

1.1.2. Eksploatacja i eksploatyka

Eksploatacja to ciąg działań, procesów i zjawisk związanych z wykorzystywaniem obiektów technicznych przez człowieka. Celem tych działań jest zaspokajanie potrzeb związanych pośrednio lub bezpośrednio z jego potrzebami życiowymi. W procesie eksploatacji wyodrębnia się cztery rodzaje działań: użytkowanie, obsługiwane, zasilanie oraz zarządzanie (rys. 1.2).

Użytkowanie to wykorzystywanie obiektu technicznego zgodnie z jego przeznaczeniem i właściwościami funkcjonalnymi. **Obsługiwane** to utrzymywanie obiektu w stanie zdatości oraz przywracanie mu wymaganych właściwości funkcjonalnych dzięki przeglądom, regulacjom, konserwacji, naprawom i remontom. **Zasilanie** polega na dostarczaniu do obiektu materiałów (masy), energii oraz, zwłaszcza w odniesieniu do urządzeń sterowanych numerycznie.



Rys. 1.2. Działania w procesie eksploatacji

i podejmowania decyzji) oraz sprawozdawczo-analityczne (dotyczące opracowywania sprawozdań i ich analizy) nazywa się **zarządzaniem**.

Elementarne procesy użytkowania i obsługiwania

Tablica 1.1

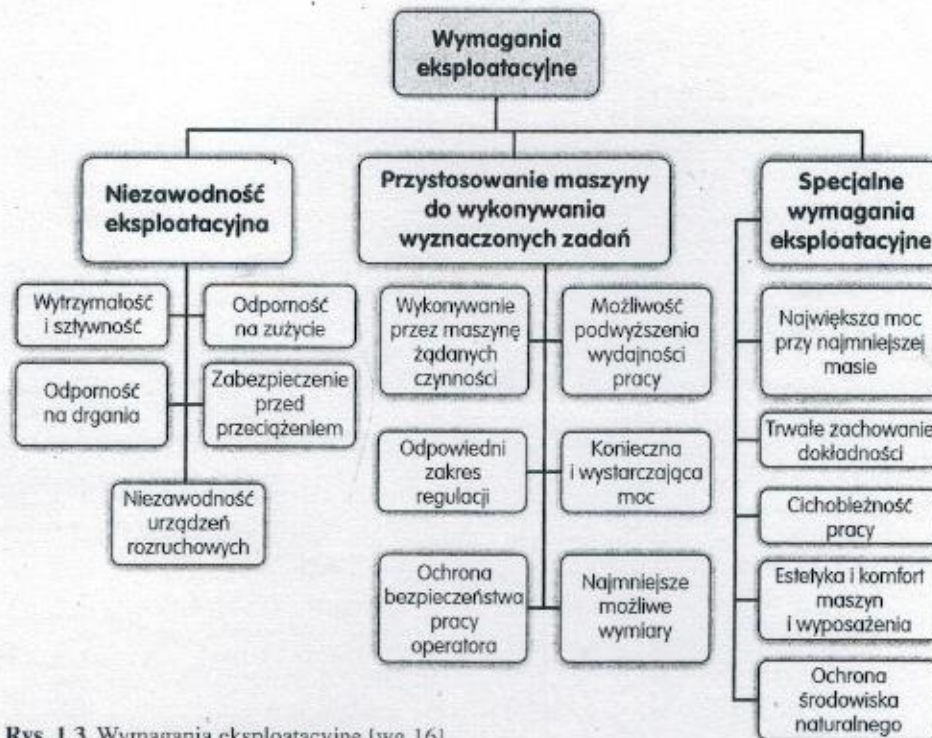
Procesy elementarne	Występowanie w podsystemach	
	użytkowania	obsługiwania
Informacyjne	+	+
Sterujące (decyzyjne)	+	+
Produkcyjne (technologiczne)*	+	-
Zasilające	+	+
Destrukcyjne	+	+
Kontrolne i diagnostyczne	+	+
Przeglądowe	+	+
Naprawcze	-	+
Ekonomiczne	+	+
Socjalne	+	+

*Uwaga: proces produkcyjny to znaczy proces użyteczny, właściwy dla danej maszyny lub urządzenia (np. cięcie, pakowanie, transportowanie, drukowanie i in.)

Działania związane z użytkowaniem i obsługiwaniem obejmują procesy **elementarne** (tabl. 1.1). Jeżeli występują jednocześnie w różnych podsystemach, to nazywa się je **uniwersalnymi** (np. procesy informacyjne, sterujące).

