



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Maria Suliga
Krzysztof Suliga

Montaż i demontaż elementów i podzespołów urządzeń i systemów mechatronicznych 311[50].Z2.02

Poradnik dla ucznia

Wydawca

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

Recenzenci:

dr inż. Stanisław Derlecki

mgr inż. Anna Sierba

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr inż. Janusz Figurski

Korekta:

mgr Joanna Iwanowska

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[50].Z2.02 Montaż i demontaż elementów i podzespołów urządzeń i systemów mechatronicznych zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik mechatronik.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Materiał nauczania	6
4.1. Zasady montażu i demontażu	6
4.1.1. Materiał nauczania	6
4.1.2. Pytania sprawdzające	7
4.1.3. Ćwiczenia	8
4.1.4. Sprawdzian postępów	9
4.2. Montaż i demontaż	10
4.2.1. Materiał nauczania	10
4.2.2. Pytania sprawdzające	33
4.2.3. Ćwiczenia	34
4.2.4. Sprawdzian postępów	38
4.3. Instalacje zasilające	39
4.3.1. Materiał nauczania	39
4.3.2. Pytania sprawdzające	46
4.3.3. Ćwiczenia	46
4.3.4. Sprawdzian postępów	47
5. Sprawdzian osiągnięć	48
6. Literatura	52

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy z zakresu montażu i demontażu elementów i podzespołów urządzeń i systemów mechatronicznych.

W poradniku zamieszczono:

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

Gwiazdką oznaczono ćwiczenia, których rozwiązanie może sprawić Ci trudności. W razie wątpliwości zwróć się o pomoc do nauczyciela.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- czytać dokumentację techniczną,
- rozróżniać pojęcia dotyczące procesu technologicznego,
- rozróżniać symbole graficzne stosowane na schematach elektrycznych i mechanicznych,
- rozróżniać połączenia rozłączne i nierozłączne,
- przygotowywać elementy i podzespoły do montażu,
- oceniać stan techniczny elementów i podzespołów,
- posługiwać się narzędziami do montażu i demontażu,
- korzystać z różnych źródeł informacji.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- odczytać dokumentację techniczną urządzeń i systemów mechatronicznych,
- zaplanować rozmieszczenie elementów i podzespołów w urządzeniach i systemach mechatronicznych,
- zaplanować kolejność montażu lub demontażu elementów i podzespołów w urządzeniach i systemach mechatronicznych,
- dobrać narzędzia do montażu lub demontażu elementów i podzespołów urządzeń i systemów mechatronicznych,
- przeprowadzić montaż i demontaż mechaniczny elementów i podzespołów urządzeń i systemów mechatronicznych,
- przeprowadzić montaż i demontaż elektryczny elementów i podzespołów urządzeń i systemów mechatronicznych,
- ocenić poprawność przeprowadzonego montażu na podstawie oględzin i pomiarów,
- zastosować przepisy bhp przy montażu i demontażu urządzeń i systemów mechatronicznych.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Zasady montażu i demontażu

4.1.1. Materiał nauczania

Procesem montażu nazywa się całokształt wykonywanych w określonej kolejności operacji ustalenia gotowych części we wzajemnym położeniu, łączenia i mocowania w celu otrzymania podzespołów, zespołów lub mechanizmów, a następnie całej maszyny. W procesie montażu uwzględnia się właściwości obróbki mechanicznej współdziałających części, dokładność ich wykonania, wymaganą dokładność łączenia w podzespoły i zespoły oraz wymagania jakościowe dotyczące całego wyrobu.

W zależności od sposobów uzyskiwania żądanych wymiarów w trakcie składania kilku części montaż może odbywać się zgodnie z zasadą:

- całkowitej zamienności,
- częściowej zamienności,
- selekcji,
- dopasowywania,
- regulowania.

