



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Waldemar Kula

**Użytkowanie i obsługiwane maszyn i urządzeń
311[20].Z3.02**

Poradnik dla ucznia

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr Jerzy Buczko

mg Zbigniew Zienkiewicz

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr inż. Zbigniew Kramek

Korekta:

mgr Edyta Koziół

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[20].Z3.02. „Użytkowanie i obsługiwanie maszyn i urządzeń” zawartego w programie nauczania dla zawodu technik mechanik.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Procesy zużywania maszyn i urządzeń	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	14
4.1.3. Ćwiczenia	14
4.1.4. Sprawdzian postępów	15
4.2. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn i urządzeń	15
4.2.1. Materiał nauczania	15
4.2.2. Pytania sprawdzające	23
4.2.3. Ćwiczenia	23
4.2.4. Sprawdzian postępów	23
4.3. Diagnostyka techniczna, weryfikacja i naprawa maszyn i urządzeń	24
4.3.1. Materiał nauczania	24
4.3.2. Pytania sprawdzające	35
4.3.3. Ćwiczenia	35
4.3.4. Sprawdzian postępów	36
4.4. Eksploatacja pomp, sprężarek, wentylatorów i dmuchaw	37
4.4.1. Materiał nauczania	37
4.4.2. Pytania sprawdzające	42
4.4.3. Ćwiczenia	42
4.4.4. Sprawdzian postępów	43
4.5. Eksploatacja kotłów	43
4.5.1. Materiał nauczania	43
4.5.2. Pytania sprawdzające	49
4.5.3. Ćwiczenia	49
4.5.4. Sprawdzian postępów	49
4.6. Eksploatacja dźwignic i przenośników	50
4.6.1. Materiał nauczania	50
4.6.2. Pytania sprawdzające	53
4.6.3. Ćwiczenia	53
4.6.4. Sprawdzian postępów	54
5. Sprawdzian osiągnięć	55
6. Literatura	58

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o użytkowaniu i obsłudze maszyn i urządzeń, a także ułatwi Ci wykonywanie instrukcji eksploatacji różnych maszyn i urządzeń.

Poradnik ten zawiera:

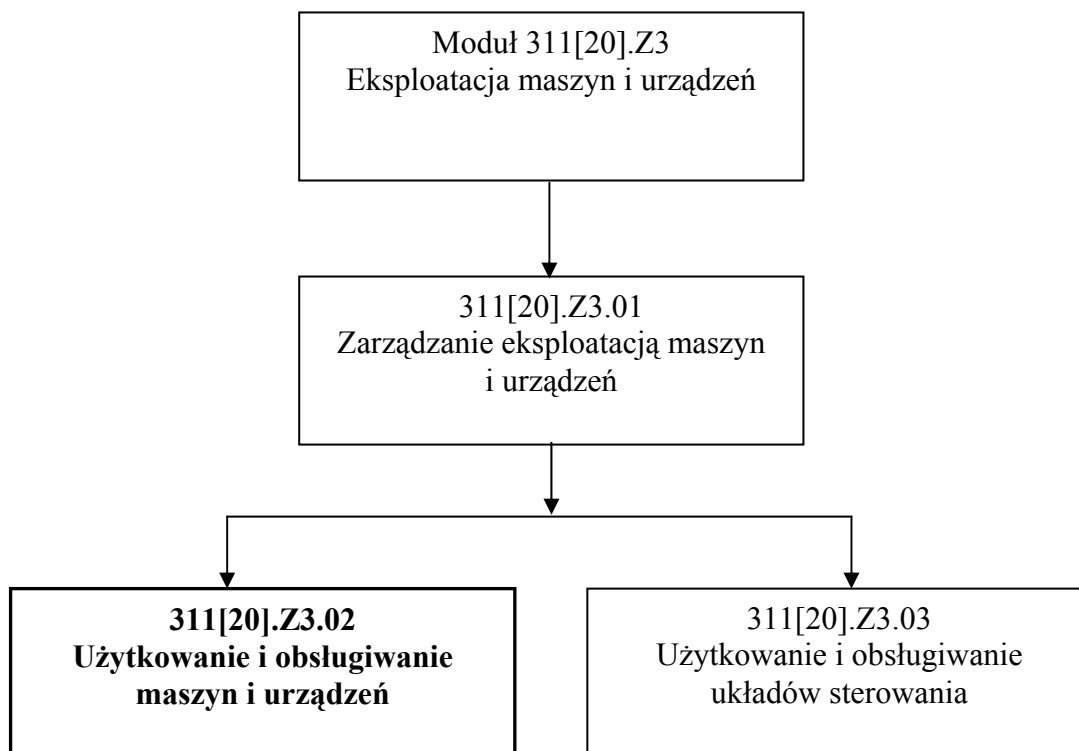
1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej.
2. Cele kształcenia tej jednostki modułowej.
3. Materiał nauczania (rozdział 4) umożliwia samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Wykorzystaj do poszerzenia wiedzy wskazaną literaturę oraz inne źródła informacji. Obejmuje on również ćwiczenia, które zawierają:
 - wykaz materiałów, narzędzi i sprzętu potrzebnych do realizacji ćwiczenia,
 - pytania sprawdzające wiedzę potrzebną do wykonania ćwiczenia,
 - sprawdzian teoretyczny,
 - sprawdzian umiejętności praktycznych.
4. Przykład zadania/ćwiczenia oraz zestaw pytań sprawdzających Twoje opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu całej jednostki. Zaliczenie tego ćwiczenia jest dowodem osiągnięcia umiejętności praktycznych określonych w tej jednostce modułowej. Wykonując sprawdzian postępów powinieneś odpowiadać na pytanie tak lub nie, co oznacza, że opanowałeś materiał albo nie.

Jeżeli masz trudności ze zrozumieniem tematu lub ćwiczenia, to poproś nauczyciela lub instruktora o wyjaśnienie i ewentualne sprawdzenie, czy dobrze wykonujesz daną czynność. Po przerobieniu materiału spróbuj zaliczyć sprawdzian z zakresu jednostki modułowej.

Jednostka modułowa: Użytkowanie i eksploatacja maszyn i urządzeń, której treści teraz poznasz jest jednym z modułów koniecznych do zapoznania się z eksploatacją maszyn i urządzeń – schemat 1.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bhp i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Przepisy te poznasz podczas trwania nauki.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu nauczania jednostki modułowej powinieneś umieć:

- stosować układ SI,
- posługiwać się podstawowymi pojęciami z zakresu statyki, dynamiki, kinematyki, takimi jak: masa, siła, prędkość, energia,
- obsługiwać komputer na poziomie podstawowym,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- analizować dokumenty techniczne w sposób logiczny,
- czytać ze zrozumieniem.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- scharakteryzować fizykochemiczne procesy powodujące zużycie i uszkodzenie maszyn i urządzeń,
- dobrać sposób zabezpieczenia przed korozją części maszyn i urządzeń,
- scharakteryzować rodzaje tarcia oraz wskazać sposoby jego zmniejszenia,
- scharakteryzować i dobrać materiały eksploatacyjne,
- scharakteryzować i dobrać sposób smarowania,
- posłużyć się dokumentacją techniczno-ruchową podczas planowania konserwacji maszyn i urządzeń,
- scharakteryzować rodzaje uszkodzeń maszyn i urządzeń,
- ocenić stan techniczny maszyn i urządzeń,
- określić przyczyny uszkodzeń maszyn i urządzeń,
- zakwalifikować części maszyn do naprawy i wymiany,
- scharakteryzować procesy regeneracji części maszyn,
- opracować proces technologiczny naprawy części maszyny,
- opracować instrukcję eksploatacji: pompy, sprężarki, wentylatora,
- kotła parowego, dźwignicy i przenośnika,
- zabezpieczyć przed korozją elementy maszyn,
- naprawić zużytą część maszyny,
- przeprowadzić konserwację wybranych maszyn transportowych i energetycznych,
- zastosować przepisy bhp, ochrony ppoż. i ochrony środowiska podczas użytkowania i obsługi maszyn i urządzeń.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Procesy zużywania maszyn i urządzeń

4.1.1. Materiał nauczania

Rodzaje zużycia urządzeń

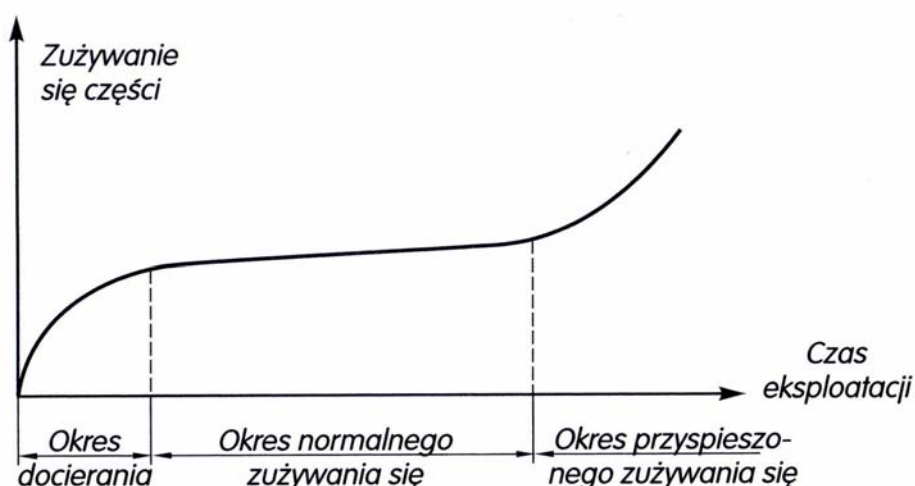
Użytkowane urządzenia mogą osiągnąć właściwą wydajność tylko wówczas, gdy ich mechanizmy będą miały zapewnione warunki pracy zgodne z ich założeniami i właściwościami konstrukcyjnymi. Zmiana tych warunków odbija się na pracy całego urządzenia, powodując przyspieszone zużycie mechanizmów i części, a nawet ich uszkodzenie.

Dokładne spełnianie warunków określonych w instrukcji producenta jest najważniejszym czynnikiem prawidłowej eksploatacji. W czasie eksploatacji urządzenie zużywa się, czyli następuje pogorszenie jego stanu technicznego. Urządzenie zużywa się naturalnie, nawet przy bardzo prawidłowej jego eksploatacji.¹

Naturalne zużycie urządzeń zależy od ich konstrukcji, a w szczególności od rodzaju połączeń. Naturalne zużycie rośnie proporcjonalnie do czasu pracy urządzenia. Tylko do określonej granicy zużycie nie powoduje zmian w jakości pracy mechanizmu i wtedy jest uważane za zużycie naturalne i dopuszczalne. Później następuje zużycie niszczące. Należy więc dokładnie uchwycić moment, w którym mechanizm osiągnął zużycie dopuszczalne i dokonać naprawy zapobiegającej zużyciu niszczącemu.

Zużycie naturalne dzieli się na mechaniczne i chemiczne.

Zużycie mechaniczne następuje przede wszystkim na skutek tarcia powstającego między współpracującymi ze sobą powierzchniami. Powoduje ono zmianę wymiarów i kształtów współpracujących części, a zatem powstawanie nadmiernych luzów. Zależność zużywania się części od czasu eksploatacji pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Zależność zużywania się części od okresu eksploatacji

Źródło: Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

¹ Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

Zużycie chemiczne polega na zmianach w strukturze powierzchni współpracujących części, powstających w wyniku korodującego oddziaływania kwasów zawartych w olejach i smarach oraz oddziaływania środowiska, w którym jest użytkowane urządzenie. Rozróżnia się również pojęcie niszczenia korozyjnego, które może być niezależne od użytkowania urządzenia, a wynikać z oddziaływania korodującego środowiska (np. pary kwasów w akumulatorni).

W zależności od czynników mających wpływ na proces zużycia chemicznego rozróżniamy korozję chemiczną i elektrochemiczną.

Korozja chemiczna metali jest to proces niszczenia wywołany bezpośrednim działaniem chemicznym suchych gazów lub środowisk ciekłych, któremu nie towarzyszy powstawanie prądu elektrycznego.

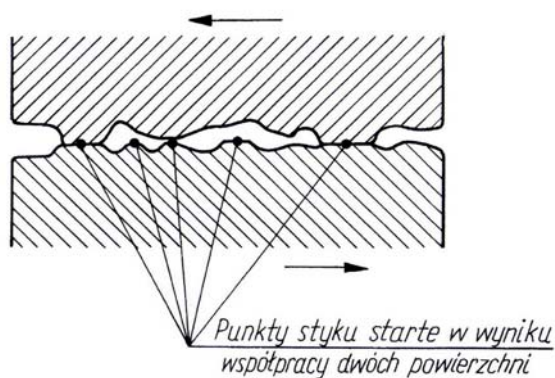
Korozja elektrochemiczna zachodzi wskutek przepływu prądu elektrycznego od jednej części metalowej do drugiej, przy czym elektrolitem jest najczęściej niewielka ilość wody z rozpuszczonymi solami lub kwasami. Zjawisko korozji elektrochemicznej może występować również między cząsteczkami metalu, gdy urządzenie nie podlega bezpośrednio wpływowi prądu elektrycznego, ale na jego powierzchni zbierają się ładunki elektrostatyczne (np. w okresie zimy ładunki elektrostatyczne zbierające się na karoserii samochodu przyspieszają ten proces w związku ze zwiększoną ilością soli i wody na jezdni, tworzących elektrolit).

W częściach maszyn narażonych na długotrwałe zmienne obciążenia może wystąpić zużycie zmęczeniowe. W wyniku tych obciążeń następuje osłabienie wewnętrznej struktury metalu, objawiające się drobnymi wewnętrznymi pęknięciami powodującymi zniszczenie części.

Oprócz zużycia fizycznego, powstałego w wyniku użytkowania urządzenia, wyróżnia się zużycie ekonomiczne. Urządzenia mogą nie ulec zużyciu fizycznemu, mogą nadal spełniać swoje zadania, ale z uwagi na postęp techniczny będą miały mniejszą wydajność i będą mniej nowoczesne od aktualnie konstruowanych i produkowanych.

Tarcie i jego rodzaje²

Przez tarcie, w jego najbardziej ogólnym pojęciu, są rozumiane zjawiska występujące w obszarze styku dwóch przemieszczających się względem siebie ciał, w wyniku których powstają opory ruchu.



Rys. 2. Przyleganie dwóch powierzchni płaskich przy tarcii czystym
Źródło: Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

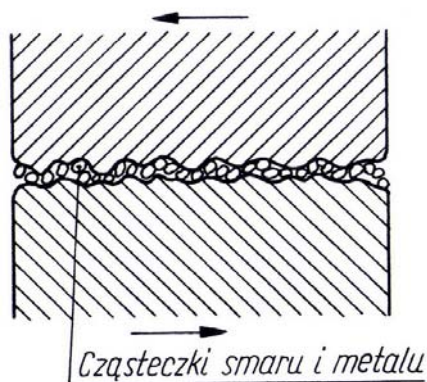
W zależności od sposobu smarowania rozróżnia się następujące rodzaje tarcia:

- czyste, gdy z wierzchołków mikronierówności powierzchni współpracujących części ocierają się cząsteczki złożone z tlenków metali, obnażając czyste powierzchnie i powodując ich bezpośrednie zużycie (rys. 2),
- suche, czyli tarcie powierzchni, na których nie ma smaru,
- graniczne, w którym między współpracującymi powierzchniami znajduje się minimalna warstwa smaru (rys. 3); na styku tych powierzchni powstaje powierzchnia nośna o specjalnych własnościach (związek

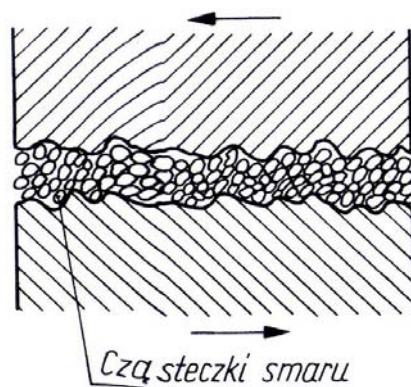
² Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

chemiczny smaru z cząsteczkami metalu),

- półsuche, które łączy w sobie cechy tarcia suchego i tarcia granicznego,
- płynne, w którym współpracujące powierzchnie są w pełni rozdzielone warstwą smaru tworzącą błonkę olejową, przy czym zewnętrzne ciśnienie przejmują warstwa ruchomego smaru (rys. 4); w czasie ruchu tarcie powstaje tylko między cząsteczkami smaru,
- półpłynne, które łączy w sobie cechy tarcia płynnego i granicznego.



Rys. 3. Tarcie graniczne



Rys. 4. Tarcie płynne

Źródło: Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

We współczesnych konstrukcjach urządzeń dąży się do tego, aby wszelkie połączenia ruchowe pracowały w warunkach tarcia płynnego, co ma decydujący wpływ na trwałość urządzeń.

Ponadto rozróżnia się jeszcze tarcie:

- kinetyczne - występuje wtedy, gdy występuje ruch między współpracującymi częściami,
- statyczne - występuje podczas wprawiania w ruch współpracujących części.

W zależności od sposobu przemieszczania się dwóch przyległych do siebie płaszczyzn rozróżniamy tarcie:

- ślizgowe, jeżeli powierzchnia jednego ciała przesuwana się (ślizga) po powierzchni drugiego ciała,
- toczne, jeżeli powierzchnia jednego ciała toczy się po powierzchni drugiego ciała.

Wymienione dotychczas podziały i rodzaje tarcia są zaliczane do tarcia zewnętrznego, ponieważ występuje ono na zewnętrznych powierzchniach ciał. Istnieje również tarcie wewnętrzne (np. w cieczach), gdy cząsteczki ciała przemieszczają się względem siebie.

Od prawidłowych warunków smarowania zależy zmniejszenie sił tarcia, a więc zależy trwałość połączeń ruchomych i zmniejszenie zużycia części. Dla maksymalnego zmniejszenia tarcia ślizgowego między powierzchnie dwóch ciał wtłacza się warstwę smaru, która je rozdziela. Takemu tarcu ślizgowemu nie towarzyszy ścinanie wierzchołków nierówności powierzchni ani żłobienie rys, gdyż obie powierzchnie nie stykają się ze sobą, a opór tarcia jest znacznie mniejszy.

Smarowanie³

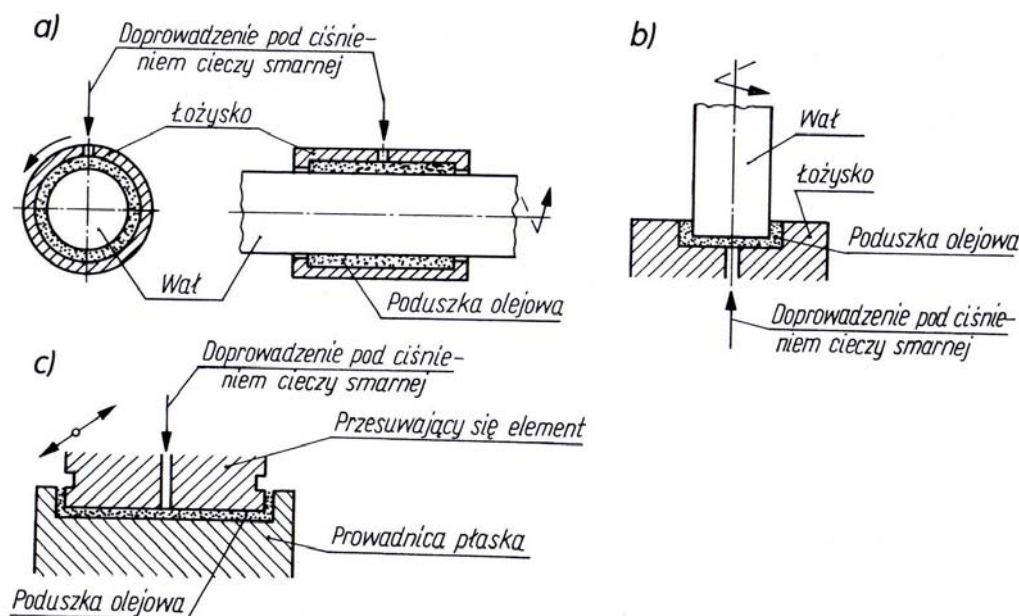
W zależności od metody powstawania warstwy smarującej, rozróżnia się smarowanie:

- hydrostatyczne,
- hydrodynamiczne.

³ Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

Smarowanie hydrostatyczne występuje wtedy, gdy dla uzyskania tarcia płynnego warstwa cieczy smarnej jest dostarczana pod ciśnieniem do obszaru między współpracującymi powierzchniami. Smarowanie hydrostatyczne jest stosowane w różnego rodzaju łożyskach promieniowych i osiowych oraz w przesuwnych prowadnicach ciężkich obrabiarek (rys. 5).

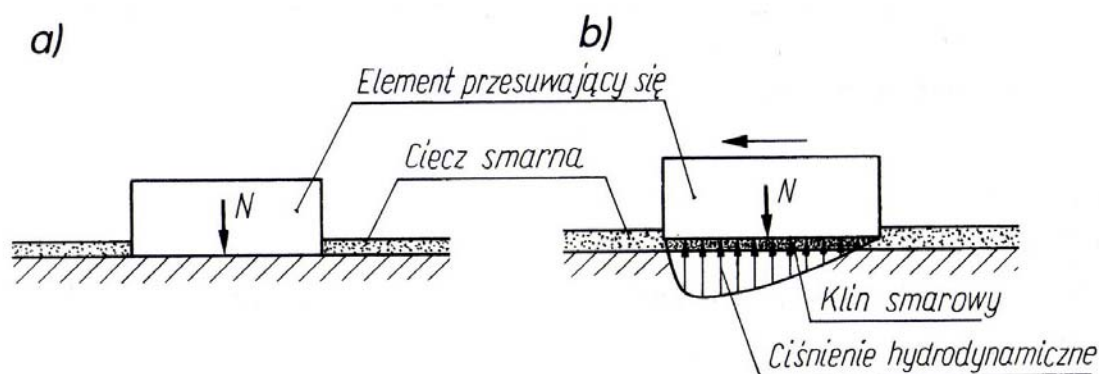
Smarowanie hydrodynamiczne występuje wówczas, gdy dla uzyskania tarcia płynnego niezbędna warstwa cieczy smarnej powstaje w wyniku ruchu względnego obu współpracujących elementów.



