

KONSERWACJA I EKSPLOATACJA URZĄDZEŃ I SYSTEMÓWMECHATRONICZNYCH

Definicje

1. **Przegląd techniczny** – kontrola stanu urządzenia mająca na celu ujawnienie i usunięcie uszkodzenia przez zmianę nastaw lub drobne naprawy.
Wyróżnia się przeglądy techniczne:
 - a) codzienny – kontrola stanu przed włączeniem urządzenia (np. dokręcenie osłon i sprawdzenie mocowania elementów ruchomych),
 - b) okresowy - kontrola stanu urządzenia przeprowadzana z częstotliwością i w zakresie określonym przez producenta urządzenia (przewiduje wymianę zużywających się części),
 - c) gwarancyjny - kontrola stanu urządzenia przeprowadzana w okresie gwarancyjnym z częstotliwością i w zakresie określonym przez producenta urządzenia, ale bezpośrednio przez producenta lub autoryzowany serwis,
 - d) sezonowy – przegląd polegający na zmianie parametrów pracy urządzenia lub materiałów eksploatacyjnych w zależności od pory roku (np. dostosowanie do panujących temperatur),
 - e) zabezpieczający (konserwacyjny) - przegląd polegający na kontroli stanu czystości, powłoki antykorozyjnej, warunków smarowania części ruchomych i nastaw parametrów pracy urządzenia.
2. **Konserwacja** – czynności mające na celu zapobieganie szybkiemu zużywaniu się urządzenia, np. poprzez utrzymywanie urządzenia w czystości, zabezpieczaniu jego powierzchni przed korozją, zapewnieniu odpowiednich warunków smarowania części ruchomych, regulację parametrów pracy,
3. **Remont** – czynności mające na celu przywrócenie funkcjonalności urządzenia poprzez wymianę, naprawę lub regenerację części lub elementów urządzenia.
4. **Eksploatacja** – czynności wykonywane przy urządzeniach w zakresie ich obsługi, konserwacji, remontów, montażu i kontrolno-pomiarowym.
5. **DTR** – dokumentacja techniczno-ruchowa (odpowiednik instrukcji obsługi), czyli dokumentacja stworzona dla konkretnego urządzenia, zawierająca informacje na temat jego konstrukcji (rysunki techniczne, schematy ideowe i montażowe), funkcjonowania, zasad BHP podczas użytkowania, sposobu montażu i demontażu, częstotliwości i zakresie przeglądów, sposobie usuwania prostych usterek (interpretacja kodów błędów) itp.

Zasady ogólne (w tym BHP) w zakresie konserwacji i eksploatacji

1. Maszynę, urządzenie, układ itp. należy eksploatować, konserwować i serwisować zgodnie z jego DTR (dokumentacją techniczno-ruchową).
2. W celu poprawnej i niezakłóconej pracy urządzenia, powinno być ono systematycznie sprawdzane i uruchamiane.
3. Wymaga się dokonywania przeglądów technicznych urządzenia raz na miesięcy (konkretna częstotliwość przeglądów podawana jest w DTR).
4. Przegląd techniczny powinien być przeprowadzony przez osobę z odpowiednimi do tego kwalifikacjami.

5. Konserwacja powinna być przeprowadzana przez wykwalifikowanego, odpowiednio do tego przeszkolonego pracownika.
6. Osoby nieupoważnione nie mogą wykonywać samodzielnie żadnych czynności przy maszynach, urządzeniach i instalacjach mechatronicznych.
7. Przed rozpoczęciem przeglądu technicznego, konserwacji lub naprawy należy odłączyć zasilanie (elektryczne/pneumatyczne/hydrauliczne) doprowadzone do urządzenia i sprawdzić skuteczność odłączenia zasilania przez odpowiedni pomiar.
8. Naprawę i konserwację części ruchomych można wykonywać wyłącznie po ich zatrzymaniu, zabezpieczeniu przed samoczynnym przemieszczeniem oraz po wyłączeniu dopływu energii.
9. Zasilanie (elektryczne/pneumatyczne/hydrauliczne) można doprowadzić do urządzenia dopiero po zakończeniu wszystkich prac montażowych po naprawie/konserwacji i sprawdzeniu poprawności montażu.
10. Rozpoczęcie pracy jest dozwolone po uprzednim przygotowaniu miejsca pracy.
11. W celu zabezpieczenia przed porażeniem prądem elektrycznym urządzenia elektryczne należy uziemić.
12. Uruchomienie układu powinno być poprzedzone kontrolą jego stanu np. poprzez oględziny.
13. Nie należy dotykać ani zbyt zbliżyć się do części ruchomych maszyny podczas ich pracy.
14. W przypadku stwierdzenia uszkodzenia w układzie, osoba upoważniona niezwłocznie wyłącza go i powiadamia o zaistniałej sytuacji osoby dozoru ruchu.
15. W przypadku samoczynnego awaryjnego wyłączenia się układu, jego ponowne uruchomienie przez upoważnionego pracownika może nastąpić po uprzednim sprawdzeniu go i usunięciu przyczyny wyłączenia.
16. Po zakończeniu pracy należy odpowiednio zabezpieczyć użytkowane maszyny i urządzenia.