1.1.3. Wymagania eksploatacyjne

Zasadniczym dążeniem w budowie i eksploatacji maszyn jest zapewnienie im jak najdłuższego prawidłowego działania. Użytkowanie powoduje, że stan fizyczny maszyny pogarsza się, a następnie jest okresowo przywracany



Rys. 1.3. Wymagania eksploatacyjne [wg 16]

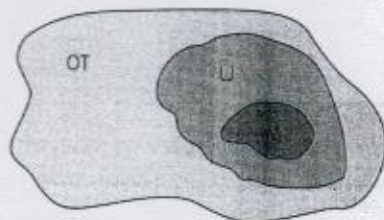
w procesie odnawiania. Gdy dalsze odnawianie staje się nieefektywne, wówczas następuje likwidacja maszyny.

Wadliwa praca maszyny powoduje obniżenie jakości produkcji, utrudnia utrzymanie jej rytmiczności, dezorganizuje pracę i powoduje zagrożenie dla otoczenia. Nawet na podstawie obserwacji zewnętrznych (bez demontażu) można zauważyć prawidłową lub wadliwą pracę maszyny. W przypadku obrabiarki będzie to np. obniżenie dokładności wykonania wyrobu, w silniku – spadek mocy, zwiększenie zużycia paliwa lub środków smarnych itp. Nieprawidłowość pracy zespołów niemal we wszystkich maszynach powoduje spadek sprawności mechanicznej, wzrost temperatury, zwiększenie natężenia hałasu i nadmierne drgania. Objawy wadliwej pracy nie zawsze występują równocześnie w całej maszynie. Zazwyczaj najpierw dotyczą niektórych jej części, a potem zespołów. Dlatego już podczas konstruowania i wytwarzania maszyny należy określić podstawowe wymagania eksploatacyjne. Przedstawiono je na rysunku 1.3.

1.1.4. Charakterystyka oraz podział eksploatacyjny maszyn i urządzeń

Jak już wspomniano, **obiekt techniczny** to dowolny wytwór cywilizacji technicznej, np.: obrabiarka, samochód, telewizor, długopis, kartka papieru, budynek, droga, most, kanał. W ramach tak szerokiego pojęcia wyróżnia się **urządzenia**. W literaturze oraz w praktyce technicznej synonimami urządzenia są: sprzęt techniczny, środek trwały, układ techniczny, narzędzie, przyrząd, maszyna, aparat, aparatura, automat, instrument, mechanizm, agregat, instalacja, zestaw techniczny, wyposażenie, osprzęt itp. W urządzeniach wyróżnia się podzbiór – maszyny.

Maszyną (urządzeniem mechanicznym, obiektem mechanicznym) nazywamy obiekt techniczny, zawierający mechanizm lub zespół mechanizmów we wspólnej obudowie, służący do przetwarzania energii lub wykonywania określonej pracy mechanicznej. Cechą charakterystyczną mechanizmu jest ruch jego części, w wyniku działania na nie sił lub momentów sił. Hierarchię (uszeregowanie) tych pojęć przedstawiono na rysunku 1.4.



Rys. 1.4. Graficzne przedstawienie hierarchii pojęć: OT – obiekt techniczny, U – urządzenie, M – maszyna

Każde urządzenie charakteryzuje się pewnymi ogólnymi cechami:

- funkcjonuje zgodnie z prawami fizyki,
- jest celowym wytworem człowieka z materii nieożywionej,
- ma określone przeznaczenie (możliwe zastosowania),
- ulega uszkodzeniom i najczęściej wymaga obsługi,
- ma skończoną trwałość,

Tablica 1.2. Klasyfikacja eksploatacyjna urządzeń

Kryterium klasyfikacji	Klasa urządzenia
Wymóg rygorystycznego planowania eksploatacji	<ul style="list-style-type: none"> • podstawowe (zasadnicze) • pomocnicze
Krotność użytku	<ul style="list-style-type: none"> • jednokrotnego (jednorazowego) użytku • wielokrotnego użytku
Możliwość poruszania się	<ul style="list-style-type: none"> • przewoźne (w tym także samochody) • nieprzewoźne (stacjonarne)
Podatność na naprawę	<ul style="list-style-type: none"> • naprawialne • nienaprawialne
Liczba realizowanych funkcji	<ul style="list-style-type: none"> • jednofunkcyjne • wielofunkcyjne (kombajny)
Fizyczna podstawa działania	<ul style="list-style-type: none"> • mechaniczne • elektryczne • elektroniczne itp.
Rodzaj urządzeń	<ul style="list-style-type: none"> • zgodnie z klasyfikatorem rodzajowym środków trwałych: <ul style="list-style-type: none"> – budynki i budowle – kotły – maszyny energetyczne – urządzenia i aparaty specjalne branżowe – urządzenia techniczne – środki transportowe – maszyny

1.2. Fizykochemiczne podstawy eksploatacji maszyn

1.2.1. Tarcie

Tarcie to zjawiska przeciwdziałające ruchowi względnemu stykających się ze sobą dwóch ciał (tarcie zewnętrzne) lub elementów tego samego ciała (tarcie wewnętrzne).