Rys. 5. Smarowanie hydrostatyczne: a) w łożysku ślizgowym promieniowym, b) w łożysku ślizgowym osiowym, c) w prowadnicy płaskiej

Źródło: Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

Ciecz smarna wypełnia całkowicie przestrzeń między współpracującymi elementami i jest dostarczana okresowo lub w sposób ciągły, gdy podczas ruchu współpracujących elementów wydziela się duża ilość ciepła. Ruch względny współpracujących elementów wytwarza w warstwie cieczy smarnej ciśnienie hydrodynamiczne. Obciążenie zewnętrzne działające na nieruchomy element (rys. 6a) powoduje wyciskanie cieczy smarnej spomiędzy współpracujących powierzchni. Gdy element ruchomy rozpoczyna ruch, jego powierzchnia porywa cząsteczki cieczy smarnej, a w wyniku tarcia wewnętrznego w cieczy powstaje ciśnienie hydrodynamiczne wytwarzające tzw. klin smarowy (rys. 6b).



Rys. 6. Powstawanie klina smarowego przy hydrodynamicznym smarowaniu powierzchni płaskich: a) w stanie spoczynku, b) w ruchu

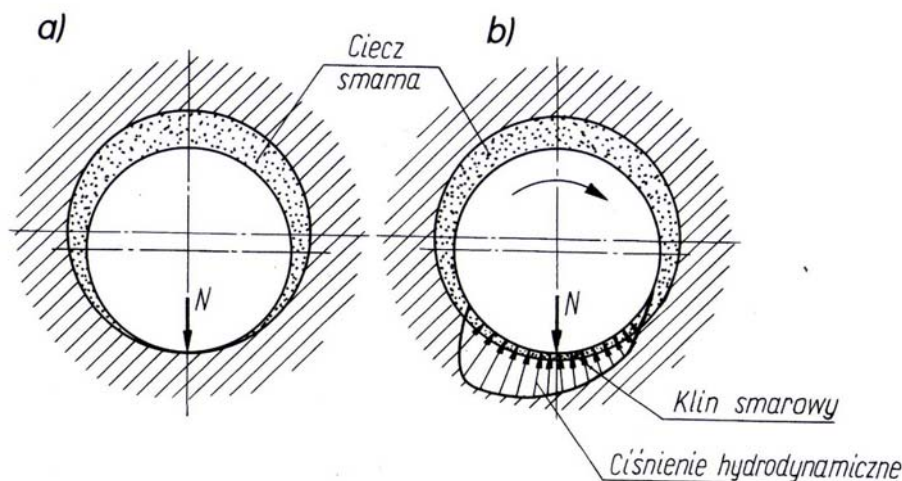
N- obciążenie zewnętrzne działające na powierzchni styku

Źródło: Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

Klin smarowy powstaje zawsze, gdy:

- między współpracującymi elementami istnieje dostatecznie duży luz,
- występuje duża różnica prędkości między współpracującymi elementami,
- zastosowana ciecz smarowa o dużej lepkości wnika między współpracujące elementy.

Klin ten unosi ruchomy element zapewniając tarcie płynne. Omówiony przykład dotyczy współpracy elementów płaskich. W podobny sposób tworzy się klin smarowy pomiędzy elementami obrotowymi, jak to ma miejsce w łożysku ślizgowym promieniowym (rys. 7). Z pokazanych przykładów smarowania hydrodynamicznego wynika, że stan i geometria współpracujących powierzchni odgrywają decydującą rolę w tworzeniu się klina smarowego i w warunkach smarowania. Im powierzchnie styku są wykonane dokładniej, tym lepsze są warunki smarowania.



Rys. 7. Powstawanie klina smarowego przy hydrodynamicznym smarowaniu łożyska ślizgowego promieniowego: a) w stanie spoczynku, b) w ruchu

N- obciążenie zewnętrzne działające na powierzchni styku

Źródło: Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

Technika smarowania⁴

Smarowanie jest dokonywane przez wprowadzenie między współpracujące powierzchnie ciała trzeciego (cieczy smarnej) o bardzo małym tarciu wewnętrznym, w celu zmniejszenia współczynnika tarcia. Smarowanie zmniejsza więc straty energii na pokonanie tarcia i zapobiega wczesnemu zużyciu części. Smarowanie spełnia również inne zadania, do których należą:

- częściowe zabezpieczenie przed korozją powierzchni metalowych,
- chłodzenie części oraz odprowadzanie ciepła spomiędzy współpracujących powierzchni,
- przyspieszenie procesu docierania,
- odprowadzenie z obszaru współpracy części zużytych cząstek materiałów.

Do smarowania maszyn i urządzeń używa się różnych gatunków olejów maszynowych i smarów stałych. Są one następujące:

- olej maszynowy 4 - do smarowania lekko obciążonych łożysk ślizgowych, pracujących przy dużych prędkościach obrotowych,
- olej maszynowy 8 - do smarowania lekko obciążonych łożysk ślizgowych i tocznych, pracujących przy dużych prędkościach obrotowych,
- olej maszynowy 10 - ma podobne zastosowanie jak olej maszynowy 8 oraz służy do smarowania wrzecion o prędkości obrotowej 4000 do 7000 obr/min,
- olej maszynowy 16 - do smarowania łożysk ślizgowych,
- olej maszynowy 26 - do smarowania lekko obciążonych łożysk ślizgowych i przekładni zębatych,
- olej maszynowy 40 - do smarowania średnio obciążonych łożysk ślizgowych i tocznych oraz przekładni zębatych i prowadnic,
- olej maszynowy 65 - ma podobne zastosowanie jak olej maszynowy 40, lecz przy większych obciążeniach i w podwyższonej temperaturze,
- olej maszynowy nisko krzepnący 4Z (temperatura krzepnięcia - 25°C) - do smarowania łożysk ślizgowych i tocznych przy prędkości obrotowej ponad 800 obr/min,
- olej maszynowy nisko krzepnący 10Z (temperatura krzepnięcia - 45°C) - do smarowania lekko obciążonych szybkoobrotowych łożysk tocznych i ślizgowych oraz wrzecion o prędkości obrotowej 4000-7000 obr/min,
- olej maszynowy nisko krzepnący 16 Z (temperatura krzepnięcia - 30°C) - do smarowania łożysk ślizgowych,
- olej maszynowy nisko krzepnący 26 Z (temperatura krzepnięcia - 25°C) - do smarowania lekko obciążonych łożysk ślizgowych i przekładni zębatych,
- olej maszynowy nisko krzepnący 40 Z (temperatura krzepnięcia - 20°C) - do smarowania średnio obciążonych łożysk ślizgowych oraz przekładni zębatych,
- smar maszynowy 1 - do smarowania lekko obciążonych powierzchni ślizgowych o temperaturze pracy do 50°C,
- smar maszynowy 2 - do smarowania średnio obciążonych powierzchni ślizgowych o temperaturze pracy do 60°C,
- smar maszynowy SLG-3 - do smarowania silnie obciążonych łożysk ślizgowych o temperaturze pracy do 140°C,
- smar maszynowy ŁT-1, ŁT-2, ŁT-3, ŁT-4S, ŁT-5, ŁT-1-13 - do smarowania łożysk tocznych w zależności od obciążenia łożyska, temperatury i warunków jego pracy.

Oleje nisko krzepnące stosuje się do smarowania maszyn i urządzeń pracujących w niskich temperaturach otoczenia. Pozostałe oleje mają temperaturę krzepnięcia +5°C i mogą być stosowane w maszynach pracujących w temperaturze pokojowej.

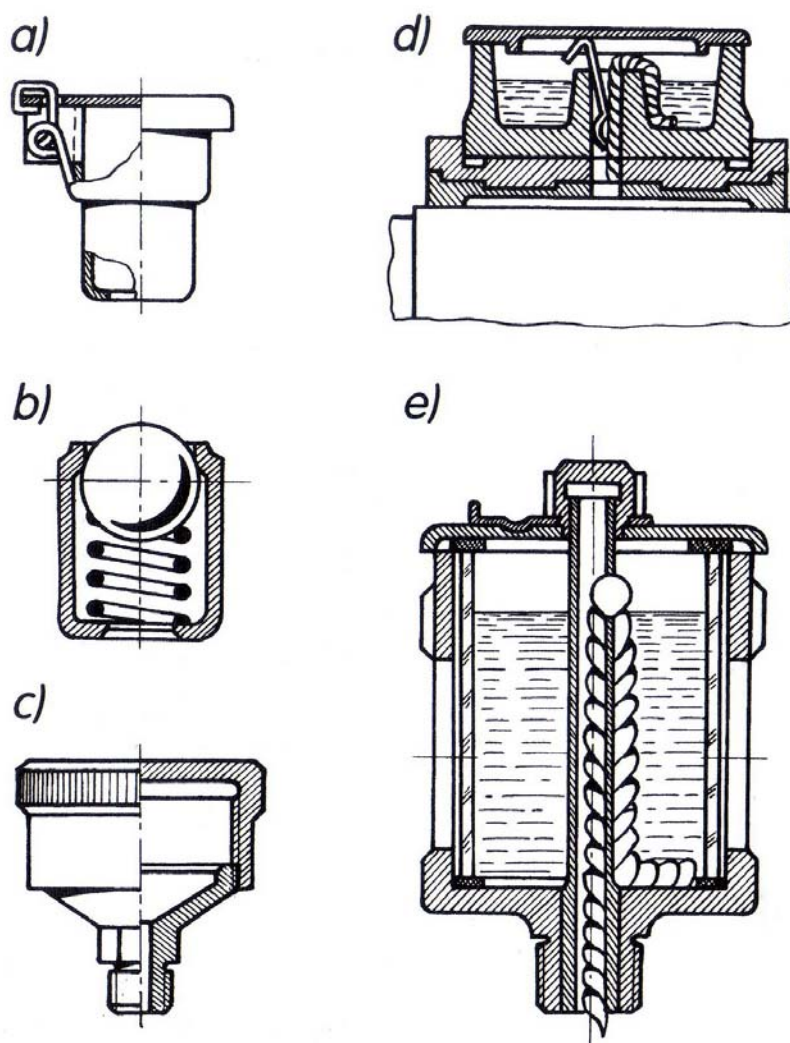
⁴ Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

W maszynach i urządzeniach stosuje się dwa podstawowe układy smarowania: indywidualny i centralny. Przy smarowaniu indywidualnym każdy punkt smarowania ma swój własny zbiornik napełniany okresowo. Smarowanie centralne polega na tym, że wiele punktów smarowania jest zasilanych ze wspólnego zbiornika.

Podstawowymi elementami układów smarowania, które znalazły zastosowanie w maszynach

i urządzeniach, są: smarownice, pompy, filtry, zawory rozdzielcze, zbiorniki, urządzenia kontrolne oraz przewody i złącza.

Smarownice są urządzeniami, które po ręcznym napełnieniu smarem lub olejem samoczynnie zasilają nim współpracujące części. Przykłady różnych smarownic pokazano na rys. 8.



Rys. 8. Smarownice: a) wprasowana w korpus z odchylną samozamykającą się pokrywką, b) wprasowana kulowa, c) wkręcana na smar stały, d) knotowa w korpusie pokrywy łożyska ślizgowego, e) knotowa ze zbiornikiem szklanym

Źródło: Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Wymień okresy eksploatacji urządzeń.
2. Wymień rodzaje zużycia urządzeń.
3. Określ sposoby zabezpieczenia przed korozją.
4. Scharakteryzuj smarowanie hydrostatyczne.
5. Scharakteryzuj smarowanie hydrodynamiczne.

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opracowanie instrukcji smarowania dla wiertarki WS15.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) opracować założenia dla instrukcji smarowania,
- 2) rozpoznać schemat urządzenia,
- 3) wykonać instrukcje smarowania,
- 4) zaprezentować wykonanie ćwiczenia,
- 5) dokonać oceny prawidłowości wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat wiertarki,
- DTR urządzenia,
- literatura wymieniona w punkcie 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Dobór smarów i innych materiałów eksploatacyjnych na podstawie dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR).

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) na podstawie przykładowej dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR) określić właściwości smarów i innych materiałów eksploatacyjnych,
- 2) na podstawie określonych właściwości dobrać smary i inne materiały eksploatacyjne,
- 3) wyniki zapisać w zeszycie do ćwiczeń.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR) urządzenia,
- zestawienie tabelaryczne właściwości smarów i innych materiałów eksploatacyjnych,
- katalogi smarów i środków eksploatacyjnych, katalog łożysk,
- literatura wymieniona w punkcie 6 poradnika dla ucznia.

4.1.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) scharakteryzować procesy zachodzące przy eksploatacji maszyn i urządzeń?	☐	☐
2) scharakteryzować zużywanie mechaniczne urządzeń?	☐	☐
3) opisać rodzaje tarcia w zależności od sposobu smarowania?	☐	☐
4) scharakteryzować smarowanie hydrostatyczne?	☐	☐
5) określić sposoby zabezpieczenia powierzchni narażonych na działanie korozji chemicznej metali?	☐	☐

4.2. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn i urządzeń

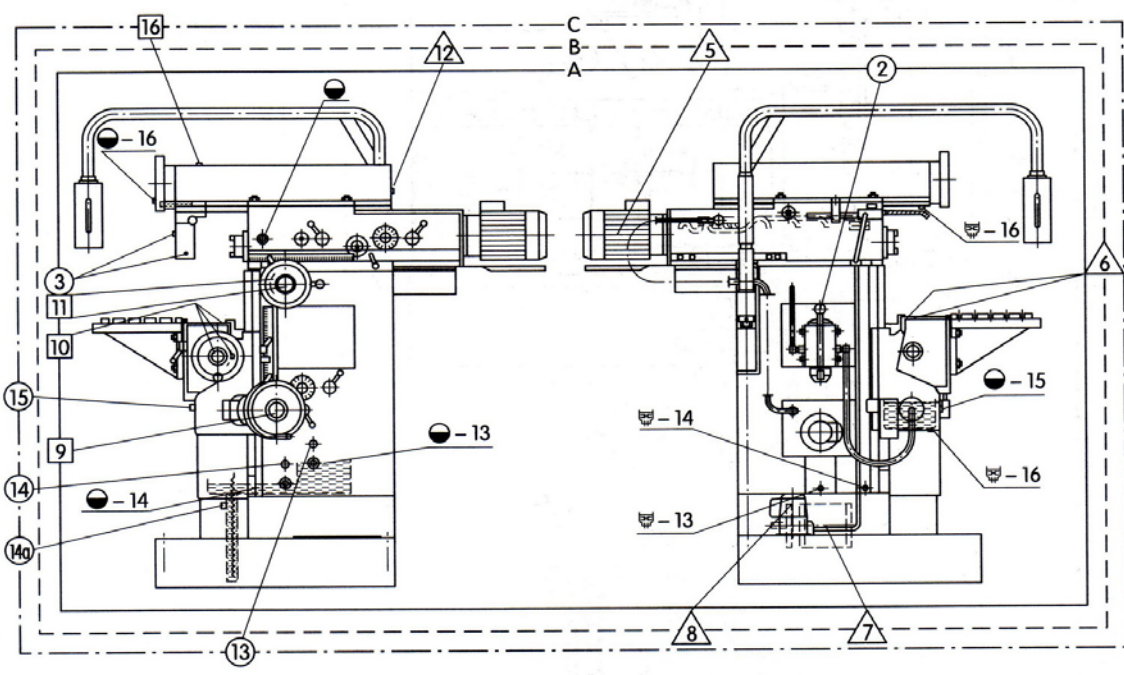
4.2.1. Materiał nauczania

Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn i urządzeń.

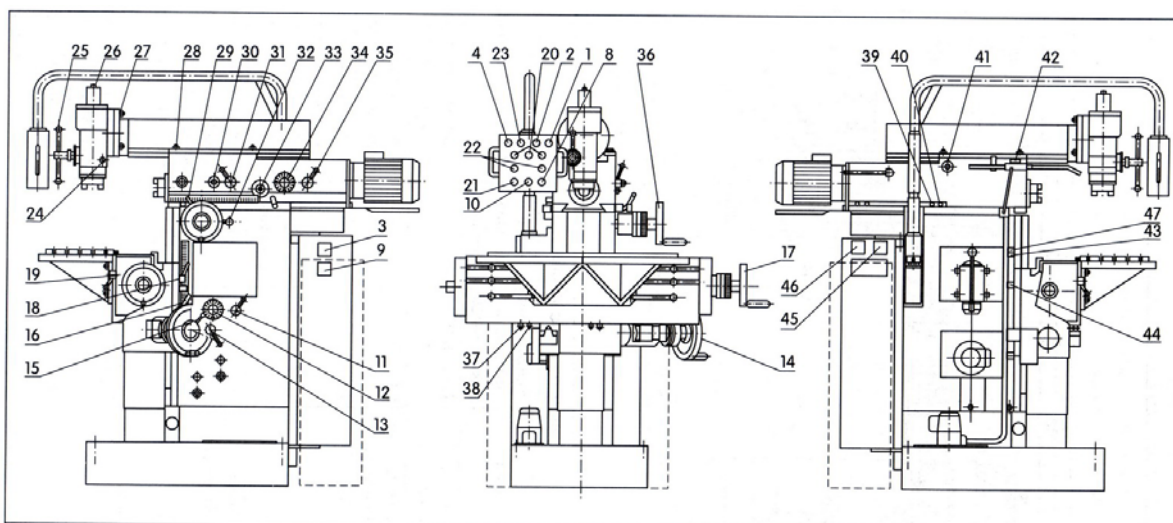
Dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR), zwana również paszportem maszynowym, jest opracowywana dla każdego urządzenia lub maszyny i powinna zawierać:

- charakterystykę techniczną i dane ewidencyjne,
- rysunek złożeniowy,
- wykaz wyposażenia normalnego i specjalnego,
- schematy kinematyczne, elektryczne i pneumatyczne.
- schemat funkcjonowania,
- instrukcję użytkowania,
- instrukcję obsługi,
- instrukcję konserwacji i smarowania,
- instrukcję bhp,
- normatywy remontowe,
- wykaz części zamiennych,
- wykaz faktycznie posiadanego wyposażenia,
- wykaz załączonych rysunków,
- wykaz części zapasowych.