Prace konserwacyjne – wiadomości ogólne

W zakres prac konserwacyjnych wchodzi oględziny urządzenia, czyszczenie, zabezpieczenie jego powierzchni przed korozją, smarowanie części ruchomych oraz regulacja parametrów pracy.

Oględziny

Pierwszą i podstawową czynnością każdego przeglądu są **ogłędziny**. Oględziny to bezprzyrządowa kontrola stanu urządzenia za pomocą zmysłów obserwatora: wzroku, słuchu, węchu, dotyku przeprowadzana bez demontażu elementów urządzenia. Oględziny mogą być przeprowadzane również bez odłączenia zasilania (nie wolno wtedy wchodzić na elementy konstrukcyjne urządzenia, zdejmować osłony i przebywać w polu działania nieosłoniętych części urządzenia).

Typowymi parametrami diagnostycznymi możliwymi do rozpoznania poprzez oględziny są:

a) przy kontroli wzrokowej:

- wskazania przyrządów kontrolno-pomiarowych (termometru, wskaźnika poziomu cieczy roboczej, manometru, wskaźnika zanieczyszczenia wkładu filtrującego, obrotomierza, amperomierza itp.) zainstalowanych w układach mechatronicznych,
- wibracje (drgania, silne jednorazowe wstrząsy, wstrząsy powtarzające się),
- wilgoć pojawiająca się na elementach wykonawczych,
- przecieki zewnętrzne w układach hydraulicznych,
- pienienie się oleju hydraulicznego (obecność pęcherzyków powietrza w oleju hydraulicznym),

- b) przy kontroli słuchowej:
 - hałas mechaniczne wywołane np. uszkodzeniami łożysk,
 - hałas wywołany nieszczelnościami w instalacji pneumatycznej,
 - hałas wywołany przepływem cieczy,
- c) przy kontroli dotykowej:
 - temperatura,
 - wibracje,
 - przecieki,
- d) przy kontroli węchowej:
 - temperatura (przegrzanie elementów i towarzyszący temu charakterystyczny zapach),
 - stan izolacji (topienie izolacji przewodów elektrycznych w wyniku przeciążenia i zwarcie żył).

Przed przystąpieniem do prac konserwacyjnych (czyszczenie, smarowanie, regulacja) należy:

- a) odłączyć zasilanie (napięcie elektryczne, sprężone powietrze itp.) danego urządzenia,
- b) zabezpieczyć urządzenie przed samoczynnym załączeniem zasilania w trakcie prac konserwacyjnych,
- c) sprawdzić brak obecności zasilania po jego odłączeniu poprzez wykonanie odpowiedniego pomiaru np. z użyciem woltomierza, wskaźnika napięcia, manometru itp.

Metody czyszczenia urządzeń:

- a) przedmuchiwanie sprężonym powietrzem,
- b) zasysanie zanieczyszczeń stałych i płynnych odkurzaczem przemysłowym,
- c) mycie środkami czyszczącymi (czystą wodą, wodą z dodatkiem środków powierzchniowo-czynnych, alkoholem izopropylowym itp.),
- d) rozpuszczalniki myjąco-odtłuszczające (benzyna ekstrakcyjna i lakowa, nafta),
- e) zdzieranie powłoki za pomocą szlifierki lub wiertarki z tarczą lub szczotką ścierną,
- f) mycie w myjce ultradźwiękowej dla usunięcia zanieczyszczeń w miejscach trudno dostępnych,
- g) mycie myjką wysokociśnieniową (dla urządzeń zamontowanych na zewnątrz),
- h) mycie za pomocą aerozoli np. zmywaczem uniwersalnym, podczas którego myty element zostaje zroszony substancją aktywną.

Środki czyszczące powinny charakteryzować się szybkim odparowaniem oraz niepozostawianiem resztek w formie osadów lub nalotów, brakiem toksyczności i brakiem działania korozyjnego na metale. W przypadku usuwania zanieczyszczeń w postaci oleju, smaru i tłuszczu ważne jest działanie rozpuszczające użytego środka. W przypadku elementów i urządzeń elektronicznych najpowszechniejsze zastosowanie znalazł **alkohol izopropylowy**, charakteryzujący się wszystkimi wymienionymi wyżej cechami.