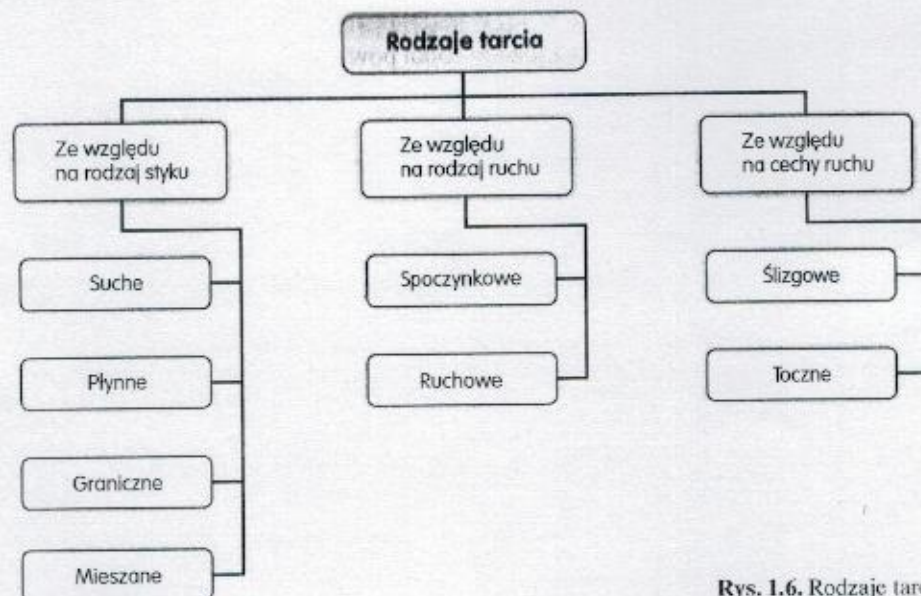
W przyrodzie tarcie jest zjawiskiem powszechnym i stanowi podstawową przyczynę niszczenia części maszyn i utraty ich właściwości użytkowych. Wywołuje powstawanie ubytku materiału z powierzchni i narastanie zmian w warstwie wierzchniej materiału. Towarzyszą mu: korozja, erozja, odkształcenie plastyczne itp. Tarcie i towarzyszące mu zużywanie części maszyn z reguły prowadzą do pogorszenia się jakości powierzchni części trących, co powoduje utratę ich właściwości użytkowych lub nawet konieczność wycofania z eksploatacji, a także pęknięcia lub złamania części przy dostatecznie dużym zmniejszeniu ich przekroju, co zawsze jest przyczyną awarii.

Tarcie powoduje straty energii, zużywanie powierzchni części współpracujących i wzrost ich temperatury, a także drgania i efekty akustyczne. Nie można uniknąć tarcia, natomiast można je złagodzić przez zmianę jego rodzaju.

W urządzeniach mechanicznych tarcie występuje we wszystkich zespołach i mechanizmach ruchowych. Może mieć charakter pozytywny (pożądany), z czym mamy do czynienia w takich zespołach, jak: sprzęgła cierne, hamulce, niektóre napędy cięgnowe (paski klinowe), przekładnie cierne i inne, lub negatywny, gdy powoduje niepożądane opory ruchu, a przez to straty energii i zużywanie części współpracujących – np. w łożyskach, przekładniach zębatych, prowadnicach i różnego rodzaju przegubach.

Rodzaje tarcia

Rozróżnia się tarcie wewnętrzne i zewnętrzne. **Tarcie wewnętrzne** to opór powstający między elementami jednego ciała. W ciałach stałych tarcie jest uzależnione od właściwości tłumiących materiałów, natomiast w płynach od lepkości. Opory tarcia wewnętrznego wynikają z istnienia sił kohezji (sił wzajemnego



Rys. 1.6. Rodzaje tarcia

przyciągania się cząsteczek ciała) i zależą od swobody przemieszczania się tych cząsteczek. Najmniejsze występują w gazach, a największe w ciałach stałych. Tarcie wewnętrzne występuje również w cieczy podczas przesuwania względem siebie

Smarowanie- doprowadzanie smaru stałego (plastycznego), ciekłego (oleju), ciała stałego (np. grafit) bądź gazowego w miejsce styku współpracujących części maszyn lub urządzeń. Przy konstrukcji poszczególnych węzłów tarcia, należy przewidzieć odpowiednie smarowanie, gdyż ma ono decydujący wpływ na użycie cierne a tym samym na ich niezawodność i trwałość oraz na straty mocy (dyssypacje). Środek smarny jest częścią konstrukcyjną maszyny. Najkorzystniejsze smarowanie uzyskuje się dzięki środkom smarnym płynnym gdyż najłatwiej i najprecyzyjniej można je doprowadzić do węzłów tarcia.

