urządzenie transportowe do określonego zadania,
- określić wymagania dotyczące bezpiecznej eksploatacji wózków widłowych,
- zastosować przepisy bhp, ochrony ppoż., ochrony środowiska podczas instalowania i uruchamiania pomp, wentylatorów i sprężarek.

## 4. MATERIAŁ NAUCZANIA

### 4.1. Rodzaje energii. Podział maszyn i urządzeń

#### 4.1.1. Materiał nauczania

##### Rodzaje energii

Podstawą działania maszyn są przemiany energii, które w nich zachodzą. Zależnie od rodzaju zjawiska, w którym energia się przejawia, występuje ona w postaci energii mechanicznej, cieplnej, elektrycznej, chemicznej, jądrowej i energii promieniowania. W maszynach i urządzeniach zachodzą przemiany energii. W silniku elektrycznym zachodzi przemiana energii elektrycznej w energię mechaniczną. Zachowana jest przy tym zasada zachowania energii, która mówi, że energia nie ginie tylko przechodzi z jednego ciała do innego i przekształca się z jednej postaci w inną. W silniku elektrycznym część energii przekształcona jest w energię mechaniczną, a część w ciepłą. Energia ciepła jest w tym przypadku niekorzystna i nazywamy ją energią strat.

Do podstawowych przemian energetycznych możemy między innymi zaliczyć:

- przemianę energii chemicznej w ciepłą (w kotle),
- przemianę energii cieplnej w mechaniczną (w silniku),
- przemianę energii elektrycznej w mechaniczną (w silniku elektrycznym),
- przemianę energii elektrycznej w ciepłą (w grzejniku elektrycznym),
- przemiana energii jądrowej w ciepłą (w reaktorze atomowym),
- przemiana energii promieniowania w elektryczną (w fotoogniwie).

Energia, która wykorzystywana jest przez człowieka występuje w postaci zasobów. Zasobami takimi są paliwa, energia jądrowa, energia wiatrów, energia spadku wody, energia słoneczna.

Paliwa są obecnie głównym źródłem energii. Występują takie paliwa jak: torf, drewno, węgiel brunatny, węgiel kamienny, ropa naftowa, gaz ziemny.

##### Klasyfikacja maszyn

Maszyną nazywamy urządzenie (zbudowane przez człowieka) do wykorzystania zjawisk przyrodniczych w celu wykonania pracy użytecznej oraz zwiększenia jej wydajności przez zastąpienie pracy fizycznej, wysiłku umysłowego i funkcji fizjologicznych człowieka.

Ze względu na przeznaczenie maszyny możemy podzielić na:

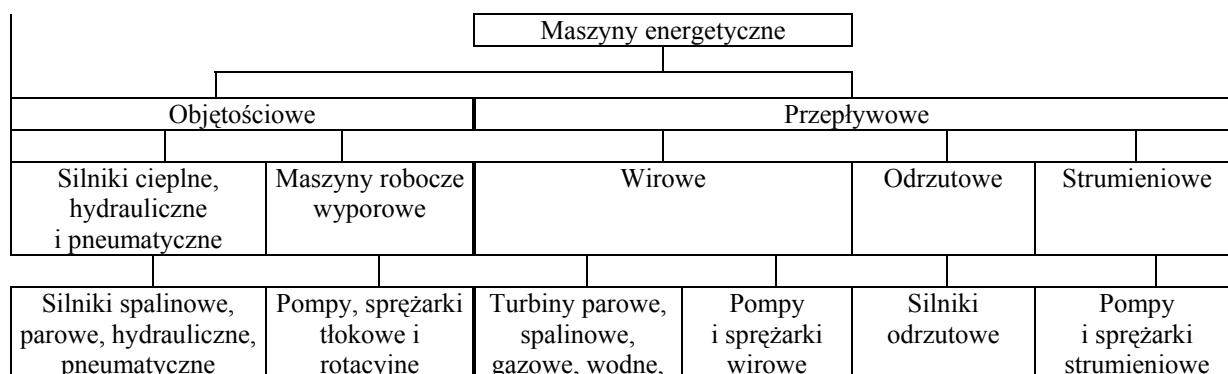
- maszyny energetyczne (silniki, pompy, prądnice, kotły),
- maszyny transportowe (dźwignice, samochody),
- maszyny technologiczne (obrabiarki do metali, maszyny drukujące, maszyny rolnicze),
- inne maszyny: (kontrolne i sterujące, logiczne, cybernetyczne).

Maszyny transportowe możemy podzielić na maszyny do transportu bliskiego (dźwignice, przenośniki) i transportu dalekiego (samochody, statki, samoloty).

Maszyny technologiczne możemy podzielić na rodzaje zależne od branży przemysłowej (maszyny rolnicze, poligraficzne, technologiczne).

Maszyny energetyczne (poza elektrycznymi) możemy podzielić na objętościowe i przepływowe. Pełniejszy podział przedstawia rysunek 1.

Maszyny elektryczne możemy podzielić na: silniki elektryczne prądu stałego, silniki elektryczne prądu zmiennego, generatory (prądnice) prądu stałego, generatory prądu zmiennego.



Rys. 1. Klasyfikacja maszyn energetycznych (bez elektrycznych)<sup>1</sup>

## Podstawowe parametry techniczne maszyn

Praca:

Jest to iloczyn siły i drogi [ $W = F \cdot S$ ].

Jednostką pracy w układzie SI jest dżul [J].

Moc:

Jest to ilość pracy wykonana w jednostce czasu.  $P = W/t$

Jednostką mocy w układzie SI jest wat [W].  $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

Często moc podajemy w jednostkach pochodnych: kilowat [ $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$ ], megawat [ $1 \text{ MW} = 1000 \text{ kW} = 1\,000\,000 \text{ W}$ ].

Moment:

Jest to iloczyn siły i ramienia działania.

Jednostką momentu w układzie SI jest niutonometr [Nm]

Często obliczamy moment mając daną moc i obroty.  $M \approx 9554 \cdot P/n$

Sprawność:

Jest to stosunek pracy użytecznej do pracy włożonej, lub mocy użytecznej do mocy włożonej.  $\eta = W_u / W_w$ , lub  $\eta = P_u / P_w$ .

Jeżeli chcemy sprawność wyrazić w % to:  $\eta = W_u / W_w \cdot 100\%$ , lub  $\eta = P_u / P_w \cdot 100\%$ .

## Wybrane zagadnienia z mechaniki cieczy i gazów

Gęstość i ciężar właściwy cieczy, gazów.

Gęstością nazywamy stosunek masy do objętości.

Oznaczając gęstość literą „ $\rho$ ”.

$$\rho = m/V$$

Gęstość wyrażamy w kilogramach na metr sześcienny lub kilogramach na litr: [ $\text{kg/m}^3$ ] lub [ $\text{kg/l}$ ]

Ciężarem właściwym nazywamy stosunek ciężaru do objętości.

Oznaczając ciężar właściwy literą „ $\gamma$ ”.

$$\gamma = G/V$$

Ciężar równa się iloczynowi masy i przyspieszenia ziemskiego.  $G = m \cdot g$ .

Ciężar właściwy wyrażamy w Niutonach na metr sześcienny lub Niutonach na litr: [ $\text{N/m}^3$ ] lub [ $\text{N/l}$ ]

<sup>1</sup> Na podstawie Orlik Z.: Maszynoznawstwo. WSiP, Warszawa, s. 11.

## Ciśnienie cieczy, gazów

W atmosferze ziemskiej powietrze znajduje się pod pewnym ciśnieniem. Ciśnienie powietrza na powierzchni Ziemi wynosi 101 325 [Pa] (paskali), tj. 0,101 325 [MPa] (megapaskala). Wartość ta odpowiada 1 atmosferze ( $1 \text{ atm} = 1 \text{ kG/cm}^2$ ), czyli jednostce ciśnienia stosowanej dawniej. Wiemy również, że wysoko w powietrzu ciśnienie jest niższe. Podobnie jak w gazie (powietrzu), tak i w cieczach występuje różne ciśnienie, głęboko w wodzie jest wyższe ciśnienie niż na powierzchni. Gazy i ciecze mogą więc posiadać różne ciśnienie.

Ciśnieniem nazywamy stosunek siły powierzchniowej do pola powierzchni, jest zatem siłą działającą na jednostkę powierzchni.

$$P = F/S \text{ [Pa]} \quad 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Jednostką ciśnienia w układzie SI jest 1Pa (pascal). Często ciśnienie podajemy w różnych, pochodnych jednostkach: kilopaskalach  $1 \text{ Pa} = 1000 \text{ kPa}$ , megapaskalach  $1 \text{ MPa} = 1000 \text{ kPa} = 1000000 \text{ Pa}$ .

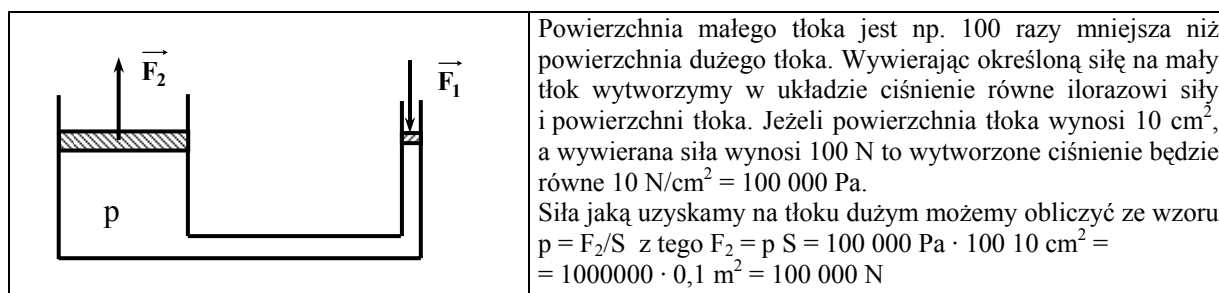
W cieczy (i gazie) znajdującej się w zbiorniku otwartym, w zależności od głębokości występuje różne ciśnienie. Zależy ono od głębokości, od której zależy ciężar słupa cieczy oraz od ciśnienia występującego nad lustrem cieczy (od wartości ciśnienia atmosferycznego).

Ciśnienie to (nazywane hydrostatycznym) obliczamy ze wzoru:

$$p = p_b + \gamma \cdot h$$

Ciśnienie hydrostatyczne jest sumą ciśnienia nad lustrem cieczy i iloczynu ciężaru właściwego i wysokości słupa cieczy.

Ciecze i gazy możemy sprężać, czyli podnosić ich ciśnienia. Przykładem może być cylinder z cieczą, w którym tłok spręża tę ciecz. Ciśnienie w takim układzie będzie równe ilorazowi siły wywieranej na tłok i powierzchni tłoka. Zjawisko to wykorzystywane jest w prasach hydraulicznych. Pokazano to na rysunku 2.



**Rys. 2.** Zwielokrotnienie siły nacisku prasy hydraulicznej

Ciśnienie można rozpatrywać jako „ciśnienie bezwzględne”, czyli w stosunku do próżni oraz nadciśnienie, czyli ciśnienie w stosunku do ciśnienia na powierzchni ziemi. Na rysunku 2 obliczono nadciśnienie, czyli nadwyżkę nad ciśnieniem atmosferycznym.

## Natężenie przepływu

W układach hydraulicznych ważną wielkością jest natężenie przepływu, z którego możemy obliczyć ilość przepływającej cieczy – ile cieczy przepompuje pompa w ciągu jednostki czasu.

Natężenie przepływu jest wielkością określającą ilość czynnika przepływającego przez dany przekrój w jednostce czasu.

$$Q = A \cdot v$$

Natężenie przepływu wyrażamy w  $[\text{m}^3/\text{s}]$  metrach sześciennych na sekundę.

Znając natężenie przepływu możemy łatwo obliczyć wydajność. Pragnąc obliczyć ile metrów sześciennych wody przepompuje pompa w ciągu godziny mnożymy natężenie przepływu przez 3600 sekund.

## Podstawy termodynamiki

Termodynamika jest nauką o przemianach energii zachodzących w maszynach cieplnych. Dostarczając ciepło, otrzymujemy w silnikach cieplnych pracę, a pośredniczy w tym procesie czynnik termodynamiczny (w silniku parowym para wodna, w silniku spalinowym spaliny). Stan czynników termodynamicznych określają parametry stanu, są to ciśnienie, temperatura i objętość. Jeżeli zmienia się którykolwiek z parametrów mamy do czynienia z przemianami.

W termodynamice posługujemy się tak zwanym gazem doskonałym, czyli takim, w którym nie występują siły spójności, a jego molekule rozpatruje się jako punkty nie mające objętości. Niektóre gazy są bardzo zbliżone do gazu doskonałego – spaliny w paleniskach kotłów parowych, spaliny w cylindrach silników spalinowych.

Do gazu doskonałego stosuje się prawa gazu doskonałego:

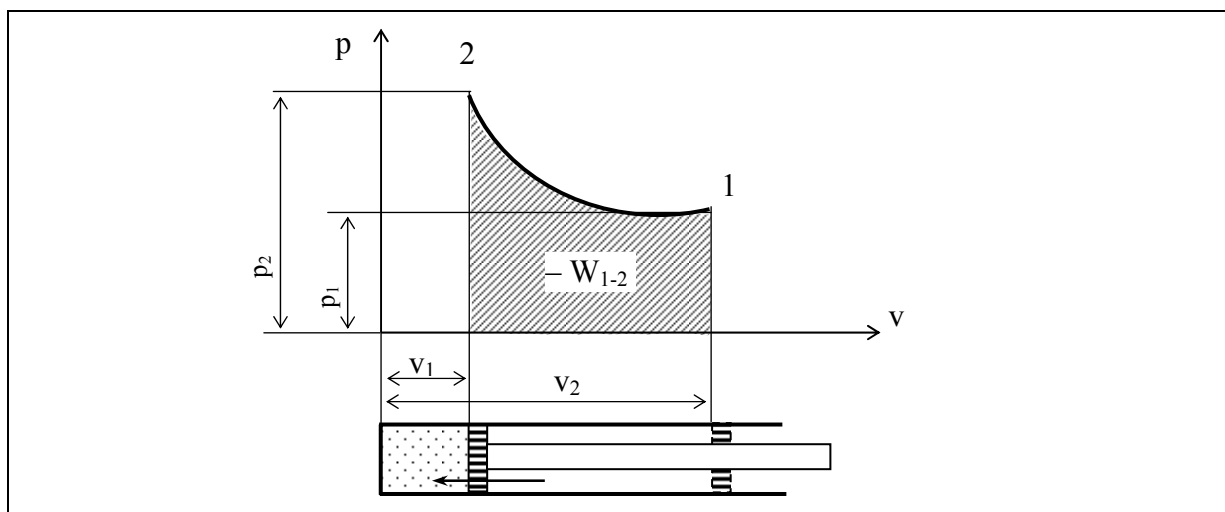
Prawo Boyle’a – Mariotte’a dotyczy przemiany przy stałej temperaturze (izotermicznej) i można je wyrazić wzorem:

$$p_1/p_2 = v_2/v_1$$

$p_1, p_2$  – ciśnienia w stanie początkowym i końcowym przemiany,

$v_1, v_2$  – objętości w stanie początkowym i końcowym przemiany.

Przemiana izotermiczna zachodzi wtedy, gdy gaz zamknięty w cylindrze bardzo powoli rozprężamy lub sprężamy. Przedstawiona jest ona na rysunku 3. Wywierając nacisk na tłok powodujemy sprężanie gazu i jego przemianę. Cylinder powinien być chłodzony, aby nie dopuścić do zmian temperatury (sprężanie powodowałoby ogrzanie się gazu). Pole pod linią „1” do „2” określa pracę, która jest ujemna, gdyż pracę wykonuje siła zewnętrzna. W przypadku rozprężania woda podgrzewa cylinder, aby zachować stałą temperaturę. Praca w tym przypadku byłaby dodatnia. Linię „1”, „2” nazywamy izotermą.



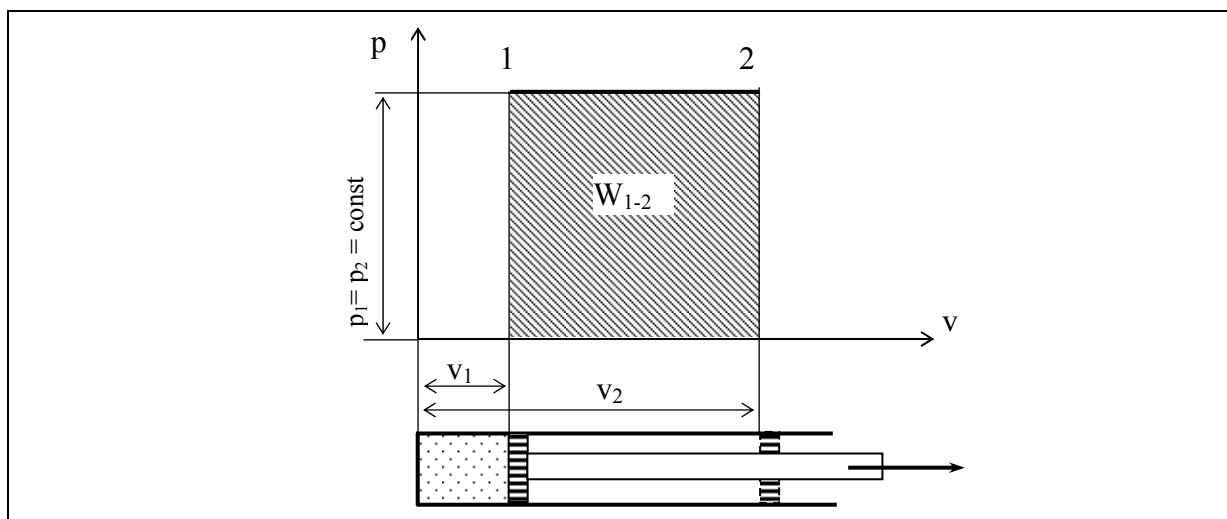
Rys. 3. Przemiana izotermiczna

Prawo Gay-Lussaca dotyczy przemiany przy stałym ciśnieniu (izobarycznej) i można je wyrazić wzorem:

$$v_1/v_2 = T_1/T_2$$

$T_1, T_2$  – temperatury w stanie początkowym i końcowym przemiany.

Przemiana izobaryczna przedstawiona jest na rysunku 4. Przemiana zachodzi wtedy, gdy podgrzewamy gaz (lub oziębamy) zamknięty w cylindrze przy stałym nacisku. Gaz ogrzewa się i zwiększa swoją temperaturę. Na wykresie zależności „p” od „v” otrzymamy linię od punktu „1” do punktu „2” (izobare). Pole pod linią oznacza pracę gazu.