Smarowanie i środki smarne

Smarowanie polega na wprowadzeniu między powierzchnie trące substancji smarującej. Taki zabieg pełni następujące funkcje:

- a) zapobiega zużyciu podzespołów,
- b) chroni przed korozją,
- c) wyprowadza ciepło ze strefy tarcia,
- d) zmniejsza luzy i amortyzuje drgania,
- e) usuwa nieczystości ze współpracujących powierzchni.

Ze względu na konsystencję wyróżnia się następujące środki smarne:

- a) gazowe (naolejone powietrze, stosowane np. w instalacjach pneumatycznych do smarowania siłowników),
- b) ciekłe (oleje),
- c) plastyczne (smary) – nie odprowadzają ciepła i zanieczyszczeń,
- d) stałe (np. grafit)

Smar litowy jest najpowszechniejszym i najbardziej uniwersalnym smarem. Znajduje zastosowanie w łożyskach ślizgowych, łożyskach tocznych, sworzniach i innych obciążonych elementach, przekładniach i przegubach, prowadnicach ślizgowych i zębatych. Ma szeroki zakres temperatur pracy, dobrą wytrzymałość na wodę, działa w zakresie niskich i średnich obrotów.

Smar molibdenowy to zmodyfikowany smar litowy. Dzięki zastosowaniu dodatkowego składnika może być stosowany do większych obciążeń i mniejszych prędkości obrotowych.

Smar miedziowy jest odporny na działanie wysokich temperatur (do 1200°C). Stosuje się go do pokrycia nakrętek i śrub, kołnierzy, piast kół, sworzni, gwintów, wolno poruszających się mechanizmów.

Smar silikonowy jest wodoodporny, dlatego stosuje się go do smarowania części gumowych (np. O-ringi), części z tworzyw sztucznych, ceramiki czy metalu. Został dopuszczony do zastosowań w przemyśle spożywczym — nadaje się do kontaktu z żywnością.

Smar grafitowy to smar wapniowy przeznaczony do smarowania elementów narażonych na warunki atmosferyczne, wodę i znaczne obciążenie, np. mechanizmów wolnoobrotowych, obciążonych łożysk i sworzni, resorów, łańcuchów. Charakteryzuje się również wysoką przewodnością elektryczną.

Wazelina techniczna ma zastosowanie przede wszystkim w mechanizmach precyzyjnych nie tylko jako środek konserwujący, ale także jako zabezpieczenie przed korozją i czynnikami atmosferycznymi. Jest używana również jako krótkotrwałe zabezpieczenie przed korozją oraz jako środek smarujący do słabo obciążonych elementów, np. przekładni zębatych z tworzyw sztucznych. W urządzeniach elektrycznych jest stosowana do zabezpieczania styków przed utlenianiem i jako izolator, gdyż nie przewodzi prądu elektrycznego.

Zabezpieczenia antykorozyjne

Do najważniejszych metod ochrony antykorozyjnej należą:

- a) dobór właściwych materiałów odpornych na korozję na etapie projektowania,
- b) modyfikacja środowiska korozyjnego w otoczeniu urządzenia (osuszanie powietrza, usuwanie soli z wody),
- c) stosowanie powłok ochronnych:
 - malarskich – najprostszy i najbardziej popularny sposób zabezpieczania powierzchni przed korozją,
 - metalicznych – wykonywane z zastosowaniem czystych metali np. cynk (tzw. cynkowanie), cyna, aluminium, miedź, mosiądz, nikiel, chrom) lub stopów metali, nakładanych przeważnie na powierzchnie metalowe, rzadziej na niemetalowe,
 - niemetalicznych - wykonywane z zastosowaniem emalii technicznych, gumy, ceramiki, tworzyw sztucznych oraz pokryć izolacyjnych wieloskładnikowych (zabezpieczenie antykorozyjne + izolacja elektryczna w jednym).

Po przeprowadzeniu prac konserwacyjnych lub wykonaniu przeglądu technicznego należy sporządzić protokół, który powinien zawierać m.in. następujące informacje:

- a) numer protokołu,
- b) dane urządzenia,
- c) datę przeprowadzenia prac,
- d) zakres wykonanych prac,
- e) wynik przeprowadzonych oględzin, pomiarów kontrolnych itp.,
- f) wnioski z wykonanych prac i zalecenia dotyczące dalszej eksploatacji,
- g) podpis osoby, która wykonała prace.

Konserwacja i eksploatacja w odniesieniu do poszczególnych urządzeń mechatronicznych

1. Silniki elektryczne

Przed każdym uruchomieniem urządzenia napędowego należy sprawdzić, czy jego ruch nie stworzy zagrożenia bezpieczeństwa obsługi lub otoczenia albo nie spowoduje uszkodzenia urządzenia.