Zadaniami smarowania są:

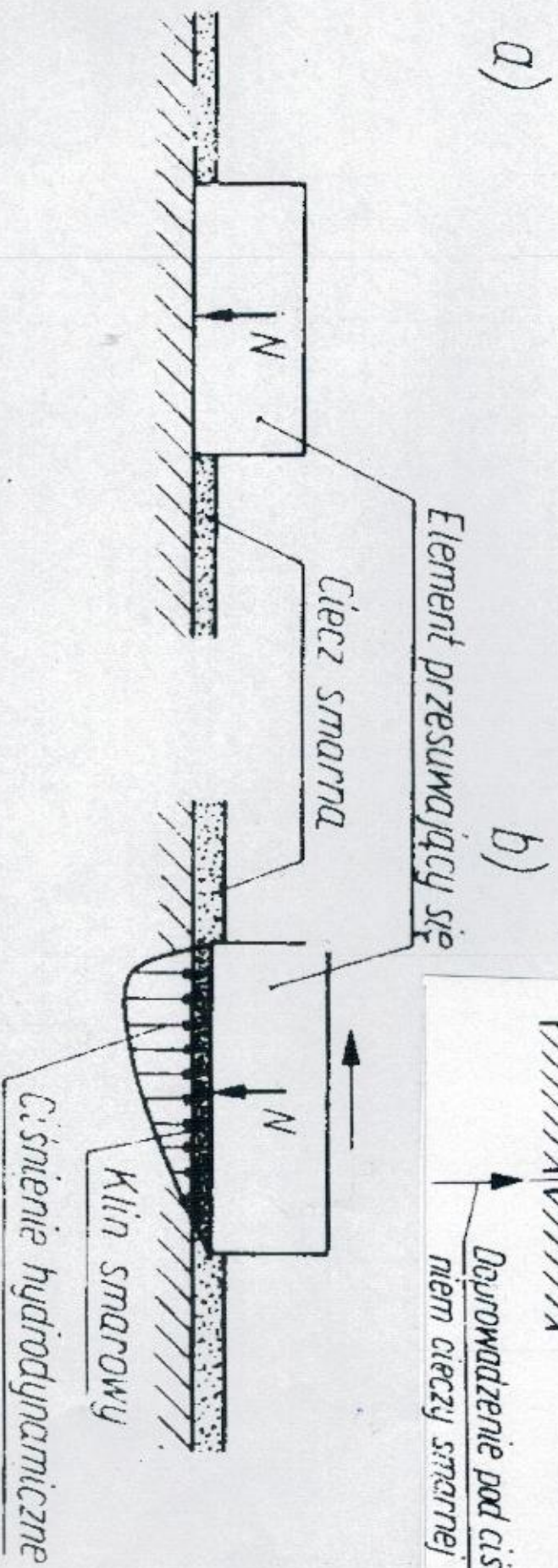
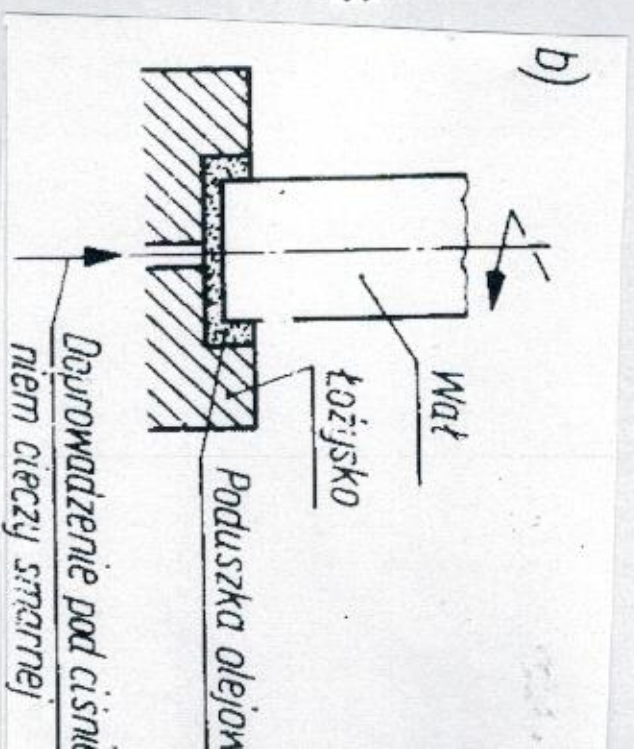
- zmniejszanie tarcia,
- usuwanie zanieczyszczeń ze współpracujących części,
- ochrona przed korozją,
- odprowadzanie ciepła z obszaru tarcia,
- tłumienie drgań,
- amortyzacja obciążeń uderzeniowych,
- zmniejszenie luzów i skutków ich pomniejszania się.