Tablica 1. Instrukcja smarowania

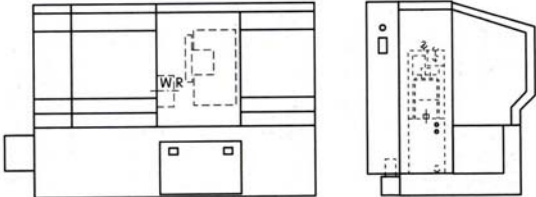
				
Instrukcja smarowania				
Miejsce	Zespół	Rodzaj oleju lub smaru plastycznego	Ilość na jeden punkt	Sposób smarowania
② ③	wrzeciennik, podtrzymka	Transol 75		smarowanie ręczne przy pomocy smarownicy
△ 5 △ 7 △ 8	silniki elektryczne i elektropompka	ŁT 43		smarowanie ręczne, wymienić raz w roku
△ 6 △ 12	wspornik	ŁT 43		smarowanie ręczne przy pomocy smarownicy i po odkręceniu pokrywek na kółkach ręcznych
□ 9 □ 10 □ 11	korpus, belka	26 Z	2÷3 suwy smarownicy	
⑬	wrzeciennik, skrzynka posuwów	16 Z, 26 Z	10 l	smarowanie obiegowe z pompki smarowniczej mechanicznej
⑭	korpus	Transol 75	1,5 l	smarowanie rozbryzgowe
⑮	wspornik	Transol 75	4,5 l	smarowanie z pompki smarowniczej ręcznej
□ 15	belka	26 Z	0,2 l	smarowanie rozbryzgowe

Źródło: Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004



1. Start głowicy szybkiej 2. Stop głowicy szybkiej oraz stop silnika głównego i posuwów 3. Włącznik główny 4. Lampa sygnalizacyjna włączenia frezarki do sieci 8. Włącznik elektropompki 9. Przełącznik kierunku obrotów wrzeciona prawo – lewo 10. Przycisk impulsowania 11. Dźwignia włączenia wybranych posuwów 12. Tarcza i pokrętło wybierania posuwów 13. Dźwignia wyboru zakresów posuwów 14. Pokrętło ręcznego przesuwu pionowego stołu 15. Dźwignia wyboru kierunku stołu – wzdłużny lub pionowy 16. Dźwignia zaciskania przesuwu wzdłużnego 17. Pokrętło ręczne przesuwu wzdłużnego stołu 18. Dźwignia zaciskania przesuwu pionowego 19. Dźwignia przełączenia przesuwu wzdłużnego na ręczny lub mechaniczny 20. Przyciski załączania i wyłączania prawo – lewo 21. Wyłącznik awaryjny 22. Przyciski załączania posuwów przyspieszonych prawo – lewo 23. Start silnika głównego i posuwów 24. Śruba zaciskania pinoli 25. Pokrętło wysuwu pinoli (wrzeciona głowicy) 26. Ściągacz do mocowania narzędzi we wrzecionie głowicy 27. Śruby mocujące głowicę	28. Śruby zaciskające belkę 29. Dźwignie zaciskania przesuwu wrzeciennika 30. Pokrętło załączenia lub odłączenia napędu głowicy pionowej 31. Dźwignia wyboru zakresu obrotów 32. Dźwignia przełączenia przesuwu wrzeciennika na ręczny lub mechaniczny 33. Pokrętło ściągacza do mocowania narzędzi we wrzecionie poziomym 34. Tarcza i pokrętło wybierania obrotów 35. Dźwignia włączenia wybranych obrotów 36. Pokrętło przesuwu ręcznego wrzeciennika 37. Zderzak krańcowy przesuwu wzdłużnego 38. Zderzak przestawny przesuwu wzdłużnego 39. Zderzak przestawny przesuwu wrzeciennika 40. Zderzak krańcowy przesuwu wrzeciennika 41. Pokrętło przesuwu ręcznego belki 42. Pokrętło regulacji wypływu chłodziwa 43. Zderzak krańcowy przesuwu pionowego – przy założonej osłonie prowadnic lub przy zdjętej osłonie, lecz wykluczający kolizję stołu pionowego i wrzeciennika nieważnej pracy 44. Zderzak przestawny przesuwu pionowego 45. Gniazda wtyczkowe głowicy szybkiej 46. Gniazda wtyczkowe lampy oświetleniowej 47. Zderzak krańcowy przesuwu pionowego – przy zdjętej osłonie prowadnic (uwaga na kolizję stołu i wrzeciennika w górnym położeniu przy zdjętym zderzaku 43)
---	--

Źródło: Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
KARTA MASZYNOWA																														
Nazwa Tokarka sterowana numerycznie														Typ TZC-63N/800																
Firma CHOFUM														Rok bud. 2002 Wypożyczenie normalne • Klucze obsługowe – trzpieniowe fajkowe sześciokątne:																
Wielkości podstawowe														– RWTg – 5PN-88/M-65041 – 1 szt. • Podkładki wibroizolacyjne 63-021-0000 CHOFUM																
Minimalna programowalna wielkość posuwu – 0,001 mm/obr														– RWTg – 6PN- 88/M-65041 – 1 szt. • Cylinder hydrauliczny uchwytu typ 1305-170/67/M BISON BIAL																
Maksymalna średnica toczenia – 800 mm														– RWTg – 8 PN- 88/M-65041 – 1 szt. • Cylinder hydrauliczny uchwytu 3A19-0000/000 CHOFUM																
Przesuw poprzeczny suportu (oś x) – 420 mm														– RWTg – 10 PN-88/M-65041 – 1 szt. • Cylinder hydrauliczny uchwytu 3 B19-0000/000 CHOFUM																
Przesuw wzdłużny suportu (oś z) – 460 mm														– RWTg – 14 PN-88/M-65041 – 1 szt. • Uchwyt tokarki φ 400 typ 2404-400 BISON BIAL																
Szybki przesuw suportu w osi x – 1200 mm/min, w osi z – 1500 mm/min														– RWTg – 19 PN-88/M-65041 – 1 szt. • Uchwyt tokarski φ 400 typ 2415-400 BISON BIAL																
Wrzeciennik														• Śruby fundamentowe – M24x350 wg PN-72/M-85061 – 7 szt. • Uchwyt tokarski φ 500 typ 2405-500 BISON BIAL																
Przelot – 80 mm														• Nakrętka – M24 wg PN-77/M-82008 – 7 szt. • Uchwyt tokarski φ 500 typ 2405-630 BISON BIAL																
Końcówka wrzeciona wg PN-ISO-702-1														• Podkładka φ M24 wg PN-77/M-82008 – 7 szt. • Tarcza zabierakowa (pod uchwyt 2404-400) 63-270-0300a CHOFUM																
Zakres prędkości obrotowych wrzeciona (1:1) – 10÷1800 obr/min														• Płyta dociskowa (240_80_20) – 7 szt. • Tarcza zabierakowa (pod uchwyt 2415-400) 63-270-0400 CHOFUM																
Zakres prędkości obwodowych wrzeciona (1:4) – 10÷1800 obr/min														• Pręt φ 20_80 – 7 szt. • Tarcza zabierakowa (pod uchwyt 2405-500) 63-272-0100 CHOFUM																
Maksymalny moment obrotowy na wrzecionie (1:1) – 420 Nm														• DTR – 1 szt. • Tarcza zabierakowa (pod uchwyt 2405-630) 63-273-0100 CHOFUM																
Maksymalny moment na wrzecionie (1:4) – 180 Nm																														
Kołnierz wrzeciona A2-11 wg PN-ISO-702-1																														
Moc napędu przy 100%/60% cyklu maksymalnego obciążenia – 22/27 kW																														
Głowica narzędziowa Ilość pozycji narzędziowych – 12																														
System mocowania oprawek narzędziowych wg DIN 69880 φ 40 mm																														
Przekrój trzonka noża – 25x35 mm																														
Moment obrotowy na wrzecionie napędu narzędzi obrotowych – 25 Nm																														
Maksymalne obroty narzędzi obrotowych – 5300 obr/min																														
Stożek tulei Morse'a nr 5																														
Łoże z suportem krzyżowym																														
Pochylenie wraz z prowadnicami – 45°																														
Serwonapędy – AC typu SIMODRIVE																														
Wymiary gabarytowe																														
Długość – 2850 mm																														
Szerokość – 1700 mm																														
Masa – 5600 kg														Sporządził: data Nazwisko																
Warunki pracy – temperatura otoczenia – max. +40° C, wilgotność otoczenia – max 85%																														
Napęd główny – silnik AC typ 1PH7 167 z motoreduktorem ZF 2K300 o zmiennym przełożeniu 1:1, 1:4																														
Napięcie zasilania – 3x380 V AC														Układ sterowania – SINUMERIK 810D/DE Napięcie sterowania – 220 V AC/24 V DC Próba prądu – 80 A																
Uwagi:																														

Źródło: Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

- Dla obrabiarek DTR jest bardzo obszerna i zawiera:
- dane ewidencyjne,
 - spis rysunków,
 - opis techniczny z określeniem wielkości charakterystycznych obrabiarki i wykazem wyposażenia normalnego i specjalnego,
 - opis sposobu transportowania obrabiarki ilustrowany rysunkami wskazującymi miejsca założenia lin podczas transportu suwnicą,

- opis ustawienia i fundamentowania obrabiarki na stanowisku pracy wraz z rysunkiem fundamentu,
- opis przyłączenia obrabiarki do sieci elektrycznej oraz jej uziemienia lub zerowania,
- opis sposobu czyszczenia obrabiarki przed uruchomieniem,
- instrukcję smarowania (tabl. 1),
- opis przeznaczenia (wraz z rysunkiem) poszczególnych dźwigni, korb, pokręteł, wyłączników (tabl. 2),
- opis sposobu uruchomienia obrabiarki,
- szczegółowy opis eksploatacji obrabiarki,
- schemat elektryczny ideowy i montażowy wraz z opisem,
- schemat kinematyczny obrabiarki,
- opis poszczególnych zespołów i mechanizmów obrabiarki wraz z rysunkami zestawieniowymi poszczególnych zespołów,
- opis wyposażenia normalnego i specjalnego wraz z uwagami dotyczącymi jego użytkowania,
- opis regulacji i usuwania usterek w poszczególnych zespołach i mechanizmach obrabiarki,
- określenie cyklu naprawczego oraz uwagi dotyczące konserwacji, przeglądów, remontu bieżącego, remontu średniego i remontu głównego oraz odbioru technicznego po remontach,
- katalog części zamiennych,
- karty pomiarów dokładności obrabiarki.

W przedsiębiorstwie, które zakupiło urządzenie lub maszynę, dokumentację DTR otrzymuje dział głównego mechanika. Jeżeli nie zawiera ona oddzielnie wykonanych instrukcji smarowania i obsługi, to dział głównego mechanika powinien opracować takie instrukcje na podstawie DTR i umieścić je na stanowisku pracy. Dział głównego mechanika opracowuje na podstawie DTR kartę maszynową, która zawiera:

- dane ewidencyjne, czyli nazwę maszyny, typ, nr fabryczny, nr inwentarzowy, rok budowy, rok ustawienia i miejsce ustawienia,
- wielkości charakterystyczne maszyny,
- rysunek lub zdjęcie maszyny,
- wymiary zewnętrzne maszyny i jej masę,
- dane dotyczące napędu,
- dane dotyczące wyposażenia normalnego i specjalnego,
- dane eksploatacyjne maszyny.

Kartę maszynową dla tokarki TZC-63N4/800 przedstawia tablica 3. Na podstawie DTR i karty maszynowej dział głównego mechanika opracowuje również kartę remontów maszyny (tabl. 4), w której ustala się cykl remontowy oraz plan przeglądów i remontów. W niektórych zakładach stosuje się jedną kartę, która zawiera zarówno dane dotyczące maszyny, jak i dane dotyczące remontów.

Tablica 4. Karta remontów

Karta remontów maszyny nr		Nazwa maszyny												Nr inwentarzowy	
Wytwórca		Typ	Rok budowy		Wielkości charakterystyczne								Liczba jednostek remontowych		
Przedsiębiorstwo użytkujące		Wydział			Data zainstalowania				Charakter pracy						
Struktura cyklu remontowego K - - K															
Rok	Liczba zmian	Plan i zapisy wykonania remontów												Liczba godzin pracy w roku	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Znaki umowne:			Rodzaj remontu												
Planowanie Wykonanie			Kapitałny K			Średni S			Bieżący B			Przegląd P			
															
															
Lp.	Nazwa części	Oznaczenie części	Orientacyjny okres trwałości w h	Daty remontów											
				Wymieniona liczba sztuk											
	a) części szybko zużywające się														
	b) inne części														

Źródło: Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

Zasady bezpiecznego użytkowania maszyn.

Istotnym czynnikiem wpływającym na jakość i wydajność pracy jest bezpieczeństwo i higiena pracy. Stworzenie bezpiecznych, higienicznych warunków pracy jest obowiązkiem

pracodawcy. Operator (bezpośredni użytkownik) maszyny musi przestrzegać w pełni ustanowionych w tym zakresie przepisów. Przepisy takie określa się najczęściej w sposób zwięzły w formie instrukcji. Mogą to być instrukcje BHP, dotyczące wszystkich pracowników przedsiębiorstwa, a także dotyczące użytkowania konkretnych maszyn i urządzeń, tzw. instrukcje stanowiskowe przeznaczone dla operatorów.

Instrukcja BHP użytkowania tokarki kłowej – przykład instrukcji stanowiskowej.

Uwagi ogólne

Do samodzielnej pracy na tokarce może być dopuszczony pracownik, który ma:

- ukończone 18 lat,
- przygotowanie zawodowe potwierdzone właściwym dokumentem,
- dobry stan zdrowia potwierdzony świadectwem lekarskim.

Do pracy pracownik powinien przystąpić wypoczęty, trzeźwy, ubrany w odzież roboczą bez luźnych i zwisających elementów, rękawy kurtki (kombinezonu) powinny być opięte wokół nadgarstków lub podwinięte, włosy przykryte beretem, czapką lub chustą.

Podstawowe czynności przed rozpoczęciem pracy

Pracownik powinien:

- zapoznać się dokładnie z dokumentacją wykonawczą,
- zaplanować kolejność wykonywania niezbędnych czynności,
- przygotować niezbędne narzędzia, pomoce warsztatowe, potrzebne ochrony osobiste, haczyk do usuwania wiórów, zmiotki.

Czynności przed uruchomieniem tokarki

Pracownik powinien:

- sprawdzić stan techniczny tokarki, a przede wszystkim skontrolować czy osłony i zabezpieczenia są sprawne, ekrany ochronne dostatecznie przezroczyste, obrabiany przedmiot jest dostatecznie mocno zamocowany, czy w uchwycie lub tarczy nie pozostawiono klucza, czy narzędzia skrawające (noże) są prawidłowo zastrzone, czy element wystający z wrzeciennika (pręt) jest zabezpieczony, czy w instalacji elektrycznej i oświetleniowej nie ma widocznych uszkodzeń, czy uchwyty i tarcze nie są nadmiernie zużyte,
- uruchomić tokarkę na biegu jałowym i sprawdzić prawidłowość działania poszczególnych elementów.

Zasadnicze czynności podczas pracy tokarki

Pracownik powinien:

- zamocować element obrabiany w uchwycie lub tarczy w sposób pewny,
- narzędzia skrawające muszą być zamocowane w imaku w sposób pewny,
- elementy długie (rury, pręty) powyżej 800 mm mocować za pomocą kła i konika, a powyżej 1500 mm zastosować okular lub podtrzymkę,
- stosować okulary ochronne i sprzęt ochrony dróg oddechowych podczas obróbki materiałów odpryskowych i pyłących (żeliwo, tworzywa sztuczne),
- wymieniać narzędzia w imaku tylko po zatrzymaniu tokarki,
- płótna ścierne do wygładzania elementu mocować na specjalnej deseczce,
- wystające elementy z wrzeciennika zabezpieczyć specjalnymi wspornikami,
- do usuwania wiórów wstępowych używać tylko haczyka z osłoną,
- obrabiany przedmiot i narzędzie chłodzić emulsją za pomocą pompki lub olejarki,
- stosować sprzęt ochrony przeciw hałasowi (ochronniki, wkładki) podczas szczególnie hałaśliwych procesów (np. skrawania twardych materiałów z dużą prędkością),
- stosować osłonę uchwytu lub tarczy podczas pracy,
- dosuwać ostrożnie narzędzie do obrabianego przedmiotu,
- stale obserwować proces obróbki,

- do zakładania lub zdejmowania ciężkich przedmiotów stosować pomocnicze urządzenia dźwignicowe (żurawiki, podnośniki, suwnice),
- do pracy używać tylko nieuszkodzonych, właściwych narzędzi i osprzętu,
- podczas wykonywania pracy zwracać uwagę tylko na wykonywane czynności,
- nigdy nie zostawiać pracującej tokarki bez dozoru,
- zachowywać prawidłową pozycję ciała w czasie użytkowania tokarki,
- każdy zaistniały wypadek przy pracy zgłaszać przełożonemu, a stanowisko pracy pozostawić w takim stanie, w jakim nastąpił wypadek.

Czynności zabronione

Tokarzowi zabrania się:

- użytkować tokarkę w ruchu w rękawicach ochronnych lub z luźno obandażowanymi dłońmi,
- ochładzać obrabiany element i narzędzie podczas obróbki za pomocą mokrych szmat lub paków,
- dokonywać pomiarów lub sprawdzać ręką chropowatość obrabianej powierzchni w czasie ruchu wrzeciona,
- hamować ręką uchwyt tokarski,
- usuwać wióry bezpośrednio ręką,
- zdejmować osłony w czasie ruchu tokarki,
- smarować i konserwować tokarkę będącą w ruchu,
- wykonywać pracę bez zabezpieczenia włosów (beretem, czapką lub chustą),
- stosować do oświetlenia miejscowego lamp o napięciu wyższym niż 24V,
- dopuszczać do użytkowania tokarki inne osoby bez zgody przełożonego,
- samodzielnie naprawiać tokarkę,
- w trakcie obróbki układać na łożu tokarki narzędzia, osprzęt, przyrządy pomiarowe,
- obsługiwać urządzenia dźwignicowe bez posiadania odpowiednich uprawnień.

Czynności po zakończeniu pracy

Pracownik powinien:

- odłożyć obrabione przedmioty na wyznaczone miejsce (tzw. odkładcze),
- wyłączyć dopływ energii elektrycznej do tokarki,
- oczyścić łożo tokarki z odpadów i wiórów i zakonserwować łożo olejem,
- uporządkować stanowisko pracy, narzędzia, sprzęt ochronny i pomocniczy; usunąć rozlane chłodziwo i olej.

Uwaga końcowa

W razie wątpliwości dotyczących zachowania warunków bezpieczeństwa podczas wykonywania powierzonych pracy, pracownik ma prawo ją przerwać i zwrócić się do przełożonego o wyjaśnienie sytuacji.

Ocena ryzyka zawodowego

Ważnym elementem oceny bezpiecznego użytkowania maszyn jest ocena ryzyka zawodowego na określonym stanowisku pracy. W związku z tym opracowuje się dokumentację, która obejmuje:

- 1) przygotowanie do oceny stanowiska pracy:
 - ustalenie wymagań ogólnych dla pomieszczenia, stanowiska pracy i pracownika,
 - identyfikację zagrożeń i stosowanych środków ochrony;
- 2) opracowanie karty pomiaru ryzyka zawodowego:
 - szacowanie sumarycznej kategorii ryzyka w zależności od spełnienia wymagań ogólnych i stosowanych środków ochrony,
 - porównanie sumarycznej kategorii ryzyka ustalonej przez pracodawcę z kategorią określoną przez ekspertów;
- 3) opracowanie dokumentacji programu naprawczego:

- opracowanie planu działań korygujących i zapobiegawczych,
- zapoznanie pracowników z wynikami oceny,
- ustalenie daty następnej oceny.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Scharakteryzuj zadania dokumentacji techniczno-ruchowej urządzenia.
2. Co dokumentacja techniczno-ruchowa powinna zawierać?
3. Gdzie powinna się znajdować dokumentacja techniczno-ruchowa w przedsiębiorstwie?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opracować przykładową dokumentację techniczno-ruchową urządzenia w formie projektu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) opracować charakterystykę techniczną i dane ewidencyjne,
- 2) opracować instrukcje użytkowania,
- 3) opracować instrukcje konserwacji i smarowania,
- 4) zastosować instrukcję bhp,
- 5) opracować instrukcje obsługi.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model urządzenia do opracowania DTR,
- normy potrzebne do opracowania DTR,
- rysunki złożeniowe urządzenia,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.2.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) określić zadania dokumentacji techniczno-ruchowej wybranego urządzenia?	☐	☐
2) scharakteryzować 2-3 elementy składowe dokumentacji techniczno ruchowej?	☐	☐
3) opisać dział, w którym powinna się znajdować dokumentacja techniczno-ruchowa?	☐	☐

4.3. Diagnostyka techniczna, weryfikacja i naprawa maszyn i urządzeń

4.3.1. Materiał nauczania

Diagnostyka techniczna

Diagnostyka (gr. diagnosis - rozpoznanie, ustalenie) jest nauką o procesach i metodach uzyskiwania informacji o obiekcie i jego otoczeniu (a w nim również o człowieku) oraz o relacjach (oddziaływaniach) występujących między nimi. Obiektem może być każdy twór materialny lub abstrakcyjny. W takim ujęciu zakres diagnostyki jest niezmiernie szeroki, a charakter procesów, jakich dotyczy, złożony.

Diagnostyka techniczna dotyczy środków i sposobów rozpoznawania stanu technicznego obiektu na podstawie obserwacji skutków jego działania, badań prowadzonych technikami bezinwazyjnymi i bez demontażu obiektu. Diagnozę uzyskuje się w procesie diagnostycznym. Jest to ciąg czynności zmierzających do określenia bieżącego stanu obiektu technicznego oraz oceny przeszłych i przyszłych jego stanów z uwzględnieniem oddziaływań operatora i otoczenia, w którym ten obiekt działa. Upraszczając, diagnostyka techniczna to nauka o rozpoznawaniu stanów technicznych obiektów.

Pojęcie rozpoznanie stanów technicznych dotyczy dowolnej chwili istnienia obiektów technicznych, czyli teraźniejszości, przyszłości i przeszłości. Badania i ocena stanów technicznych umożliwia ustalenie przyczyn, a także przewidywanie zmian tych stanów.

Diagnostyka techniczna to również praktyczne czynności diagnostów (np. w stacjach obsługi samochodów), zmierzające do określenia aktualnego stanu technicznego (w tym wypadku samochodów).

Obiektem badań (przedmiotem diagnozy) może być cały obiekt (np. pojazd, obrabiarka), zespół (np. silnik, przekładnia zębata), podzespół (np. układ korbowo-łokowy), para kinematyczna (np. łożysko toczne), pojedyncza część (np. tłok, wałek atakujący), a nawet cały system (np. system eksploatacji majątku przedsiębiorstwa przemysłowego).

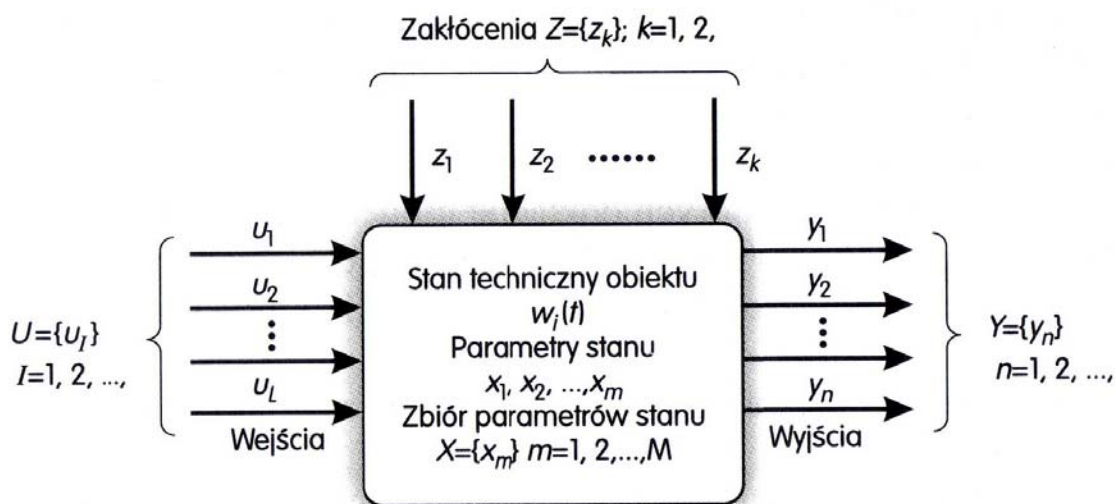
Założenia diagnostyki⁵

Stan maszyny lub procesu można określić za pomocą wielkości fizycznych. Mierzy się wartości tych wielkości w chwili t przeprowadzania badania, $t \in [t_0, t_k]$, gdzie t_0 - chwila początkowa pracy maszyny lub procesu, t_k - chwila końcowa. Przed pomiarem należy określić, które wielkości fizyczne mogą być wykorzystane w pomiarach diagnostycznych, gdzie można umieścić czujniki pomiarowe oraz jaka jest skuteczność informacyjna pomiaru. Najważniejszy warunek, jaki musi spełnić wielkość fizyczna, aby można ją było uznać za podstawę do wyznaczania stanu maszyny (procesu), to istnienie zależności między zmianą wartości tej wielkości a zmianą stanu maszyny.