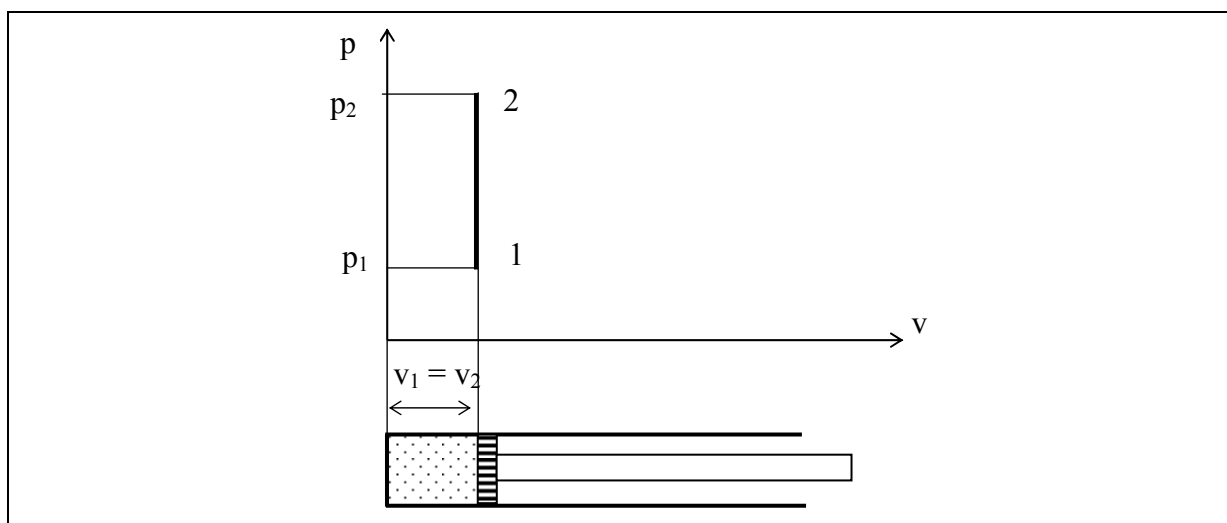


Rys. 4. Przemiana izobaryczna

Prawo Charlesa dotyczy przemiany przy stałej objętości (izochorycznej) i można je wyrazić wzorem:

$$p_1/p_2 = T_1/T_2$$

Przemiana izochoryczna zachodzi jeżeli podgrzewamy lub oziębamy gaz przy stałej objętości (tłok w cylindrze nie przesuwają się). Przedstawiono to na rysunku 5.



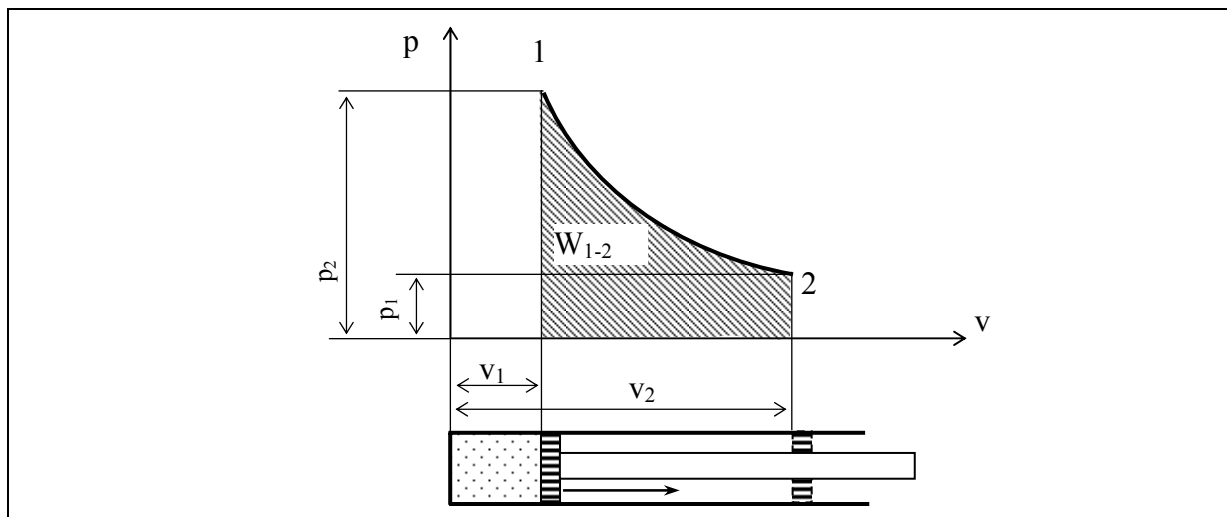
Rys. 5. Przemiana izochoryczna

Przemiana adiabatyczna zachodzi wtedy, gdy wszystkie trzy parametry stanu gazu ulegają zmianie, ale nie występuje wymiana ciepła między gazem a otoczeniem. Przemiana adiabatyczna przedstawiona jest na rysunku 6. Tłok jest izolowany od otoczenia otuliną izolującą. W praktyce każda przemiana może być uważana za adiabatyczną jeżeli zachodzi bardzo szybko i ciepło nie zdąży wymienić się z otoczeniem. Przykładem jest sprężanie powietrza w silniku wysokoprężnym. Przemianę tę opisuje równanie Poissona:

$$p_1 \cdot v_1^\chi = p_2 \cdot v_2^\chi$$

$\chi$  – wykładnik adiabaty odczytywany z tabel.

Linie „1”, „2” nazywamy adiabatą.



**Rys. 6.** Przemiana adiabatyczna

Jeżeli w trakcie procesu zachodzą wszystkie trzy przemiany to możemy przemianę opisać równaniem gazu doskonałego:

$$p \cdot v / T = \text{const} \quad \text{lub} \quad p \cdot v / T = m/\mu \cdot R \cdot T$$

$R$  – uniwersalna stała gazowa =  $8314 \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$ ,

$m$  – masa w kg,

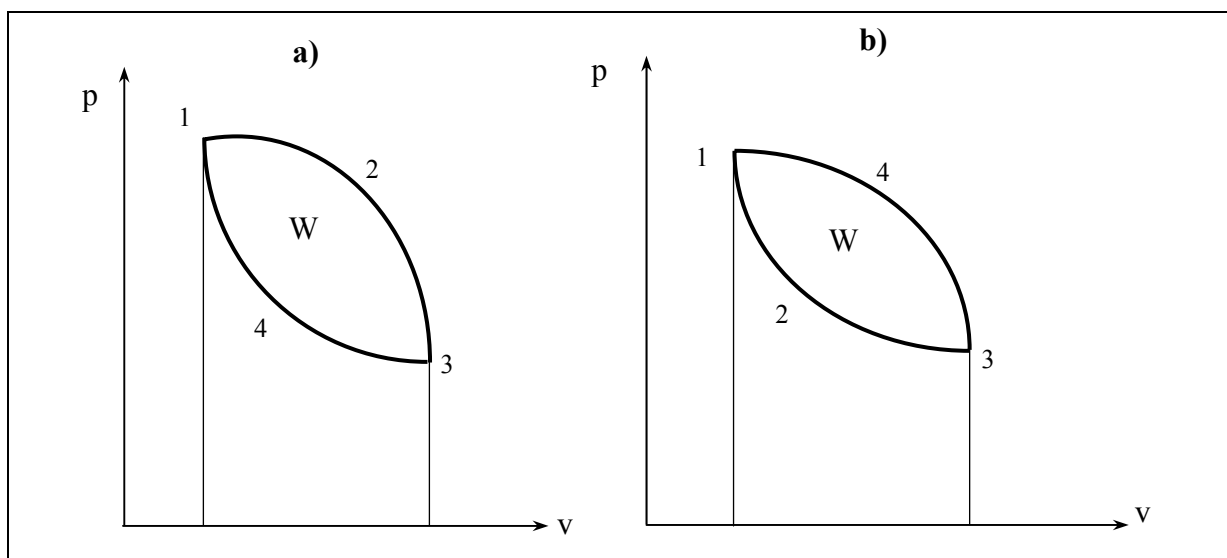
$\mu$  – masa cząsteczkowa gazu.

### Obiegi termodynamiczne

Obiegi termodynamiczne są urzeczywistniane w silnikach cieplnych i chłodziarkach. W silnikach mamy do czynienia z obiegiem „w przód” (rys. 7 a), a w chłodziarkach z obiegiem „w tył” (rys. 7b).

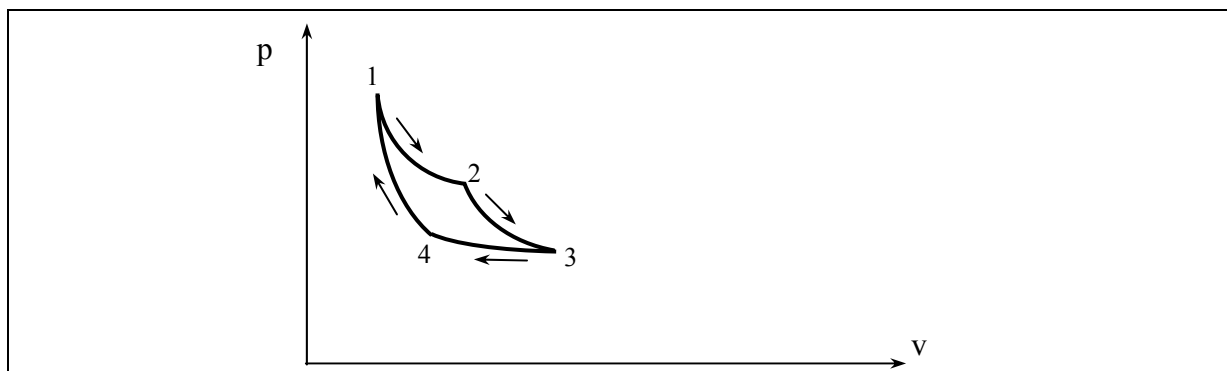
Przy obiegu „w przód” gaz rozszerza się, wykonując pracę (podgrzanie gazu i jego rozprężenie wzdłuż linii 1 – 2 – 3). Następnie gaz zostaje sprężony kosztem pracy zewnętrznej (sprężanie wzdłuż linii 3 – 4 – 1). Pole pomiędzy liniami obrazuje pracę użyteczną oddaną na zewnątrz podczas wykonywania obiegu.

Przy obiegu „w tył” kosztem pracy zewnętrznej uzyskujemy ciepło, czyli możemy chłodzić.



**Rys. 7.** Obiegi termodynamiczne: a) obieg w przód, b) obieg w tył

Obieg Carnota jest obiegiem urzeczywistniającym najbardziej sprawny silnik cieplny. Przedstawiony jest on na rysunku 8. Linie „1 – 2” i 3 – 4” są izotermami. Linie „2 – 3” i „4 – 1” są adiabatami.



Rys. 8. Schemat silnika Carnota

#### 4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jakich postaciach może występować energia?
2. Jakie wyróżniamy przemiany energii?
3. Jakimi są rodzaje paliw?
4. Jak dzielimy maszyny ze względu na przeznaczenie?
5. Jak dzielimy maszyny energetyczne objętościowe?
6. Jak dzielimy maszyny energetyczne waporowe?
7. W jakich jednostkach podajemy moc i moment obrotowy?
8. Jak możemy obliczyć moment obrotowy, mając daną moc i prędkość obrotową?
9. Co to jest sprawność?
10. Co to jest ciężar właściwy cieczy i w jakich jednostkach go wyrażamy?
11. Co to jest ciśnienie gazu i w jakich jednostkach go wyrażamy?
12. Co to jest natężenie przepływu cieczy i w jakich jednostkach go wyrażamy?
13. Jak możemy obliczyć ciśnienie hydrostatyczne?
14. Jak możemy obliczyć siłę nacisku prasy hydraulicznej mając dane ciśnienie w jej układzie hydraulicznym?
15. Jak możemy obliczyć wydajność pompy mając dane natężenie przepływu i średnicę rurociągu, przez który tłoczona jest ciecz?
16. Jakie parametry stanu gazu możemy wyróżnić?
17. Na czym polega przemiana izobaryczna?
18. Na czym polega przemiana izotermiczna?
19. Na czym polega przemiana izochoryczna?
20. Na czym polega przemiana adiabatyczna?
21. Jaki jest wzór na równanie stanu gazu doskonałego?
22. Jakimi wyróżniamy rodzaje obiegów termodynamicznych?
23. Jakie przemiany zachodzą w obiegu Carnota?

### 4.1.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Oblicz moment na wale silnika elektrycznego o mocy 1,5 kW i obracającego się z prędkością 1420 obr./min.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie wzór na moment obrotowy,
- 2) obliczyć moment obrotowy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator.

#### Ćwiczenie 2

Oblicz nadciśnienie na dnie zbiornika napełnionego wodą. Wysokość zbiornika wynosi 10 metrów. Gęstość wody wynosi  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przypomnieć sobie wzór na gęstość cieczy, ciężar właściwy i ciśnienie,
- 2) obliczyć ciężar właściwy wody,
- 3) obliczyć nadciśnienie na dnie zbiornika.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator.

#### Ćwiczenie 3

Oblicz siłę nacisku prasy hydraulicznej. Średnica tłoka małego wynosi 15 mm, dużego 300 mm. Siła nacisku tłoka małego wynosi 1 kN. Sprawność prasy wynosi 75%.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) skorzystać z wzoru na ciśnienie,
- 2) obliczyć powierzchnie tłoków,
- 3) obliczyć nadciśnienie w układzie,
- 4) obliczyć siłę nacisku prasy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator.

#### Ćwiczenie 4

Oblicz wydajność (w  $\text{m}^3/\text{s}$ ) pompy tłoczącej wodę do zbiornika rurociągiem o średnicy 50 mm. Prędkość przepływu wynosi 5 m/s.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) skorzystać z wzoru na natężenie przepływu,
- 2) obliczyć przekrój rurociągu w  $m^2$ ,
- 3) obliczyć natężenie przepływu,
- 4) obliczyć wydajność pompy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator.

### Ćwiczenie 5

Oblicz objętość 100 kg tlenu przy ciśnieniu 2 MPa i temperaturze 50°C,  $\mu$  tlenu = 32.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) skorzystać z równania stanu gazu doskonałego,
- 2) wyrazić ciśnienie w paskalach, a temperaturę w stopniach Kelwina,
- 3) przekształcić wzór na równanie stanu gazu doskonałego,
- 4) obliczyć objętość tlenu,

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator.

### Ćwiczenie 6

Oblicz ciśnienie gazu w cylindrze, jeżeli sprężymy go zgodnie z przemianą izotermiczną. Objętość początkowa wynosi 1  $m^3$ , końcowa 0,1  $m^3$ . Ciśnienie początkowe wynosi 0,1 MPa.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) opracować procedurę obliczeń (lista kolejnych czynności) wybranych parametrów stanu gazu, przy określonej przemianie,
- 2) skorzystać z prawa Boyle’a – Mariotte’a,
- 3) wykonać ćwiczenie zgodnie z procedurą.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator.

### Ćwiczenie 7

Oblicz ciśnienie gazu w cylindrze, jeżeli sprężymy go zgodnie z przemianą izotermiczną. Objętość początkowa wynosi 1  $m^3$ , końcowa 0,1  $m^3$ . Ciśnienie początkowe wynosi 0,1 MPa.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) skorzystać z prawa Boyle’a – Mariotte’a,
- 2) wykonać ćwiczenie zgodnie z procedurą obliczeń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator.

#### 4.1.4. Sprawdzian postępów

| Czy potrafisz:                                                        | Tak                      | Nie                      |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) wymienić rodzaje energii?                                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) podać przykłady przemiany energii?                                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) sklasyfikować paliwa?                                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) obliczyć ciśnienie i natężenie przepływu?                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) sklasyfikować maszyny transportowe, energetyczne, technologiczne?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) podać równanie stanu gazu doskonałego?                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) scharakteryzować przemianę izotermiczną?                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8) scharakteryzować przemianę izobaryczną?                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9) scharakteryzować przemianę izochoryczną?                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10) obliczyć wybrane parametry stanu gazu przy określonej przemianie? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11) scharakteryzować przemianę adiabatyczną?                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12) omówić obieg Carnota?                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

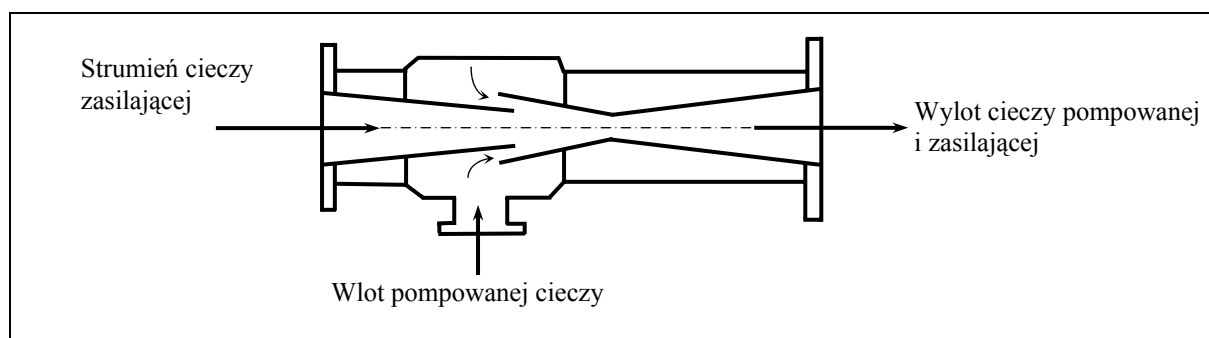
## 4.2. Pompy

### 4.2.1. Materiał nauczania

#### Klasyfikacja pomp

Pompą nazywamy maszynę energetyczną przeznaczoną do przenoszenia cieczy i zawiesin z poziomu niższego na wyższy lub przetłaczania jej z przestrzeni o niższym ciśnieniu do przestrzeni o wyższym ciśnieniu. Zgodnie z klasyfikacją maszyn energetycznych pompy możemy podzielić na strumieniowe, wyporowe i wirowe.

Pompy strumieniowe (strumienice) działają na zasadzie wytwarzania podciśnienia, które zasysa pompowaną ciecz (rys. 9).

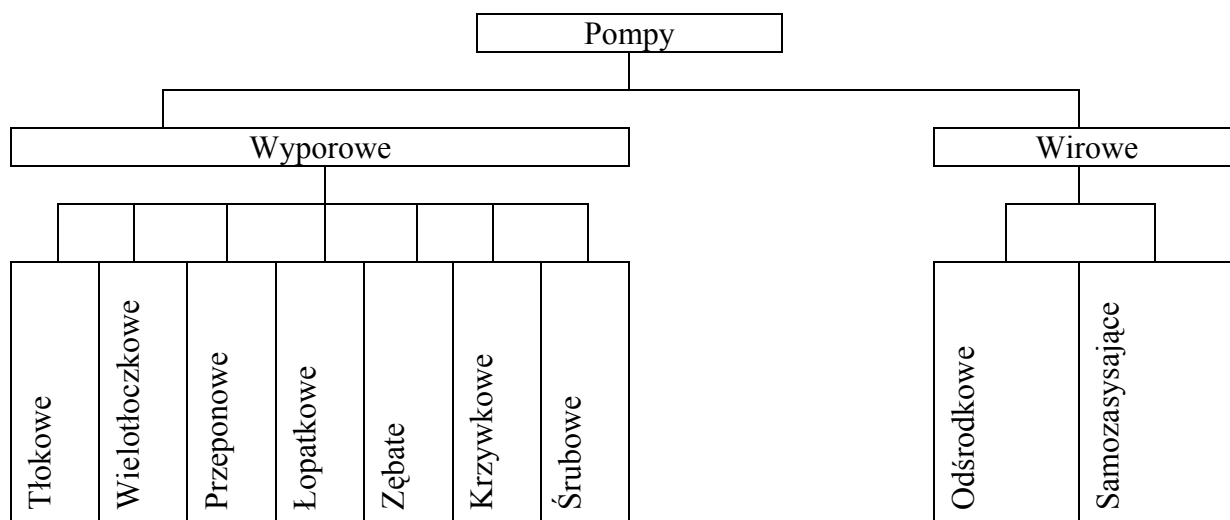


Rys. 9. Pompa strumieniowa

Działanie pompy wyporowej polega na wypieraniu określonej dawki cieczy z obszaru ssawnego do tłocznego, oddzielonych szczelnie wewnątrz pompy. Przykładem jest pompa tłokowa, w której tłok w jedną stronę wytłacza ciecz do przewodu tłocznego, a w drugą zasysa ją z przewodu ssącego.