Każdy silnik należy zabezpieczyć przed przeciążeniem i przed zwarciami zabezpieczeniami, dobranymi przez użytkownika, zgodnie z obowiązującymi normami lub zaleceniami otrzymanymi od producenta silnika. Silniki mogą być podłączone do sieci o napięciu odpowiadającym napięciu podanemu na tabliczce znamionowej silnika.

Urządzenie napędowe wyłączane samoczynnie przez zabezpieczenie można ponownie uruchomić po stwierdzeniu, że nie występują obawy uszkodzeń. Urządzenia wyłączone powtórnie przez zabezpieczenie można uruchomić po usunięciu przyczyny uszkodzenia.

W trakcie przeglądu konserwacyjnego należy wykonać następujące czynności bez demontażu silnika:

- a) oględziny zewnętrzne: sprawdzić stan uszczelnień, połączeń śrubowych (ewentualnie dokręcić), powierzchni, powłoki antykorozyjnej (uzupełnić ubytki poprzez malowanie), przewodów (kontrola stanu izolacji),
- b) czyszczenie obudowy silnika (ze zdjęciem osłony wentylatora) i aparatury zabezpieczającej bez demontażu,
- c) czyszczenie **drobnoziarnistym papierem ściernym** (nie czyścić pilnikiem) komutatora lub pierścieni ślizgowych jeżeli oględziny wykażą taką konieczność (wymaga zdemontowania obudowy),
- d) sprawdzenie skuteczności środków ochrony przeciwporażeniowej,
- e) sprawdzenie elektrycznych parametrów charakterystycznych silnika np. rezystancja uzwojeń,
- f) pomiar rezystancji izolacji uzwojenia silnika induktorem (500V dla uzwojeń o $U_n < 500V$).

W trakcie przeglądu okresowego (przeciętnie raz na 12 miesięcy lub odpowiednio częściej, gdy silnik pracuje z większym natężeniem niż 2000 godzin/rok) należy wykonać następujące czynności:

- a) czynności jak przy przeglądzie konserwacyjnym,
- b) sprawdzenie temperatury łożysk,
- c) kontrolę i ewentualną wymianę smaru łożysk tocznych,
- d) wymiana części zużytych lub uszkodzonych (np. wymiana komutatora, szczotek).

W celu uniknięcia pogorszenia działania powietrza chłodzącego, wszystkie części silnika należy regularnie czyścić. Najczęściej wystarcza przedmuchiwanie silnika przy użyciu sprężonego powietrza nie

zawierającego oleju ani wody. W szczególności należy zachować czystość otworów wentylacyjnych oraz przestrzeni pomiędzy żeberkami obudowy.

2. Przekąźnikowo-stycznikowe układy sterownicze

W trakcie przeglądu konserwacyjnego należy skontrolować:

- a) czystość elementów układu, w tym pulpitów sterowniczych (kurz, pył, olej itp.),
- b) stan zabezpieczenia antykorozyjnego przyłączy śrubowych, wtykowych itp.,
- c) stan dokręcenia przewodów elektrycznych do elementów układu,
- d) stan izolacji przewodów elektrycznych i osłon końcówek tulejkowych, widełkowych itp.,
- e) rezystancję przewodów elektrycznych oraz cewek przekąźników i styczników (po odłączeniu zasilania),
- f) stan nagrzania elementów podczas pracy przez pomiar termowizyjny,
- g) obecność i wartość napięć zasilających,
- h) nastawy elementów regulacyjnych np. przekąźników czasowych.

W ramach konserwacji układów przekąźnikowo-stycznikowych nie kontroluje się stanu styków (dostęp do zestyków przycisków, przekąźników i styczników jest utrudniony – aparaty te są najczęściej niedemontowalne). Dostępne styki układów elektrycznych zabezpiecza się antykorozyjnie za pomocą wazeliny technicznej.

3. Urządzenia pneumatyczne i hydrauliczne

Ogłędziny prowadzone w ramach prac konserwacyjnych nie wymagają odłączenia zasilania układu pneumatycznego/hydraulicznego. Podczas ogłędzin całego układu pneumatycznego/hydraulicznego należy skontrolować:

- a) obecność i wartość napięć zasilających, ciśnienia sprężonego powietrza, ciśnienia cieczy roboczej,
- b) brak widocznych uszkodzeń, np. przewodów pneumatycznych/hydraulicznych,
- c) brak wycieków np. oleju używanego do smarowania, cieczy roboczej,
- d) niewystępowanie hałasu, wibracji i nienaturalnych odgłosów wydobywających się z układu,
- e) działanie aparatury kontrolno-pomiarowej (np. manometry, przepływomierze),
- f) obecność komunikatów alarmowych na panelach operatorskich i lampkach sygnalizacyjnych,
- g) stan zabezpieczenia antykorozyjnego,
- h) stan zużywających się elementów (np. wkładów filtrów),
- i) poprawność położenia czujników,
- j) obecność materiałów eksploatacyjnych (np. olej w smarownicy),
- k) stan osłon ochronnych przy elementach ruchomych, zabezpieczających przed urazami.