Proces smarowania: Celem smarowania jest uzyskanie tarcia płynnego. Może to być osiągnięte poprzez stworzenie warunków do smarowania: hydrostatycznego, hydrodynamicznego lub hybrydowego, łączącego oba wcześniej wymienione sposoby. Wyróżnia się również tzw. smarowanie elastohydrodynamiczne.

Smarowanie hydrostatyczne- Smarowanie hydrostatyczne polega na wytworzeniu w skojarzeniu trącym, przy użyciu urządzeń zewnętrznych (np. pomp), ciśnienia środka smarnego, które rozdzieli obie smarowane powierzchnie w taki sposób, że między nimi będzie występować tarcie płynne. Zrównoważenie sił wypadkowych, działających na wał oraz sił wyporu podnosi wał, co powoduje że między wałem 1 i panwią 2 ma miejsce tarcie płynne. Smarowanie hydrostatyczne najczęściej jest stosowane podczas rozruchu maszyn, których skojarzenia trące są bardzo silnie obciążone. Zapobiega to zużyciu powierzchni trących wału i panwi w początkowym okresie pracy. Smarowanie hydrostatyczne występuje w różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych, a także w warunkach naturalnych. Przykładem smarowania hydrostatycznego jest tarcie płynne, jakie ma miejsce między płynącą krą i dnem rzeki.

Smarowanie hydrodynamiczne- Zasada smarowania hydrodynamicznego polega na rozdzieleniu współpracujących powierzchni skojarzenia trącego samoistnie powstającym klinem smarowym, w którym ciśnienie równoważy istniejące siły (obciążenia). W stanie spoczynkowym wał leży na panwi, zanurzony w środku smarnym. W tym położeniu występuje tarcie spoczynkowe. Siły wyporu hydrostatycznego nie równoważą sił ciężkości. Początkowy obrót wału powoduje powstanie klina smarującego. Następuje uniesienie wału z jednoczesnym przemieszczeniem środka obrotu wału, na jedną ze ścian panwi. Dalszy obrót wału powoduje przemieszczenie klina smarującego, zgodnie z kierunkiem obrotu wału i jednoczesne przemieszczenie środka obrotu na drugą ze ścian panwi. Przy pewnych obrotach wału, klin smarujący rozłoży się w miarę równomiernie tak, że obracający się wał nie będzie dotykać żadnej ze ścian panwi. W wyniku działania siły wyporu klina smarującego, wał zostaje uniesiony. Środek obrotu wału tylko nieznacznie jest przemieszczony względem geometrycznej osi panwi. W smarowaniu hydrodynamicznym siła wyporu, unosząca wał łożyska, powstaje samoistnie w rezultacie ruchu współpracujących wzajemnie przemieszczających się powierzchni wału i panwi. Przedstawiona zasada smarowania hydrodynamicznego dobrze tłumaczy fakt, że wał zużywa się na całej powierzchni walca, natomiast panew zużywa się tylko na powierzchni ograniczonej odcinkiem X-Y-Z. Jest to istotna wada tego rodzaju smarowania. Mimo tej wady, ze względu na prostotę

Rys. 21-5. Smarowanie hydrostatyczne:



Rys. 21-6. Powstawanie klina smarowego przy hydrodynamicznym smarowaniu powierzchni płaskich: a) w stanie spoczynku, b) w ruchu

N — obciążenie zewnętrzne działające na powierzchni styku

3.6. 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 faktycznego wyposażenia,
- wykaz załączonych rysunków,
- wykaz części zapasowych.

1.3.2. Uszkodzenia obiektu eksploatacji

Uszkodzenie obiektu eksploatacji to zdarzenie losowe, powodujące, że obiekt czasowo lub na stałe traci stan zdatności i przechodzi do stanu częściowej zdatności lub do niezdatności.

Uszkodzenie następuje wtedy, gdy wartości parametrów określających obciążenie obiektu (elementu, podzespołu, zespołu) przekraczają jego graniczne wartości wytrzymałości (odporności). Uszkodzenie z definicji jest więc zdarzeniem niezamierzonym (pomijając uszkodzenia celowe).

Czasami spotyka się definicję zawężoną: uszkodzenie to przejście obiektu pracującego według modelu dwustanowego ze stanu zdatności do stanu niezdatności. Ponieważ często rozpatruje się modele pracujące w kilku stanach, należy zdefiniować uszkodzenia również dla takich modeli. Umożliwia to klasyfikację uszkodzeń.

Podział uszkodzeń

Rozważymy przypadek, gdy wartość obciążenia zewnętrznego stopniowo zwiększa się i(lub) wytrzymałość obiektu stopniowo się pogarsza do chwili, aż wystąpi uszkodzenie. Są to **uszkodzenia stopniowe**.

Innym przypadkiem jest nagła (niespodziewana) zmiana obciążenia lub nagły spadek wytrzymałości obiektu (w wyniku starzenia lub zmęczenia materiału). Wówczas mówimy o **uszkodzeniach nagłych**.