Działanie pompy wirowej polega na nadaniu prędkości przetłaczanej cieczy przez wirnik. Przykładem jest pompa wirnikowa z wirnikiem w kształcie śmigła, w której obracające się śmigło tłoczy ciecz w do przewodu tłocznego.

Klasyfikacje pomp wyporowych i wirowych przedstawiono na rysunku 10.

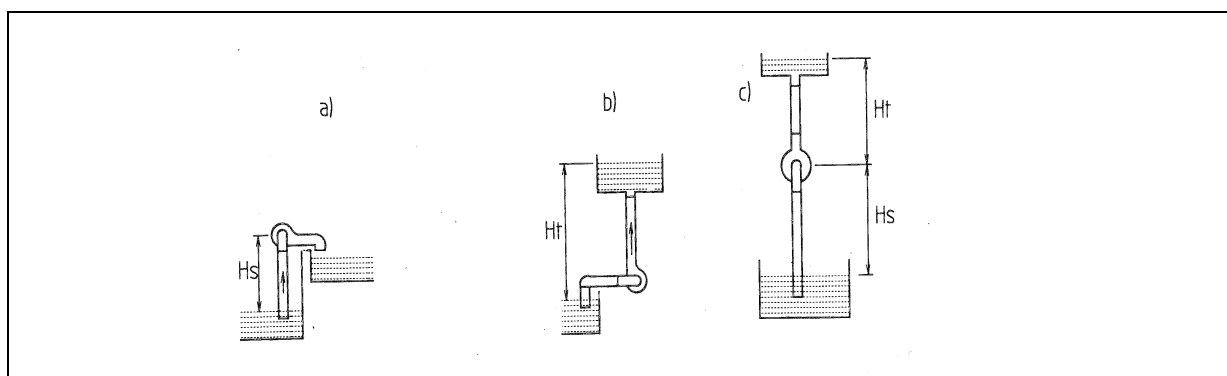


**Rys. 10.** Klasyfikacja wybranych rodzajów pomp

### Parametry pracy pomp i układów pompowych

Układem pompowym nazywamy zespół urządzeń składający się z pompy i rurociągów zasilających i tłoczących ciecz. Możemy wyróżnić trzy podstawowe układy pompowe (rys. 11).

- układ pompowy ssący (rys. 11a), w którym pompa wytwarza podciśnienie w rurociągu ssącym i przepompowuje ciecz bezpośrednio do zbiornika. Parametrem wyróżniającym taki układ jest wysokość ssania. Wysokość ssania  $H_s$ , jest to maksymalna wysokość, z jakiej pompa jest w stanie zassać ciecz.
- układ pompowy tłoczący (rys. 11b), w którym pompa wytwarza nadciśnienie i tłoczy ciecz do zbiornika znajdującego się wyżej niż pompa. Pompa nie musi zasysać cieczy, gdyż zbiornik znajduje się na tej samej wysokości co pompa. Parametrem wyróżniającym taki układ jest wysokość tłoczenia. Wysokość tłoczenia  $H_t$ , jest to maksymalna wysokość, na jakiej pompa jest w stanie wytłoczyć ciecz.
- układ pompowy ssąco-tłoczący (rys. 11c), w którym pompa wytwarza podciśnienie do zassania cieczy oraz nadciśnienie do wytłoczenia cieczy na pewną wysokość. Parametrem wyróżniającym taki układ jest wysokość podnoszenia. Wysokość podnoszenia  $H$  jest to suma wysokości ssania i wysokości tłoczenia.



**Rys. 11.** Układy pompowe: a) ssący, b) tłoczący, c) ssąco-tłoczący

Mogą istnieć jeszcze inne układy pompowe, na przykład z napływem cieczy (pompa znajduje się niżej niż zbiornik zasilający), układ obiegowy (pompa przepompowuje ciecz z dołu zbiornika na górę zbiornika).

Oprócz wysokości ssania, tłoczenia i podnoszenia wyróżnić możemy inne parametry pomp. Do podstawowych możemy zaliczyć: wydajność pompy, moc pompy, sprawność pompy, dane dotyczące wymiarów podłączeniowych (średnice króćców ssącego i tłocznego, kształt i rozmiar króćca). Dane przyłączeniowe znajdują się w dokumentacji technicznej pompy lub mogą być pozyskane przez pomiary bezpośrednie na pompie.

Często zamiast wysokości podnoszenia podaje się ciśnienie jakie wytwarza pompa. Obie te wielkości są przeliczalne. Na przykład wysokość podnoszenia 100 metrów odpowiada ciśnieniu wody 1 MPa. Przy innych cieczach będzie inaczej, gdyż mają inną gęstość i ciężar właściwy. Gęstość wody wynosi  $1000 \text{ kg/m}^3$ , ciężar właściwy wody wynosi  $1 \text{ MG/m}^3$ .

Wydajność pompy – jest to parametr mówiący, ile cieczy może pompa przepompować w jednostce czasu ( $\text{m}^3/\text{h}$ ,  $\text{l/h}$ ). W doborze pomp posługujemy się tak zwaną nominalną wydajnością pompy, którą podaje producent. Dane te znajdują się w dokumentacji technicznej i na tabliczce znamionowej. Wydajność pompy jest zależna od gęstości cieczy, wysokości podnoszenia, stanu technicznego pompy, oporów przepływu.

Moc pompy – jest to moc pobierana przez pompę z silnika. Jeżeli pompa napędzana jest przez silnik elektryczny to moc pompy równa się mocy silnika i jego sprawności. Moc pompy podawana jest w dokumentacji technicznej lub możemy ją odczytać z tabliczki znamionowej.

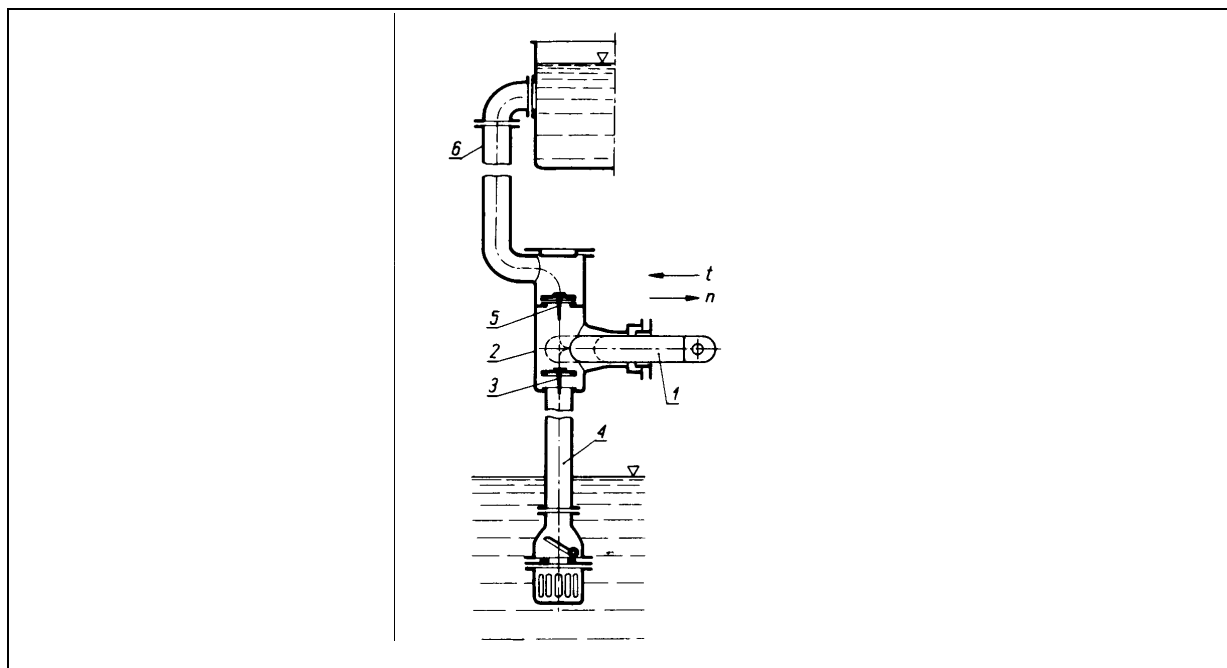
Sprawność pompy – jest to stosunek mocy użytecznej do mocy pobieranej przez pompę (na wale pompy). Sprawność pomp wynosi około 0,6 do 0,9. Zależna jest ona od strat mechanicznych (tarcie w łożyskach, tarcie innych elementów pompy), strat przepływu cieczy, strat w ubytku ciśnienia na nieszczelnościach.

## **Budowa i działanie pomp**

Pompy tłokowe są do pompami wyporowymi. Do pomp tłokowych należą: pompy tłokowe, pompy wielotłoczkowe i pompy przeponowe. Ponadto pompy tłokowe mogą być jednocyndrowe i wielocyndrowe (w zależności od liczby cylindrów pompy) oraz jednostronnego i dwustronnego działania (Pompa jednostronnego działania tłoczy ciecz wykonując ruch roboczy, a w ruchu powrotnym ma przerwę. Pompa dwustronnego działania tłoczy ciecz przy ruchu tłoka w obydwu kierunkach). Budowę pompy tłokowej jednostronnego działania przedstawia rysunek 12.

Działanie pompy jest następujące. Tłok (w tym przypadku tłok nazywa się nurnikiem) nr „1” wykonuje ruch posuwisto-zwrotny. Wykonując ruch oznaczony „n” wytwarza podciśnienie w komorze „2”. Jednocześnie otwiera klapkę zaworu ssącego „3” i zamyka klapkę zaworu tłocznego „5”. Wytworzone podciśnienie zasysa ciecz, poprzez rurociąg ssący „4”, do komory pompy. Przy zmianie ruchu na „t” następuje otwarcie zaworu tłocznego i zamknięcie zaworu ssącego. Tłok wytwarza nadciśnienie w komorze pompy i tym samym pompuje, poprzez rurociąg tłoczny „6”, ciecz do góry.

Pompy tłokowe mogą uzyskać wysokie ciśnienie tłoczenia przy małej wydajności. Posiadają również zdolność samozasysania. Do wad natomiast należy zaliczyć: małą wydajność, nierównomierność ciśnienia, konieczność stosowania zaworów, dużą liczbę części. Stosuje się je do pompowania wody i innych cieczy, często posiadają ręczny napęd. Z uwagi na duży ciężar i skomplikowaną budowę stosuje się je coraz rzadziej.

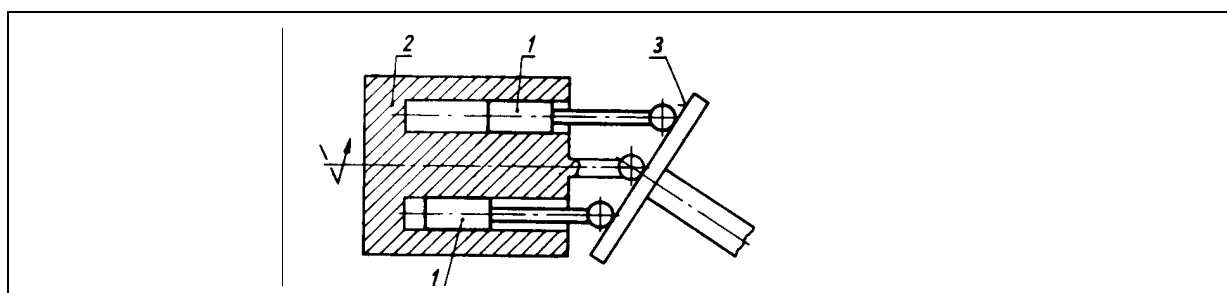


Rys. 12. Pompa tłokowa jednostronnego działania<sup>2</sup>

Pompy wielotłokowe składają się z kilku do kilkunastu pojedynczych pomp tłokowych. Mogą one być promieniowe i osiowe. Na rysunku 13 przedstawiono schemat wielotłokowej pompy osiowej. Działanie pompy jest następujące. Obracający się po powierzchni prowadzącej tłoczków poz. „3” blok cylindrowy poz. „2”, wywołuje ruch posuwisto-zwrotny tłoczków poz. „1”. Tłoczki poruszając się w prawo wytwarzają podciśnienie (zasysają ciecz), a w lewo nadciśnienie (tłoczą ciecz).

Pompy tłokowe cechuje duża równomierność wydajności i ciśnienia, mała masa, możliwość regulacji, smarowanie wszystkich części pompowaną cieczą. Do wad należy zaliczyć ograniczone zastosowanie tylko do cieczy bardzo czystych i posiadających dobre własności smarne. Ponadto pompy te wymagają również precyzji wykonania.

Pompy te stosuje się w hydraulice siłowej jako napędy posuwów obrabiarek, w sterowaniu hydraulicznym.



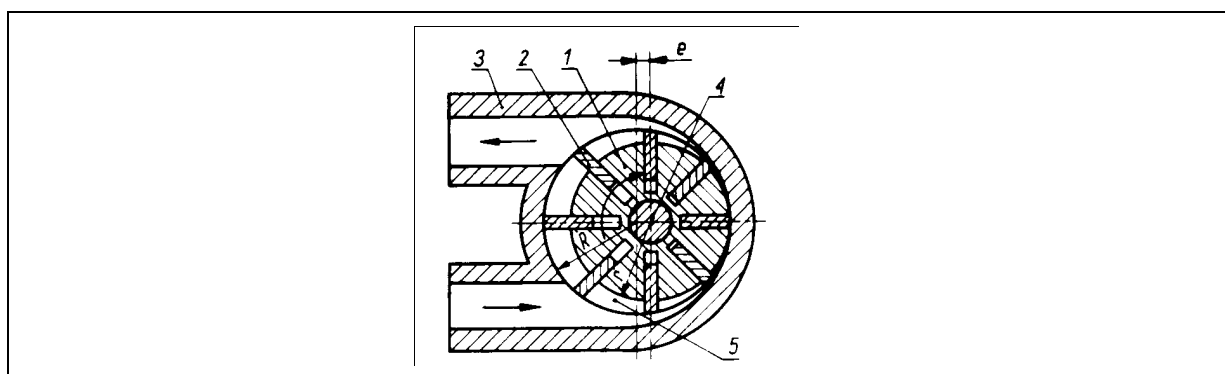
Rys. 13. Schemat działania wielotłokowej pompy osiowej: 1 – tłoczki, 2 – obrotowy blok cylindrowy, 3 – powierzchnia prowadząca tłoczki

W pompach przeponowych organem roboczym jest elastyczna przepona poruszana za pomocą dźwigni. Przepona zamyka komorę pompy, w którym podobnie jak w pompie tłokowej znajdują się zawory, tłoczny i ssący. Cykliczny nacisk na przeponę kolejno zwiększa i zmniejsza objętość komory i tym samym zasysa i tłoczy ciecz.

<sup>2</sup> Wszystkie rysunki w Poradniku za: Poradnik mechanika, t. II. Praca zbiorowa: WNT, Warszawa 1988.

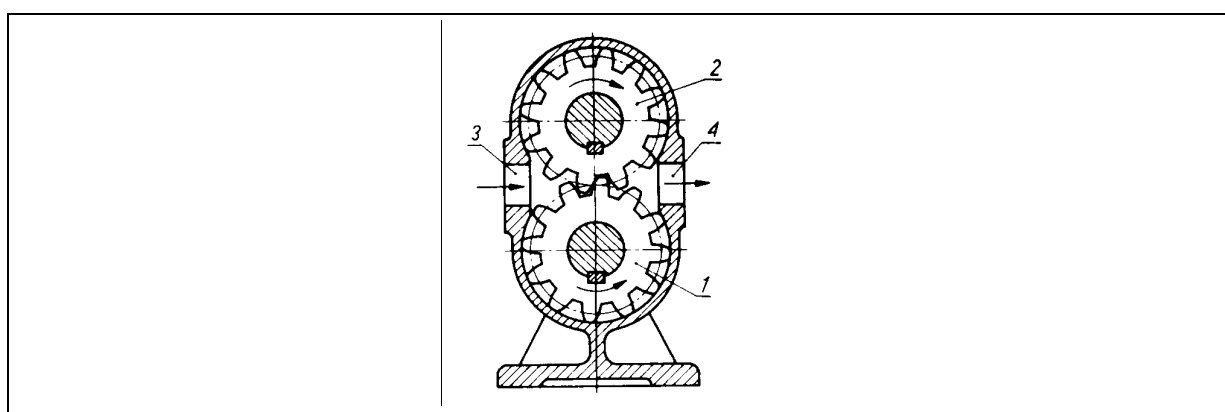
Pompy te stosuje się do pompowania cieczy zanieczyszczonych, na przykład do odwadniania wykopów, wypompowywania ścieków.

W pompach łopatkowych, rys. 14, organem roboczym jest wirnik „1” ze znajdującymi się wysuwnymi łopatkami „2”. Obracający się, osadzony na wale „4”, wirnik zabiera ciecz w przestrzeni międzyłopatkowej „5” i przetłacza ją do przestrzeni tłocznej. Przestrzenie międzyłopatkowe przechodząc przez przestrzeń ssącą zwiększają swoją objętość i tym samym zasysają ciecz, natomiast przechodząc przez przestrzeń tłoczącą zmniejszają swoją objętość powodując tłoczenie cieczy. Wirnik pompy jest osadzony na innej osi niż oś kadłuba pompy (odległość osi oznaczona jest literą „e”), co powoduje powstawanie zmieniających się przestrzeni międzyłopatkowych. Pompy łopatkowe stosowane są wyłącznie do cieczy czystych, samosmarujących. Znajdują zastosowanie w hydraulicznych układach napędowych obrabiarek, pras, podnośników, siłowników. Wydajność tych pomp wynosi do 450 l/min, wysokość podnoszenia do ok. 1400 metrów słupa cieczy.