Montaż według zasady całkowitej zamienności polega na montażu części składowych wykonanych bardzo dokładnie, czyli o bardzo wąskich tolerancjach wymiaru. W tym przypadku podczas montażu dowolnych części zawsze osiąga się wymaganą dokładność, bez konieczności dopasowywania lub doboru części. Wymiar montażowy uzyskuje się zawsze w granicach założonej tolerancji. W przypadku niewielkiej tolerancji wymiaru montażowego tolerancje poszczególnych części, wchodzących w skład łańcucha wymiarowego, muszą być mniejsze, tak aby ich suma równała się tolerancji wymiaru montażowego. Montaż według zasady całkowitej zamienności jest stosowany w produkcji masowej i seryjnej. Stosowanie tej zasady montażu ma duże znaczenie przy wymianie części podczas napraw, skraca ich czas eliminując czynność dopasowywania części. Montaż taki jest bardzo prosty i przebiega zawsze w tym samym czasie.

Montaż według zasady częściowej zamienności polega na montażu części składowych o większej tolerancji wymiarowej, co obniża koszt wykonania części. W praktyce większość części ma wymiary rzeczywiste pośrednie między wymiarem granicznym górnym a dolnym. Liczba części o wymiarach granicznych nie przekracza ułamka procentu. Metoda ta jest bardziej ekonomiczna od poprzedniej, ale nie we wszystkich przypadkach osiąga się żądaną dokładność montażu.

Montaż według zasady selekcji polega na podziale obrobionych części stanowiących zespół według ich rzeczywistych wymiarów. Części segreguje się na grupy w granicach wąskich tolerancji i oznakowuje każdą grupę, a następnie dobiera do montażu według ich odchylek wymiarowych. Metoda ta jest szeroko stosowana w produkcji. Koszt wykonania części jest niższy, ale pomiary, grupowanie i oznakowanie części stanowią dodatkowe koszty i pracochłonne operacje. Podczas montażu zwraca się uwagę na oznakowanie części, żeby nie pomylić grup wymiarowych, które oznacza się przeważnie symbolami literowymi lub kolorami.

Montaż według zasady dopasowywania polega na tym, że wymaganą dokładność wymiaru montażowego uzyskuje się przez dopasowanie jednej z części składowych przez obróbkę jej powierzchni w czasie montażu, czyli zastosowanie tzw. kompensacji technologicznej. Zaletą tej

zasady jest możliwość wykonania części składowych o dużych tolerancjach, lecz samo dopasowywanie części stanowi kosztowną operację, co jest ujemną stroną tej zasady. Zasadę tę stosuje się w produkcji jednostkowej i ewentualnie małoseryjnej.

Montaż według zasady regulowania (kompensacji) polega na tym, że wymaganą dokładność wymiaru montażowego uzyskuje się przez dodanie do łańcucha wymiarowego elementu wyrównawczego, czyli tzw. części kompensacyjnej w postaci tulejki, podkładki lub przez zmianę położenia w łańcuchu wymiarowym jednej określonej części, czyli zastosowanie regulowanego elementu wyrównawczego.

Demontaż to czynności związane z rozbiórką maszyn i urządzeń na zespoły, a zespołów na części. Niektóre proste urządzenia i maszyny można rozłożyć pośrednio na części. Demontażu maszyny, urządzenia lub zespołu dokonuje się w celu ich przeglądu lub naprawy. Częściowego demontażu niektórych zespołów dokonuje się podczas przeglądu technicznego lub w celu wykonania regulacji.

Typowy demontaż maszyny 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.

Plan demontażu wykonuje się tylko dla bardziej skomplikowanych zespołów. Czasami stosuje się specjalną instrukcję demontażu, ale tylko dla skomplikowanych zespołów, których części mogłyby ulec uszkodzeniu przy niewłaściwym demontażu. Instrukcja taka zawiera również uwagi dotyczące stosowania przyrządów do demontażu. W praktyce jednak najczęściej demontażu dokonuje się bez planu i instrukcji.