Inne kryterium klasyfikacji, którego podstawą jest możliwość przywrócenia stanu zdatności uszkodzonemu obiektowi, prowadzi do podziału na:

- **uszkodzenia usuwalne** (nazywane także **czasowymi** lub **chwilowymi**),
- **uszkodzenia nieusuwalne** (nazywane także **stałymi**).

Uzasadniony jest także podział uszkodzeń ze względu na ich wpływ na działanie obiektu. Wyróżnia się uszkodzenia:

- **krytyczne**, wykluczające możliwość dalszego użytkowania obiektu,
- **ważne**, wymagające niezwłocznego podjęcia działań związanych z przywróceniem zdatności obiektu,
- **mało ważne**, gdy podjęcie działań związanych z przywróceniem obiektowi zdatności może być odłożone w czasie,
- **nieistotne**, których wpływ na działanie obiektu można pominąć.

Czasami uszkodzenia „mało ważne” i „nieistotne” nazywa się **usterkami**

W ramach podziału uwzględniającego rozległość skutków uszkodzeń, wyróżnia się ich następujące rodzaje (poczynając od skutków najmniej rozległych):

- usterkę,
- uszkodzenie,
- awarię,
- zniszczenie.

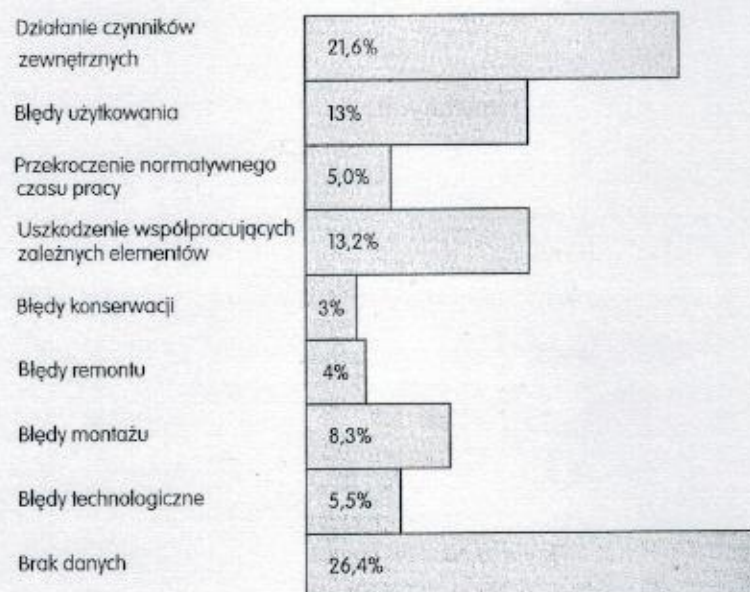
Uwzględniając wpływ uszkodzeń na działanie obiektu, wyróżnia się uszkodzenia *całkowite* i *częściowe*, a biorąc pod uwagę związki między uszkodzeniami, mówimy o uszkodzeniach *niezależnych* i *zależnych*.

Przyczyny powstawania uszkodzeń

Czynniki wywołujące uszkodzenia obiektów technicznych są związane bądź z samym obiektem (z realizowanymi przez obiekt działaniami), bądź z jego otoczeniem (rys. 1.14).

Sposoby usuwania uszkodzeń

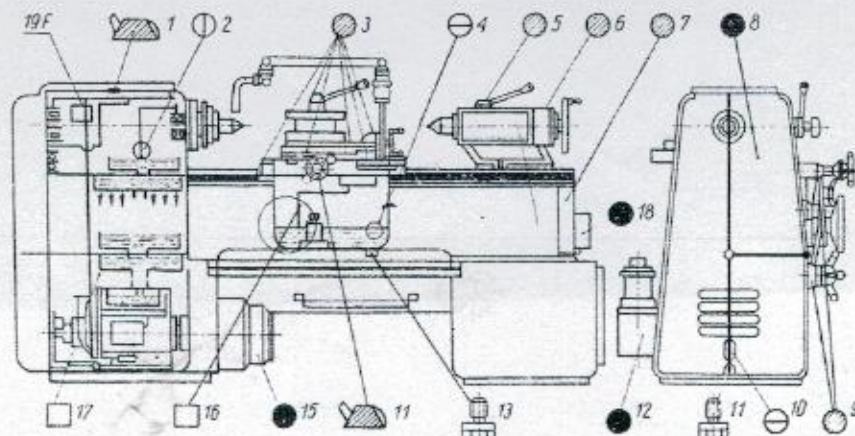
Zidentyfikowanie uszkodzenia podczas eksploatacji jest podstawą działań przywracających obiektowi możliwość realizacji jego zadań. Zakres tych działań jest związany z rodzajem uszkodzenia, jego lokalizacją oraz zasięgiem. Od rodzaju uszkodzenia zależy szybkość jego usunięcia. Ma to znaczenie



Rys. 1.14. Częstość występowania przyczyn uszkodzeń określonej grupy obrabiarek skrawających do warstwi czopowatych na podstawie badań prowadzonych wspólnie z zakładem remontu.