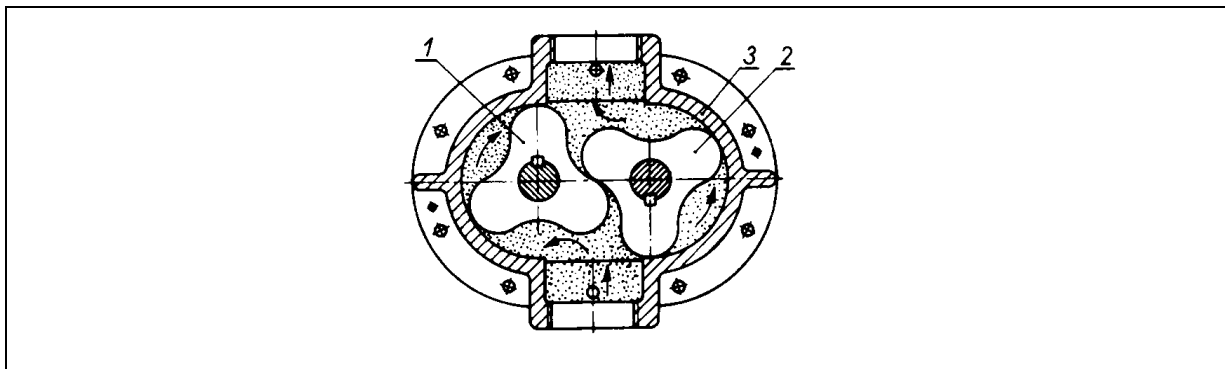
**Rys. 14.** Schemat pompy łopatkowej: 1 – wirnik, 2 – łopatki, 3 – kadłub pompy, 4 – wał pompy, 5 – przestrzenie międzyłopatkowe

Organem roboczym pompy zębatej (rys.15) są obracające się koła zębate, przy czym jedno koło oznaczone „1” jest napędzane, a drugie oznaczone „2” zazębia się z pierwszym i od niego przejmuje obroty. Przestrzenie między zębami (wręby), przechodząc przez przestrzeń ssącą „3”, zabierają ze sobą ciecz i tym samym zasysają ją. Następnie, w przestrzeni tłocznej „4”, zazębiają się ze sobą, zmniejszają objętość przestrzeni tłocznej, tłoczą ciecz. Pompy zębate stosowane są wyłącznie do cieczy czystych, samosmarujących, o średnich i dużych gęstościach. Wykorzystuje się je w centralnych systemach smarowania obrabiarek i innych maszyn, w układach smarowania silników spalinowych. Wydajność tych pomp wynosić może od 1,6 do kilku tysięcy l/min, wytwarzane ciśnienie może dochodzić do 20 MPa.



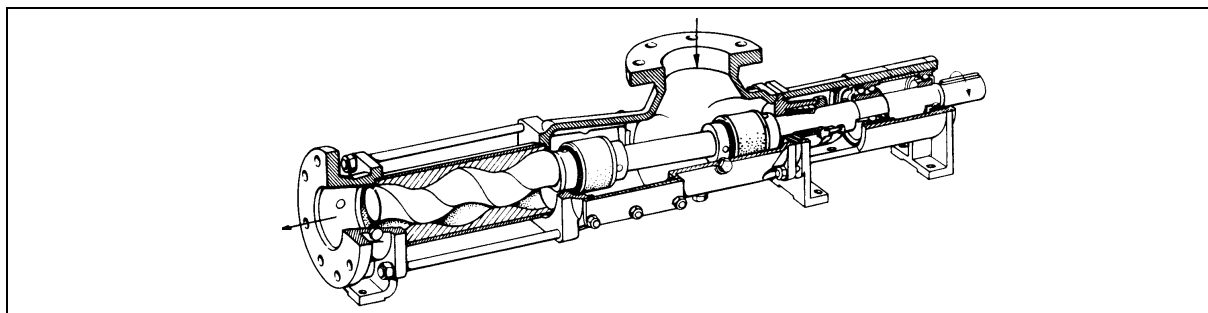
**Rys. 15.** Schemat pompy zębatej: 1 – koło zębate napędzające, 2 – koło zębate napędzane, 3 – przestrzeń ssącą, 4 – przestrzeń tłoczna

Pompy krzywkowe (rys. 16) działają podobnie jak pompy zębate. Ciecz zabierana jest z przestrzeni ssącej do tłocznej przez wirniki „1” i „2”, mające kształt krzywek. Pompy te stosuje się do cieczy gęstych bez zanieczyszczeń stałych np. tłuszcze, miód, płynna smoła. Wydajność tych pomp wynosi do ok. 360 m<sup>3</sup>/h., wytwarzają ciśnienie do ok. 1 MPa.



**Rys. 16.** Schemat pompy krzywkowej: 1 – wirnik napędzający, 2 – wirnik napędzany, 3 – kadłub pompy

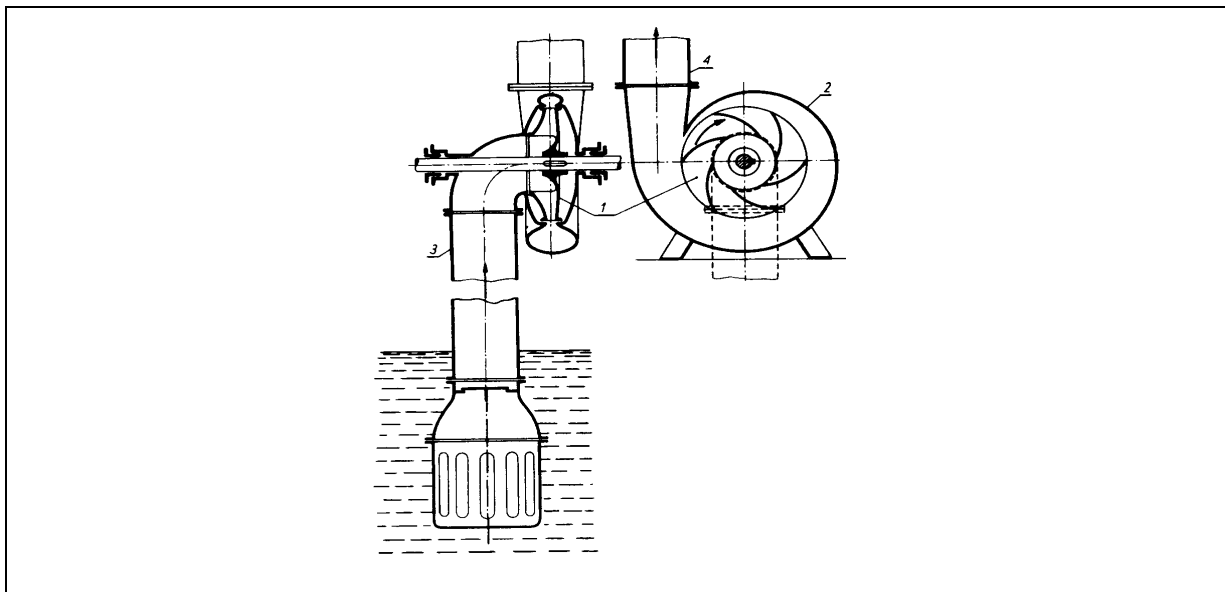
Pompy śrubowe (rys. 17) zbudowane są z korpusu w kształcie tulei i śruby o przekroju kołowym i falistym zarysie gwintu. Ciecz przenoszona jest wgłębieniami w gwincie z przestrzeni ssącej do tłocznej. Pompy śrubowe stosuje się do cieczy czystych i zawiesistych. Posiadają wydajność od 2 do około 300 m<sup>3</sup>/h, wytwarzają ciśnienie do około 0,6 MPa.



**Rys. 17.** Schemat pompy śrubowej

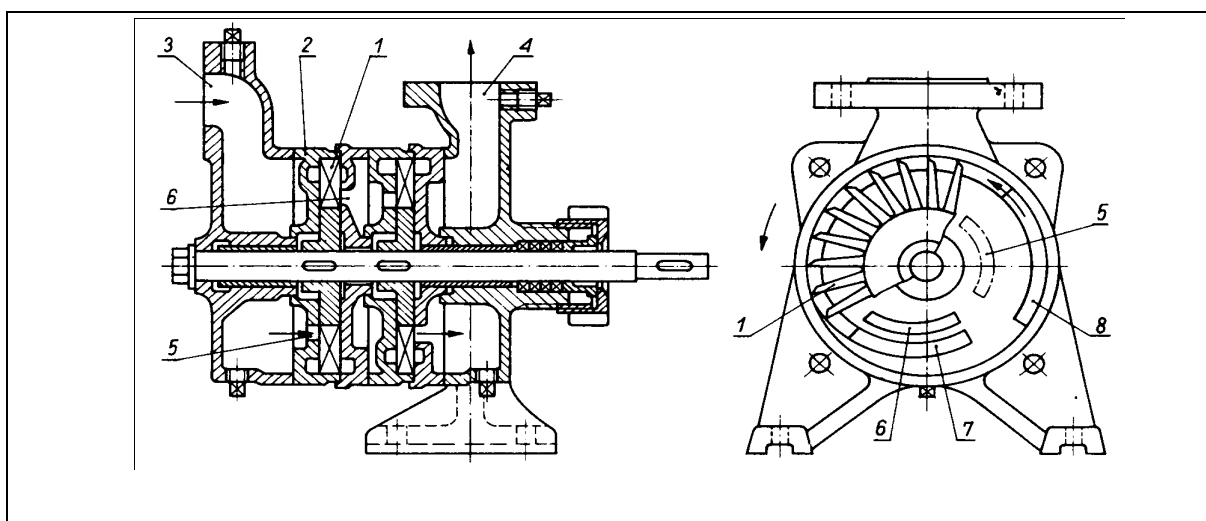
Schemat działania pompy odśrodkowej przedstawiono na rysunku 18. Obracający się wirnik „1” odrzuca do kanału zbiorczego spiralnego „2” pompowaną ciecz, która przemieszcza się do przewodu tłoczego 4. Pompy te nie mają zdolności samozasysania cieczy, więc muszą być przed rozpoczęciem pracy zalane lub stale musi w nich być ciecz (osiąga się to przez umieszczenie takiej pompy poniżej lustra cieczy w zbiorniku lub na przewodzie ssącym instaluje się zawór zwrotny, taki, który przepuszcza ciecz w jedną stronę i nie pozwala jej wracać). Na dole przewodu ssącego znajduje się sito pełniące funkcję filtra nie przepuszczającego zanieczyszczeń (smok). Filtry montuje się na końcu przewodów ssących we wszystkich rodzajach pomp, gdzie nie można dopuścić do przedostania się zanieczyszczeń do pompy lub układu. Wydajność tych pomp wynosi od 10 do 7000 m<sup>3</sup>/h, wysokość podnoszenia może wynosić do 150 metrów słupa cieczy na jeden wirnik.

Pompy te mogą być wykorzystywane do pompowania cieczy czystych i zanieczyszczonych, zimnych i gorących, obojętnych i agresywnych. Pompy te mogą mieć różną konstrukcję, różne wykonanie materiałowe, mogą być jednostopniowe (jeden wirnik) lub wielostopniowe.



**Rys. 18.** Schemat pompy odśrodkowej: 1 – wirnik, 2 – kanał zbiorczy spiralny, 3 – przewód ssący, 4 – przewód tłoczny

Pompy samozasysające stosuje się w przypadkach, gdy pompa musi mieć możliwość zassania cieczy nawet jeżeli w rurociągu ssącym nie ma cieczy, tylko powietrze. Budowę pompy samozasysającej przedstawiono na rysunku 19. W bocznych ściankach kadłuba widoczne są kanały „7” i „8”, które stopniowo zwiększają lub zmniejszają swoją głębokość. Przy obrocie wirnika, przestrzeń międzyłopatkowa przesuwają się po kanale zanikającym „7” (zmniejszającym swoją głębokość) zmniejszają swoją objętość i tym samym włączają ciecz do otworu tłocznego „6”. Następnie przestrzeń międzyłopatkowa wirnika przesuwa się po kanale „8”, zwiększającym swoją objętość i tym samym zasysają ciecz z otworu ssącego „5”. Na rysunku 19 przedstawiono samozasysającą pompę 2-stopniową, gdyż posiada 2 wirniki. Pozwala to na zwiększenie wysokości podnoszenia i wydajności pompy. Pompy samozasysające mogą posiadać od 1 do 6 wirników. Pompy samozasysające mogą pompować wyłącznie czyste ciecz np. woda, sok, alkohol, benzynę. Wydajność tych pomp dochodzi do 40 m<sup>3</sup>/h, wysokość podnoszenia do 100 metrów słupa cieczy, przy wysokości ssania do 6 metrów słupa cieczy.



**Rys. 19.** Pompa samozasysająca 2-stopniowa: 1 – wirnik, 2 – człon pośredni kadłuba, 3 – króciec ssący, 4 – króciec tłoczny, 5 – otwór ssący, 6 – otwór tłoczny, 7 – kanał boczny zanikający, 8 – kanał boczny powiększający swoją głębokość

## **Dobór i instalowanie pomp**

Przy doborze pomp należy brać pod uwagę rodzaj pompowanej cieczy, warunki zainstalowania, rodzaj napędu i eksploatacji. Parametry pracy pompy wynikają z przyjętych założeń i parametrów układu – wymaganej wydajności, wysokości na jaką ma być przepompowana ciecz.

### **Rodzaj cieczy**

Pompa może być wykorzystana do pompowania wody zimnej, wody ciepłej, wody zanieczyszczonej, soku owocowego, mleka, benzyny, oleju. Od rodzaju cieczy zależy rodzaj zastosowanych materiałów do budowy pompy, wielkość kanałów przepływowych, liczba łopatek wirnika. Dane te można uzyskać z katalogów pomp, ofert producentów (zamieszczonych na papierze i na stronach www), dokumentacji technicznych.

### **Rodzaj napędu**

Pompy mogą być napędzane ręcznie, silnikiem elektrycznym, silnikiem spalinowym.

### **Rodzaj eksploatacji**

Pompa może pracować w ruchu ciągłym, przerywanym, posiadać obsługę ręczną, automatyczną, pracować w wysokiej temperaturze, w niskiej temperaturze, w środowisku czystym, w środowisku zapyłonym.

Pompy powinny być zainstalowane zgodnie z warunkami podanymi w dokumentacji technicznej. Pompa wraz z silnikiem powinna stanowić jedną całość. Urządzenie składające się z pompy, silnika i wspólnej podstawy nazywamy agregatem pompowym. Podstawa agregatu pompowego powinna być sztywno zamocowana do podłoża, konstrukcji zbiornika, ramy urządzenia, tak aby następowało tłumienie drgań. (poza pompami przenośnymi). Bardzo ważnym warunkiem jest dokładne wzajemne ustawienie pompy i silnika (zachowanie współosiowości wałów).

Po ustawieniu pompy należy zamontować rurociągi ssący i tłoczny. Średnice rurociągów powinny być takie same jak średnice króćców pompy. Pompy mogą mieć różne rodzaje króćców. Mogą być zakończone kołnierzami, gwintem, końcówkami do założenia węża. W zależności od tego dobieramy odpowiednie zakończenia rurociągów w miejscach podłączenia ich do pompy. Bardzo ważne jest zachowanie szczelności, tak aby pompa nie zasysała powietrza lub ciecz nie wydostawała się na zewnątrz układu. Montaż rurociągów zaczyna się od pompy. Rurociągi ssące powinny być nieznacznie pochylone w kierunku przeciwnym do ruchu cieczy, tak aby nie zbierało się w nich powietrze. Na rurociągach przy pompie (szczególnie ssącym) nie powinny znajdować się kolana, przewężenia, zawory zakłócające swobodny przepływ. W zależności od potrzeb i wymagań technicznych na układzie pompowym montuje się odpowiednie wyposażenie. Jeżeli potrzebny jest pomiar ciśnień będą to ciśnieniomierze. Na rurociągach ssących pomp nie posiadających zdolności samozasysania montuje się króćce lub leje do zalewania pomp. Początek rurociągu ssącego powinien być zaopatrzony w smok zapobiegający przedostaniu się do pompy zanieczyszczeń. Na rurociągu tłocznym, za pompą montuje się zawór zwrotny oraz klapę lub zawór odcinający. Zawór zwrotny umożliwi rozruch pompy bez zalewania, a zawór odcinający demontaż pompy bez konieczności opróżniania rurociągu.

Przy pierwszym podłączeniu pomp wirowych trzeba sprawdzić kierunek obrotów silnika (przy rozłączonym sprzęgle), który powinien być zgodny z wymaganym kierunkiem obrotów pompy. Przy każdorazowym uruchamianiu pomp nie posiadających zdolności samozasysania należy je zalać. Przy pompach posiadających dławnice należy je wyregulować, w przypadku wycieków dokręcić dławnicę, w przypadku grzania się odkręcić. Dla dławic sznurowych dopuszczalny jest wyciek kropelkami, przy dławnicach ślizgowych przecieki są niedopuszczalne.

### 4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Na czym polega działanie pompy wyporowej?
2. Na czym polega działanie pompy wirowej?
3. Jakie rodzaje pomp możemy zaliczyć do wyporowych?
4. Jakie rodzaje pomp możemy zaliczyć do wirowych?
5. Jakie rodzaje układów pompowych możemy wyróżnić?
6. Co to jest wysokość podnoszenia?
7. W jakich jednostkach podajemy wydajność pompy?
8. Jak działa pompa tłokowa jednostronnego działania?
9. Jak działa pompa wielotłoczkowa osiowa?
10. Jak działa pompa łopatkowa?
11. Jak działa pompa zębata?
12. Jak działa pompa krzywkowa?
13. Jak działa pompa śrubowa?
14. Jak działa pompa odśrodkowa?
15. Jak działa pompa samozasysająca?
16. Na co trzeba zwracać uwagę przy doborze pompy?
17. Jak na budowę pompy wpływa rodzaj pompowanej cieczy?
18. Jakie są podstawowe warunki podłączania pomp?

### 4.2.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Opracuj tabelę z parametrami i zastosowaniem wymienionych rodzajów pomp.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) odszukać w poradniku mechanika i pakiecie wydajności i ciśnienia tłoczenia lub wysokości podnoszenia poszczególnych rodzajów pomp,
- 2) przeliczyć wysokości podnoszenia na odpowiadające im ciśnienie,
- 3) odszukać w poradniku mechanika i pakiecie zastosowanie poszczególnych rodzajów pomp,
- 4) porównać parametry różnych pomp.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik mechanika,
- poradnik ucznia.

Tabela wyników:

| Rodzaj pompy                     | Wydajność | Wysokość podnoszenia | Osiągane ciśnienie | Zastosowanie |
|----------------------------------|-----------|----------------------|--------------------|--------------|
| Tłokowe jednostronnego działania |           |                      |                    |              |
| Wielotłoczkowe osiowe            |           |                      |                    |              |

|                |  |  |  |  |
|----------------|--|--|--|--|
| Łopatkowe      |  |  |  |  |
| Zębate         |  |  |  |  |
| Krzywkowe      |  |  |  |  |
| Śrubowe        |  |  |  |  |
| Odśrodkowe     |  |  |  |  |
| Samozasysające |  |  |  |  |

## Ćwiczenie 2

Dobierz pompę tłokowa do przeprowadzania wodnych prób ciśnieniowych, zbiorników szczelnych o pojemności 100 l i ciśnieniu badanym 0,5 MPa.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z zastosowaniem pomp tłokowych,
- 2) dobierać z katalogu odpowiednią pompę i zapisz jej nazwę, typ i osiągnane parametry,

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik mechanika,
- poradnik ucznia,
- katalogi pomp tłokowych.

## Ćwiczenie 3

Dobierz pompę do centralnego układu smarowania tokarki.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z zastosowaniem pomp,
- 2) dobierać z katalogu odpowiednią pompę i zapisz jej nazwę, typ i osiągnane parametry.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik mechanika,
- poradnik ucznia,
- katalogi pomp.

## Ćwiczenie 4

Dobierz pompę do pompowania miodu z beczki do zbiornika, którego górna krawędź znajduje się na wysokości 5 metrów, tak aby przez 10 minut przepompować minimum 100 litrów.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z zastosowaniem pomp,
- 2) dobierać z katalogu odpowiednią pompę i zapisz jej nazwę, typ i osiągnane parametry.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik mechanika,
- poradnik ucznia,
- katalogi pomp.