Przed przystąpieniem do demontażu urządzenia należy zapoznać się z jego konstrukcją. Trzeba ustalić położenie poszczególnych zespołów, ich połączenia i współzależność działania. Rozłączenie poszczególnych części i zespołów powinno być dokonane bez użycia nadmiernej siły, aby nie spowodować uszkodzenia części łączonych i łączników. W niektórych przypadkach przed przystąpieniem do demontażu należy oznakować połączone części, aby uniknąć dodatkowego ustalania ich położenia przy powtórnym montażu. W tym celu wykonuje się rysę na obu połączonych częściach oraz widoczny znak. Przy demontażu urządzenia najpierw demontuje się zespoły, a dopiero potem przystępuje do demontażu zespołów na poszczególne części. Część z każdego zdemontowanego zespołu wkłada się do oddzielnej skrzynki i na tabliczce, z boku skrzynki, umieszcza numer zespołu lub nazwę.

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

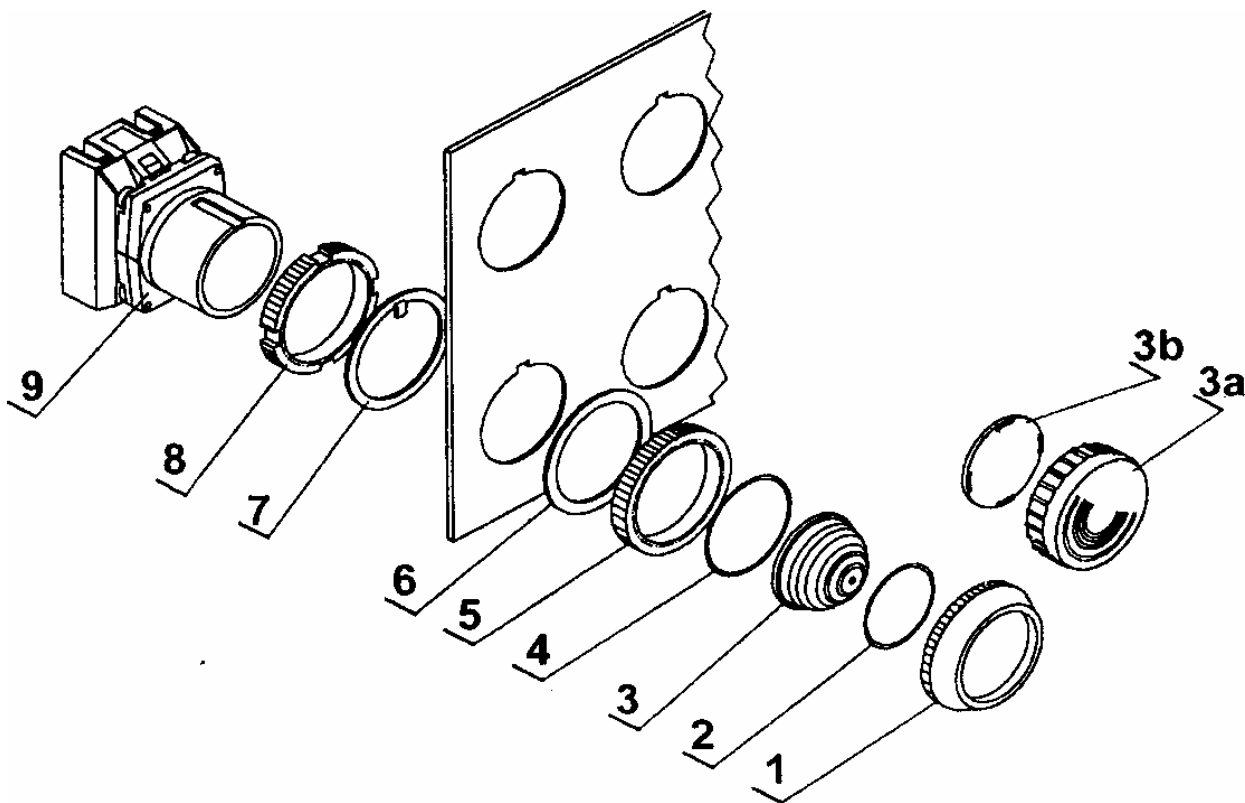
1. Jakie znasz zasady montażu?
2. Czym charakteryzują się wymienione zasady montażu?
3. Co rozumiesz pod pojęciem „demontażu”?
4. W jakim celu stosuje się demontaż?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1*

Zapisz plan montażu i plan demontażu lampki sygnalizacyjnej. Dokonaj montażu i demontażu lampki sygnalizacyjnej, korzystając z wybranych narzędzi (rys. 4.1.1).