Kolejne czynności konserwacyjne takie jak czyszczenie, wymiana filtrów, usuwanie luzów przez dokręcenie śrub, uzupełnianie materiałów eksploatacyjnych itp. przeprowadza się już po odłączeniu zasilania.

Siłowniki

Konserwacja siłownika polega na kontroli powierzchni siłownika (obecność zarysowań, pęknięć), stanu powłoki antykorozyjnej, stanu tłoczyska (obecność odkształceń), sprawdzeniu połączeń mechanicznych, sprawdzeniu stanu uszczelnień (czy nie ma wycieków i nieszczelności).

Zawory i elektrozawory

Podczas przeglądu konserwacyjnego zaworu należy sprawdzić stan uszczeltek, stan i szczelność przyłączy przewodów pneumatycznych/hydraulicznych, a w przypadku elektrozaworów również stan połączeń elektrycznych (brak korozji, prawidłowe dokręcenie).

Zespół przygotowania powietrza

Podczas konserwacji ZPP należy sprawdzić:

- stan wkładu filtracyjnego (ewentualnie wymienić),
- poziom kondensatu zbierającego się w pojemniku filtra - nie może przekraczać granicznego poziomu - należy regularnie kontrolować ten poziom i odprowadzać kondensat na zewnątrz filtru,
- poziom oleju w smarownicy - olej należy regularnie uzupełniać, nie można jednak przekraczać maksymalnego poziomu oleju zaznaczonego za pomocą linii umieszczonej na zbiorniku,
- działanie manometru i nastawioną wartość ciśnienia roboczego.

Sprężarki i hydrauliczne stacje zasilające:

Podczas konserwacji należy sprawdzić:

- a) poziom oleju smarującego i obecność wycieków tego oleju,
- b) poziom cieczy roboczej w zbiorniku hydraulicznej stacji zasilającej,
- c) obecność wycieków cieczy roboczej,
- d) działanie spustu kondensatu filtra odśrodkowego (raz na dobę) oraz oczyścić filtr siatkowy,
- e) stan filtra powietrza w sprężarce,
- f) stan filtra ssawnego w zbiorniku hydraulicznej stacji zasilającej,
- g) działanie zaworu bezpieczeństwa (raz na miesiąc),
- h) działanie manometru,
- i) mocowanie i dokręcenie przewodów zasilających silnika oraz innych połączeń elektrycznych sprężarki (po pierwszych 100 godzinach pracy sprężarki).

Po zakończeniu pracy sprężarki należy opróżnić zbiornik powietrza.

Podczas przeglądu okresowego sprężarki (podstawowe powinny być realizowane co 2000 roboczogodzin) należy dodatkowo:

- a) wymienić olej oraz filtry oleju i powietrza,
- b) wykonać smarowanie łożysk silnika,
- c) wymienić łożyska (pomiędzy 8 tys. a 10 tys. godzin pracy) i paski klinowe (po 15 tys. godzin pracy),
- d) wymienić uszczelnienia zaworu ssawnego i zwrotnego (raz w roku),
- e) w razie potrzeby wymienić zużyte elastyczne przewody oleju i powietrza na nowe,
- f) w razie potrzeby wymienić wkładkę sprzęgła napędu,
- g) wymienić silnik i wentylator (co 40 tys. godzin pracy).

Przed uruchomieniem sprężarki należy dokładnie sprawdzić, czy wszystkie instalacje i naprawy zostały zakończone, czy system został wyczyszczony, skontrolować szczelność, zawory bezpieczeństwa oraz czy sprężarka i napęd są smarowane zgodnie z instrukcjami producenta. Zawsze upewnić się, czy olej dotarł do wszystkich części wymagających smarowania.

Każde urządzenie podczas eksploatacji należy utrzymywać w należytej czystości!