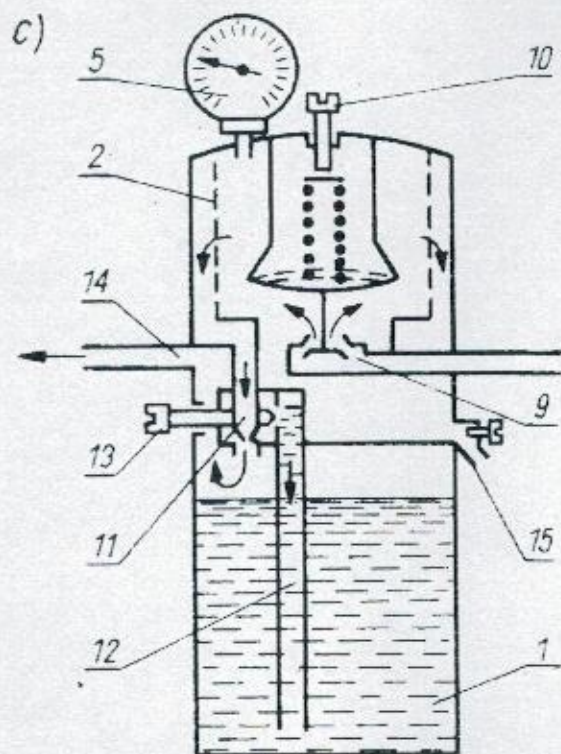
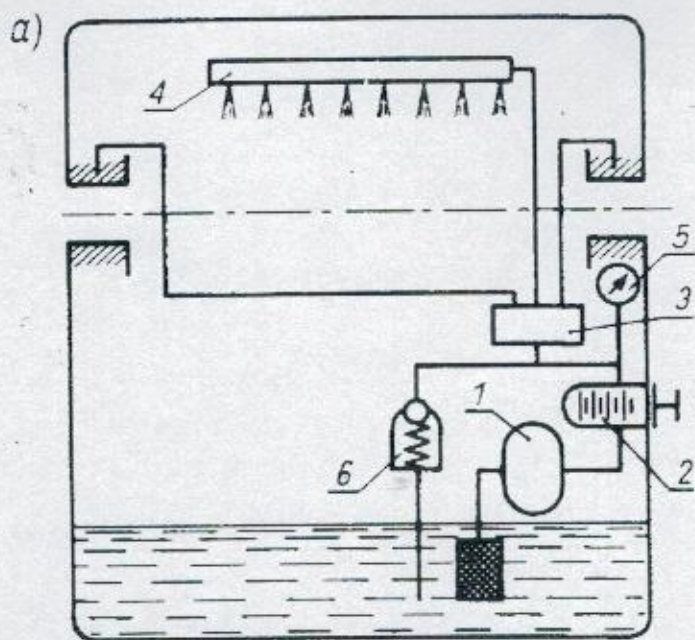
Tablica 30-1
INSTRUKCJA SMAROWANIA