Obiekt badań (przedmiot diagnozy) traktuje się jako system (np. silnik spalinowy), w którym wyodrębnia się zmienne (rys. 9):

- stanu X (np. luzy, zużycie części mechanicznych),
- wejściowe U (np. ilość dostarczonego paliwa, zapotrzebowanie na moc),
- wyjściowe Y (np. drgania, ilość produktów procesu zużywania, uzyskiwana moc),
- zakłóceń Z (np. temperatura otoczenia, wilgotność powietrza, zanieczyszczenie paliwa, zanieczyszczenie powietrza).

⁵ Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004



Rys. 9. Obiekt techniczny (przedmiot diagnozy) jako system: U – zbiór zmiennych wejściowych (wymuszeń), Z – zbiór zmiennych zakłóceń, X – zbiór zmiennych stanu (parametrów stanu), Y – zbiór zmiennych wyjściowych (parametrów diagnostycznych)
 Źródło: Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

Sygnałem diagnostycznym nazywa się przebieg zmian wartości wielkości fizycznej charakteryzujący się tym, że przenosi w przestrzeni i czasie wiadomości o stanach badanego obiektu. Na ogół tylko niektóre cechy sygnału diagnostycznego zawierają wiadomości. Są to czynne cechy tego sygnału, zwane symptomami (parametrami sygnału). Parametr sygnału (symptom stanu) to miara sygnału, która zmienia się istotnie wraz ze zmianą stanu technicznego obiektu. Oznacza to, że między stanem obiektu w danej chwili t a opisującą ten stan wartością zmiennej wyjściowej istnieje następująca relacja wynikania (implikacja): jeśli obiekt znajduje się w stanie A , to wielkość fizyczna przyjmuje wartość B . Sygnał zawiera również szумы, które nie są nośnikami wiadomości. Pojęcia sygnału i szumu są jednak względne, gdyż to co dla jednego obserwatora jest wiadomością, dla innego może być tylko szumem i na odwrót.

Sygnał diagnostyczny to zmienna wyjściowa, której parametry muszą spełniać warunki: czułości, jednoznaczności, stabilności i jak największej pojemności informacji.

Parametry diagnostyczne wybrane do badań i oceny stanu obiektu technicznego powinny spełniać też warunek niezależności i zupełności. (Parametry zależne niosą tę samą informację). Wybór niezależnych i zupełnych parametrów stanu, a także parametrów diagnostycznych, jest bardzo ważnym zagadnieniem i w literaturze nosi nazwę redukcji wektora obserwacji (sygnału). Zatem im zbiory parametrów są mniejsze, tym mniejsze są koszty diagnozowania obiektów.

Zbiór U zmiennych wejściowych $u_1(t)$, $u_2(t)$, ..., $u_l(t)$ (patrz rys. 9), zwany także wymuszeniami, określa oddziaływania, którym podlega przedmiot diagnozy podczas badań i oceny jego stanu lub/i warunków pracy (np. są to ilość dostarczonego paliwa, oddziaływanie rolek stacjonarnych stanowiska hamulcowego na koła samochodu, prędkość obrotowa wału korbowego silnika, obciążenie silnika, temperatura cieczy chłodzącej i oleju).

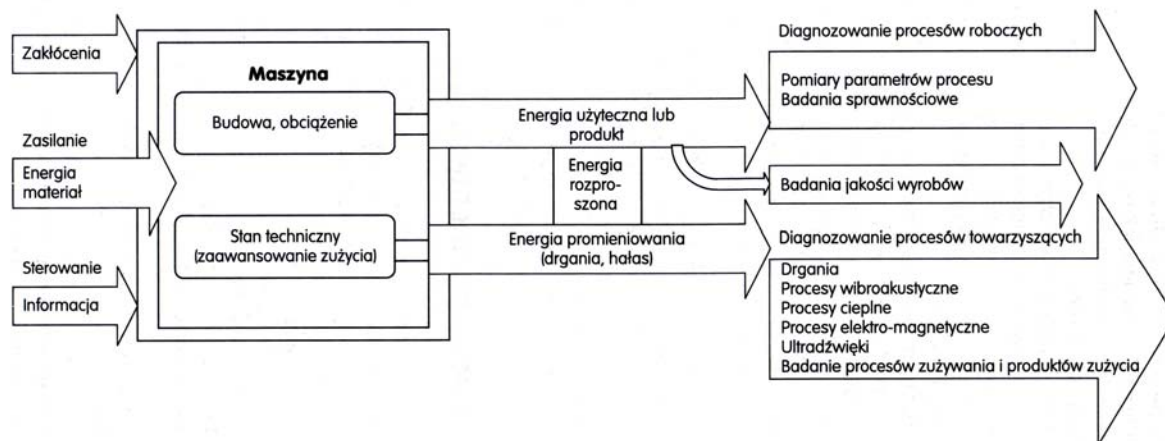
W badaniach diagnostycznych obiektów technicznych, np. pojazdów, wymaga się ścisłego ustalenia wejść (wymuszeń), tak żeby wszelkie zmiany sygnałów diagnostycznych były spowodowane jedynie zmianą ich stanu technicznego.

Zbiór Z zmiennych zakłóceń $z_1(t)$, $z_2(t)$, ..., $z_p(t)$ powodujących błędy diagnozy obejmuje (patrz rys. 10):

- warunki otoczenia, tj. temperaturę, wilgotność powietrza, stopień zanieczyszczenia atmosfery, których dokładne ustalenie jest niemożliwe;
- warunki diagnozowania obiektu, tzn. prędkość obrotową, obciążenie, temperatury cieczy chłodzących i środków smarnych, których dokładne ustalenie nie jest niemożliwe;
- parametry stanu obiektu, które nie zostały uwzględnione w jego modelu diagnostycznym;
- błędy w blokach pomiarowych dopasowujących i przetwarzających oraz w innych urządzeniach diagnostycznych;
- inne zmienne.

Urządzenia (w tym maszyny) to systemy otwarte, w których występuje przepływ masy, energii i informacji. Są to więc układy, które przekształcają energię z towarzyszącym jej rozproszeniem wewnętrznym i zewnętrznym. Wejściowy strumień masy (materiału), energii i informacji jest przetworzony na dwa strumienie wyjściowe. Jednym jest energia użyteczna (w innej, pożądanej formie) lub produkt. Drugi strumień to energia rozpraszana – częściowo do środowiska, a częściowo zgromadzona w obiekcie jako efekt różnych procesów zużycia. Stan techniczny obiektu możemy określić obserwując jego wyjście główne, czyli funkcjonowanie (przekształcanie energii lub wytwarzanie produktu) oraz wyjście rozproszeniowe (różnego rodzaju procesy towarzyszące – resztkowe, np. termiczne, wibracyjne, akustyczne, elektromagnetyczne). Obserwacja tych wyjść umożliwia diagnozowanie stanu technicznego obiektu, co pokazano na rysunku 10.

Pierwszy sposób diagnozowania obiektu to wykorzystanie parametrów procesów roboczych. Następuje w nich przenoszenie energii lub zamiana jednego rodzaju energii w inny, np. spalanie paliwa, przenoszenie energii mechanicznej w układach napędowych maszyn, zamiana energii mechanicznej na elektryczną.



Rys. 10. Schemat procesów występujących w maszynie i możliwości diagnozowania

Źródło: Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

Drugi sposób polega na obserwacji procesów towarzyszących, które są wtórnymi efektami procesów roboczych, np. drgania, hałas, ciepło.

Trzeci sposób obejmuje badania jakości produktów (wyrobów) obiektów technicznych, zgodności wymiarów, pasowań. Im lepsza jakość produkcji, tym lepszy stan techniczny obiektów.⁶

Informację o stanie obiektów technicznych można uzyskać także za pomocą procesów fizyko-chemicznych (magnetycznego, promieniowania rentgenowskiego,

⁶ Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

promieniotwórczości i innych) niezwiązanych z funkcjonowaniem obiektów, lecz wytwarzanych przez specjalne urządzenia zewnętrzne, wykorzystywane podczas diagnozowania. Ważny jest wybór miejsca pomiaru wartości zmiennej. Można go dokonać bezpośrednio na maszynie lub poza jej obrysem. Gdy pomiarowi podlega wielkość fizyczna zmieniająca się wraz ze zmianą energii emitowanej poza maszynę lub poza strefę działania procesu (dotyczy to np. temperatury, hałasu), albo gdy pomiarowi podlega wielkość charakteryzująca materię wyniesioną poza maszynę lub wyodrębnioną ze strefy procesu przez nią realizowanego (dotyczy to np. składu spalin, zapylenia otoczenia), wówczas instaluje się czujniki pomiarowe.

Zwykle elementy obiektu technicznego, których wielkości chcemy ustalić, są niedostępne, dlatego mierzy się wartości sygnałów diagnostycznych, czyli pośrednio określa wartości parametrów stanu technicznego obiektu. Mierząc wartości zbioru Y parametrów diagnostycznych, można określić wartości zbioru X parametrów stanu, a zatem ustalić stan obiektu (patrz rys. 2.1). Dlatego diagnozowanie obiektu polega na pośrednim określeniu wartości parametrów stanu technicznego x_m za pomocą parametrów sygnału diagnostycznego y_n .

Rodzaje badań diagnostycznych

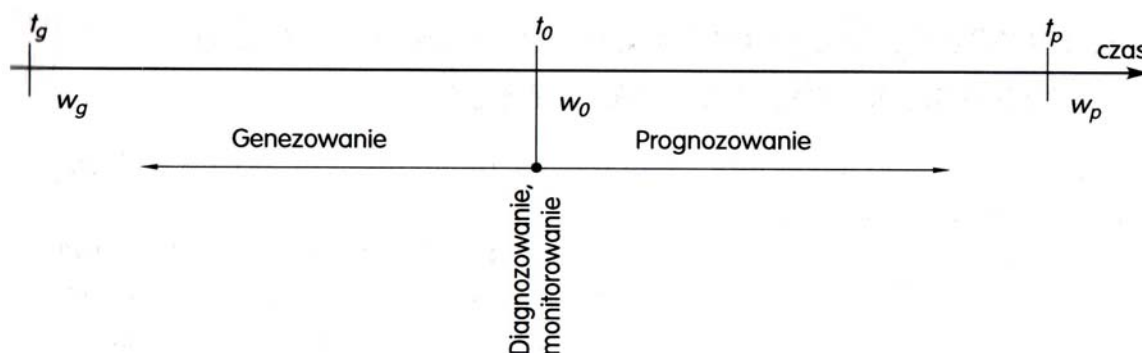
Diagnozą nazywamy informację o stanie obiektu technicznego, która jest potrzebna użytkownikowi do podjęcia decyzji dotyczącej użytkowania lub obsługiwanego obiektu (np. wykonania remontu bieżącego, remontu kapitalnego, likwidacji). Diagnoza może dotyczyć:

- oceny stanu stwierdzonego,
- prognozy rozwoju zmian stanu,
- przyczyn rozwoju zmian stanu,
- łącznie wszystkich wymienionych elementów.

Wyróżnia się następujące rodzaje badań diagnostycznych (rys. 11):

- diagnozowanie stanu,
- monitorowanie stanu (ciągłe diagnozowanie, dozorowanie),
- genezowanie stanów,
- prognozowanie stanów.

Diagnozowanie to ustalenie stanu obiektu technicznego w chwili t_0 , w której jest wykonywane jego badanie diagnostyczne.



Rys. 11. Graficzne przedstawienie rodzajów badań diagnostycznych

Źródło: Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

Monitorowanie (diagnozowanie ciągłe, dozorowanie) jest bieżącą obserwacją stanu obiektu (np. przez kierowcę za pomocą urządzeń kontrolno-pomiarowych umieszczonych na tablicy rozdzielczej samochodu). Dostarcza informacji o aktualnym stanie obiektu, a zwłaszcza o każdej zmianie stanu z niewielką zwłoką.

Genezowanie to ustalenie przyczyn stanu w chwili t_g poprzedzającej chwilę t_0 badania obiektu ($t_g < t_0$). Inaczej mówiąc, jest to odtworzenie kolejności zaistniałych w przeszłości

stanów obiektu (np. samochodu tuż przed wypadkiem drogowym). Prawidłowa geneza może mieć decydujący wpływ na zmianę, np. przebiegu procesu technologicznego wytwarzania lub remontu maszyny.

Podstawą genezowania są:

- diagnoza stanu obiektu w chwili t_0 ,
- znajomość przynajmniej niektórych różnych stanów obiektu poprzedzających chwilę t_0 ,
- znajomość czynników wymuszających działających na obiekt oraz skali ich oddziaływania poprzedzających chwilę t_0 ,
- znajomość rozkładu prawdopodobieństw zmian stanów obiektu w rozpatrywanym przedziale czasu Δt , poprzedzającym chwilę t_0 .

Genezowanie jest szczególnie ważne podczas ustalania pierwotnych oraz wtórnych uszkodzeń elementów maszyn. Wiarygodność genezy w dużym stopniu zależy od znajomości stanów wcześniejszych.

Prognozowanie to wyznaczanie stanów przyszłych, następujących po chwili t_0 , na podstawie:

- diagnozy stanu obiektu w chwili t_0 ,
- znajomości przynajmniej niektórych stanów obiektu poprzedzających chwilę t_0 ,
- znajomości rozkładów prawdopodobieństw oddziaływania na obiekt czynników wymuszających w przedziale czasu $(t_0 + \Delta t)$,
- znajomości rozkładów prawdopodobieństw zmian stanów maszyny w zależności od rodzaju realizowanych zadań i oddziaływania otoczenia.

Prognoza jest tym bardziej wiarygodna, im dokładniejsze są informacje, na podstawie których została opracowana oraz im krótszy jest czas prognozowania.

Wymienione rodzaje badań diagnostycznych są ze sobą ściśle powiązane i każde z nich stanowi element tzw. pełnej diagnozy.

Proces technologiczny remontu maszyn i urządzeń

Proces remontowy jest to całokształt działań związanych z remontem maszyny lub urządzenia. W skład procesu remontowego wchodzi: proces technologiczny remontu, procesy pomocnicze, logistyczne, zarządzania. Proces technologiczny remontu obejmuje ciąg działań technicznych przywracających maszynom i urządzeniom wymaganą zdolność użytkową. Ze względu na sposoby, środki oraz organizację pracy procesu dogodnie jest wyodrębnić jego fazy.

Fazy procesu są to główne etapy prac remontowych, stanowiące pełny lub niepełny cykl czynności technologicznie podobnych: przyjęcie maszyn i urządzeń do remontu, oczyszczanie, demontaż, weryfikacja zespołów i części, regeneracja części, naprawa zespołów, montaż, badania i odbiór maszyn i urządzeń po remoncie. Podział na fazy nie zawsze jest dostatecznie wyraźny i zależy od organizacji procesu technologicznego remontu.

Fazy technologiczne remontu.

Oczyszczanie maszyn i urządzeń polega na usunięciu gromadzących się na zewnętrznych i wewnętrznych ich powierzchniach różnego rodzaju zanieczyszczeń. Oczyszczaniu podlegają całe urządzenia i maszyny przed ich demontażem. Po demontażu zwykle wymagane jest oczyszczanie zespołów, podzespołów i poszczególnych części. Dzięki temu jest możliwa ich weryfikacja. Oczyszczanie, zwłaszcza mycie, jest wykonywane również przed montażem i dotyczy zarówno części regenerowanych, jak i nowo wytworzonych.

Demontaż to czynności związane z rozbiórką maszyn i urządzeń na zespoły, a zespołów na części. Niektóre proste urządzenia i maszyny można rozłożyć bezpośrednio na części. Podczas demontażu części zespolone rozdziela się w połączeniach rozłącznych. Niekiedy rozdziela się także połączenia nierozłączne. Demontaż należy wykonać w takim zakresie, aby ujawnić wszystkie miejsca zużycia i uszkodzenia wymagające remontu.

Weryfikacja części polega na określeniu ich zużycia oraz podjęciu decyzji co do ich dalszego użytkowania. Orzeczenia weryfikacyjne określają zakres remontu. Części maszyn

uszkodzone lub nie w pełni sprawne oraz bez dostatecznego zapasu trwałości, a błędnie zakwalifikowane przez weryfikatorów jako dobre, zakłócają próby i regulacje po zakończonym remoncie. Takie nieujawnione uszkodzenia skracają okres użytkowania maszyn i urządzeń. Weryfikacja powinna jednak zapobiegać złomowaniu części nadających się jeszcze do wykorzystania lub takich, które będą sprawne po ich regeneracji.

Weryfikacja zespołów może się odbyć przed demontażem lub po odłączeniu zespołu – na oddzielnym stanowisku. Wyniki badań diagnostycznych przed demontażem mają wpływ na to, czy maszyna lub urządzenie zostanie zakwalifikowane do remontu, czy do dalszego użytkowania. Warunkiem prawidłowo przeprowadzonej weryfikacji jest dokładne oczyszczenie części (najczęściej umycie). Ze względu na rodzaj zanieczyszczeń, stosowane środki myjące oraz względy organizacyjne, oczyszczanie może być wieloetapowe.

Naprawa zespołów obejmuje wszystkie czynności przywracające im właściwości użytkowe. Zalicza się do nich rozłączanie, czyszczenie, weryfikację części, diagnostykę zespołu, naprawę i łączenie części.

Regeneracja części to przywracanie właściwości użytkowych częściom zużyтым lub uszkodzonym. Może to mieć charakter obróbki kompleksowej, w wyniku której przywraca się częściom wymagany kształt, wymiary i właściwości umożliwiające dalsze ich użytkowanie. W innych przypadkach wystarczy wykonać określoną operację regeneracyjną, np. tulejowania lub obróbkę fragmentu części, ponieważ zużycie przeważnie obejmuje tylko powierzchnie robocze.

Montaż maszyn i urządzeń polega na składaniu części lub zespołów w zespoły wyższego rzędu lub w gotowy obiekt, stosując połączenia zarówno spoczynkowe jak i ruchowe (rozłączne jak i nierozłączne). Niektóre proste urządzenia i maszyny są składane bezpośrednio z części.

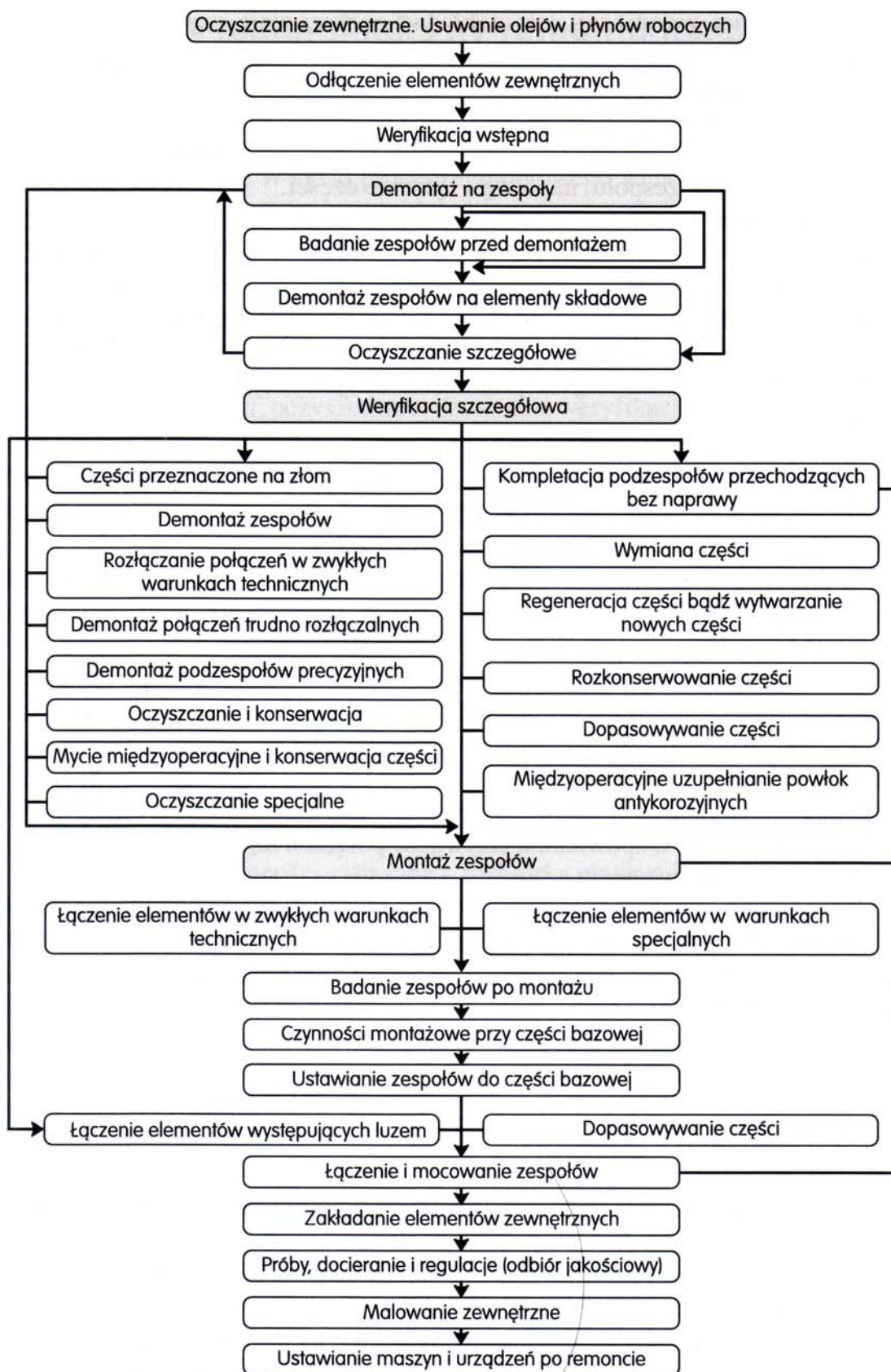
W remontach maszyn szczególne znaczenie mają czynności przygotowania części do montażu. Zalicza się do nich: mycie, czyszczenie, dopasowywanie elementów kojarzonych i renowację powłok malarskich.