POMIARY DIAGNOSTYCZNE

Kontrola szczelności w układach pneumatycznych

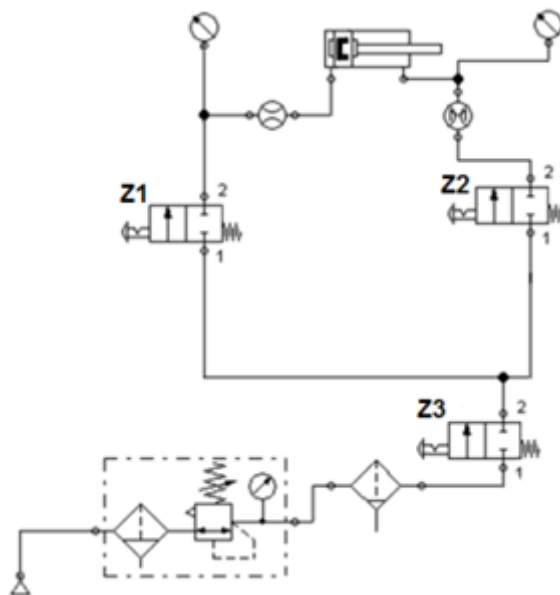
Kontrolę szczelności w układach pneumatycznych przeprowadzić można kilkoma sposobami:

- na słuch (bez użycia specjalistycznych urządzeń),
- na słuch z użyciem detektora wycieków powietrza, który pozwala wykryć również nieszczelności generujące dźwięk w zakresie niesłyszalnym dla ludzi,



- poprzez rozpylenie roztworu mydła – w miejscu wycieku powstają bąbelki (tańsza wersja metody z podpunktu b, znana z zakładów wulkanizacyjnych),
- pomiar ciśnienia w charakterystycznych punktach układu za pomocą manometrów (duża skuteczność metody przy małym nakładzie pracy – raz zamontowane przyrządy pomiarowe pozwalają na kontrolę przez cały okres pracy układu).

Ostatnia z metod w odniesieniu do siłownika polega na doprowadzeniu powietrza lub cieczy do siłownika, a następnie odcięciu dopływu i odpływu czynnika roboczego do i od siłownika oraz kontrolowaniu ciśnienia czynnika na dopływie i odpływie siłownika. Niezmienność wskazań manometru świadczy o szczelności siłownika. Zmiana wskazań manometru z upływem czasu oznacza nieszczelność.



Przy większym przeglądzie układu pneumatycznego lub hydraulicznego przeprowadza się **próbę szczelności układu przy ciśnieniu większym o 50% od nominalnego ciśnienia roboczego p_n .**

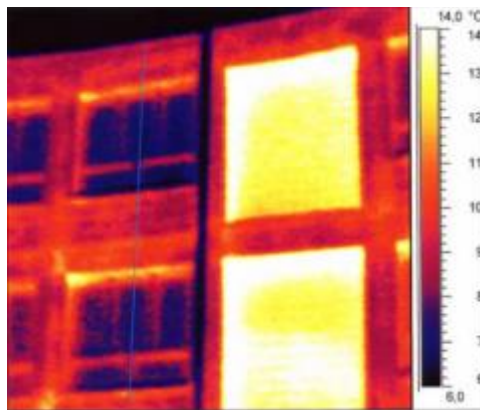
Pomiary termowizyjne

Każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego jest źródłem promieniowania w paśmie podczerwieni, a jego intensywność zależy od temperatury, rodzaju materiału i cech powierzchni ciała. Promieniowanie podczerwone można odebrać za pomocą detektorów podczerwieni. Istnieje możliwość pokazania rozkładu promieniowania na powierzchni. Metoda badawcza polegająca na wizualizacji i rejestracji rozkładu temperatury na powierzchni obiektów zwana jest obrazowaniem termalnym lub **termowizją**. Tworzenie obrazu termowizyjnego (inaczej termogramu) polega na rejestracji przez kamerę promieniowania emitowanego przez obserwowany obiekt, a następnie przetworzeniu go na mapę temperatur.