TOKARKA TUD 40/50

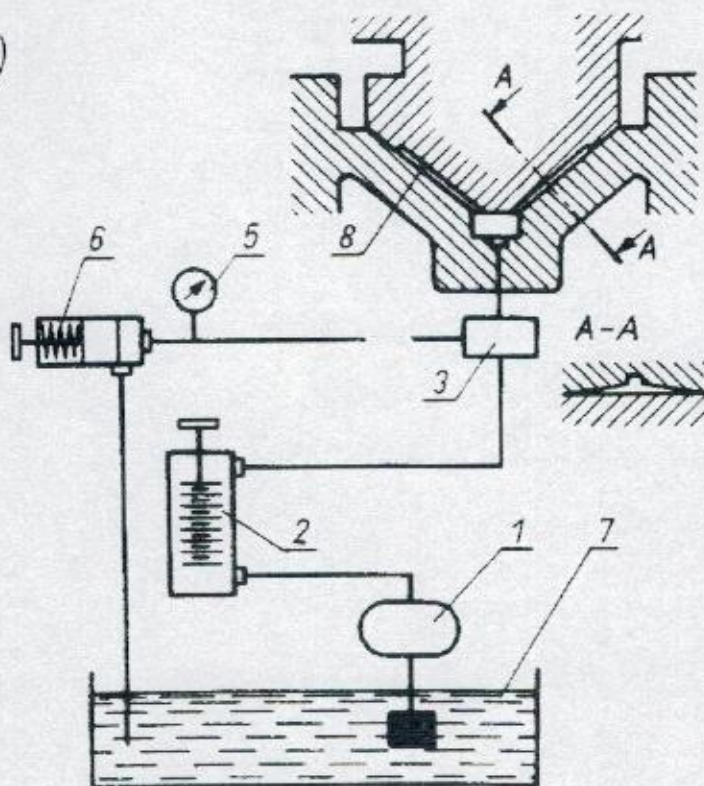


Oznaczenia na rys.	Zespół smarowany	Gatunek oleju (smaru)	Sposób smarowania i ilość oleju	Dopełnienie i okresy wymiany oleju
□ 17	Reduktor Wrzeciennik Skrzynka posuwów	Olej maszynowy 40	Smarowanie obiegowe	Pierwszy raz wymienić po 200 godzinach pracy. Następnie co 2000 godzin pracy dolewając co miesiąc do kreski na wskaźniku 10
□ 16	Skrzynka suportowa	Olej maszynowy 40 + 1/2 l oleju napędowego	Smarowanie obiegowe	Pierwszy raz wymienić po 200 godzinach pracy. Następnie co 2000 godzin pracy dolewając co miesiąc do kreski na wskaźniku 4

● 3-7,9	Prowadnice łoża suportowe, tulejka konika, łożysko tylne wałków i śruby pociągowej, czop na gitarze, śruba pociągowa	Olej maszynowy 40	Smarować smarownicą ręczną	Co 8 godzin	
● 12 15	Łożyska silników elektrycznych	Smar maszynowy 2	Odkręcić pokrywki i nałożyć smar	Wymienić co 2000 godzin pracy	
● 18 8	Koła gitary Sprzęgło przeciążeniowe	Smar maszynowy 2	Myć koła i smarować ręcznie	Co 100 godzin pracy Co 1000 godzin pracy	
☞ 1	Wrzeciennik	Olej maszynowy 40	Wlać 15 litrów do kreski na wskaźniku 10		
☞ 14	Skrzynka suportu	Olej maszynowy 40 + 1/2 l oleju napędowego	Wlać 2,5 litra do kreski na wskaźniku 4		
☞ 11 13	Reduktor, skrzynka suportowa		Zlew oleju		
☞ 10	Reduktor, skrzynka suportowa		Wskaźnik poziomu oleju		
☞ 2	Wrzeciennik		Wskaźnik przepływu oleju		
19F	Filtr			Co 400 godzin pracy należy odkręcić dolną część filtra wraz z magnesem i płukać czystą benzyną	
□	Smarowanie mechaniczne	●	Smarowanie ręczne	●	Smarowanie smarem stałym



b)



Rys. 21-9. Rodzaje smarowania: a) z obiegiem oleju pod ciśnieniem, b) pod ciśnieniem przewodnic strugarki, c) rozpylacz do wytwarzania mgły olejowej [8]

1 — pompa, 2 — filtr, 3 — rozdzielnica, 4 — rurka rozprowadzająca, 5 — manometr, 6 — zawór przelewowy, 7 — zbiornik, 8 — rowki smarowe, 9 — zawór redukcyjny sprężonego powietrza, 10 — śruba regulacyjna zaworu redukcyjnego, 11 — dysza sprężonego powietrza, 12 — rura zasysająca olej, 13 — śruba regulująca ilość zasysanego oleju, 14 — przewód doprowadzający mgłę olejową, 15 — zawór do odprowadzania wody

Tablica 22-1. Podział i zadania służby eksploatacyjnej

Rodzaj służby	Typ służby	Zadania	
Służba eksploatacyjna	Służba kierowania	Służba normowania eksploatacji	Opracowywanie: norm, normatywów, zasad eksploatacji, instrukcji eksploatacji
		Służba inspekcji eksploatacyjnej	Nadzór, kontrola, dozór nad eksploatacją
		Służba planowania eksploatacji	Opracowywanie planów operacyjnych i wieloletnich
		Służba informacji eksploatacyjnej	Prowadzenie: ewidencji, sprawozdań, banku informacji
		Służba analizy eksploatacyjnej	Opracowywanie: wskaźników ekonomicznych, niezawodności, trwałości
		Służba bezpieczeństwa i higieny eksploatacji	Ochrona w zakresie bhp
	Służba użytkowania	Służba produkcyjna	Użytkowanie urządzeń
	Służba obsługi	Służba utrzymania ruchu	Przeprowadzanie konserwacji i przeglądów
		Służba naprawcza	Przeprowadzanie napraw bieżących, średnich i głównych
		Służba pogotowia technicznego	Przeprowadzanie diagnostyki i napraw awaryjnych
		Służba legalizacyjna	Wykonywanie legalizacji urządzeń kontrolnych i pomiarowych
		Służba diagnostyczna	Wykonywanie diagnozy technicznej
		Służba smarownicza	Przeprowadzanie smarowania urządzeń