Główną czynnością montażową jest składanie, w wyniku którego następuje zespolenie podstawowych i pomocniczych baz części łączonych, z zachowaniem wymaganych luzów, wcisków i odległości między osiami. Montaż elementów małych i średnich powinien być łatwy i w zasadzie bez użycia przyrządów, pod warunkiem prawidłowego zorientowania elementów i wykonywania właściwych ruchów. Odpowiednią sztywność połączeń uzyskuje się, gdy części po złożeniu są mocowane.

Po montażu wykonuje się regulację i kontrolę oraz inne prace wykańczające.

Badania i odbiór maszyn i urządzeń po remoncie umożliwiają sprawdzenie, czy uzyskano wymaganą zdolność użytkową oraz potwierdzenie zgodności zakresu i jakości robót.

Na rysunku 12 przedstawiono ogólny schemat remontu maszyn lub urządzeń o budowie złożonej.



Rys. 12. Schemat przebiegu remontu maszyny lub urządzenia

Źródło: Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

Operacje i zabiegi⁷

W ramach procesu technologicznego remontu wyróżnia się operacje i zabiegi. Operacja to dająca się wyodrębnić zamknięta w sobie część procesu technologicznego, wykonywana na jednym stanowisku roboczym, przez jednego pracownika (lub grupę pracowników) na jednym remontowanym urządzeniu lub maszynie, na jednym zespole, podzespołe albo na jednej części, bez przerw na inną pracę. W procesie technologicznym remontu wyróżnia się operacje: demontażu, montażu, obróbki, aparaturowe i kontrolno-pomiarowe.

Operacja demontażu polega na wydzieleniu jednostki montażowej niższego rzędu lub samej części (jednej lub kilku) w wyniku rozbiórki wyrobów lub jednostki wyższego rzędu. Odwrotne działanie jest operacją montażową, w wyniku której uzyskuje się jednostkę wyższego rzędu, o określonych właściwościach funkcjonalnych, powstałą z dwóch (lub więcej) jednostek niższego rzędu.

Występujące w pracach remontowych operacje obróbkowe i niektóre operacje regeneracyjne mają takie same właściwości jak operacje procesu technologicznego części nowo wytwarzanej. W niektórych operacjach regeneracyjnych mogą występować działania specyficzne, np. użycie elementu dodatkowego. Operacjami aparaturowymi w pracach remontowych są niektóre czynności mycia, regeneracji części i niekiedy malowania. Do operacji kontrolno-pomiarowych należą operacje diagnostyczne oraz badanie i regulacja maszyn i urządzeń zmontowanych po remoncie.

Częścią operacji jest zabieg. W montażu (demontażu) zabieg wykonuje się w określonym miejscu połączenia, do którego jest dołączany (odłączany) jednakowy element maszynowy za pomocą tych samych narzędzi lub przyrządów oraz z niezmiennym sposobem wykonywania pracy. Zabiegi można dzielić na czynności elementarne.

Fazy procesu technologicznego remontu⁸

Przyjęcie maszyn i urządzeń do remontu.

Maszyny i urządzenia kwalifikuje się do remontu na podstawie kryteriów wskazanych przez przyjętą strategię eksploatacyjną lub wystąpienia awarii.

Maszyny i urządzenia do remontu są przyjmowane na podstawie uprzednio przygotowanych planów remontowych, zawartych w karcie remontowej, która jest elementem dokumentacji techniczno-ruchowej.

W przypadku awarii urządzenia (maszyny) sporządza się protokół awaryjny. Po określeniu rodzaju zaistniałego uszkodzenia zostaje wystawione zlecenie na wykonanie regeneracji określonej części, naprawy podzespołu lub zespołu, bądź remontu urządzenia (maszyny). Po ustawieniu i zabezpieczeniu urządzenia na stanowisku remontowym oraz po oględzinach zewnętrznych zostaje wypełniony protokół przyjęcia, który zawiera informacje o stanie technicznym urządzenia. Określa się w nim, między innymi, rodzaj uszkodzenia, przewidywany termin remontu itp. Dopiero po zapoznaniu się z protokołem można przystąpić do oczyszczania i prac demontażowych.

Oczyszczanie

Rodzaje zanieczyszczeń powierzchni.

Na powierzchniach zewnętrznych i wewnętrznych maszyn i urządzeń gromadzą się zanieczyszczenia powodujące przyspieszone zużywanie i niesprawność mechanizmów, korozję oraz pogorszenie wyglądu zewnętrznego. Zanieczyszczenia różnego pochodzenia często wzajemnie się wiążą, tworząc zwartą i twardą powłokę mocno przyczepioną do powierzchni.

Zanieczyszczenia spowodowane kurzem i pyłem usuwa się spłukując je ciepłą lub zimną wodą. Poszczególne elementy można czyścić strumieniem sprężonego powietrza.

⁷ Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

⁸ Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004

Trudno usuwalna jest stara, zniszczona powłoka malarska. Szczególnie niebezpieczne są pęcherze i łuszczące się warstwy tej powłoki, pod którymi gromadzi się woda, wywołując korozję elektrochemiczną. Nałożenie powłoki renowacyjnej na zniszczone pokrycie malarskie powoduje powstawanie nowych pęcherzy i odrywanie się od podłoża zarówno starego, jak i nowego pokrycia.

Oleje i smary plastyczne niszczą malarskie powłoki ochronne, w wyniku czego następuje bezpośredni kontakt stalowych powierzchni maszyn z wodą i innymi zanieczyszczeniami przyspieszającymi korozję atmosferyczną. Szczególnie szkodliwe są spolimeryzowane cząsteczki olejów i smarów plastycznych znajdujące się na wewnętrznych powierzchniach elementów maszynowych. Związki takie osadzają się przeważnie na powierzchniach elementów współpracujących, których temperatura nadmiernie wzrasta na skutek tarcia. Typowym przykładem zanieczyszczonych w ten sposób elementów są łożyska toczne. Jednakże podejmowane są też próby wywoływania polimeryzacji jako czynnika pożądanego, powodującego osadzanie się spolimeryzowanych cząstek na powierzchniach tarcia w celu zmniejszenia współczynnika tarcia.

Kamień kotłowy i nagar należą do najtrudniej usuwalnych zanieczyszczeń. Kamień kotłowy tworzy się na wewnętrznych ściankach chłodziń i w innych układach z przepływającą „twardą” wodą, tj. zawierającą trudno rozpuszczalny węgiel wapnia. Nagar to typowe zanieczyszczenie zaworów, gniazd zaworowych oraz głowic silników spalinowych. Tworzy się on ze skoksowanych, niecałkowicie spalonych cząstek paliwa i oleju smarnego.

Pozostałości środków myjących też są zanieczyszczeniami. Jeżeli pozostałości kąpieli oczyszczających nie są dostatecznie spłukane, to po odparowaniu wody na powierzchniach elementów powstają białe naloty, zawierające sodę kaustyczną, sodę amoniakalną oraz fosforany. Działają one destrukcyjnie na składniki organiczne powłoki i zmniejszają przyczepność i trwałość powłok malarskich. Pozostałości środków myjących na powierzchniach elementów współpracujących niszczą ich zewnętrzną (roboczą) mikrowarstewkę, powodując powstawanie w niej drobnych wżerów i pęknięć. Jeżeli elementy maszynowe pracują w środowisku oleju lub smaru plastycznego, to związki alkaliczne powodują rozkład warstewki smaru plastycznego bezpośrednio przylegającego do zanieczyszczonej powierzchni. Pogarsza to właściwości środków smarnych, zwiększa współczynnik tarcia i powoduje szybsze zużywanie elementów, zwłaszcza precyzyjnych.

Zanieczyszczenia można ograniczyć używając skutecznych środków (preparatów), narzędzi i urządzeń do mycia, a sam proces mycia i oczyszczania podzielić na: mycie zewnętrzne, mycie szczegółowe po demontażu, mycie między operacyjne oraz odtłuszczenie części, a także specjalne zabiegi oczyszczania.

Sposób postępowania podczas usuwania zanieczyszczeń zależy od rodzaju zanieczyszczeń, materiału, z jakiego jest wykonany element, i jego wielkości, dokładności obróbki oraz specjalnych wymagań dotyczących czystości powierzchni. Niekiedy konieczne jest stosowanie kolejno różnych kąpieli (mycia w roztworach alkalicznych, następnie trawienia w kwasach) oraz doczyszczania mechanicznego.

Po myciu szczegółowym, wykonywanym w urządzeniu myjącym przed weryfikacją części, ślady zanieczyszczeń tłuszczowych, rdzy lub sadzy są dopuszczalne, o ile przewiduje się jeszcze mycie (doczyszczanie) międzyoperacyjne.

Demontaż

Po prawidłowo wykonanym demontażu części powinny zachować taką użyteczność, jaką miały przed rozłączeniem, tzn. na skutek tego procesu nie powinny powstać dodatkowe uszkodzenia w rodzaju: zniszczenia powierzchni współpracujących, zatarcia powierzchni roboczych, zerwania gwintów, uszkodzenia otworów, zniszczenia łożysk tocznych.

Można ułatwić demontaż stosując pomocnicze czynności wstępne. Między innymi podgrzewa się śruby i obejmujące je części do temperatury 150÷200°C, co zwiększa luz

między rozbieranymi częściami maszyny i umożliwia odrywanie się produktów korozji od powierzchni części na skutek różnych współczynników rozszerzalności cieplnej metalu i produktów korozji. Różnego rodzaju połączenia śrubowe, klinowe, wpustowe, wielowypustowe i inne rozłączne polewa się lub zanurza w nafcie, w ciekłym roztworze sody lub innym środku o działaniu odrdzewiającym przez 12÷24 godziny. Zabieg ten powoduje rozluźnienie produktów korozji w połączeniach.

Typowy demontaż maszyn na zespoły jest następujący:

- zdjęcie osłon i pokryw,
- zdjęcie pasów lub łańcuchów napędowych,
- wyciągnięcie elementów zabezpieczających i ustalających,
- odłączenie instalacji zewnętrznych,
- wymontowanie zespołów w kolejności odwrotnej do ich zakładania,
- wykonanie końcowych czynności demontażowych przy części bazowej.

Wymontowanie zespołów polega na ich odłączeniu od części zasadniczej urządzenia, demontażu połączeń między poszczególnymi zespołami i położeniu ich na urządzeniu transportowym lub podnośniku. Następnie są transportowane na właściwe stanowiska demontażu zespołów.

Demontaż połączeń następuje w trakcie demontażu maszyn na zespoły, a także podczas demontażu zespołów i podzespołów na części.

Demontaż połączeń śrubowych

Czynności demontażu połączeń śrubowych obejmują m. in.:

- odkręcanie śrub, nakrętek, śrub dwustronnych,
- rozłączenie połączeń śrubowych w miejscach trudnodostępnych,
- usuwanie śrub złamanych.

Do demontażu typowych elementów śrubowych stosuje się zmechanizowane narzędzia i urządzenia, takie same, jak podczas montażu.

Demontaż połączeń ciernych – spoczynkowych.

Tarcie jest podstawą połączeń wtłaczanych i skurczowych. Należą do nich tuleje wciśnięte w element obejmujący, sworznie wciśnięte w tuleje, koła zębate i pasowe osadzone na wałach, pierścienie wewnętrzne lub zewnętrzne osadzone z wciskiem itd.

Demontaż połączeń wtłaczanych.

Wytlaczanie polega na usuwaniu jednego elementu z drugiego z użyciem siły poosiowej. Siła wytłaczania zależy od wcisku; im większy wcisk, tym siła potrzebna do wytłaczania jest większa. W zakresie odkształceń sprężystych, jakim podlegają nierówności powierzchni, siła wzrasta proporcjonalnie. W zakresie odkształceń plastycznych wzrost siły jest nieliniowy. Do ręcznego demontażu prostych połączeń wtłaczanych stosuje się wybijaki, przebijaki, młotki, specjalne przyrządy prowadzące oraz prasy, ściągacze itp. Część robocza narzędzia powinna być wykonana z materiału o mniejszej twardości niż materiał elementu wybijanego. Zabezpiecza to część demontowaną przed uszkodzeniem.

Demontaż połączeń skurczowych. Połączenie skurczowe można rozłączyć nagrzewając część obejmującą lub ochładzając część obejmowaną. Na skutek rozszerzenia lub kurczenia się materiału podlegającego odpowiedniemu procesowi w połączeniu powstaje luz umożliwiający rozłączenie części.

Demontaż połączeń kształtowych

Połączenia kształtowe to między innymi: klinowe, stożkowe oraz nitowe. Do ich demontażu należy podchodzić indywidualnie, w zależności od rodzaju połączenia.

Demontaż połączeń klinowych.

Rozłączenie takiego połączenia polega na zsunięciu elementu obejmującego z miejsca osadzenia w kierunku zbieżności klina. W tym celu piastę elementu obejmującego uderza się drewnianym młotkiem. Jeżeli klina nie można usunąć, piastę należy nagrzać do temperatury 80-120°C za pomocą lampy lutowniczej lub palnika gazowego, co powinno ułatwić demontaż.

Demontaż połączeń stożkowych.

Rozłączenie połączeń następuje w wyniku zsunęcia elementu obejmującego z miejsca osadzenia w kierunku zbieżności stożka. Siła potrzebna do ściągnięcia tego elementu zależy od kąta a zbieżności stożka. Im jest on mniejszy, tym siła wyciśnięcia stożka musi być większa. Natomiast jeżeli kąt a jest duży, to siła potrzebna do demontażu połączenia jest kilkakrotnie mniejsza od siły wtłaczania (jeżeli na powierzchni styku nie ma korozji).

Demontaż połączeń nitowych.

Demontaż tego typu połączeń polega na usunięciu nitów. Można to wykonać dwoma sposobami. Pierwszy polega na ścięciu zakuwki za pomocą przecinaka, a następnie wybiciu trzona nitu za pomocą trzpienia. Drugi sposób, stosowany przy większych nitach, polega na napunktowaniu środka łba nitu i wywierceniu we łbie otworu wiertłem o średnicy nieco mniejszej niż średnica trzona. Pozostałe resztki łba usuwa się przez odłamanie. Usuwanie nitów metodą nawiercania stosuje się wtedy, gdy nity mają łeb doszczelniany (ze względu na utrudnione operowanie przecinakiem).

Weryfikacja zespołów i części.

Weryfikacji podlegają wszystkie elementy maszyny. Weryfikację szczegółową przeprowadza się w czasie demontażu, mierząc elementy maszyny i porównując uzyskane wyniki z dokumentacją konstrukcyjną. Ocenę badań wpisuje się w arkusz weryfikacyjny części, podzespołu i zespołu w formie opisu stanu istniejącego i wykazu czynności potrzebnych do usunięcia tego stanu. Na podstawie weryfikacji decyduje się o wymianie elementu na nowy lub też o jego regeneracji.

Rozpoznawanie zużycia i określenie uszkodzeń maszyn i urządzeń odbywa się w następującej kolejności: maszyna -> zespół (mechanizm) —> podzespół -> część. W związku z tym wyróżnia się:

- weryfikację maszyn (kwalifikowanie maszyn do remontu),
- weryfikację zespołów lub podzespołów (diagnostykę zespołów lub podzespołów),
- weryfikację podzespołów prostych i części.

Metody określania zużycia, uszkodzeń i wad ukrytych w czasie weryfikacji części po demontażu.

Spośród wielu metod ilościowego określania zużycia, w warunkach warsztatowych najpowszechniej stosuje się metody: liniową, wagową i objętościową. Metoda liniowa polega na określaniu zużycia przez zmianę wymiaru liniowego. Podstawą jest pomiar wymiaru liniowego badanego elementu przed jego zużyciem i po określonym czasie zużywania. Metoda wagowa polega na ważeniu próbki przed i po określonym czasie pracy. Różnica masy próbki daje informację o wartości zużycia. Analogicznie do obu wymienionych metod, w przypadku metody objętościowej miarą zużycia jest zmiana objętości próbki (elementu) przed i po zużyciu.

Od właściwego rozpoznania uszkodzeń zewnętrznych i wad ukrytych w znacznym stopniu zależy trafność decyzji weryfikacyjnych. Na początku wykonuje się odpowiednie próby sprawności maszyn oraz osłuchiwanie i badanie dotykowe pracujących mechanizmów z użyciem przyrządów wyczulających zmysły. Wzrost zużycia powierzchni trących przejawia się np. wzrostem temperatury. Badanie szczelności stosuje się do sprawdzania takich elementów maszyn, jak: kadłuby, złącza hydrauliczne i pneumatyczne.

Do obiektywnej oceny jakości materiałów i części maszyn wykorzystuje się powszechnie badania nieniszczące. Dostarczają one informacji o stanie obiektu i nie powodują zmian zarówno badanych, jak i niebadanych właściwości użytkowych obiektu oraz jego funkcji. Zaliczamy do nich defektoskopię, która umożliwia znalezienie i identyfikację nieciągłości struktury badanego obiektu (wadę, defekt). Mogą to być zanieczyszczenia, pęknięcia i nieprawidłowości struktury wewnętrznej. Badania defektoskopowe pozwalają wykryć nawet niewielkie wady materiału oraz określić ich wymiary i lokalizację. W pracach remontowych

badania defektoskopowe wykonuje się głównie metodami penetracyjnymi, ultradźwiękowymi, magnetycznymi i rentgenowskimi.

Metody penetracyjne polegają na wykorzystaniu cieczy łatwo wnikałej w wadę oraz na zabiegach umożliwiających powiększenie obrazu wykrytej wady. Metody ultradźwiękowe to wykorzystanie właściwości odbijania się fal ultradźwiękowych od powierzchni wewnętrznych wad w materiałach. Metody magnetyczne polegają na powstawaniu i wykrywaniu lokalnego rozproszenia linii sił pola magnetycznego nad wadą materiałową. Stosuje się je do badania elementów z materiałów ferromagnetycznych. Metoda rentgenowska wykorzystuje zjawisko niejednakowego pochłaniania promieni rentgenowskich przez niejednorodny materiał.

Wiele wyspecjalizowanych firm oferuje wygodne w użyciu i dostosowane do warunków warsztatowych przyrządy do badań nieniszczących, które mogą być wykorzystywane w trakcie weryfikacji części po demontażu.

Regeneracja i wymiana części maszyn i urządzeń.

Remont można realizować dwojako, tj. albo ograniczyć go do wymiany zużytych części (zespołów) albo je regenerować. Zakres regeneracji elementów świadczy o poziomie techniki remontowej i jakości produkcji przedmiotów naprawianych.

Regenerację wykonuje się wtedy, kiedy nie ma nowego, zastępczego egzemplarza, jest on nieosiągalny lub gdy koszt regeneracji nie przewyższa kosztu nowej części. Bardzo często zdarza się, że do regeneracji czy wymiany nadaje się tylko jedna lub kilka części z danego podzespołu lub zespołu. Na przykład, jeśli do regeneracji zakwalifikowano tylko łożo obrabiarki, natomiast reszta elementów jest sprawna, to zdemontowaną maszynę należy zabezpieczyć przed zanieczyszczeniami, kurzem, pyłem. Zabezpieczenie polega m. in. na zakładaniu osłon. Należy również uniemożliwić dojście do zabezpieczonych zespołów osobom postronnym.

Regenerację części z reguły wykonują wyspecjalizowane przedsiębiorstwa, w ramach kooperacji. Jest to uzasadnione rachunkiem ekonomicznym oraz względami organizacyjnymi. Przywracanie pełnej sprawności użytkowej zespołom, podzespołom, częściom maszyn i urządzeń może odbywać się (np. w przypadku pary współpracującej) na trzech płaszczyznach operacyjnych, przez: regenerację jednego elementu pary współpracującej i wymianę drugiego, regenerację obydwu elementów lub wymianę obydwu elementów pary współpracującej.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Wymień na czym polega diagnostyka techniczna.
2. Scharakteryzuj założenia diagnostyki technicznej.
3. Określ rodzaje badań diagnostycznych.
4. Wymień fazy technologiczne remontu.
5. Określ na czym polega weryfikacja zespołów i części.
6. Scharakteryzuj od czego zależy wybór metody regeneracji.