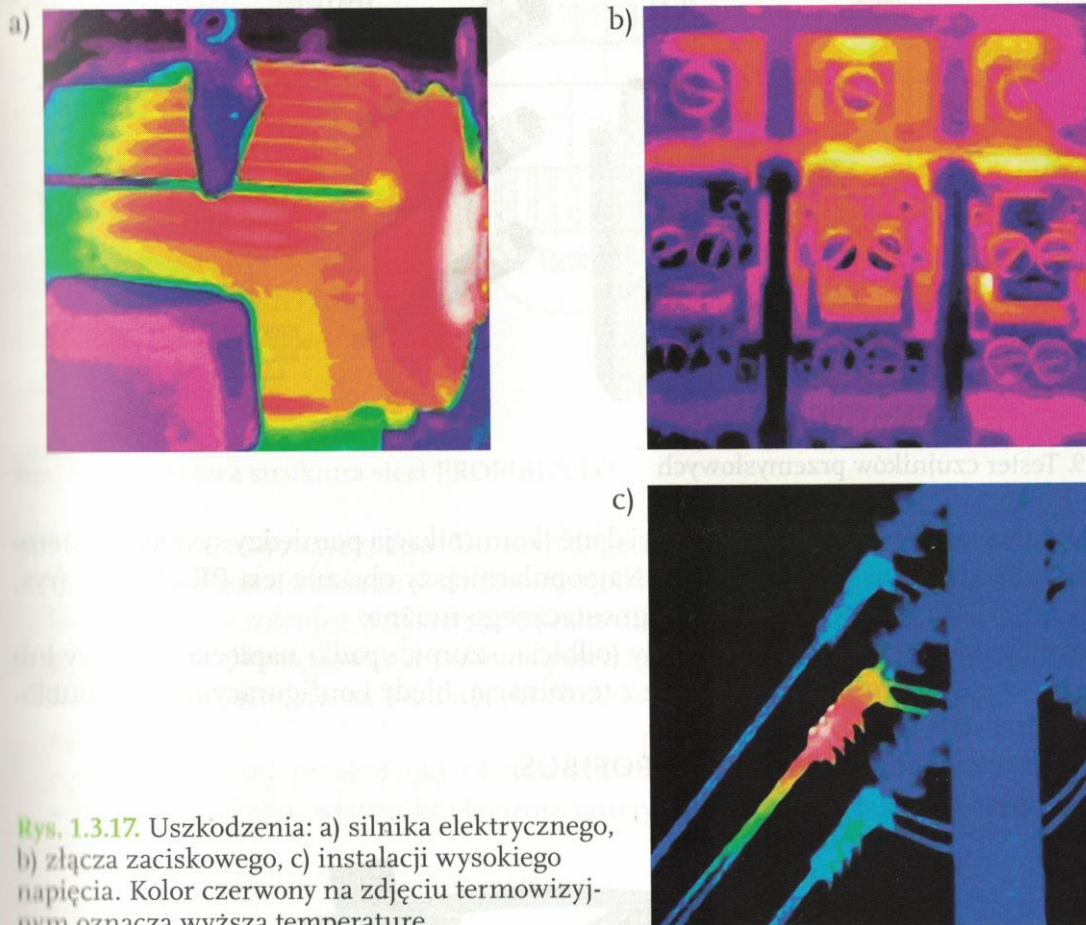
Kamera termowizyjna i pomiar z użyciem kamery termowizyjnej

Intensywność promieniowania podczerwonego jest proporcjonalna do jego temperatury. Z reguły, barwami jasnymi oznaczone są powierzchnie o wysokiej temperaturze, zaś kolorami ciemnymi o temperaturze niskiej:



Termogram budynku mieszkalnego

Na rys. 1.3.17 przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów uszkodzonych urządzeń w formie zdjęć termowizyjnych.



Rys. 1.3.17. Uszkodzenia: a) silnika elektrycznego, b) złącza zaciskowego, c) instalacji wysokiego napięcia. Kolor czerwony na zdjęciu termowizyjnym oznacza wyższą temperaturę.

Pomiary wibrodiagnostyczne

Wibracje, tzn. cykliczne odchylenia maszyny lub jej części od pozycji ustalonej, są skutkiem sił powstających wewnątrz urządzenia - na przykład w wyniku niewyważenia jego wirujących elementów lub nierównomiernego rozkładu pola magnetycznego w silniku. Wibracje występują też na skutek tarcia, niewspółosiowości, obluźniania komponentów maszyn - na przykład pasów napędowych, osłabienia mocowania urządzenia z podstawą lub jej pęknięcia. W urządzeniach takich jak wentylatory, dmuchawy i pompy drgania są też wywoływane przez turbulencje w przepływie medium. Diagnostyka drganiowa jest jedną z metod oceny stanu maszyn wirujących do których zaliczyć można np. silniki elektryczne. Jedną z częstszych przyczyną awarii silników elektrycznych są uszkodzenia łożysk, zatem cykliczne badania wibracji i drgań umożliwiają wczesne wykrycie nieprawidłowości w pracy silnika i przeprowadzenie działań naprawczych. Urządzenia służące do pomiaru drgań całkowitych nazywane są **wibrometrami**. Pomiar dokonywany jest poprzez przyłożenie czujnika wibrometru do obudowy łożyska maszyny. Wynikiem pomiaru jest częstotliwość, prędkość i przemieszczenie zarejestrowanych drgań. Analiza tych danych pozwala na odnalezienie źródła awarii objawiającej się nadmiernymi wibracjami.