Uwaga: lampka sygnalizacyjna może być zastąpiona innym podzespołem, np. stycznikiem, przyciskiem.



Rys. 4.1.1. Budowa lampki sygnalizacyjnej [54]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) na podstawie katalogu i elementów lampki sygnalizacyjnej, która znajduje się na stanowisku zidentyfikować i nazwać jej części składowe,
- 2) zapisać nazwy części na rysunku lampki sygnalizacyjnej,
- 3) na podstawie materiałów dydaktycznych i literatury, dokonać analizy planu montażu przykładowego podzespołu,
- 4) sporządzić plan montażu lampki sygnalizacyjnej,
- 5) dobrać narzędzia niezbędne do montażu,
- 6) zmontować lampkę sygnalizacyjną, przestrzegając przepisy bhp,
- 7) zapisać czynności niezbędne do demontażu lampki,
- 8) dokonać demontażu lampki, korzystając z odpowiednich narzędzi.

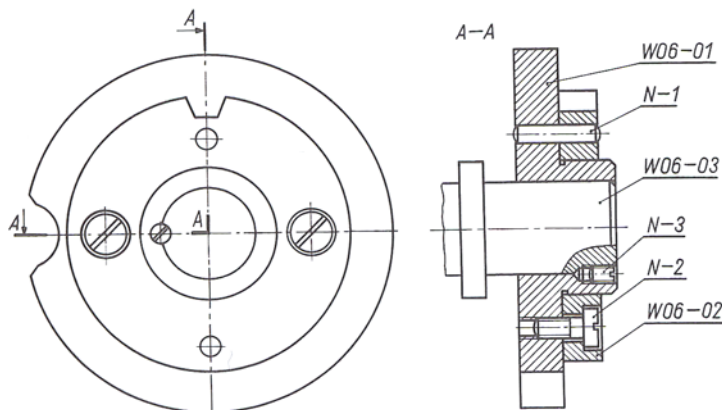
Wyposażenie stanowiska pracy:

- elementy składowe lampki sygnalizacyjnej,
- katalog elementów sterowniczych i sygnalizacyjnych,

- narzędzia niezbędne do montażu i demontażu,
- literatura zgodna z punktem 6 Poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Zaplanuj demontaż zespołu tarczy zapadki (rys. 4.1.2).



Rys. 4.1.2. Zespół tarczy zapadki [2]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) dokonać analizy rysunku zespołu tarczy zapadki,
- 2) dobrać narzędzia niezbędne do demontażu zespołu tarczy zapadki,
- 3) zapisać czynności i narzędzia niezbędne do demontażu zespołu tarczy zapadki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6 Poradnika dla ucznia.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) opisać zasady montażu?
- 2) zidentyfikować elementy składowe podzespołu?
- 3) zaplanować montaż i demontaż elementu lub podzespołu?
- 4) dokonać montażu i demontażu elementu lub podzespołu?
- 5) dobrać narzędzia do montażu i demontażu?