### **Ćwiczenie 5**

Dobierz pompę wirową do wypompowywania brudnej wody ze zbiornika o głębokości 3 metrów do beczkowozu o wysokości 2 metry, tak aby przez 10 minut przepompować minimum 10000 litrów. Wlew w beczkowozie znajduje się na górze.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z zastosowaniem pomp,
- 2) dobierać z katalogu odpowiednią pompę i zapisz jej nazwę, typ i osiąganą parametry.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik mechanika,
- poradnik ucznia,
- katalogi pomp.

### **Ćwiczenie 6**

Dobierz pompę do przepompowywania soku jabłkowego ze zbiornika na parterze do zbiornika na piętrze, tak aby przez 10 minut przepompować minimum 5000 litrów. Wysokość pietra 3,6 metra. Wysokość zbiorników 2,5 metra. Pobieranie soku z góry zbiornika. Wlewanie soku górą zbiornika.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z zastosowaniem pomp,
- 2) dobierać z katalogu odpowiednią pompę i zapisz jej nazwę, typ i osiąganą parametry.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik mechanika,
- poradnik ucznia,
- katalogi pomp.

### **Ćwiczenie 7**

Zainstaluj agregat pompowy z pompą wirową (typu PM). Odległość rurociągu ssącego od tłocznego wynosi 2 metry. Obydwa rurociągi zakończone są kołnierzami zgodnymi z wymaganiami dokumentacji pompy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi instalacji pomp (z poradnika dla ucznia oraz z poradnika mechanika),
- 2) zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi montażu wybranej pompy (z dokumentacji technicznej pompy), zanotuj te dane,

- 3) opracować szkic układu pompowego,
- 4) opracować plan montażu, po przedstawieniu schematu podłączenia i planu działania przez nauczyciela wykonać instalację pompy,
- 5) zaprezentować swoją pracę,
- 6) uruchomić pompę po uzyskaniu pozwolenia,
- 7) ocenić działanie pompy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik mechanika, poradnik ucznia, dokumentacja techniczna wybranej pompy wirowej,
- pompa, odcinki rur, zawory odcinające, kołnierze z gwintem, uszczelnienia dla połączeń rurowych gwintowych, uszczelki do kołnierzy, kołnierze, śruby do połączeń kołnierzowych,
- narzędzia do montażu: klucze do rur, klucze płaskie.

#### 4.2.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

|                                                      | <b>Tak</b>               | <b>Nie</b>               |
|------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) sklasyfikować pompy?                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) podać podstawowe parametry pracy pomp?            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) omówić budowę i działanie pompy tłokowej?         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) omówić budowę i działanie pompy wielotłoczkowej?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) omówić budowę i działanie pompy łopatkowej?       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) omówić budowę i działanie pompy zębatej?          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) omówić budowę i działanie pompy krzywkowej?       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8) omówić budowę i działanie pompy śrubowej?         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9) omówić budowę i działanie pompy odśrodkowej?      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10) omówić budowę i działanie pompy samozasysającej? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11) dobrać pompę do określonego zastosowania?        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12) zainstalować pompę?                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13) określić wymagania dotyczące eksploatacji pomp?  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 4.3. Sprężarki

### 4.3.1. Materiał nauczania

Sprężarki są to maszyny robocze do sprężania i przetłaczania gazów. W zależności od zasady działania sprężarki dzielimy na objętościowe (wyporowe) i przepływowe (wirowe).

Sprężarki objętościowe są to maszyny, w których ciśnienie wzrasta na skutek sprężania określonej ilości gazu. Dokonywane jest to przez tłok w cylindrze.

Sprężarki przepływowe są to maszyny, w których ciśnienie wzrasta na skutek wykonywanego ruchu obrotowego wirnika, który poprzez swój kształt lub wywołowaną siłę odśrodkową powoduje sprężanie przepływającego gazu.

W sprężarkach objętościowych ciśnienie wzrasta skokowo (kolejne cykle sprężania przez tłok) a w sprężarkach wirowych sprężanie odbywa się w sposób ciągły.

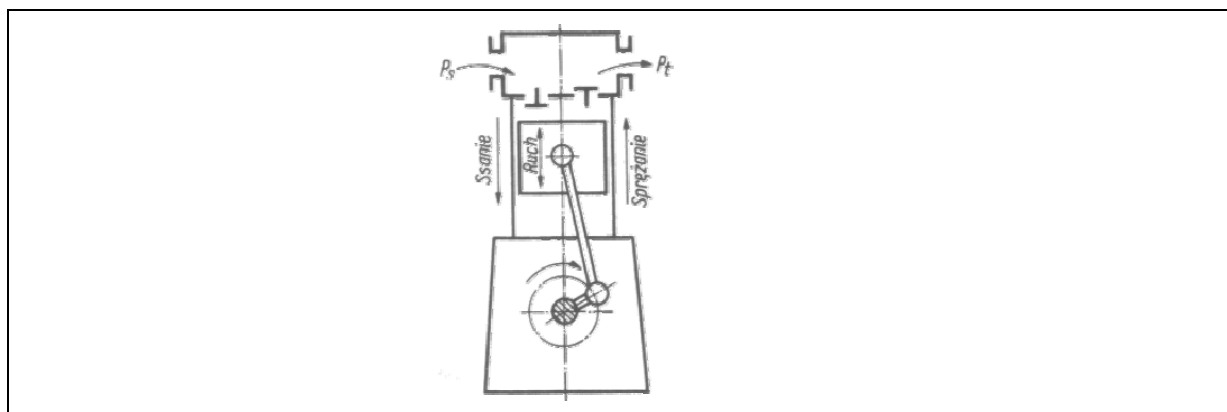
Podstawowymi parametrami sprężarek są wytwarzane ciśnienie (podawane w paskalach lub jednostkach pochodnych), objętościowe natężenia przepływu (ilość gazu sprężona w jednostkach czasu, podawana w  $\text{m}^3/\text{s}$ ,  $\text{m}^3/\text{min}$ ,  $\text{m}^3/\text{h}$ ,  $\text{l}/\text{min}$ ), wydajność. Sprawność sprężarek objętościowych wynosi 0,3 do 0,67, a przepływowych 0,75 do 0,85. Ponadto ważne są: natężenie hałasu podawane w dB (decybele), rodzaj gazu, oraz to, czy sprężarka jest stacjonarna, czy przenośna.

Sprężarki objętościowe (przemysłowe) osiągają wydajność (strumień objętości) od 100  $\text{m}^3/\text{h}$  do 10 000  $\text{m}^3/\text{h}$ . Osiągane ciśnienia od 0,5 MPa do 1 MPa dla jednostopniowych i od 20 MPa do 100 MPa dla pięciostopniowych.

Sprężarki przepływowe osiągają wydajności od 500  $\text{m}^3/\text{h}$  do 50 000  $\text{m}^3/\text{h}$ . Osiągane ciśnienia od około 0,1 MPa do około 2 MPa.

#### Sprężarki tłokowe

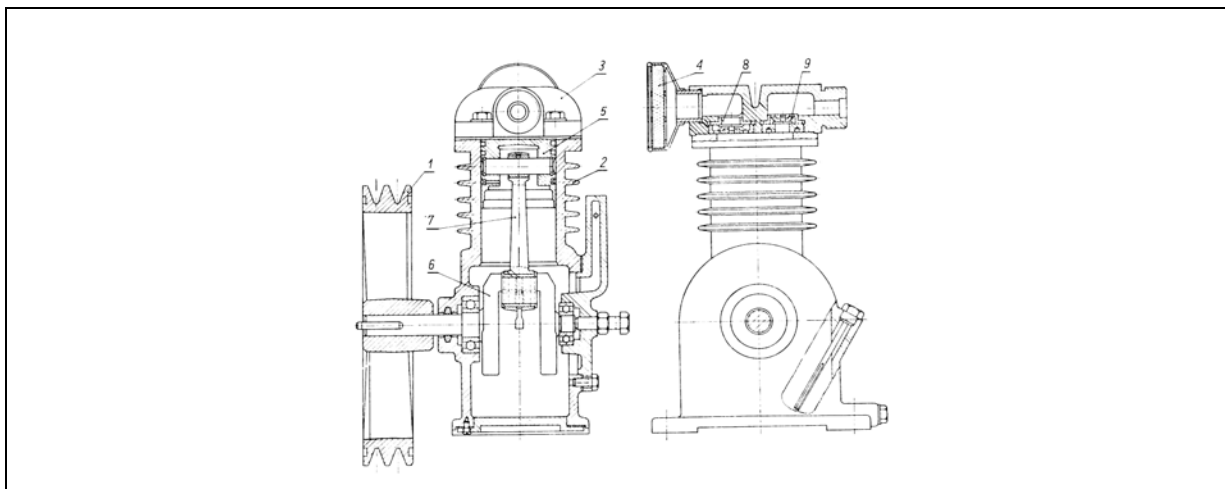
Działanie sprężarki tłokowej przedstawione jest na rysunku 20. Podczas ruchu tłoka w dół następuje otwarcie zaworu ssącego i zamknięcie zaworu tłocznego oraz zassanie powietrza do cylindra. Podczas ruchu w górę (zamknięty zostaje zawór ssący) następuje sprężenie powietrza w cylindrze. Następnie, na końcu ruchu tłoka w górę, następuje otwarcie zaworu tłocznego i wytłoczenie sprężonego powietrza.



**Rys. 20.** Schemat działania sprężarki tłokowej, gdzie:  $P_s$  – przewód ssący,  $P_t$  – przewód tłoczny

Na rysunku 21 przedstawiono przekrój sprężarki tłokowej jednocylindrowej. Działanie jej jest identyczne jak opisane zostało powyżej. Sprężarka ta posiada uźebrowanie „2”, które służy chłodzeniu sprężarki oraz filtr 4, który oczyszcza powietrze zasysane przez sprężarkę. Sprężarki tłokowe wytwarzają sprężone powietrze porcjami, byłyby więc duże skoki ciśnień,

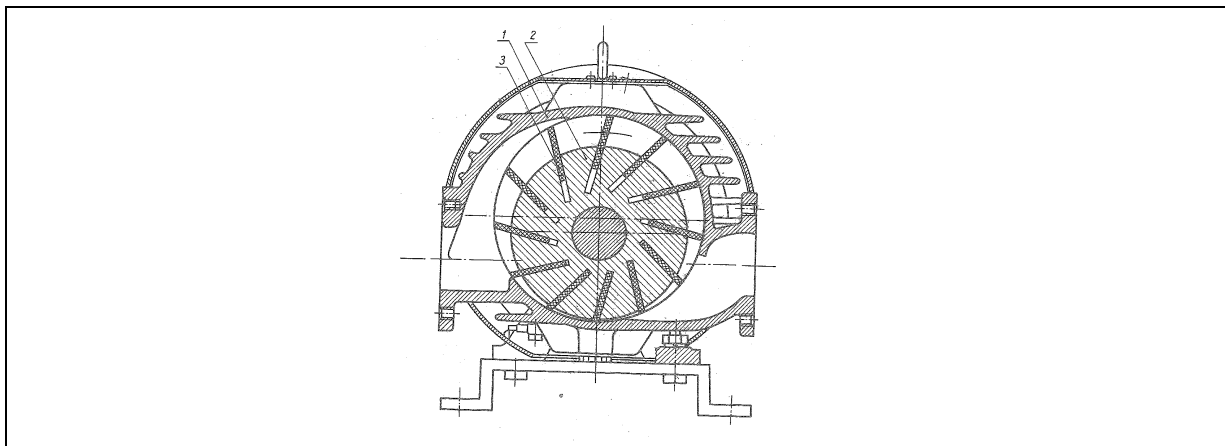
gdyby samą sprężarkę podłączać do odbiornika. Z tego powodu sprężarki buduje się jako agregaty sprężarkowe. Agregat składa się ze sprężarki, zbiornika sprężonego powietrza (pojemność zbiornika powietrza jest ważnym parametrem przy doborze sprężarek), ramy agregatu, zaworów, manometrów oraz elektrozaworu okresowo włączającego i wyłączającego sprężarkę, w zależności od ciśnienia w zbiorniku. Z uwagi na bezpieczeństwo obsługi bardzo ważny jest zawór bezpieczeństwa, który upuszcza powietrze ze zbiornika w przypadku przekroczenia ciśnienia dopuszczalnego. Ponadto agregaty często buduje się jako przenośne, w których rama osadzona jest na kółkach.



**Rys. 21.** Sprężarka tłokowa: 1 – koło pasowe napędowe, 2 – cylinder, 3 – głowica, 4 – filtr powietrza, 5 – tłok, 6 – wał korbowy, 7 – korbowód, 8 – zawór ssący, 9 – zawór tłoczny

### Sprężarki wirowe

Działanie sprężarki łopatkowej przedstawia rysunek 22. Składa się ona z cylindra „1” i umieszczonego w nim wirnika „2” z naciętymi rowkami. W rowkach znajdują się ruchome płytki „3”, które w czasie obrotu wirnika dociskane są siłą odśrodkową do ścianek cylindra. Pomiedzy płytkami powstają zmniejszające się lub zwiększające komory. Obracający się w lewo wirnik zasysa powietrze (komory po stronie ssącej powiększają się) z przewodu ssącego, przenosi go na lewą stronę, gdzie komory zmniejszają się, sprężają powietrze. Powietrze jest następnie tłoczone do przewodu tłocznego.

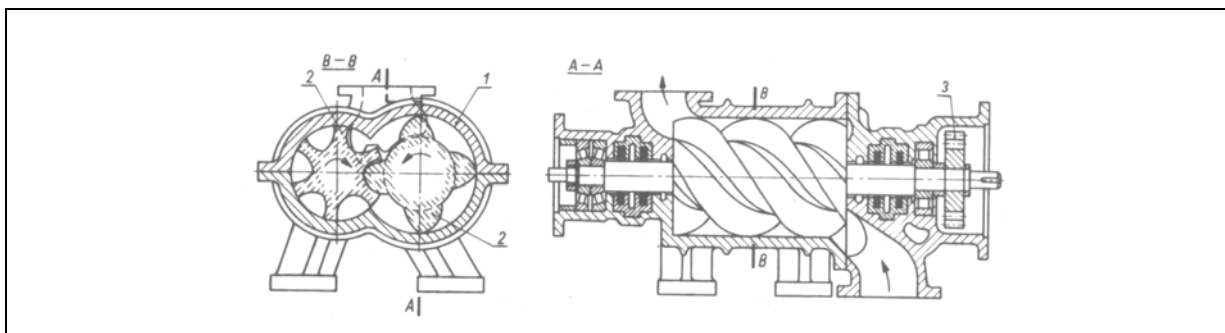


**Rys. 22.** Sprężarka łopatkowa: 1 – cylinder, 2 – wirnik, 3 – łopatki

Sprężarka śrubowa przedstawiona jest na rysunku 23. Składa się ona z kadłuba „1” z wytoczeniami w kształcie ósemki, wirników „2” o różnych przekrojach poprzecznych oraz

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

z przekładni zębatej „3”, która zapewnia stały luz pomiędzy śrubami wirników. Zasysanie powietrza następuje w otworze ssącym. Następnie, obrócenie się śruby, powoduje zamknięcie powietrza we wrębach i sprężanie podczas jego przesuwania w stronę otworu tłocznego. Przy otworze tłocznym następuje otwarcie wrębów i wytłoczenie powietrza.



Rys. 23. Sprężarka śrubowa. 1 – kadłub, 2 – wirnik, 3 – przekładnia zębata

### Sprężarki przepływowe

Sprężarki przepływowe działają podobnie jak wentylatory. Sprężanie następuje na skutek działania sił wywołanych kształtem i obrotem wirującego wieńca łopatkowego. Na wlocie powstaje podciśnienie w stosunku do przestrzeni w sprężarce (sprężarka łatwo zasysa gaz). Następnie gaz zostaje sprężony (uzyskuje energię ciśnienia i energię kinetyczną) i wtłoczony do przewodu tłocznego.

### Instalowanie i uruchomienie sprężarek

Zainstalowanie sprężarki zależy od tego, czy jest ona stacjonarna czy przenośna. Przy instalowaniu sprężarek stacjonarnych należy postępować ściśle z wymaganiami określonymi w dokumentacji technicznej. Na ogół sprężarka będzie jednym z urządzeń sprężarkowni.

Przy instalacji i uruchomieniu sprężarki przenośnej (agregatu sprężarkowego) również należy postępować zgodnie z wymaganiami określonymi w dokumentacji technicznej. Sprężarkę przeważnie podłącza się do instalacji sprężonego powietrza. Można ją podłączyć przewodem sztywnym lub giętkim (odpowiednim wężykiem). Najpierw należy ustawić sprężarkę w miejscu do tego przeznaczonym, dokonać oceny jej stanu technicznego, podłączyć sprężarkę do instalacji elektrycznej i sprawdzić jej działanie. Następnie należy wykonać podłączenie do instalacji złączem podanym w dokumentacji i sprawdzić działanie i parametry pracy wykonanej instalacji.

### Bezpieczeństwo i higiena pracy przy instalowaniu i uruchamianiu sprężarek

Sprężarki są urządzeniami podlegającymi pod Dozór Techniczny z uwagi na zbiornik sprężonego powietrza. Mogą one podlegać dozorowi pełnemu, ograniczonemu lub uproszczonemu. Zależy to od wielkości zbiornika i ciśnienia w nim występującego. Dane te znaleźć można w dokumentacji bądź w przepisach dotyczących dozoru technicznego. Przed zainstalowaniem sprężarki należy więc sprawdzić jakiemu dozorowi podlega zbiornik sprężarki. Jeżeli pełnemu lub ograniczonemu, to musimy sprawdzić, czy dana sprężarka posiada aktualną decyzję Urzędu Dozoru Technicznego dopuszczającą ją do eksploatacji. Jeżeli nie, to nie można włączać i uruchamiać sprężarki. W przypadku dozoru uproszczonego nie musi być decyzji Urzędu Dozoru Technicznego, gdyż obowiązek ten spoczywa na producencie.

Przy instalowaniu i uruchamianiu sprężarek należy postępować zgodnie z instrukcją obsługi danej sprężarki, znajdującej się w dokumentacji lub opracowanej na jej podstawie.

### 4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie rodzaje sprężarek możemy zaliczyć do objętościowych?
2. Jakie są podstawowe parametry sprężarek?
3. Co to jest wydajność sprężarki?
4. W jakich jednostkach podajemy wydajność sprężarki?
5. Jak działa sprężarka tłokowa?
6. Jak działa sprężarka łopatkowa?
7. Jak działa sprężarka śrubowa?
8. Jakie czynności należy wykonać przy zainstalowaniu sprężarki przenośnej?
9. Jakie dokumenty należy sprawdzić przed uruchomieniem sprężarki?

### 4.3.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Opracuj tabelę z parametrami wybranych typów sprężarek tłokowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) odszukać w katalogach (lub na stronie www producentów lub dystrybutorów) sprężarki tłokowe,
- 2) zanotować typy i parametry sprężarek będących w ich ofercie,
- 3) wypełnić poniższą tabelę.

| Nazwa producenta lub dystrybutora: |               |           |           |           |                |
|------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Lp.                                | Typ sprężarki | Wydajność | Ciśnienie | Sprawność | Inne parametry |
|                                    |               |           |           |           |                |
|                                    |               |           |           |           |                |
| Nazwa producenta lub dystrybutora: |               |           |           |           |                |
| Lp.                                | Typ sprężarki | Wydajność | Ciśnienie | Sprawność | Inne parametry |
|                                    |               |           |           |           |                |
|                                    |               |           |           |           |                |

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi sprężarek,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu.