Pomiar wibracji silnika elektrycznego

INNE PRZYRZĄDY POMIAROWE UŻYWANE W POMIARACH DIAGNOSTYCZNYCH

1. Przyrządy do pomiaru ciśnienia:

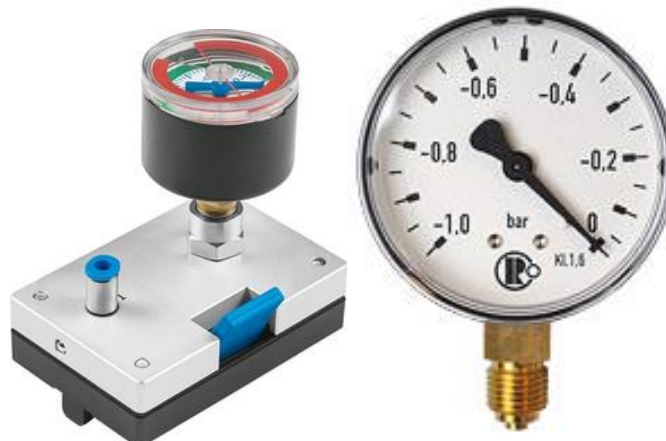
- a) **barometr** - do pomiaru ciśnienia bezwzględnego, czyli w odniesieniu do próżni - używany do pomiaru ciśnienia atmosferycznego (**PRZYRZĄD DLA METEOROLOGÓW A NIE DLA MECHATRONIKÓW**),



- b) **manometr** - do pomiaru nadciśnienia, czyli ciśnienia wyższego od ciśnienia otoczenia; skala zaczyna się od 0 (ciśnienie równe 0 oznacza, że ciśnienie mierzone ma taką samą wartość, co ciśnienie otoczenia)



- c) **wakuometr (próżniomierz)** - do pomiaru podciśnienia, czyli ciśnienia niższego od ciśnienia otoczenia; skala zaczyna się od -1, a kończy na 0 (ciśnienie równe -1 oznacza próżnię, a ciśnienie równe 0 oznacza, że ciśnienie mierzone ma taką samą wartość, co ciśnienie otoczenia)



d) **manowakuometr** - do pomiaru nadciśnienia i podciśnienia (połączenie manometru z wakuometrem).



2. **Higrometr** - służy do pomiaru wilgotności powietrza, czyli zawartości pary wodnej w powietrzu (wilgotność bezwzględna podawana jest w g/m³, a wilgotność względna podawana jest w %).



3. **Przepływomierz** - służy do pomiaru strumienia objętości materii (cieczy, gazu) poruszającej się przez daną powierzchnię prostopadłą do kierunku przepływu w jednostce czasu [m³/s, m³/h].



4. **Areometr (gęstościomierz)** - służy do pomiaru gęstości cieczy metodą wyporową, która oparta jest na odwrotnej proporcjonalności pomiędzy gęstością badanej cieczy, a głębokością zanurzenia w niej areometru.



5. **Wiskozymetr (lepkościomierz)** – przyrząd pomiarowy służący do pomiaru lepkości płynów.



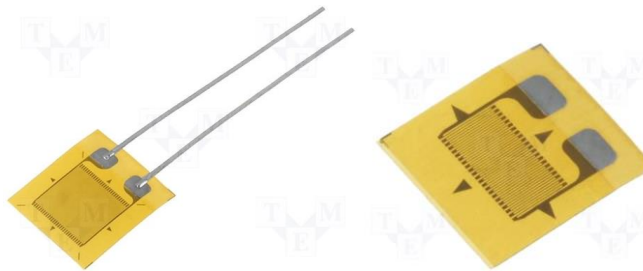
6. **Tachometr (obrotomierz)** - służy do pomiaru prędkości kątowej ruchu obrotowego w jednostce czasu [obr./min], np. prędkości obrotów wału napędowego w silniku.



7. **Pirometr** - służy do bezdotykowego pomiaru temperatury.



8. **Tensometr** - czujnik, służący do pomiaru odkształceń liniowych lub naprężeń ciała stałego zachodzących pod działaniem obciążeń (czujnik najczęściej jest oporowy - zmienia swoją rezystancję pod wpływem zmiany swoich wymiarów).



9. **Sonometr (decybelomierz)** - służy do obiektywnego pomiaru natężenia dźwięku na podstawie pomiaru poziomu ciśnienia akustycznego.



10. **Miernik cęgowy** – używany głównie do pomiaru natężenia prądu elektrycznego w przewodach. W odróżnieniu od typowych amperomierzy nie wymaga przerywania ciągłości istniejącego obwodu elektrycznego celem wpięcia miernika. Pomiar polega na objęciu cęgami miernika przewodu, w którym płynie mierzony prąd.