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonać diagnostyki dowolnego urządzenia wykorzystując metody pomiarów, próby pracy, wyglądu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) przeprowadzić diagnostykę polegającą na próbie pracy wiertarki,
- 2) przeprowadzić diagnostykę wyglądu wiertarki,
- 3) przeprowadzić diagnostykę pomiarów wykorzystując dokumentację DTR,
- 4) wyniki ćwiczenia zapisać w zeszycie do ćwiczeń,
- 5) zaprezentować wyniki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- urządzenie do wykonania diagnostyki,
- przyrządy pomiarowe do wykonania diagnostyki,
- dokumentacja techniczno-ruchowa urządzenia,
- literatura wymieniona w punkcie 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Na podstawie przeprowadzonego ćwiczenia nr 1 dokonać kwalifikacji części do naprawy oraz zaplanowania sposobu regeneracji.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) przeprowadzić kwalifikację części do naprawy,
- 2) zaplanować metodę regeneracji części,
- 3) wyniki zapisać w zeszycie do ćwiczeń,
- 4) zaprezentować wyniki,
- 5) dokonać oceny wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko dydaktyczne do kwalifikacji części do napraw,
- normy, poradniki, plansze, foliogramy z zakresu diagnostyki technicznej weryfikacji i naprawy maszyn i urządzeń,
- literatura wymieniona w punkcie 6 poradnika dla ucznia.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) scharakteryzować na czym polega diagnostyka techniczna?
- 2) opisać rodzaje badań diagnostycznych obiektu technicznego?
- 3) scharakteryzować fazy technologiczne remontu?
- 4) scharakteryzować fazy technologiczne demontażu?
- 5) scharakteryzować metody weryfikacji części i zespołów?
- 6) scharakteryzować proces weryfikacji zużytych części w procesie remontu maszyn?
- 7) opisać metody regeneracji części i zespołów?

Tak Nie

☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

4.4. Eksploatacja pomp, sprężarek, wentylatorów i dmuchaw

4.4.1. Materiał nauczania

Pompy

Wiadomości wstępne

Pompy są to urządzenia służące do podnoszenia cieczy z poziomu niższego na wyższy lub do przetłaczania cieczy z obszaru o ciśnieniu niższym do obszaru o ciśnieniu wyższym. Pompa stanowi maszynę hydrauliczną bierną, która przenosi energię mechaniczną - pobieraną ze źródła zewnętrznego - na ciecz przez nią przepływającą. Pod względem energetycznym pompy stanowią więc odwrócenie silników wodnych, które przetwarzają energię wody na pracę mechaniczną. Pompom tłokowym odpowiadają silniki wodne tłokowe, a pompom wirowym - reakcyjne turbiny wodne.

Oprócz wymienionych wyżej pomp istnieje pewna grupa maszyn wodnych, które mogą pracować okresowo jako pompy lub silniki (turbiny) wodne. Są to tzw. maszyny wodne odwracalne lub pompoturbiny.

W zależności od sposobu przemieszczania cieczy z przestrzeni ssawnej do przestrzeni tłocznej pompy dzieli się na wyporowe i wirowe.

Rodzaje i zastosowania pomp⁹

Pompy wyporowe. Działanie pomp wyporowych polega na przetłaczaniu określonej dawki cieczy z przestrzeni ssawnej do przestrzeni tłocznej za pośrednictwem ruchomego elementu roboczego. Elementem roboczym – wykonującym ruch postępowo-zwrotny, obrotowy lub złożony (przesunięcie i obrót) – może być tłok, nurnik, wirnik itd. Charakterystyczną cechą takich pomp jest dawkowanie przetłaczanej cieczy. Wymuszany przez nie ruch cieczy nie jest więc ciągły, lecz przerywany.

W zależności od rodzaju ruchu elementu roboczego pompy wyporowe można podzielić na:

- Pompy wyporowe o ruchu postępowo-zwrotnym organu roboczego. Organem roboczym jest w tym przypadku tłok, nurnik lub przepona (membrana).
- Pompy wyporowe o ruchu obrotowo-zwrotnym organu roboczego, którym jest tłok skrzydełkowy.
- Pompy wyporowe o ruchu obrotowym organu roboczego (tzw. pompy rotacyjne), którym może być tłok, koło zębate lub wirnik (rotor) śrubowy.
- Pompy wyporowe o ruchu obiegowym organu roboczego.
- Pompy wyporowe o ruchu oscylacyjno-obrotowym (precesyjnym) organu roboczego.

Pompy wirowe. Działanie pompy wirowej polega na przemieszczaniu cieczy w sposób ciągły. Organem roboczym jest osadzony na wale wirnik, obracający się z dużą prędkością obrotową.

Wirnik jest wyposażony w łopatki, za pomocą których energia pobierana z silnika przenosi się na ciecz i powoduje jej przepływ. Przejawem wzrostu energii cieczy jest wzrost jej ciśnienia i prędkości.

W zależności od sposobu przemiany energii pompy wirowe dzieli się na krętne i krążeniowe.

W pompie wirowej krętnej obracający się wirnik o odpowiednio ukształtowanych łopatkach powoduje przepływ cieczy ze strony ssawnej do strony tłocznej. W zależności od kierunku przepływu cieczy przez wirnik rozróżnia się pompy wirowe krętne: odśrodkowe, helikoidalne, diagonalne, śmigłowe, odwracalne.

⁹ Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

Pompy wirowe odśrodkowe są to pompy o promieniowym wypływie cieczy z wirnika łopatkowego. Wypływ ten jest spowodowany działaniem siły odśrodkowej na cząstki płynącej cieczy. Rozróżnia się pompy odśrodkowe o wymuszonym przepływie przez kanały międzyłopatkowe (pompy odśrodkowe jedno- i wielostopniowe) i pompy o przepływie swobodnym.

Pompy helikoidalne charakteryzują się ukośnym przepływem cieczy przez wirnik. Pompy te mają kierownicę bezłopatkową i spiralny lub cylindryczny kanał zbiorczy. Budowane są jako jedno- lub dwustopniowe.

Pompy diagonalne są to pompy o przepływie promieniowo-osiowym, z wirnikiem wyposażonym w kilka łopatek. Dalszy przepływ cieczy po wypływie z wirnika odbywa się w kierunku osiowym.

Pompy śmigłowe są to pompy o osiowym przepływie przez wirnik. Wirnik może mieć stałe lub nastawne łopatki. Kierownica łopatkowa może być umieszczona przed lub za wirnikiem.

Pompy odwracalne są to maszyny wodne wirowe, które mogą pracować jako turbiny wodne lub jako pompy wirowe.

W przypadku pompy wirowej krążeniowej przepływ (krążenie) cieczy w obrębie wirnika lub tylko na jego obwodzie jest proporcjonalny do momentu przekazywanego wirnikowi przez obracający się wał. Rozróżnia się pompy krążeniowe: z bocznymi kanałami, peryferyjne i z pierścieniem wodnym.

Zastosowanie pomp.¹⁰ Pompy mają liczne i różnorodne zastosowania. Powszechnie znane są pompy do pompowania wody, stosowane w zakładach wodociągowych i kanalizacyjnych, w gospodarce ciepłej, w elektrowniach wodnych, w rolnictwie – do nawadniania i odwadniania terenów, w służbie przeciwpożarowej. Pompy są też niezbędne w procesie wydobywania ropy naftowej i jej przetłaczania rurociągami na większe lub mniejsze odległości. Liczne są też ich zastosowania w budownictwie – w pracach ziemnych, do pompowania wody z piaskiem i ciekłego betonu.

W niektórych gałęziach przemysłu pompy służą do transportu różnych czynników ciekłych oraz mieszanin ciał stałych i cieczy (np. transport buraków cukrowych i wysłodków w przemyśle cukrowniczym). Pompy są też stosowane do transportu miazgi drzewnej oraz masy papierowej w przemyśle papierniczym. W przemyśle spożywczym pompy są używane do pompowania soków owocowych, syropów i zacierów. Niektóre pompy są przystosowane do transportu cieczy żrących (często o wysokiej temperaturze i bardzo wysokim ciśnieniu) w przemyśle chemicznym.

Sprężarki

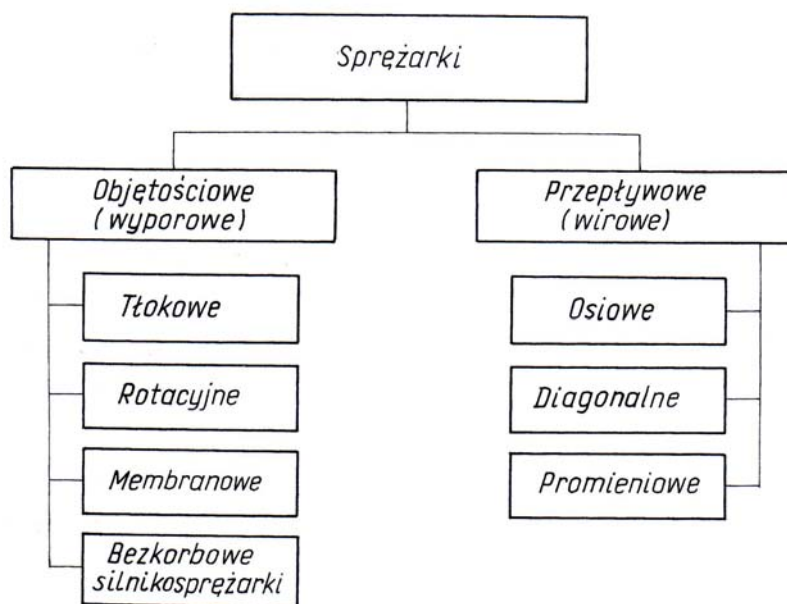
Klasyfikacja i zastosowania sprężarek

Sprężarka jest to maszyna robocza do sprężania i przetłaczania czynników gazowych (najczęściej powietrza). Jako maszyna robocza sprężarka nie wytwarza energii, lecz ją pobiera od silnika, w który musi być wyposażona.

Sprężarki mogą pracować jako samodzielne jednostki lub mogą wchodzić w skład bardziej złożonych urządzeń, takich jak chłodziarki, silniki cieplne, kotły parowe.

Wielkości charakteryzujące sprężarkę to: wytwarzane ciśnienie, wydajność (tj. strumień objętości lub masy), sprawność, natężenie hałasu oraz cechy konstrukcyjne i eksploatacyjne.

¹⁰ Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003



Rys. 13. Klasyfikacja sprężarek wg zasady działania

Źródło: Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

Ze względu na wartość wytwarzanego przyrostu ciśnienia gazu maszyny sprężające można podzielić na:

- sprężarki - przyrost ciśnienia $0,2 \div 200$ MPa,
- dmuchawy - przyrost ciśnienia $15 \div 200$ kPa,
- wentylatory - przyrost ciśnienia do 15 kPa,
- pompy próżniowe, wytwarzające podciśnienie.

W zależności od zasady działania rozróżnia się sprężarki (rys. 13) objętościowe (wyporowe) i przepływowe (wirowe).

W sprężarkach objętościowych proces sprężania odbywa się w sposób pulsacyjny, a ciśnienie wzrasta na skutek zmniejszenia objętości czynnika roboczego.

Sprężarki przepływowe sprężają czynnik roboczy w sposób ciągły, pod wpływem ruchu obrotowego wirnika z odpowiednio ukształtowanymi łopatkami.

W przypadku sprężania do wysokiego ciśnienia dużych ilości gazu stosuje się szeregowe układy sprężarkowe, np. ze wstępnym sprężaniem w sprężarkach przepływowych i ostatecznym – w sprężarkach objętościowych.

Wentylatory i dmuchawy

Klasyfikacja.

Wentylatory i dmuchawy to maszyny robocze, które przetłaczają duże ilości czynnika gazowego (najczęściej powietrza), wytwarzając przy tym bardzo małe nadciśnienie, najczęściej w granicach $0,05 \div 2,0$ kPa. W zależności od wytwarzanego nadciśnienia rozróżnia się wentylatory niskoprężne (do 1 kPa), średnioprężne ($1 \div 3$ kPa) i wysokoprężne ($3 \div 15$ kPa).

Stosowane są także wentylatory, których podstawowym zadaniem nie jest wytwarzanie nadciśnienia, lecz podciśnienia. Maszyny takie nazwano ssawami.

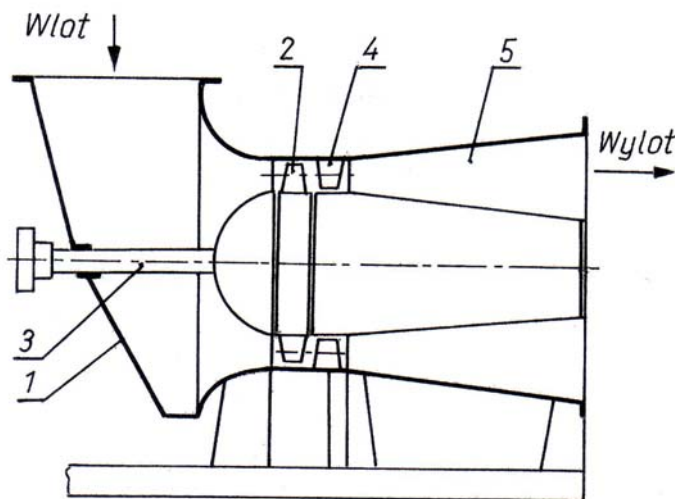
W zależności od budowy wentylatory można podzielić na osiowe i promieniowe. Istnieją też wentylatory diagonalne stanowiące jak gdyby typ pośredni między wentylatorami osiowymi i promieniowymi.

Wentylatory osiowe.

Zasada działania wentylatora osiowego jednostopniowego (rys. 14) jest taka sama jak osiowej sprężarki wirowej. Głównymi częściami składowymi wentylatora osiowego są: wlot, wirnik wyposażony w łopatki, kierownica łopatkowa oraz dyfuzor. Wirnik jest napędzany silnikiem elektrycznym. Ruch obrotowy wirnika sprawia, iż między przednimi i tylnymi powierzchniami łopatek powstają różne ciśnienia, wywołujące przepływ gazu w kierunku osiowym.

Wentylatory osiowe są budowane w dwóch odmianach, a mianowicie z kierownicą umieszczoną przed i za wirnikiem. Wentylatory z kierownicą umieszczoną za wirnikiem odznaczają się cichszą pracą.

W celu otrzymania większego spiętrzenia (tzn. nadciśnienia) buduje się wentylatory i dmuchawy wielostopniowe. W osiowym wentylatorze wielostopniowym każdy stopień składa się z wirnika i kierownicy, natomiast wlot i dyfuzor pozostają wspólne, takie same jak w wentylatorze jednostopniowym.



Rys. 14. Schemat wentylatora osiowego jednostopniowego (typu Mustang) z regulacją za pomocą nastawnych łopatek wirnika [14] 1 – kadłub, 2 – wirnik, 3 – wał wirnika, 4 – kierownica, 5 – dyfuzor

Źródło: Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

Wentylatory osiowe są stosowane w instalacjach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, w chłodnictwie, suszarnictwie.

Uproszczonym typem wentylatora osiowego jest wentylator śmigłowy. Ma on tylko jeden element roboczy – wirnik. Wentylator śmigłowy miewa czasem obudowę i siatkę zabezpieczającą.

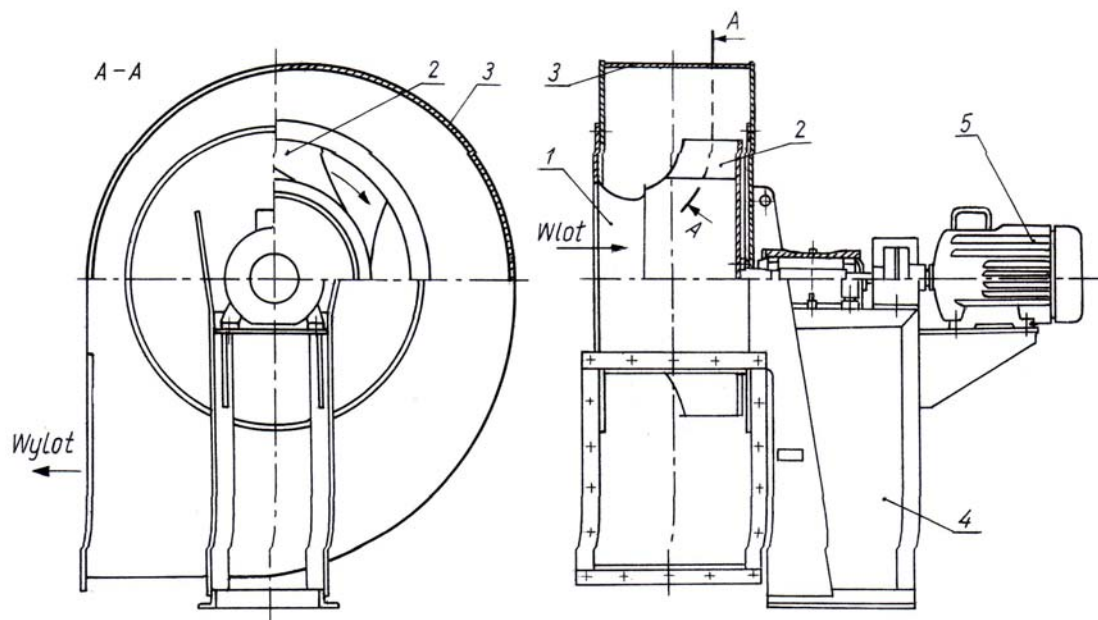
Większe spiętrzenie zapewniają wentylatory przeciwbieżne. Wentylator taki jest wyposażony w dwa wirniki, obracające się w przeciwnych kierunkach, napędzane dwoma oddzielnymi silnikami. Nadciśnienia powstałe w obu wirnikach sumują się (podobnie jak w wentylatorze dwustopniowym). Podobnie sumują się przyrosty prędkości obwodowej. Z drugiego wirnika gaz wypływa w kierunku osiowym, dzięki czemu zbędna jest kierownica.

Wentylatory promieniowe (odśrodkowe).

Wentylator promieniowy (rys. 15) budową przypomina pompę odśrodkową. Jego główne części składowe to: wlot 1, wirnik promieniowy 2 i obudowa spiralna 3. Wirnik może być

jedno- lub dwustrumieniowy. W przypadku wirnika dwustrumieniowego wentylator musi mieć dwa oddzielne wloty.

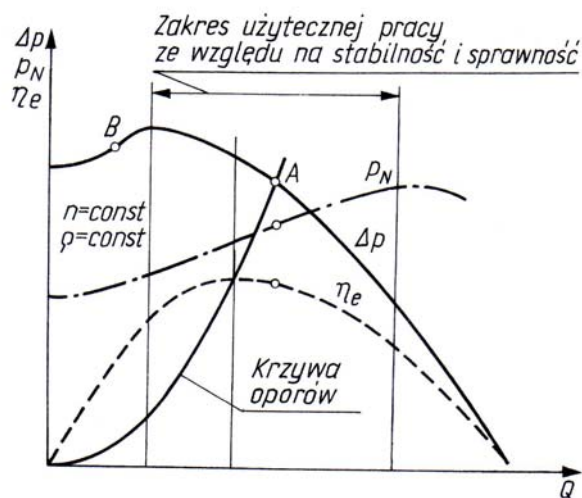
Gaz jest zasysany przez otwór wlotowy osiowo. W wirniku następuje zmiana kierunku strugi gazu na promieniowy. Jednocześnie następuje przyrost jej prędkości obwodowej, wzrost ciśnienia statycznego i energii kinetycznej.



Rys. 15. Schemat wentylatora promieniowego 1 – wlot, 2 – wirnik promieniowy, 3 – obudowa spiralna, 4 – rama montażowa, 5 – silnik napędowy (elektryczny)

Źródło: Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

Spiralna obudowa zbiera czynnik wypływający z wirnika i wyprowadza go otworem wylotowym. W otworze wylotowym - usytuowanym poprzecznie do osi - następuje zamiana części energii kinetycznej na ciśnienie statyczne. Wentylatory promieniowe są używane do wentylacji, klimatyzacji, w chłodnictwie, ogrzewnictwie oraz w różnych procesach technologicznych. Większe wentylatory są wyposażone w urządzenia regulacyjne.



Rys. 16. Charakterystyka wentylatora (dmuchawy) dla $n=pomst$ i $q=const$

Źródło: Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

Zasady doboru wentylatorów.

Doboru wentylatorów dokonuje się na podstawie tzw. charakterystyk zbiorczych lub odpowiednich tablic.

Doboru wielkości wentylatora dokonuje się na podstawie charakterystyki zbiorczej Δp , P_n , η_e w zależności od Q . Przykład takiej charakterystyki przedstawia rys. 16. Dla zwiększenia przejrzystości podano charakterystykę sporządzoną tylko dla jednej określonej prędkości obrotowej ($n = \text{const}$) i przy niezmiennym ustawieniu organów regulacji. Na wykres naniesiono przewidywaną krzywą oporów sieci albo oporów urządzenia, z którym będzie współpracował wentylator. Ma ona kształt zbliżony do paraboli. Praca wentylatora (dmuchawy) ustala się w warunkach równowagi oporów sieci i spiętrzenia całkowitego wytworzonego przez wentylator, co odpowiada punktowi A przecięcia się krzywej oporów sieci z krzywą spiętrzeń $\Delta p = f(Q_v)$ punkt ten nazwano punktem pracy wentylatora.