#### Ćwiczenie 2

Opracuj tabelę z parametrami wybranych typów sprężarek wirowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) odszukać w katalogach (lub na stronie www producenta lub dystrybutora) sprężarki śrubowej i łopatkowej,

- 2) zanotować typy i parametry wybranych sprężarek (po jednej z każdego typu),
- 3) wypełnić poniższą tabelę.

| Rodzaj sprężarki | Typ sprężarki | Wydajność | Ciśnienie | Sprawność | Inne parametry |
|------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| łopatkowa        |               |           |           |           |                |
| śrubowa          |               |           |           |           |                |

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi sprężarek,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu.

### Ćwiczenie 3

Zainstaluj agregat sprężarkowy ze sprężarką tłokową do instalacji sprężonego powietrza. Króciec instalacji zakończony jest zaworem odcinającym i nagwintowaną końcówką ½ cala.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi instalacji agregatu sprężarkowego (z poradnika dla ucznia),
- 2) zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi instalacji agregatu (z Dokumentacji technicznej). Zanotuj te dane,
- 3) opracować szkic instalacji podłączeniowej,
- 4) opracować plan działania. Po przedstawieniu nauczycielowi schematu podłączenia i planu działania wykonaj instalację agregatu,
- 5) zaprezentować swoją pracę,
- 6) po uzyskaniu pozwolenia uruchomić agregat,
- 7) ocenić działanie sprężarki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik ucznia, dokumentacja techniczna wybranego agregatu,
- agregat sprężarkowy, odcinki rur, złączki rurowe, uszczelnienia dla połączeń rurowych gwintowych,
- narzędzia do montażu (klucze do rur).

Uwaga: Odmianą ćwiczenia może być podłączenie agregatu węzłem ciśnieniowym.

### 4.3.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

|                                                                   | Tak                      | Nie                      |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) sklasyfikować sprężarki?                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wyjaśnić przeznaczenie sprężarek?                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) omówić budowę i działanie sprężarki tłokowej?                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) omówić budowę i działanie sprężarki łopatkowej?                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) omówić budowę i działanie sprężarki śrubowej?                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) określić parametry sprężarek?                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) zainstalować sprężarkę?                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8) omówić wymagania dotyczące bezpiecznej eksploatacji sprężarek? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 4.4. Wentylatory

### 4.4.1. Materiał nauczania

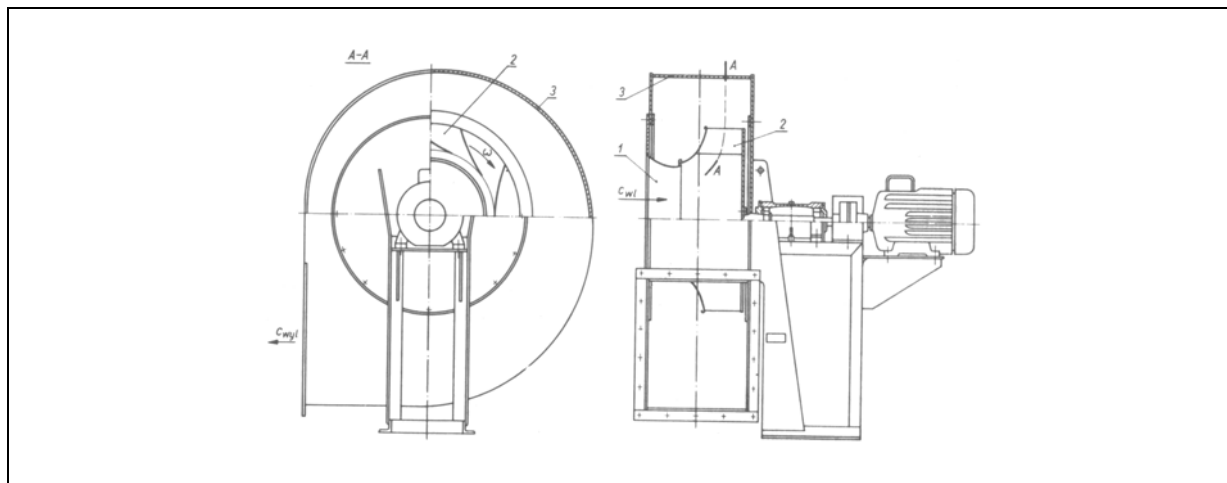
Wentylatory są to maszyny robocze służące do przetłaczania dużych objętości gazu, najczęściej powietrza, przy wytworzonym nieznacznym nadciśnieniu (spiętrzeniu) do około 15 kPa. Rozróżniamy wentylatory odśrodkowe (promieniowe) i śmigłowe (osiowe). Mogą być one jedno- i wielostopniowe. W zależności od wytwarzanego nadciśnienia wentylatory można podzielić na niskoprężne (do 1 kPa), średnioprężne (od 1 do 3 kPa) i wysokoprężne (od 3 do 15 kPa).

Wentylatory osiowe mają wydajność od około 0,3 m<sup>3</sup>/s do około 400 m<sup>3</sup>/s. Wytwarzane nadciśnienie od około 50 Pa do około 7 kPa w zależności od budowy, wielkości i liczby stopni.

Wentylatory promieniowe mają wydajność od około 0,05 m<sup>3</sup>/s do około 300 m<sup>3</sup>/s. Wytwarzane nadciśnienie od około 200 Pa do około 15 kPa) w zależności od budowy i wielkości.

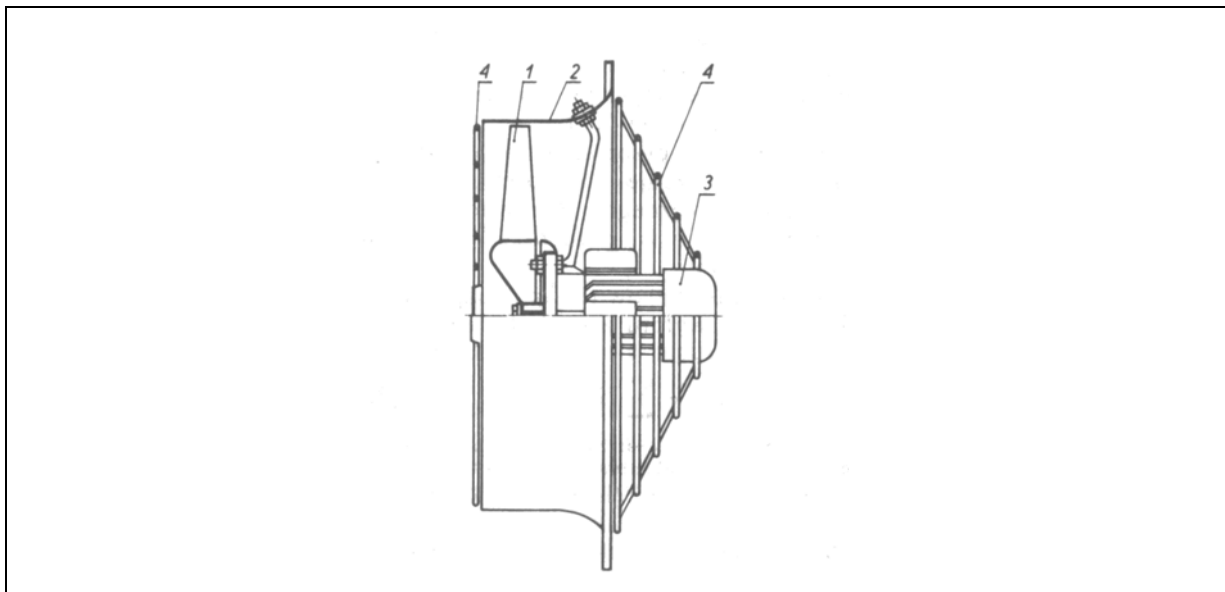
Wentylator promieniowy przedstawiony jest na rysunku 24. Działanie wentylatora jest następujące. Obracający się z prędkością „ $\omega$ ” wirnik „2” zasysa osiowo powietrze przez wlot „1” – C<sub>wł</sub>. Następnie kieruje go na zewnątrz, w kierunku promieniowym, do spiralnej obudowy „3” i wylotu C<sub>wyl</sub>.

Króciec wlotowy podłączony jest przewodem wentylacyjnym do miejsca pobierania powietrza (czerpnia), a tłoczny podłączony jest do przewodów rozprowadzających (kanałów wentylacyjnych hali produkcyjnej).



**Rys. 24.** Wentylator promieniowy: 1 – wlot powietrza, 2 – wirnik, 3 – obudowa

Wentylator śmigłowy przedstawiony jest na rysunku 25. Obracający się wirnik „1” zasysa powietrze poprzez siatkę zabezpieczającą „4” i przetłacza go w kierunku osiowym. Wentylator tego typu montowany jest w ścianie lub na dachu. Wentylatory dachowe posiadają dodatkowo daszki zabezpieczające przed warunkami atmosferycznymi.



**Rys. 25.** Wentylator śmigłowy ściennie-dachowy: 1 – wirnik, 2 – obudowa, 3 – silnik, 4 – siatki zabezpieczające

#### 4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Do czego służą wentylatory?
2. Jakie są rodzaje wentylatorów?
3. Jakie są podstawowe parametry wentylatorów?
4. Jak działa wentylator osiowy?
5. Jak działa wentylator promieniowy?

#### 4.4.3. Ćwiczenia

##### Ćwiczenie 1

Opracuj tabelę z parametrami wybranych typów wentylatorów.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) odszukać w katalogach, poradniku mechanika lub na stronie www dane dotyczące różnych wentylatorów,
- 2) wypełnić poniższą tabelę.

|               | Rodzaj wentylatora | Wydajność | Spiętrzenie | Zastosowanie | Inne parametry, np. średnica wlotu |
|---------------|--------------------|-----------|-------------|--------------|------------------------------------|
| Osiowe        |                    |           |             |              |                                    |
|               |                    |           |             |              |                                    |
|               |                    |           |             |              |                                    |
| Promieniotowe |                    |           |             |              |                                    |
|               |                    |           |             |              |                                    |
|               |                    |           |             |              |                                    |

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi wentylatorów,
- poradnik mechanika,
- stanowisko komputerowe z dostępem do internetu.

## Ćwiczenie 2

Dobierz wentylator śmigłowy ścienny do instalacji wentylacyjnej hali produkcyjnej o objętości 500 m<sup>3</sup>, tak aby zapewnić 2-krotną wymianę powietrza w ciągu godziny.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) obliczyć zapotrzebowanie powietrza w [m<sup>3</sup>/s],
- 2) dobierać z katalogu (lub skorzystać z Internetu) odpowiedni wentylator, zanotuj jego typ, parametry i podstawowe wymiary.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi wentylatorów,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu.

### 4.4.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

|                                                                   | <b>Tak</b>               | <b>Nie</b>               |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) sklasyfikować wentylatory                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wyjaśnić przeznaczenie wentylatorów                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) omówić budowę i działanie wentylatora osiowego                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) omówić budowę i działanie wentylatora promieniowego            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) dobrać wentylator do założonych wymagań systemu wentylacyjnego | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 4.5. Chłodziarki

### 4.5.1. Materiał nauczania

Urządzenia chłodnicze (chłodziarki) służą do otrzymywania niskiej temperatury. Znajdują one szerokie zastosowanie przy konserwacji i magazynowaniu żywności, przy przechowywaniu leków, do skraplania gazów. Działanie chłodziarki polega na przenoszeniu ciepła z przestrzeni o niskiej temperaturze do przestrzeni o wyższej temperaturze. W lodówce domowej ciepło przenoszone jest z zamrażalnika, do skraplacza znajdującego się z tyłu lodówki. Dokonywane jest to za pomocą czynnika chłodniczego. Czynnik chłodniczy jest podgrzany bądź przez izotermiczne sprężanie w sprężarce (chłodziarki sprężarkowe), bądź przez źródło ciepła, np. grzałkę elektryczną (chłodziarki absorpcyjne).

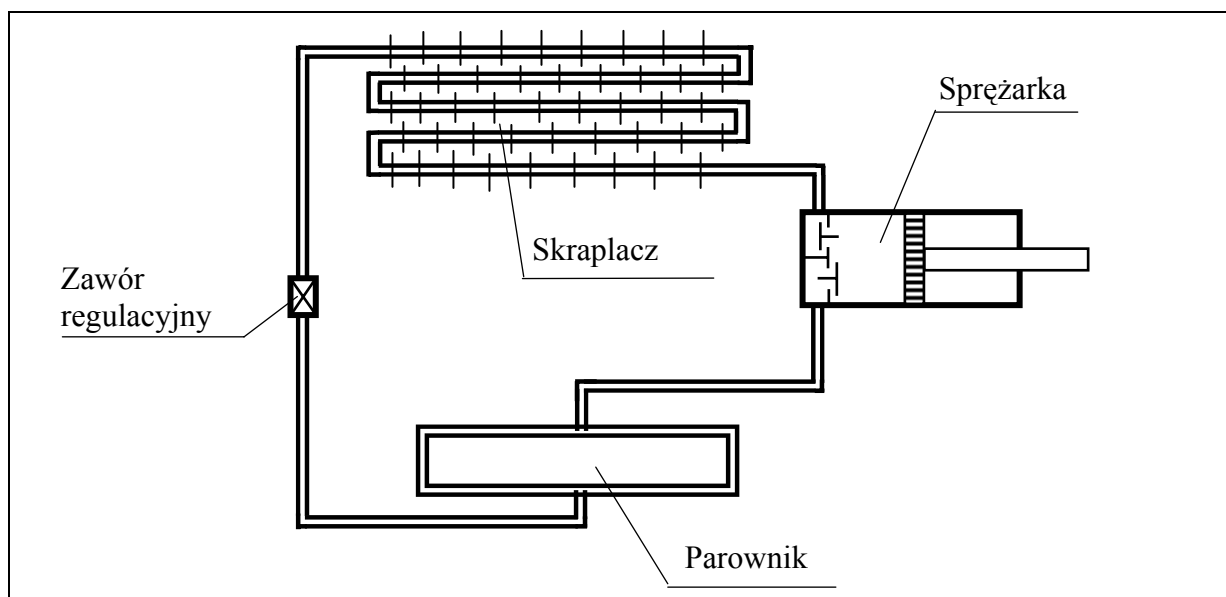
Rozróżniamy następujące rodzaje urządzeń chłodniczych: chłodziarki sprężarkowe i chłodziarki absorpcyjne.

Działanie urządzenia chłodniczego przedstawione jest na rysunku 26. Sprężarka zasysa parę czynnika chłodniczego z parownika, spręża ją i przetłacza do skraplacza, gdzie następuje oddanie ciepła do otoczenia i skroplenie. Następnie skroplony czynnik przechodzi do parownika, gdzie następuje rozprężenie i odparowanie. Ciepło parowania uzyskane jest

---

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

z otoczenia (z przestrzeni zamrażalnika), czyli czynnik chłodniczy oziębia otoczenie parownika.



Rys. 26. Schemat działania chłodziarki sprężarkowej

#### 4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są rodzaje chłodziarek?
2. Jakie jest zastosowanie chłodziarek?
3. Jak działa chłodziarka sprężarkowa?

#### 4.5.3. Ćwiczenia

##### Ćwiczenie 1

Opracuj tabelę z parametrami wybranych typów chłodziarek przemysłowych i szaf chłodniczych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) odszukać w katalogach lub na stronie www dane dotyczące różnych chłodziarek przemysłowych i szaf chłodniczych,
- 2) wypełnić poniższą tabelę.

| Rodzaj chłodziarki, szafy chłodniczej | Moc | Rodzaj czynnika chłodniczego | Zastosowanie | Inne parametry, np. pojemność |
|---------------------------------------|-----|------------------------------|--------------|-------------------------------|
|                                       |     |                              |              |                               |
|                                       |     |                              |              |                               |
|                                       |     |                              |              |                               |
|                                       |     |                              |              |                               |

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- katalogi chłodziarek przemysłowych i szaf chłodniczych,
  - stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu.

## Ćwiczenie 2

Dobierz urządzenie chłodnicze do magazynowania 200 kg produktu spożywczego w temperaturze – 20°C.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) odszukać w katalogu lub Internecie oferty różnych urządzeń chłodniczych,
- 2) dobierać z katalogu (lub skorzystać z Internetu) odpowiednie urządzenie. Podaj jego typ i podstawowe parametry.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi urządzeń chłodniczych,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu.

### 4.5.4. Sprawdzian postępów

| Czy potrafisz:                                                 | Tak                      | Nie                      |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) sklasyfikować chłodziarki?                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) omówić budowę chłodziarki sprężarkowej?                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) omówić działanie chłodziarki sprężarkowej?                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) dobrać chłodziarkę do założonych wymagań układu chłodzenia? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 4.6. Kotły

### 4.6.1. Materiał nauczania

Kotły są to urządzenia energetyczne służące do wytwarzania gorącej wody lub pary. Kotły wodne wytwarzają gorącą wodę użytkową przeznaczoną do celów przemysłowych i higienicznych lub centralnego ogrzewania. Kotły parowe służą do wytwarzania pary technologicznej wykorzystywanych w różnych urządzeniach przemysłowych. Mogą to być turbiny, silniki, wymienniki ciepła.

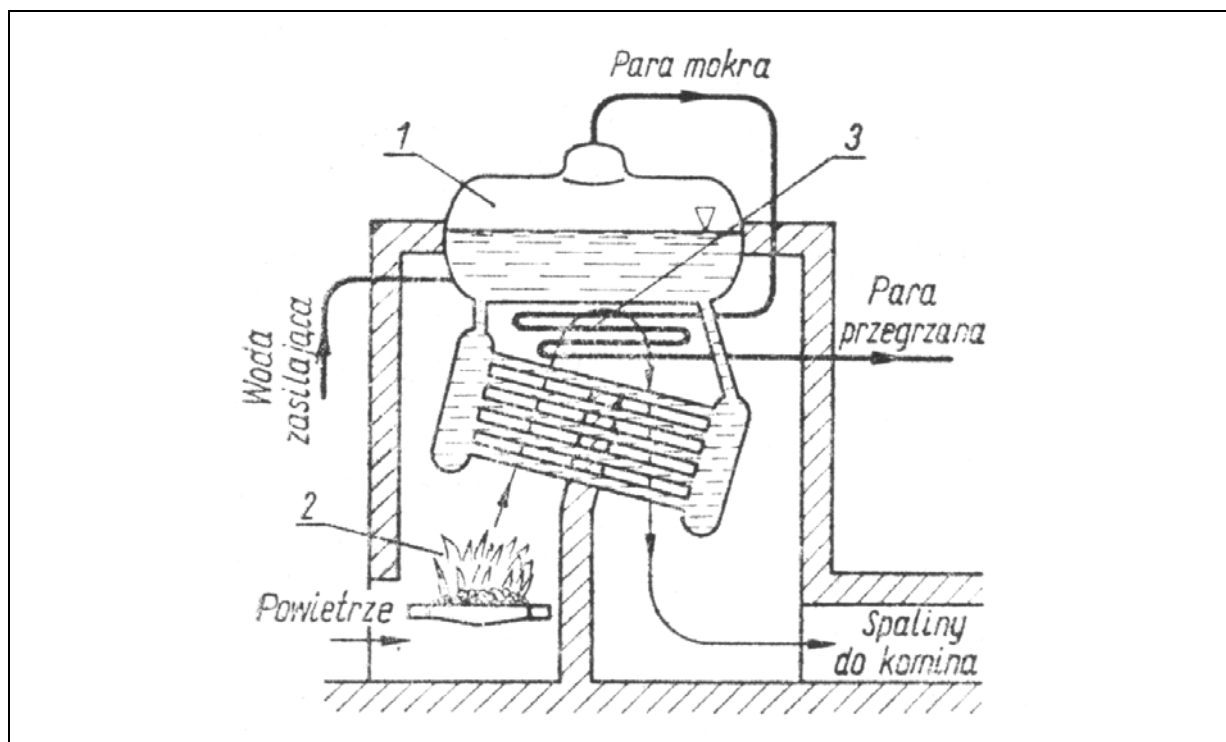
Budowę i działanie kotła parowego przedstawia rysunek 27. Powietrze pobierane przez kocioł podgrzewane jest w palenisku „2” i razem ze spalinami ogrzewa wodę w kotle i parowniku „1”. W parowniku wytwarzana jest para wodna, która przechodzi przez podgrzewacz „3”. W podgrzewaczu powstaje para przegrzana o różnej temperaturze w zależności od parametrów kotła (od 100 do kilkuset stopni Celsjusza). Kocioł zasilany jest wodą, która częściowo pochodzi ze „zwrotów”, to znaczy skroplonej pary, która została spożytkowana w odbiorniku pary, a częściowo z wodociągu po jej specjalnym uzdatnieniu. Spaliny przechodzą do komina, gdzie są odprowadzone do atmosfery. Spaliny posiadające dużo zanieczyszczeń powinny być odpowiednio oczyszczane z uwagi na wymagania ochrony środowiska.

Bardzo ważnym zagadnieniem jest uzdatnianie wody zasilającej kocioł. Woda w wodociągu posiada dużo kamienia, który osadzałby się na ściankach kotła. Woda nie omywałaby jego ścianek i mogłoby dojść do awarii. Uzdatnianie wody przeprowadza się

w stacjach uzdatniania wody (urządzeniach, w których woda przechodząc przez złożę „jonitowe” uzdatnia się).

W kotłach wykorzystuje się różnego rodzaju paliwa. Są to paliwa stałe (węgiel kamienny, koks), paliwa ciekłe (olej opałowy) oraz gazowe (gaz ziemny, gaz propan-butan).

Podstawowymi parametrami kotłów są: moc kotła, ciśnienie wytwarzanej pary, temperatura pary, sprawność kotła i jego wydajność (ilość kg pary wytworzonej w jednostce czasu).



**Rys. 27.** Schemat działania kotła parowego: 1 – parownik, 2 – palenisko, 3 – podgrzewacz pary

Moc kotłów wynosi od kilkunastu kW do kilku tysięcy kW. Sprawność wynosi od ok. 60% do ok. 95%. Wysokie sprawności mają kotły na gaz i na paliwa ciekłe. Wytwarzane temperatury wynoszą od 100°C do kilkuset °C. Wydajności kotłów parowych wynoszą od kilku kg do kilku tysięcy kg. Ciśnienia pary wynoszą od 50 kPa do 35 MPa.

Kotły są urządzeniami ciśnieniowymi i podlegają pod dozór techniczny. Dla kotłów dozór pełni Urząd Dozoru Technicznego. Kotły małe podlegają dozorowi uproszczonemu to znaczy, że sprawowany on jest u producenta. U producenta sprawdzany jest projekt, wykorzystywane materiały i proces wytwarzania kotła i wtedy kocioł dopuszcza się do sprzedaży. Dla dużych kotłów dozór sprawowany jest zarówno u producenta jak i użytkownika. Dozór u użytkownika sprawowany jest poprzez sprawdzanie projektu zainstalowania, odbiór techniczny jak również okresowe kontrole wykonywane przeważnie co rok. Po pozytywnym wyniku badania technicznego (pierwszego i okresowych) Urząd Dozoru Technicznego wydaje decyzję, zezwalającą na użytkowanie. Bez takiej decyzji nie wolno użytkować kotła.

Wszelkie czynności eksploatacyjne, użytkowanie i obsługiwane mogą być realizowane tylko przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia dodatkowe, tak zwane uprawnienia na „Dozór” lub „Eksploatację” odpowiednich kotłów.

#### 4.6.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jak działa kocioł parowy?
2. Jakie są parametry kotła parowego?
3. Jakie wymagania należy spełnić w zakresie bezpiecznej eksploatacji kotłów?
4. Dlaczego uzdatnia się wodę zasilającą kocioł?

#### 4.6.3. Ćwiczenia

##### Ćwiczenie 1

Opracuj tabelę z parametrami wybranych typów kotłów parowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) odszukać w katalogach lub na stronie www dane dotyczące różnych kotłów parowych,
- 2) wypełnić poniższą tabelę.

| Typ kotła | Moc | Wydajność | Sprawność | Wytwarzane ciśnienie pary | Rodzaj paliwa |
|-----------|-----|-----------|-----------|---------------------------|---------------|
|           |     |           |           |                           |               |
|           |     |           |           |                           |               |
|           |     |           |           |                           |               |
|           |     |           |           |                           |               |

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi kotłów,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu.

#### 4.6.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

- 1) omówić budowę kotła parowego?
- 2) omówić działanie kotła parowego?
- 3) dobrać kocioł do wymaganego zapotrzebowania odbiorników energii parowej?

**Tak      Nie**

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 4.7. Maszyny i urządzenia transportu wewnątrzzakładowego

### 4.7.1. Materiał nauczania

Przemieszczanie ładunków wewnątrz jednego zakładu pracy nazywamy transportem wewnętrznym. Maszyny i urządzenia do transportu wewnętrznego można podzielić na maszyny transportu wewnętrznego ciał stałych, cieczy (pompy) i gazów (wentylatory).

Ponadto maszyny do transportu ciał stałych można podzielić na maszyny do transportu bliskiego i dalekiego. Do transportu dalekiego służą samochody, pociągi i statki.

Maszyny do transportu ciał stałych na bliskie odległości można podzielić na dźwignice, przenośniki i wózki transportowe.

Dźwignice są to środki transportu wewnętrznego o zasięgu ograniczonym lub nieograniczonym, o ruchu przerywanym, służące do prac przeładunkowych i montażowych.

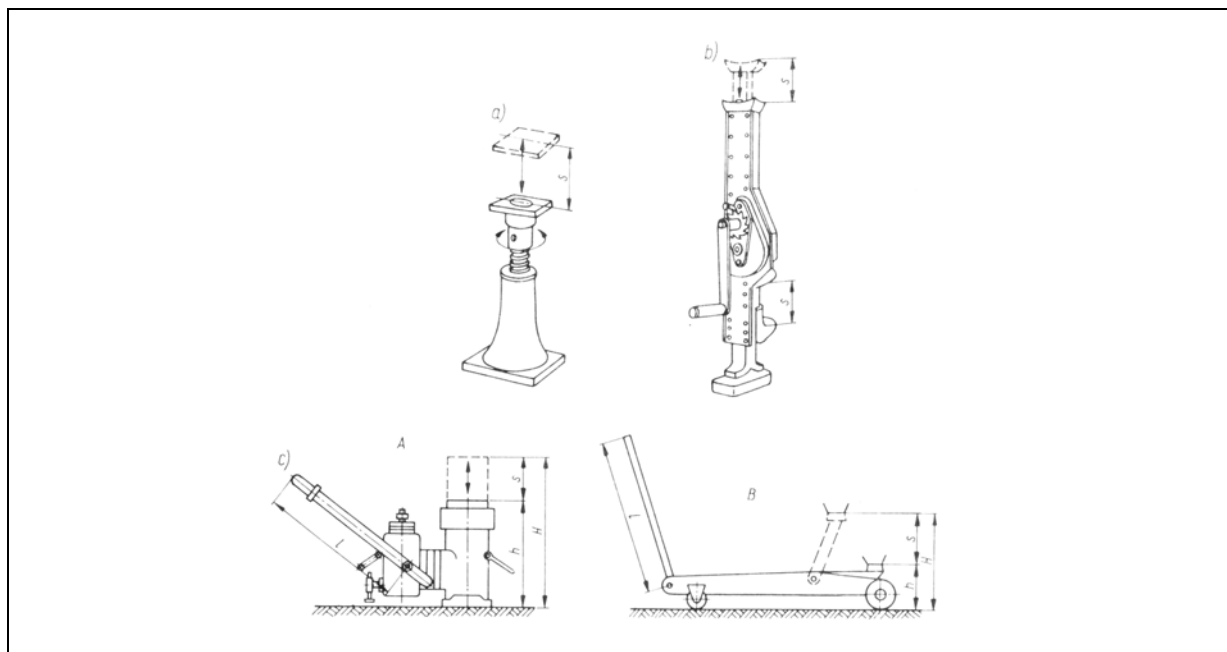
Wózki transportowe są to środki transportu jezdnego lub szynowego o ruchu przerywanym i ograniczonym zasięgu, służące do przemieszczania poziomego albo poziomego i pionowego ładunków pojedynczych lub łączonych (palety).

Przenośniki są to środki transportu bliskiego o ograniczonym zasięgu i ruchu ciągłym służące do przemieszczania materiałów sypkich luzem lub małych jednostek wzdłuż określonej trasy.

#### Dźwignice

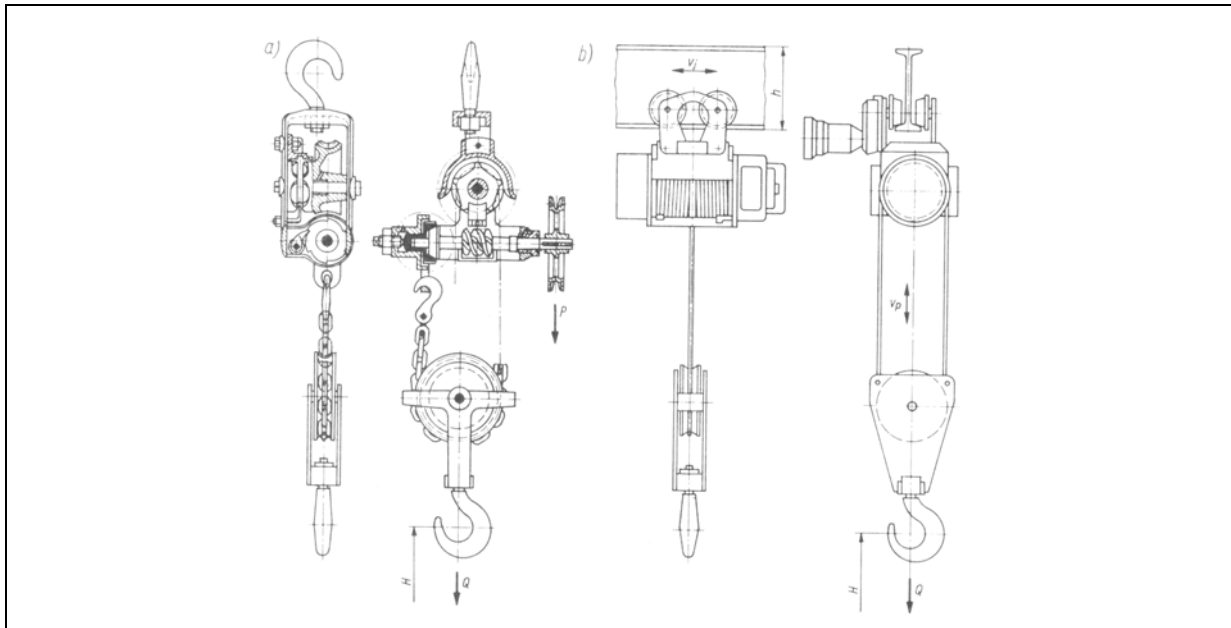
Do podstawowych rodzajów dźwignic możemy zaliczyć: dźwigniki,ciągniki, dźwigi, suwnice i żurawie.

Dźwigniki należą do najprostszych dźwignic. Służą do pionowego (czasem poziomego) przenoszenia ładunków na niewielkie odległości. Przykłady dźwigników podane są na rysunku 28. posiadają one udźwig od 1 Mg do 25 Mg.



Rys. 28. Dźwigniki. a) śrubowy, b) zębatkowy, c) hydrauliczne samochodowe (A – przenośny, B – przesuwny)

Ciągniki służą do podnoszenia lub przeciągania ładunków za pomocą cięgien linowych lub łańcuchowych. Przykłady ciągników podano na rysunku 29. Udźwig ciągników wynosi od 250 kg do 5 Mg.



**Rys. 29.** Ciężniki. a) łańcuchowy ślimakowy z napędem ręcznym, b) linowy przejezdny z napędem elektrycznym

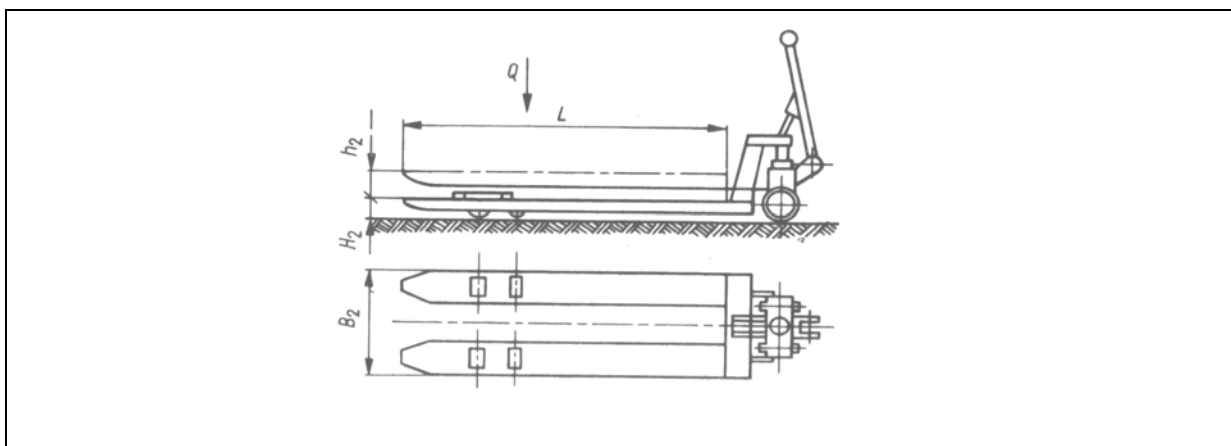
Dźwigi służą do pionowego przenoszenia ładunków lub ludzi (dźwigi towarowe, dźwigi osobowe).

Suwnice służą do przenoszenia ładunków na halach produkcyjnych i w magazynach zamkniętych, odkrytych, składowiskach.

Żurawie służą do przenoszenia ładunków w pionie i poziomie za pomocą lin umocowanych na wysięgniku. Mogą to być żurawie portowe, budowlane stacjonarne, samochodowe.

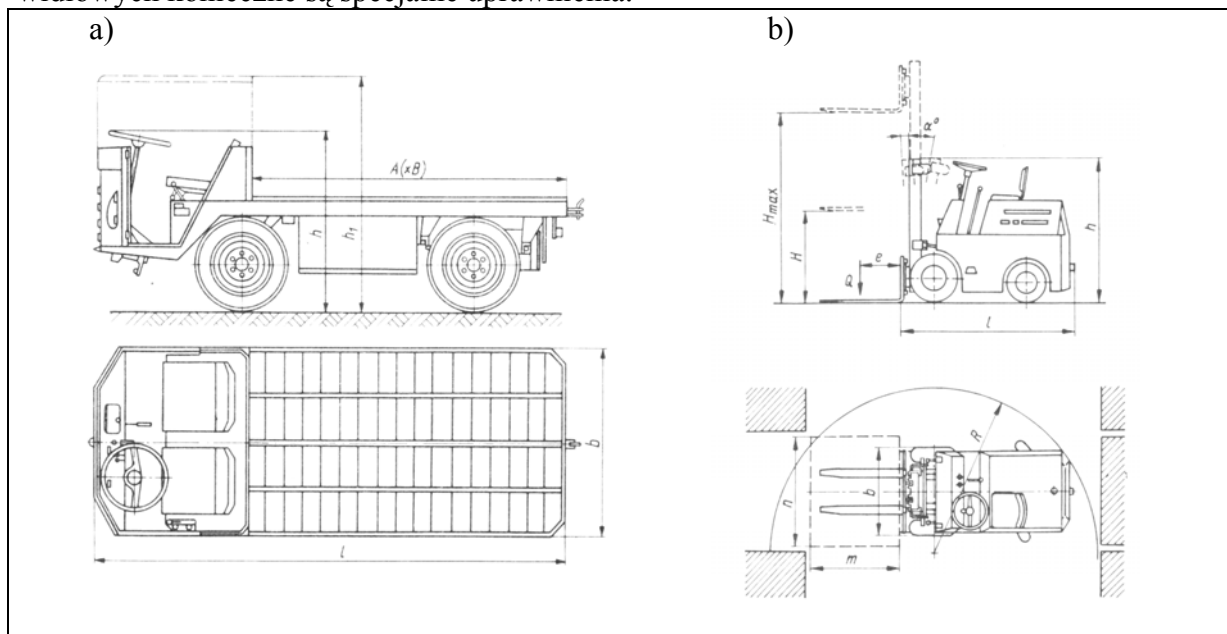
### Wózki transportowe

Wózki transportowe możemy podzielić na „ręczne” i „napędzane”. Wśród ręcznych możemy wyróżnić między innymi wózki platformowe, wózki widłowe (paleciaki). Wózki platformowe posiadają 4 koła, ramę i osadzoną na niej platformę. Ciągnięte mogą być za pomocą dyszla lub specjalnej ramy. Wózek widłowy do ręcznego przemieszczania palet przedstawiono na rysunku 30. Palety transportowe mogą mieć różne wymiary. Na przykład paleta typu EURO posiada wymiary 800 x 1200 mm.



**Rys. 30.** Wózek jezdniowy ręczny widłowy (paleciak)

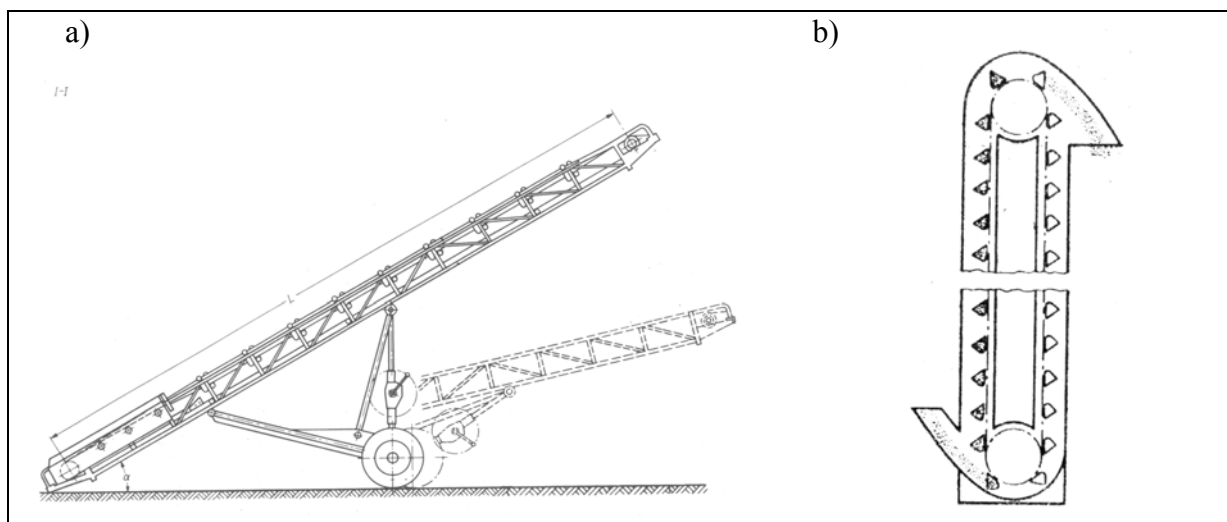
Do wózków jezdniowych napędzanych możemy zaliczyć wózki platformowe i wózki widłowe (sztaplarki). Wózek transportowy platformowy pokazano na rysunku 31a. Służy do przewożenia ładunków na platformie. Wózek widłowy pokazano na rysunku 31b. Służy on do przewożenia palet oraz ich układania na samochody, jedna na drugą czy składowania na wysokich regałach magazynowych. Wózki widłowe napędzane podlegają dozorowi technicznemu, podobnie jak kotły. W tym przypadku jest to Transportowy Dozór Techniczny. Bez dopuszczenia do eksploatacji nie można ich używać. Ponadto do obsługi wózków widłowych konieczne są specjalne uprawnienia.