Wentylator powinien być tak dobrany do sieci, aby jego punkt pracy znajdował się na odcinku charakterystyki odpowiadającym użytecznej pracy. Optymalny punkt pracy wentylatora przypada w miejscu odpowiadającym maksymalnej sprawności. Należy pamiętać, że wentylator nie powinien pracować w zakresie od wydajności $Q_v=0$ do wydajności odpowiadającej $\Delta p_{\max}$, gdyż w tym zakresie jego praca jest niestabilna – towarzyszą jej wzmożone drgania, połączone z efektami akustycznymi. W zakresie tym leży punkt B, zwany punktem pompowania.

Parametry różnych rodzajów wentylatorów w dużym stopniu wzajemnie się pokrywają. Wybór właściwego wentylatora zależy więc nie tylko od wymaganych wartości wydajności i spiętrzenia, lecz także w dużym stopniu od jego przeznaczenia i warunków eksploatacji.

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Wymień rodzaje pomp.
2. Scharakteryzuj zastosowanie pomp wyporowych.
3. Określ zasady opracowania instrukcji eksploatacji pomp.
4. Wymień rodzaje sprężarek.
5. Scharakteryzuj zastosowanie sprężarek objętościowych tłokowych.
6. Określ zasady opracowania instrukcji eksploatacji sprężarek.
7. Wymień rodzaje wentylatorów i dmuchaw.
8. Scharakteryzuj zastosowanie wentylatorów i dmuchaw.
9. Określ zasady opracowania instrukcji eksploatacji wentylatorów i dmuchaw.

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opracować instrukcję eksploatacji dowolnie wybranej pompy, na podstawie dokumentacji techniczno-ruchowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) do wybranej przez siebie pompy określić parametry eksploatacyjne na podstawie wydajności,
- 2) opracować instrukcję eksploatacji wybranej pompy,

- 3) wyniki zapisać w karcie ćwiczeń.
Wypożyczenie stanowiska pracy:
- pompa,
 - normy, oferta handlowa pompy, foliogramy z zakresu eksploatacji pomp, sprężarek i wentylatorów,
 - literatura wymieniona w punkcie 6 poradnika dla ucznia.

4.4.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) wskazać 4 rodzaje pomp wyporowych?	☐	☐
2) scharakteryzować zastosowanie pomp wyporowych?	☐	☐
3) obliczyć wydajność pompy wyporowej tłokowej?	☐	☐
4) opisać rodzaje sprężarek objętościowych (wyporowych)?	☐	☐
5) obliczyć wydajność sprężarki tłokowej?	☐	☐
6) wskazać zastosowanie sprężarek objętościowych tłokowych?	☐	☐
7) opisać rodzaje wentylatorów w zależności od wytwarzanego nadciśnienia?	☐	☐
8) opisać gdzie mają zastosowanie wentylatorów osiowych?	☐	☐
9) określić na jakiej podstawie dokonuje się doboru wentylatorów?	☐	☐

4.5. Eksploatacja kotłów

4.5.1. Materiał nauczania

Kotły parowe

Podstawowe wiadomości o urządzeniach kotłowych

Kocioł parowy to naczynie ciśnieniowe, którego zadaniem jest wytwarzanie pary wodnej o ciśnieniu wyższym od atmosferycznego. Para ta jest użytkowana na zewnątrz kotła jako czynnik roboczy w turbinach parowych lub jako czynnik grzewczy w wielu procesach technologicznych (np. w przemyśle chemicznym, włókienniczym, spożywczym, papierniczym) i w gospodarce komunalnej (ogrzewanie pomieszczeń). Ciepło potrzebne do wytworzenia pary w kotle otrzymuje się w procesie spalania paliwa w palenisku. Gorące gazy spalinowe unoszą ciepło z paleniska i płyną wzdłuż tzw. powierzchni ogrzewalnej kotła, której oddają ciepło ogrzewając wodę i powodując jej parowanie. Otrzymana w ten sposób para nasycona zwykle jest następnie przegrzewana.

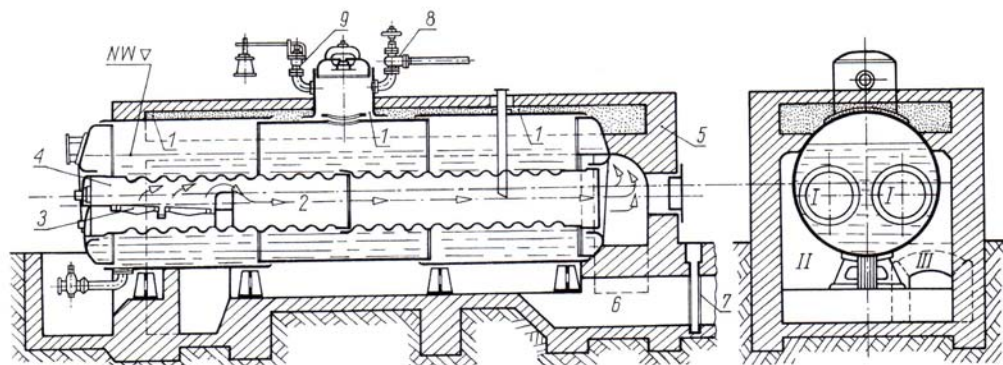
Wytwarzanie pary w kotle składa się więc z trzech głównych procesów: ze spalania paliwa, wymiany ciepła oraz parowania wody i przegrzewania pary. Kocioł jest stale zasilany wodą, paliwem i powietrzem.

Produktem głównym kotła jest para wodna o określonych parametrach, produktami ubocznymi, które należy usunąć, są spaliny, popiół i żużel.

Kotły parowe wytwarzają - zależnie od potrzeby - parę wodną nasyconą (rzadziej) albo przegrzaną (przeważnie) o ciśnieniu 0,02–35 MPa. Temperatura pary przegrzanej zawiera się

w granicach 200÷650°C. Zależnie od ilości wytwarzanej pary produkowane są kotły różnej wielkości: od małych, o prostej konstrukcji i wydajności pary 0,014 kg/s (50 kg/h), aż do bardzo dużych, o skomplikowanej budowie, o wydajności powyżej 1100 kg/s (4000 t/h), stosowanych w blokach energetycznych o mocy powyżej 1000 MW.

Kotły składają się z wielu zespołów. Na rysunku 17 przedstawiono prosty kocioł płomienicowy starszego typu. Jego głównym elementem jest walczak (w postaci płaszcza) 1, wypełniony wodą do poziomu NW. Wewnątrz jest umieszczona płomienica 2 (jedna lub dwie jak na rys. 17, rzadko trzy) z blachy falistej, połączona z dnami walczaka, mieszcząca się w jego przestrzeni wodnej.



Rys. 17. Kocioł płomienicowy dawnej konstrukcji

I – pierwszy przełot spalin (przez płomienicę), II – drugi przełot spalin, III – trzeci przełot spalin; 1 – walczak, 2 – płomienica, 3 – ruszt, 4 – komora paleniskowa, 5 – obmurowanie, 6 – kanał spalin (czopuch), 7 – zasuwa kominowa, 8 – zawór odcinający, 9 – zawór bezpieczeństwa

Źródło: Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP,

Palenisko składa się z rusztu płaskiego 3, wymagającego ręcznej obsługi, i małej komory paleniskowej 4. Spaliny omywają powierzchnię płomienicy (I przełot), potem powierzchnię zewnętrzną walczaka (II przełot), płynąc do przodu kotła, a następnie kanałem 6 (III przełot) z zasuwą 7 uchodzą do komina. Izolację chroniącą przed nadmiernymi stratami ciepła do otoczenia tworzy obmurowanie 5.¹¹

Kocioł produkuje parę nasyconą, którą odprowadza się przez zawór 8 z kołpaka umieszczonego na walczaku. Sterowanie pracą kotła i jego obsługą umożliwiają armatura (zawory, wodowskazy itp.) i osprzęt (zasuwa dymowa, drzwiczki włazowe itp.). Ciąg wytworzony przez komin wywołuje przepływ powietrza i odprowadzenie spalin. Ciąg może powodować również wentylator (tzw. ciąg sztuczny).

Proste kotły mogą wytwarzać tylko małe ilości pary, o niskim ciśnieniu. Gdy zapotrzebowanie pary jest duże, trzeba budować kotły o dużej powierzchni ogrzewalnej, utworzonej z rurek o małej średnicy (32÷70 mm).

Na przykładzie kotła opromieniowanego wodnorurkowego z paleniskiem pyłowym (rys. 18) omówimy działanie współczesnego urządzenia kotłowego. W przypadku gdy zapotrzebowanie pary przekracza 30 kg/s, w kotłach zasilanych paliwem stałym występują poważne trudności ze zbudowaniem odpowiednio dużego rusztu mechanicznego. W dużych i wielkich kotłach stosuje się więc paleniska pyłowe, umożliwiające spalanie zmielonego węgla. Węgiel miele się w młynach na pył, który jest wdmuchiwany z powietrzem przez palniki 1 do komory paleniskowej 2. Ściany komory paleniskowej są wyłożone rurami 3,

¹¹ Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

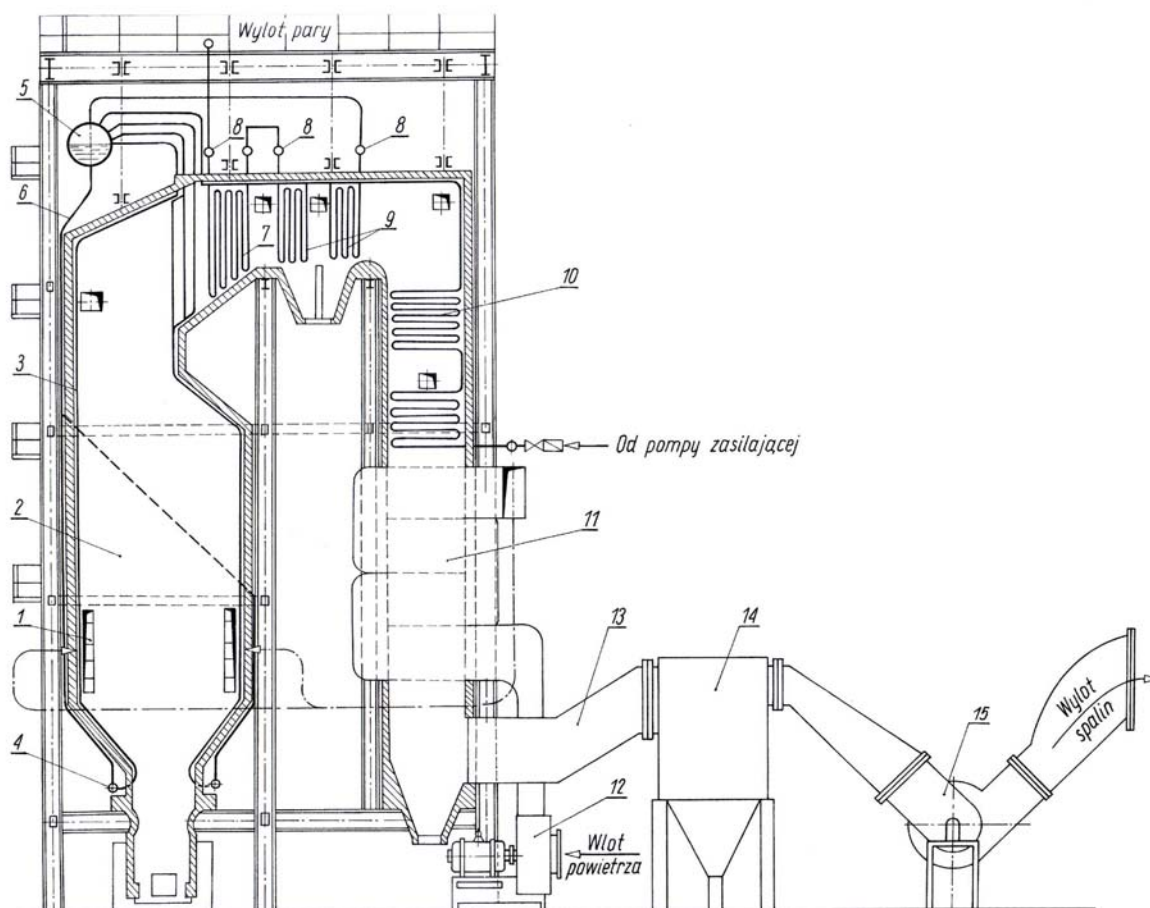
tworzącymi tzw. ekrany. Rury te są połączone u dołu z komorami zbiorczymi 4, a u góry z walczakiem 5. Woda z walczaka 5 jest doprowadzana do komór 4 nieogrzewanymi rurami 6, nazywanymi rurami opadowymi. W komorze paleniskowej płomień i spaliny o wysokiej temperaturze przekazują ciepło rurom 3 - głównie w drodze promieniowania, stąd nazwa kocioł opromieniowany.

W wyniku ogrzewania wody w rurach 3 powstają pęcherzyki pary. Mieszanina parowo-wodna w rurach 3 ma mniejszą gęstość niż woda w rurach opadowych 6, bez pęcherzyków pary. W związku z tym powstaje siła naturalnego wyporu i woda w rurach 6 opada, a mieszanina parowo-wodna w rurach wznoszących 3 płynie w górę do walczaka, gdzie następuje rozdzielenie pary i wody. Woda z walczaka ponownie wpływa do rur opadowych. Krażenie wody (obieg) jest samoczynne. Jest to więc kocioł z naturalnym obiegiem wody. Rury wznoszące, opadowe, komory i walczak tworzą parownik, tj. zespół, w którym powstaje para nasycona. Wytworzona w parowniku para nasycona przepływa z walczaka 5 do przegrzewacza 7, składającego się z komór 8 i węzownic 9. Przepływające spaliny ogrzewają węzownice i przegrzewają parę.

Spaliny na wylocie z komory paleniskowej mają wysoką temperaturę (ok. 1000°C). Po przejściu spalin przez przegrzewacz (7 i 9) ich temperatura wynosi jeszcze 600÷700°C. Dalsze odbieranie ciepła spalinom (chłodzenie spalin) następuje w drugim ciągu kotła, w którym spaliny płyną w dół. Jest tu umieszczony podgrzewacz wody 10, podobny do przegrzewacza pary. Pompa zasilająca tłoczy wodę przez podgrzewacz 10 do walczaka 5. Za podgrzewaczem wody jest umieszczony podgrzewacz powietrza 11, za którym temperatura wynosi już tylko 120÷180°C.

Powietrze jest tłoczone przez wentylator 12. Podgrzane w podgrzewaczu do temperatury 250÷400°C przepływa do palników 1. Podgrzanie powietrza poprawia proces spalania i podwyższa temperaturę w komorze paleniskowej. Z kotła spaliny płyną kanałem 75 do urządzenia odpylającego 14 (cyklony, elektrofiltry), skąd wentylator sztucznego ciągu 75 tłoczy je do komina. Kotły wodnorurkowe dużej wydajności mają duże wymiary (wysokość 40÷130 m, szerokość 6÷40 m, głębokość 10÷20 m). Do podwieszenia walczaka, rur, podgrzewaczy niezbędna jest stalowa konstrukcja nośna. Cały kocioł wymaga obmurowania i izolacji cieplnej.

Urządzenie kotłowe, zwykle nazywane po prostu kotłem parowym, składa się więc z wielu zespołów: paleniska, parownika (nazywanego też kotłem właściwym – wytwarzającym parę nasyconą), przegrzewacza pary, podgrzewacza wody, podgrzewacza powietrza, armatury (zawory, wodowskazy, manometry), a także konstrukcji nośnej lub zakotwienia, schodów, podestów i pomostów, obmurowania i izolacji, osprzętu (drzwiczki, klapy, podpory, podwieszenia), aparatury kontrolno-pomiarowej, urządzeń automatyki oraz urządzeń do wytwarzania ciągu. Nawet najmniejsze kotły mają co najmniej 4 zespoły: palenisko, parownik, armaturę i izolację.



Rys. 18. Kocioł opromieniowany wodnorurkowy z paleniskiem pyłowym 1 – palniki, 2 – komora paleniskowa, 3 – ekrany, 4 – komory zbiorcze, 5 – walczak, 6 – rury opadowe, 7 – przegrzewacz, 8 – komory przegrzewacza, 9 – węzownice przegrzewacza, 10 – podgrzewacz wody, 11 – podgrzewacz powietrza, 12 – wentylator, 13 – kanał spalin, 14 – urządzenie odpylające, 15 – wentylator sztucznego ciągu

Podstawowe parametry techniczne kotła

Do podstawowych parametrów kotła parowego zalicza się: wydajność kotła, ciśnienie p i temperaturę t wytwarzanej pary, powierzchnię ogrzewalną, pojemność wodną, natężenie cieplne powierzchni ogrzewalnej i sprawność kotła.

Wydajnością kotła D (w kg/s) nazywa się liczbę kg pary wyprodukowanej w czasie 1 sekundy. Wydajność kotła bywa też wyrażana w kg/h lub t/h.

Powierzchnię ogrzewalną H stanowi mierzona po stronie spalin i wyrażona w m^2 powierzchnia ścianek omywanych bezpośrednio z jednej strony spalinami, a z drugiej wodą, mieszaniną parowo-wodną i parą.

Natężenie cieplne powierzchni ogrzewalnej (Q/H) - wyrażone w kW/m^2 - jest to ilość ciepła Q przejęta przez $1 m^2$ powierzchni w czasie 1 sekundy. Średnie natężenie cieplne powierzchni ogrzewalnej kotła zawiera się w granicach od ok. $14 kW/m^2$ w kotłach płomienicowych do ok. $30 kW/m^2$ w kotłach pyłowych, przy czym np. w podgrzewaczu powietrza wynosi ono $0,9 \div 3 kW/m^2$, w opromieniowanej komorze paleniskowej - lokalnie do $465 kW/m^2$, a powierzchni ogrzewalnej zanurzonej w złożu fluidalnym kotła fluidalnego - $100 \div 150 kW/m^2$.

Pojemność wodna kotła jest to ilość wody znajdująca się w układzie ciśnieniowym kotła po napełnieniu go do najniższego poziomu wody. Wyraża się ją w m³. Kotły o dużej pojemności wodnej dobrze znoszą zmienne obciążenie, z kolei mała pojemność wodna umożliwia szybkie uruchomienie.

Zasady eksploatacji kotłów¹²

Każdy kocioł powinien być wykonany i użytkowany zgodnie z obowiązującymi przepisami dozoru technicznego. Przepisy te, w odniesieniu do kotłów nazywane przepisami kotłowymi, regulują wszystkie zagadnienia mające istotny wpływ na bezpieczeństwo pracy. Dotyczy to zwłaszcza: konstrukcji, wykonania, osprzętu, oznaczeń, materiałów konstrukcyjnych, zakresu badań technicznych, niezbędnej dokumentacji technicznej, sposobu wykonania obliczeń wytrzymałościowych kotłów parowych i wodnych oraz ich elementów, a także eksploatacji.

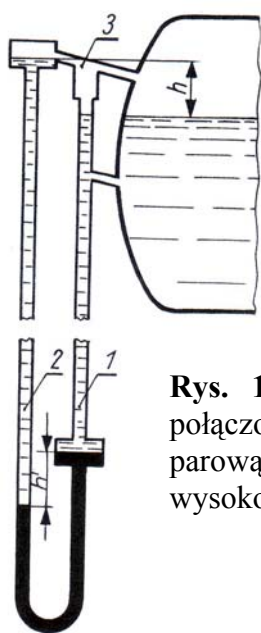
W przepisach określono między innymi organy dozoru (Urząd Dozoru Technicznego UDT i podległe mu okręgowe i rejonowe dozory techniczne ODT i RDT) oraz zakres dozoru technicznego, w tym: rejestrację, wykonanie odbioru technicznego, dopuszczenie do ruchu oraz wstrzymanie ruchu; wykonanie okresowych i nadzwyczajnych badań kotłów. Każdy pracownik zatrudniony przy projektowaniu, wykonawstwie i obsłudze kotłów parowych i wodnych powinien szczegółowo poznać wszystkie obowiązujące przepisy, zarządzenia, wytyczne i normy. Za nieprzestrzeganie tych przepisów grożą poważne kary aresztu lub grzywny. Informacji o obowiązujących w Polsce przepisach udzielają UDT, ODT oraz RDT.

Każdy kocioł ma wystawioną książkę kotłową, w której znajdują się adnotacje DT o dopuszczeniu kotła do pracy, o jego stanie technicznym, o terminach rewizji (badania stanu i próby kotła).

Do armatury kotła zalicza się manometry, wodowskazy, zawory, zasuwy, kurki, termometry. Przepisy kotłowe zawierają szczegółowe wymagania dotyczące również armatury. Zgodnie z przepisami kocioł powinien być wyposażony: w zawory bezpieczeństwa, zabezpieczające przed wzrostem ciśnienia powyżej 10% ciśnienia dopuszczalnego, manometry, dwa wodowskazy (do określania poziomu wody w walcaku), termometry, zawory i zasuwy. W dużych kotłach bywa też instalowana dodatkowa aparatura pomiarowa, nie objęta wymaganiami UDT. W przypadku kotłów wodnorurkowych z paleniskami rusztowymi dodatkowe wyposażenie, ułatwiające eksploatację kotła, może obejmować: wodowskazy odległościowe (rys. 19), dodatkowe manometry i termometry, analizatory spalin, ciągomierze (przyrządy do pomiaru oporu ciągu), paromierze i wodomierze (przyrządy do pomiaru strumienia wody), wagi do pomiaru zużycia węgla oraz amperomierze instalowane w obwodach poszczególnych silników elektrycznych do napędu rusztu, młynów, wentylatorów.

Automatyczne urządzenia do sterowania pracą kotła służą zwykle do regulacji zasilania kotła wodą, regulacji temperatury pary oraz regulacji procesu spalania. W urządzenia takie wyposażone są duże kotły. W przypadku wielkich bloków energetycznych układy regulacji kotła są jeszcze bardziej rozbudowane i stanowią elementy złożonego układu regulacji bloku.

¹² Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003



Rys. 19. Wodowskaz odległościowy różnicowy „Igema” 1 – rurka połączona z przestrzenią wodną walczaka, 2 – rurka połączona z przestrzenia parową walczaka, 3 – przelew (wysokość H jest proporcjonalna do wysokości h)

Źródło: Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

W wielkich kotłach stosuje się zdalne sterowanie (zaworami, kłapami, zasuwami, młynami, wentylatorami, podajnikami itp.) z pulpitu sterowni.

Zgodnie z przepisami obsługę kotła można powierzać tylko osobom o odpowiednich kwalifikacjach (egzamin i praktyka). Na podstawie ogólnych przepisów kotłowych i instrukcji eksploatacji są opracowywane szczegółowe instrukcje eksploatacji poszczególnych kotłów (najczęściej przez wytwórcę kotła). Niezależnie od tego w każdej kotłowni obowiązują szczegółowe przepisy bhp.

Czynności obsługi kotła i ich kolejność zależą od konstrukcji kotła i jego urządzeń pomocniczych, od wyposażenia w aparaturę kontrolno-pomiarową, w układy zabezpieczeń i automatyki oraz od warunków miejscowych i są przedmiotem szczegółowej instrukcji eksploatacji danego kotła. W przypadku regulacji automatycznej czynności obsługi prowadzą się w zasadzie do kontroli działania regulatorów i interwencji w razie zakłóceń w pracy kotła. Kotły rusztowe średniej wielkości są zwykle wyposażone tylko w automatyczną regulację zasilania, a małe kotły są pozbawione wszelkich urządzeń do automatycznej regulacji. W tym ostatnim przypadku wszystkie procesy są regulowane ręcznie – przez palacza. Do jego obowiązków należą następujące czynności: ciągła kontrola poziomu wody

w walczaku i utrzymywanie go w zakresie dopuszczalnych zmian; utrzymywanie możliwie stałych parametrów pary; utrzymywanie odpowiedniego podciśnienia w komorze paleniskowej, aby w żadnym przypadku nie nastąpiło wydmuchiwanie spalin do kotłowni; regulowanie procesu spalania; ciągła obserwacja i okresowe sprawdzanie stanu kotła i urządzeń pomocniczych; kontrola i okresowe oczyszczanie powierzchni grzewalnych; usuwanie żużla i popiołu z lejów oraz utrzymywanie jakości wody kotłowej w podanych granicach.

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Scharakteryzuj zadania kotła parowego.
2. Wymień podstawowe zespoły kotła parowego.
3. Określ podstawowe parametry kotła.
4. Wymień jakie paliwa stosujemy do kotłów.
5. Wymień podział kotłów ze względu na konstrukcję.
6. Wymień zgodnie z jakimi przepisami powinien być wykonany kocioł.

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opracować instrukcje eksploatacji kotła wodnego niskiego ciśnienia .

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) ustalić parametry techniczne pracy kotła wodnego niskiego ciśnienia,
- 2) określić tryb pracy kotła,
- 3) opracować instrukcję eksploatacji kotła,
- 4) wyniki zapisać w postaci projektu instrukcji,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dowolna DTR kotła bez instrukcji eksploatacji,
- normy, wytyczne UDT w zakresie eksploatacji kotła, foliogramy z zakresu eksploatacji kotłów,
- literatura wymieniona w punkcie 6 poradnika dla ucznia.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) scharakteryzować zadania kotła parowego?
- 2) scharakteryzować podstawowe parametry techniczne kotła parowego?
- 3) zdefiniować sprawność energetyczną kotła parowego?
- 4) opisać instytucje nadzorującą pracę kotła parowego?
- 5) określić pojemność wodną kotła?
- 6) opisać elementy składowe aparatury kotła?

Tak Nie

☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

4.6. Eksploatacja dźwignic i przenośników

4.6.1. Materiał nauczania

Dźwignice i przenośniki

Transportem nazywa się zespół czynności związanych z przemieszczaniem osób (transport osobowy) lub towarów (transport towarowy). Maszyny umożliwiające wykonywanie czynności transportowych nazwano środkami transportu. Rozróżnia się środki transportu bliskiego i dalekiego. Dźwignice i przenośniki zalicza się do środków transportu bliskiego, zwykle w obrębie określonego obiektu (np. przedsiębiorstwa produkcyjnego lub usługowego). Taki transport nosi nazwę transportu wewnętrznego. Jest on nierozdzielnie powiązany ze świadczoną usługą lub z procesem produkcyjnym i stanowi ich nieodłączną część składową. Koszt transportu wewnętrznego stanowi zwykle 30÷60% (czasem nawet 80%) ogólnych kosztów produkcji.

Praca dźwignic charakteryzuje się ruchem przerywanym, tzn. że podczas przenoszenia poszczególnych ładunków w pracy maszyny występują przerwy niezbędne do wykonania prac manipulacyjnych, polegających na zaczepieniu i odczepieniu ładunku. Ładunkiem może być pojedynczy, zwykle duży, przedmiot (np. samochód, element budowlany), znaczna liczba mniejszych przedmiotów (drobnica) połączonych w większą jednostkę ładunkową (np. jednakowe niewielkie części maszyn w skrzynkach, cegły w pojemnikach), a także chwytak lub kubeł napełniony materiałem sypkim (np. węglem, koksem, piaskiem).

Praca przenośników charakteryzuje się na ogół ruchem ciągłym. Za pomocą przenośników mogą być transportowane pojedyncze przedmioty, jednostki ładunkowe oraz materiały sypkie przenoszone w postaci ciągłej strugi materiału. Niezależnie od postaci każdy przenoszony materiał nazywamy nosiwem.

Dźwignice i przenośniki zwykle są wyposażone w napędy silnikowe, rzadziej w ręczne. Najdogodniejszy okazał się napęd silnikami elektrycznymi i dzięki temu jest on najbardziej rozpowszechniony. Gdy zasilanie elektryczne nie jest możliwe lub następcza trudności, zwłaszcza w odniesieniu do dźwignic, stosuje się silniki spalinowe z zapłonem samoczynnym. Napęd od silnika może być przekazywany do elementu napędzanego (np. bębna, koła jezdnego) w sposób mechaniczny (np. za pomocą przekładni zębatych, przekładni łańcuchowych), hydrauliczny (np. za pomocą pomp i silników hydraulicznych lub siłowników hydraulicznych), rzadziej w sposób pneumatyczny. Najczęściej spotykane dźwignice można podzielić na:

- ciągniki: wciągniki i wciągarki;
- suwnice: pomostowe, półbramowe, bramowe i wspornikowe;
- żurawie: stacjonarne, przenośne, przewoźne i samojezdne;
- dźwigniki: zębatkowe, śrubowe, tłokowe i dźwigniowe.

Podstawowymi parametrami (wielkościami charakterystycznymi), które należy wziąć pod uwagę przy doborze dźwignic, są:

- udźwig nominalny m_Q (w t lub Mg, a w przypadku $m_Q < 1$ t — również w kg),
- przestrzenny zakres pracy,
- prędkości ruchów roboczych: liniowe (podnoszenie, jazda) v_{pj} (w m/s) oraz kątowe (obrot żurawia) ω (w rad/s).

Udźwig nominalny to największa dopuszczalna masa ładunku, która może być przenoszona przez dźwignicę. Do udźwigu wlicza się masę zdejmowalnych urządzeń chwytających (np. masę chwytaka, chwytnika elektromagnetycznego, belki nośnej) przekraczającą 5% udźwigu, natomiast nie wlicza się masy zblocza hakowego, które jest niezdejmowalne.

Przestrzenny zakres pracy dźwignicy, czyli przestrzeń, która może być obsługiwana przez dźwignicę, jest określony nominalną wysokością podnoszenia ładunku H (w m), rozpiętością suwnicy L (w m) lub zmiennym wysięgiem $R_{\max}$ i $R_{\min}$ (w m) żurawia albo suwnicy wspornikowej oraz długością drogi przejazdu dźwignicy.

W pracy dźwignicy można wyodrębnić cykl pracy, tzn. czas (w s), jaki upływa między pobraniem kolejnych ładunków podczas przeciętnej pracy dźwignicy. Czas jednego cyklu pracy T składa się z: sumy czasów przemieszczania $\sum T_p$ oraz sumy czasów manipulacyjnych $\sum T_m$. A zatem

$$T = \sum T_p + \sum T_m \text{ s}$$

Czasy przemieszczania zależą od długości drogi i prędkości roboczej. Najczęściej spotykane przenośniki można podzielić na:

- cięgnowe: taśmowe, członowe, kubełkowe i zabierakowe;
- bezcięgnowe: wałkowe, śrubowe i wstrząsowe.

Podstawowymi parametrami (wielkościami charakterystycznymi), które należy wziąć pod uwagę przy doborze przenośników, są:

- rodzaj i cechy transportowanego materiału;
- wydajność teoretyczna przenośnika W_o (w m^3/h , t/h lub $szt./h$);
- trasa transportu.

Do najbardziej istotnych cech materiału sypkiego transportowanego luzem należy zaliczyć: gęstość usypową γ_u (w t/m^3) i granulację, a ponadto wilgotność, ścieralność (twardość), lepkość, toksyczność, wybuchowość.

Teoretyczna wydajność przenośnika to ilość materiału przemieszczana w ciągu jednej godziny w warunkach idealnych. Ilość ta może być wyrażona w jednostkach objętości (w m^3), masy (w t) lub liczbą sztuk.

Wydajność przenośnika zależy od przekroju strugi materiału sypkiego lub objętości (masy) jednostek ładunkowych oraz od odległości między nimi, a także od prędkości transportu. Wydajność przenośnika nie zależy od długości trasy transportu.

Gęstość usypowa materiału sypkiego γ_u (w t/m^3) jest to jego jednostkowa masa, która (w odróżnieniu od fizycznego pojęcia gęstości) uwzględnia stopień rozdrobnienia (granulację) materiału. Gęstość usypowa jest więc stosunkiem masy rozdrobnionego materiału, luźno (swobodnie) nasypanego i wypełniającego pojemnik, do objętości tego pojemnika.

Trasa transportu może przebiegać w poziomie, w pionie lub w kierunku pochyłym; może też być połączeniem tych kierunków mchów i stanowić układ przestrzenny.

Wydajność praktyczna przenośnika uwzględnia rzeczywisty stopień wykorzystania czasu pracy oraz parametrów maszyny. Wydajność praktyczna, w wyjątkowo niesprzyjających warunkach pracy, może stanowić zaledwie kilkanaście procent wydajności teoretycznej.

Istotny i wspólny dla dźwignic i przenośników parametr stanowi jednostkowy koszt (w zł/t) przemieszczania ładunków lub materiałów sypkich. Na podstawie kosztu jednostkowego, ściśle związanego z wydajnością, można ocenić prawidłowość doboru i eksploatacji maszyny.

Dźwignice¹³

W każdej dźwignicy można wyodrębnić jej podstawowe zespoły konstrukcyjne oraz dodatkowe wyposażenie (np. wyposażenie elektryczne, osprzęt). Podstawowymi zespołami konstrukcyjnymi są: ustroje nośne (np. pomosty, bramy, półbramy, wysięgniki), ramy i korpusy oraz mechanizmy (np. podnoszenia, jazdy, obrotu, zmiany wysięgu). Mechanizmy składają się z zespołów niższego rzędu i elementów (części).

¹³ Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

Dźwignice, ich mechanizmy oraz ustroje (konstrukcje) nośne dzieli się na grupy ze względu na natężenie pracy. Przerywany, a także bardzo zróżnicowany pod względem rzeczywistego występującego obciążenia, charakter pracy dźwignic sprawia bowiem, iż należy określić natężenie pracy maszyny jako całości. Trzeba też określić natężenie pracy poszczególnych mechanizmów. Należy przy tym uwzględnić czasowy czynnik (klasę) wykorzystania dźwignicy lub mechanizmu (intensywność pracy) oraz czynnik (klasę) obciążenia (obciążenie względne). Czasowy czynnik wykorzystania jest zależny np. od liczby cykli pracy wykonanych przez dźwignicę lub od efektywnego czasu (liczby godzin) pracy mechanizmu w okresie eksploatacji. Okres eksploatacji dźwignic przyjmuje się nie dłuższy niż 20 lat, a mechanizmów 12 lat (średnio 250 dni roboczych w roku). Obciążenie wyraża się współczynnikiem obciążenia, który określa stopień wykorzystania nominalnego udźwigu dźwignicy.

Ustanowiono osiem grup natężenia pracy dźwignic (A1÷A8) i również osiem – mechanizmów (M1÷M8). Im bardziej intensywna praca oraz im większe obciążenie, tym wyższy jest numer grupy. Na przykład dźwignice z napędem ręcznym zalicza się do grupy A1. Najczęściej spotykane grupy natężenia pracy to A5 i A6 (np. dźwignice warsztatowe, budowlane, montażowe, magazynowe). Dźwignice z chwytnikiem lub chwytakiem elektromagnetycznym są zaliczane do grupy A7 lub A8, a dźwignice przenoszące niebezpieczne dla otoczenia materiały (np. ciekły metal, materiały żrące, wybuchowe lub radioaktywne) do grupy co najmniej A7. Nie zawsze grupa natężenia pracy mechanizmu podnoszenia pokrywa się z grupą natężenia pracy dźwignicy. Pozostałe mechanizmy (np. jazdy, obrotu) mogą być również zaliczane do grup innych niż dźwignica. Grupa natężenia pracy dźwignicy oraz wartość udźwigu nominalnego powinny być podane na tablicy informacyjnej lub wymalowane w widocznym miejscu maszyny.

Większość elementów i zespołów dźwignic jest znormalizowana. Normalizacją są objęte metody doboru elementów i zespołów, podstawowe parametry maszyn, a także podział maszyn i zespołów ze względu na ich budowę i natężenie pracy. W normach są również podawane obowiązujące warunki techniczne wykonania i odbioru.

Oprócz efektywnego czasu pracy mechanizmu (w godzinach), który jest równoznaczny z czasem włączenia napędzającego mechanizm silnika, wprowadza się pojęcie względnego czasu pracy P mechanizmu. Jest to stosunek efektywnego czasu pracy T_p mechanizmu, np. podczas jednego cyklu pracy dźwignicy, do sumy czasu pracy T_p i czasu przerw w pracy T_m

$$P = \frac{T_p}{T_p + T_m}^{14}$$

Względny czas pracy mechanizmu (włączenia silnika) wyraża się w procentach; jako graniczne wartości przyjmuje się: 25, 40 lub 60% (praca przerywana). Względny czas włączenia silnika równy 100% oznacza pracę ciągłą (bez przerw).

Przenośniki

Przenośnik składa się z zespołów konstrukcyjnych oraz z dodatkowego wyposażenia (np. elektrycznego, sterującego). Do zespołów konstrukcyjnych należą:

- konstrukcje wsporcze, ramy, obudowy,
- zespoły napędowe,
- zespoły transportujące,
- zespoły kierujące (prowadzące) i napinające,

¹⁴ Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

- układy załadunkowe i wyładunkowe,
- inne zespoły, w zależności od rodzaju i konstrukcji przenośnika.

Zespoły przenośników są w dużym stopniu stypizowane, a liczne ich elementy znormalizowane. Przy doborze zespołów i kompletnych przenośników przydatne są katalogi producentów.

Moc P potrzebna do napędu przenośnika, liczona na bębnie lub kole napędzającym ciągnie, jest sumą czterech mocy składowych, a mianowicie:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \text{ kW}^{15}$$

gdzie:

P_1 - moc potrzebna do napędu przenośnika bez nosiwa,

P_2 - moc potrzebna do przeniesienia samego nosiwa w poziomie,

P_3 - moc potrzebna do podniesienia nosiwa na wymaganą wysokość H ,

P_4 - moc potrzebna do pokonania oporów urządzeń pomocniczych (np. urządzeń służących do czyszczenia taśmy lub do wyładunku nosiwa z przenośnika).

Zapotrzebowanie mocy do napędu przenośnika określa zależność

$$P_u = \frac{P}{\eta_m} \text{ kW}^{16}$$

w której: η_m - sprawność mechanizmu napędowego.

4.6.2. Pytania sprawdzające

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

1. Omów co nazywamy transporterem?
2. Omów jakie rozróżniamy środki transportu?
3. Omów zagadnienie udźwigu nominalny?
4. Wymień elementy charakterystyczne dla dźwignic.
5. Wymień zespoły typowych mechanizmów dźwignic.
6. Scharakteryzuj rodzaje przenośników dla materiałów sypkich.
7. Wymień zespoły konstrukcyjne przenośnika taśmowego.

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opracować instrukcje eksploatacji przenośnika taśmowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinien:

- 1) zidentyfikować przenośnik taśmowy na podstawie rysunku złożeniowego z DTR,
- 2) wynotować dane techniczne przenośnika taśmowego,
- 3) opracować instrukcje eksploatacji przenośnika taśmowego,

¹⁵ Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

¹⁶ Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003

- 4) zapisać wyniki ćwiczenia w postaci projektu instrukcji eksploatacji przenośnika taśmowego,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- DTR przenośnika taśmowego bez instrukcji eksploatacji,
- normy, wytyczne UDT, foliogramy z zakresu eksploatacji dźwigni i przenośników,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.6.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) scharakteryzować urządzenia transportowe takie jak dźwignica, przenośnik?	☐	☐
2) wyjaśnić znaczenie udźwigu nominalnego?	☐	☐
3) scharakteryzować teoretyczną wydajność przenośnika?	☐	☐
4) wskazać 3-5 elementów charakterystycznych dla dźwigni?	☐	☐
5) określić co oznacza grupa natężeniowa pracy dźwigni?	☐	☐
6) opisać zespoły konstrukcyjne przenośników?	☐	☐

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem pytań testowych.
4. Test zawiera 10 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 30 min.

Zestaw zadań testowych

1. Zużywanie naturalne maszyn dzieli się na:
 - a. mechaniczne,
 - b. chemiczne,
 - c. mechaniczne i chemiczne,
 - d. zmęczeniowe.
2. Przez tarcie w ogólnym pojęciu określa się:
 - a. zjawisko występujące w obszarze styku dwóch przemieszczających się względem siebie ciał w wyniku którego powstają opory ruchu,
 - b. zjawisko koherencji występujące w obszarze styku dwóch przemieszczających się względem siebie ciał,
 - c. przyleganie dwóch powierzchni płaskich,
 - d. zjawisko odchezji występujące w obszarze styku dwóch przemieszczających się względem siebie ciał.
3. Smarowanie polega na:
 - a. wprowadzaniu między współpracujące powierzchnie ciała trzeciego o bardzo dużym tarcu wewnętrznym,
 - b. wprowadzaniu między współpracujące powierzchnie ciała trzeciego o bardzo małym tarcu wewnętrznym,
 - c. zwiększeniu straty energii potrzebnej na pokonanie tarcia,
 - d. wprowadzeniu między współpracujące powierzchnie trzeciego ciała stałego.
4. Dokumentacja techniczno-ruchowa przechowywana jest w dziale:
 - a. kadr,
 - b. magazynu,
 - c. produkcji,
 - d. głównego mechanika.

5. Diagnostyka techniczna to:
 - a. nauka o rozpoznawaniu stanów technicznych obiektów,
 - b. czynności przywracające zespołom właściwości użytkowe,
 - c. czynności związane z rozbiórką maszyn i urządzeń,
 - d. określenie zużycia obiektów oraz podjęcie decyzji co do ich dalszego użytkowania.
6. Proces technologiczny remontu to:
 - a. oczyszczanie maszyn i urządzeń, polegające na usunięciu gromadzonych się zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni,
 - b. ciąg działań technicznych przywracających maszynom i urządzeniom wymaganą zdolność użytkową,
 - c. diagnostyka maszyn i urządzeń po remoncie, umożliwiająca sprawdzenie i potwierdzenie zgodności zakresu i jakości prac,
 - d. czynności związane z rozbiórką maszyn i urządzeń na zespoły lub części.
7. W zależności od sposobu przemieszczania cieczy z przestrzeni ssawnej do przestrzeni tłocznej pompy dzieli się na:
 - a. helikoidalne,
 - b. diagonalne,
 - c. krążkowe,
 - d. wirowe i wyporowe.
8. Sprężarka jest to maszyna robocza która:
 - a. przetłacza czynniki gazowe,
 - b. wytwarza energię,
 - c. przetłacza ciecz,
 - d. umożliwia uzyskanie próżni.
9. Wydajnością kotła nazywamy:
 - a. liczbę kg pary wyprodukowanej w 1 sekundzie,
 - b. ilość spalonego paliwa w kJ/kg,
 - c. objętość komory paleniskowej w m³,
 - d. wartość opałową paliwa kJ/kg.
10. Udźwig nominalny to:
 - a. dopuszczalna masa ładunku przenoszona przez dźwignice bez masy urządzeń chwytających,
 - b. dopuszczalna masa ładunku przenoszona przez dźwignice bez masy belki nośnej,
 - c. dopuszczalna masa ładunku przenoszona przez dźwignice z masą urządzeń chwytających,
 - d. dopuszczalna masa ładunku przenoszona przez dźwignice bez masy tylko belki nośnej.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Użytkowanie i obsługiwane maszyn i urządzeń 311[20].Z3.02

Zakreśl poprawną odpowiedź

Nr zadania	Warianty odpowiedzi				Punkty
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	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Kijewski J., Miller A., Pawlicki K., Szulc T.: Maszynoznawstwo WSiP, Warszawa 2003
2. Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń WSiP, Warszawa 2004
3. Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych WSiP, Warszawa 1996