**Rys. 31.** Wózki jezdniowe napędzane. a) platformowy, b) widłowy

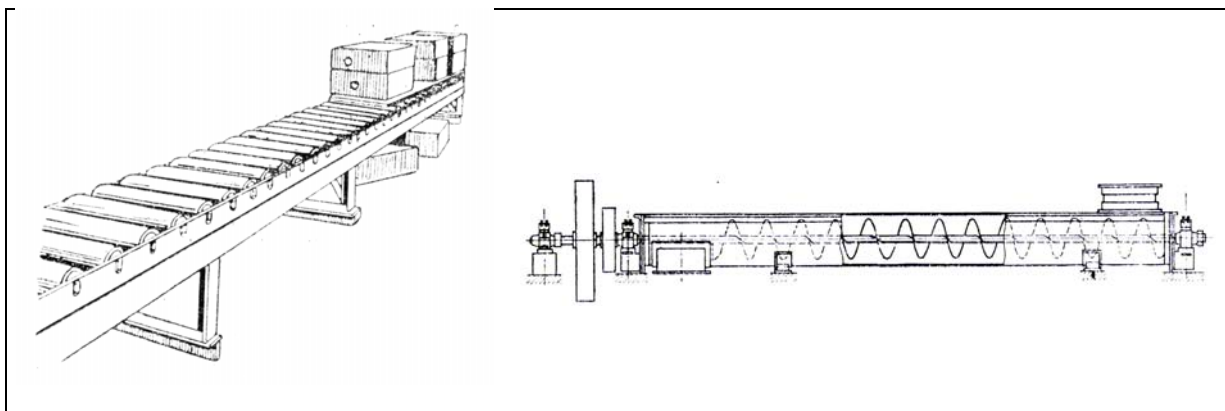
### Przenośniki

Przenośniki możemy podzielić na ciągnowe i bezciągnowe. Przenośnikami ciągowymi są np. przenośnik taśmowy i przenośnik kulekowy. Przenośnik taśmowy przedstawiony jest na rysunku 32a. Służy on do przenoszenia ładunków luzem (piasek) lub w porcjach (cegły, cement w workach). Przenośnik kulekowy przedstawiono na rysunku 32b. Służy on do pionowego przenoszenia ładunków luzem lub jednostkowych o niewielkich wymiarach.



**Rys. 32.** Przenośniki ciągnowe: a) taśmowy, b) kulekowy

Przykłady przenośników bezciągowych przedstawiono na rysunku 33. Przenośnik rolkowy (rys. 33a) służy do przemieszczania ładunków w jednostkowych porcjach, np. kartonów. Przenośnik ślimakowy służy do przenoszenia ładunków w postaciach: sypkich, mas gęstych, drobnych granulatów, innych o małych rozmiarach.



Rys. 33. Przenośniki bezciągowy. a) rolkowy, b) ślimakowy

#### 4.7.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie rodzaje maszyn transportu wewnętrznego ciał stałych możemy wyróżnić?
2. Co to są dźwignice?
3. Co to są przenośniki?
4. Co to są wózki transportowe?
5. Do czego służą dźwigniki?
6. Do czego służą ciągniki?
7. Do czego służą dźwigi?
8. Do czego służą żurawie?
9. Do czego służą suwnice?
10. Do czego służą przenośniki taśmowe?
11. Do czego służą przenośniki ślimakowe?
12. Do czego służą ręczne wózki transportowe platformowe?
13. Do czego służą napędzane wózki widłowe?
14. Jakie są wymagania dotyczące eksploatacji wózków widłowych?

#### 4.7.3. Ćwiczenia

##### Ćwiczenie 1

Dobierz dźwignik do podniesienia o 15 cm, ciężaru 3 Mg, stojącego na nóżkach o wysokości 150 mm.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) posługując się katalogami (lub korzystając z Internetu) dobrać właściwy dźwignik.
- 2) podać typ dźwignika i jego parametry.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi dźwigników, stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu.

## Ćwiczenie 2

Opracuj sposób przenoszenia z hali produkcyjnej na magazyn kartonów o ciężarze 0,01 Mg i wymiarach 300x300x300 mm. Następnie opracuj sposób załadunku 5 Mg tych kartonów na samochód. Wykorzystaj palety typu EURO.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) zaplanować sposób przenoszenia kartonów z hali na magazyn. dobierz odpowiednie urządzenie,
- 2) zaplanować sposób składowania w magazynie,
- 3) zaplanować sposób przenoszenia kartonów z magazynu na samochód. dobierz odpowiednie urządzenie,
- 4) zanotować dane techniczne dobranych maszyn i urządzeń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi maszyn i urządzeń transportu wewnętrznego lub stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu.

## 4.7.4. Sprawdzian postępów

| Czy potrafisz:                                                            | Tak                      | Nie                      |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) sklasyfikować przenośniki?                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) omówić zastosowanie wybranego przenośnika?                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) sklasyfikować wózki transportowe?                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) omówić zastosowanie wybranego wózka transportowego?                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) sklasyfikować dźwigniki?                                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) omówić zastosowanie wybranego dźwignika?                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7) dobrać maszynę, urządzenie do transportu wewnętrznego?                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8) podać wymagania dotyczące eksploatacji wózków widłowych „napędzanych”? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## 5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

### INSTRUKCJA DLA UCZNIA

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
  2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
  3. Zapoznaj się z zestawem pytań testowych.
  4. Test zawiera 25 pytań. Do każdego pytania dołączone są 4 możliwości odpowiedzi. Tylko jedna jest prawidłowa.
  5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi, stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. W przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
  6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
  7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
  8. Na rozwiązanie testu masz 60 min.
- Powodzenia!

### Zestaw zadań testowych

1. Przyporządkuj nośnik do rodzaju energii:

| Oznaczenie nośnika | Nazwa nośnika       | Oznaczenie rodzaju energii | Rodzaj energii |
|--------------------|---------------------|----------------------------|----------------|
| 1                  | Węgiel kamienny     | a                          | jądrowa        |
| 2                  | Uran                | b                          | cieplna        |
| 3                  | Promienie słoneczne | c                          | mechaniczna    |
|                    |                     | d                          | elektryczna    |
|                    |                     | e                          | promieniowania |

Przyporządkowanie jest prawidłowe w przypadku:

- A. 1a, 2b, 3d,  
B. 1b, 2c, 3,e  
C. 1b, 2a, 3e  
D. 1b, 2e, 3a

2. Przy spalaniu paliwa w silniku spalinowym zachodzą następujące przemiany energetyczne:

- A. Przemiana energii chemicznej w ciepłą i ciepłej w mechaniczną.  
B. Przemiana energii ciepłej w mechaniczną.  
C. Przemiana energii chemicznej w mechaniczną i ciepłej w elektryczną.  
D. Przemiana energii ciepłej w mechaniczną i ciepłej w elektryczną.

3. Do nośników zawierających energię chemiczną możemy zaliczyć:

Wybierz rozwiązanie, w którym wszystkie przykłady są poprawne.

- A. Węgiel, ropę naftową, uran, wiatr.  
B. Węgiel brunatny, olej opałowy, gaz ziemny, gaz propan butan.  
C. Benzynę, drewno, akumulator, azot.  
D. Kwas solny, zasadę sodową, sól metaliczny, fosfor.

4. Ciśnienie na dnie zbiornika napełnionego do wysokości 1 metra wodą będzie wynosić: (przyjmij przyspieszenie ziemskie  $10 \text{ m/s}^2$ ).

- A.  $p = 10 \text{ Pa}$ ,      B.  $p = 100 \text{ Pa}$ ,      C.  $p = 1000 \text{ Pa}$ ,      D.  $p = 10\,000 \text{ Pa}$

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

5. Maszyny energetyczne (bez elektrycznych) możemy podzielić na:

- A. Objętościowe i przepływowe.
- B. Parowe i spalinowe.
- C. Energetyczne cieplne, Energetyczne ciśnieniowe.
- D. Kotły i silniki parowe.

6. Przemiana izochoryczna zachodzi przy:

- A. Stałym ciśnieniu.
- B. Stałej temperaturze.
- C. Stałej objętości.
- D. Zerowej wymianie ciepła.

7. Obieg termodynamiczny Carnota składa się z przemian:

- A. Dwóch izotermicznych i dwóch izochorycznych.
- B. Dwóch izotermicznych i dwóch adiabatycznych
- C. Dwóch izobarycznych i dwóch izotermicznych
- D. Dwóch izobarycznych i dwóch adiabatycznych.

9. Przyporządkuj wymienione rodzaje pomp:

|   | Wyporowe to:                              | Wirowe to:                         |
|---|-------------------------------------------|------------------------------------|
| A | wielotłoczkowa, samozasysająca            | łopatkowe, zębate, odśrodkowe      |
| B | wielotłoczkowe, łopatkowe                 | zębate, odśrodkowe, samozasysające |
| C | wielotłoczkowe, łopatkowe, samozasysające | zębate, odśrodkowe                 |
| D | wielotłoczkowe, łopatkowe, zębate         | odśrodkowe, samozasysające         |

9. Podstawowe części, z których zbudowana jest pompa tłokowa jednostronnego działania to:

- A. Tłok, zawór ssący, zawór tłoczny, rurociąg ssący i rurociąg tłoczny.
- B. Tłok, zawory odcinające komorę pompy, rurociąg tłoczny i rurociąg ssący.
- C. Tłok, nurnik, rurociąg tłoczny i rurociąg ssący.
- D. Tłok podwójnego działania, zawór tłoczny, rurociąg ssący i rurociąg tłoczny.

10. W pompie odśrodkowej nie muszą występować następujące elementy jej budowy:

- A. Zawór ssący i zawór tłoczny.
- B. Wirnik, kanał tłoczny.
- C. Wirnik, kanał ssący.
- D. Wirnik, kanał zbiorczy spiralny.

11. Wysokość podnoszenia to:

- A. Wysokość na jaką tłoczona jest ciecz.
- B. Wysokość z jakiej zasysana jest ciecz.
- C. Suma wysokości ssania i tłoczenia
- D. Wysokość od pompy do lustra zbiornika, do którego pompowana jest ciecz.

12. Spośród podanych niżej jednostek określających wydajność pompy tłokowej niepoprawna jest:

- A.  $[m^3/h]$
- B.  $[m^3/s]$
- C.  $[l/s]$
- D.  $[l/obr.]$

13. Przyporządkuj pompy do zastosowania.

|   |                |   |                                                                                                           |
|---|----------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a | samozasysająca | 1 | Pompowanie oleju w układzie centralnego smarowania                                                        |
| b | zębata         | 2 | Pompowanie wody z piwnicy na piętro, jeżeli pompa znajduje się na parterze                                |
| c | odśrodkowa     | 3 | Przepompowanie wody ze zbiornika na parterze do zbiornika na piętrze, jeżeli pompa znajduje się w piwnicy |

- A. a1 ,        b2        c3,                      B.     a2 ,        b1        c3  
 C. a2 ,        b3        c1                      D.     a3,        b2        c1

14. Sprężarki możemy podzielić na:

- A. Spalinowe i elektryczne.  
 B. Objętościowe i przepływowe.  
 C. Podciśnieniowe i nadciśnieniowe.  
 D. Do gazów i do cieczy.

15 Sprężarka tłokowa jednocylindrowa wykonuje następujące cykle pracy:

- A. Ssanie i sprężanie.  
 B. Ssanie, odpężanie, wytłaczanie.  
 C. Sprężanie, wytłaczania.  
 D. Ssanie, sprężanie, praca, wydech.

16. Aby zapewnić równomierne dostarczanie powietrza bezpośrednio do instalacji pneumatycznej maszyny powinniśmy dobrać sprężarkę:

- A. Tłokową bez zbiornika powietrza.  
 B. Dwie sprężarki tłokowe działające na jeden rurociąg.  
 C. Tłokową dwucylindrową bez zbiornika powietrza.  
 D. Tłokową ze zbiornikiem powietrza lub łopatkową.

17. Bez decyzji Urzędu Dozoru Technicznego dopuszczającej do eksploatacji nie wolno używać:

- A. Sprężarki łopatkowej  
 B. Sprężarki tłokowej ze zbiornikiem 180 litrów i wytwarzającej ciśnienie 0,5 MPa.  
 C. Sprężarki śrubowej.  
 D. Tłokowej bez zbiornika sprężonego powietrza.

18. Przyporządkuj określenia do typu wentylatora.

| Wentylator  | A                                                           | B                                                                 | C                                                           | D                                                                 |
|-------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| osiowy      | Strumienie powietrza wlotowego i wylotowego są prostopadłe  | Strumienie powietrza wlotowego i wylotowego są prostopadłe        | Strumienie powietrza wlotowego i wylotowego są w jednej osi | Strumienie powietrza wlotowego i wylotowego są w jednej osi       |
| promieniowy | Strumienie powietrza wlotowego i wylotowego są w jednej osi | Wlot do wentylatora jest na obwodzie wirnika, wylot w osi wirnika | Strumienie powietrza wlotowego i wylotowego są prostopadłe  | Wlot do wentylatora jest na obwodzie wirnika, wylot w osi wirnika |

19. Do głównych podzespołów urządzenia chłodniczego należą parownik i skraplacz. Odpowiedz, gdzie się one znajdują.

- A. Parownik na zewnątrz obudowy urządzenia, skraplacz w komorze chłodzenia.  
 B. Skraplacz na zewnątrz obudowy urządzenia, parownik w komorze chłodzenia.  
 C. Skraplacz i parownik w komorze chłodzenia.  
 D. Skraplacz i parownik na zewnątrz urządzenia.

20. Proces pełnego obiegu wody i pary w kotle parowym wytwarzającym parę o temperaturze 200°C przebiega następująco.

- A. Wlot uzdatnionej wody, podgrzanie wody i jej odparowanie, wylot pary do odbiornika.
- B. Wlot uzdatnionej wody, podgrzanie wody i jej odparowanie, wylot pary do odbiornika, powrót skroplonej wody do kotła
- C. B. Wlot uzdatnionej wody, podgrzanie wody i jej odparowanie, wylot pary do odbiornika, skroplenie pary, powrót skroplonej wody do kotła
- D. Wlot uzdatnionej wody, podgrzanie wody i jej odparowanie, podgrzanie pary, wylot pary do odbiornika, skroplenie pary, powrót skroplonej wody do kotła.

21. Przepisy prawne dotyczące urządzeń ciśnieniowych wymagają aby przemysłowe kotły parowe:

- A. Eksploatowane były po uzyskaniu decyzji inspektora BHP w zakładzie pracy.
- B. Posiadały decyzję Urzędu Dozoru Technicznego dopuszczającą do eksploatacji.
- C. Posiadały instalację oczyszczającą spaliny.
- D. Posiadały decyzję Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska o niezanieczyszczaniu powietrza.

22. Przenośniki możemy podzielić na następujące rodzaje:

- A. Ciężnowe i beztęgnowe.
- B. Taśmowe i beztęgnowe.
- C. Stacjonarna i przemieszczające się.
- D. Wysokiego i niskiego składowania.

23. Przyporządkuj do podanych w kolumnie „I” rodzajów dźwignic, urządzenia podane w kolumnie „II” (w kolumnie II użyto nazw popularnych):

| I            | II                       |
|--------------|--------------------------|
| 1. Dźwigniki | a) dźwig osobowy         |
| 2. Ciężniki  | b) wciągnik łańcuchowy   |
| 3. Dźwigi    | c) dźwig samochodowy     |
| 4. Żurawie   | d) podnośnik samochodowy |

Poprawne przyporządkowanie jest następujące:

- A. 1a, 2b, 3c, 4d.
- B. 1d, 2c, 3b, 4a.
- C. 1d, 2b, 3a, 4c.
- D. 1c, 2b, 3a, 4d.

24. Do załadunku palet na samochód ciężarowy właściwym urządzeniem transportowym będzie:

- A. Przenośnik rolkowy.
- B. Wózek platformowy.
- C. Ciężnik linowy przejezdny z napędem elektrycznym.
- D. Wózek widłowy jezdniowy ręczny.

25. Nadzór nad dopuszczeniem do eksploatacji wózka widłowego jezdniowego sprawuje:

- A. Urząd Dozoru Technicznego.
- B. Transportowy Dozór Techniczny.
- C. Państwowa Inspekcja Pracy.
- D. Urząd Nadzoru Magazynowego.

## KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

### Stosowanie maszyn i urządzeń energetycznych oraz transportu wewnątrzzakładowego

**Zakreśl poprawną odpowiedź.**

| Nr zadania | Odpowiedź |   |   |   | Punkty |
|------------|-----------|---|---|---|--------|
|            | A         | B | C | D |        |
| 1          | A         | B | C | D |        |
| 2          | A         | B | C | D |        |
| 3          | A         | B | C | D |        |
| 4          | A         | B | C | D |        |
| 5          | A         | B | C | D |        |
| 6          | A         | B | C | D |        |
| 7          | A         | B | C | D |        |
| 8          | A         | B | C | D |        |
| 9          | A         | B | C | D |        |
| 10         | A         | B | C | D |        |
| 11         | A         | B | C | D |        |
| 12         | A         | B | C | D |        |
| 13         | A         | B | C | D |        |
| 14         | A         | B | C | D |        |
| 15         | A         | B | C | D |        |
| 16         | A         | B | C | D |        |
| 17         | A         | B | C | D |        |
| 18         | A         | B | C | D |        |
| 19         | A         | B | C | D |        |
| 20         | A         | B | C | D |        |
| 21         | A         | B | C | D |        |
| 22         | A         | B | C | D |        |
| 23         | A         | B | C | D |        |
| 24         | A         | B | C | D |        |
| 25         | A         | B | C | D |        |
| Razem:     |           |   |   |   |        |

## **6. LITERATURA**

1. Biały W.: Maszynoznawstwo. WNT, Warszawa 2004
2. Mały poradnik mechanika. Praca zbiorowa. WNT, Warszawa 1999
3. Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szolc T.: Maszynoznawstwo. WSiP, Warszawa 2005
4. Miller A.: Maszyny i urządzenia cieplne i energetyczne. WSiP, Warszawa 1999
5. Orlik Z.: Maszynoznawstwo. WSiP, Warszawa 1989