Tak

Nie

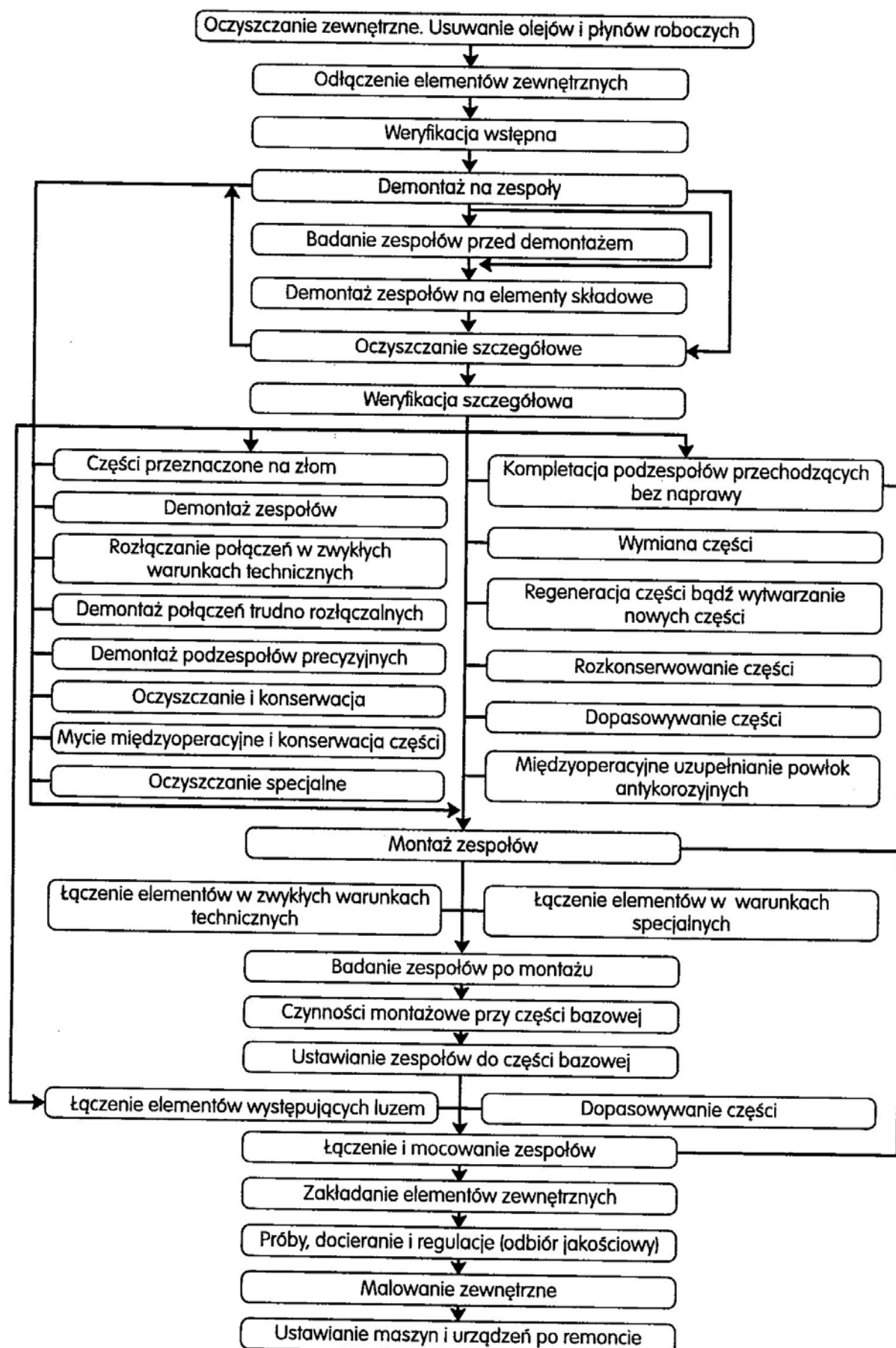
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐
☐

4.2. Montaż i demontaż

4.2.1. Materiał nauczania

Montaż ma miejsce nie tylko w procesie produkcyjnym, lecz także w procesie naprawczym. Po prawidłowo wykonanym demontażu części powinny zachować taką używalność, jaką miały przed rozłączeniem, tzn. na skutek tego procesu nie powinno powstać dodatkowe uszkodzenia w rodzaju zniszczenia powierzchni współpracujących, zatarcia powierzchni roboczych, zerwania gwintów, uszkodzenia zaworów, zniszczenia łożysk tocznych. 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 zespołów 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. Weryfikacji zespołów i części podlegają wszystkie elementy maszyny.

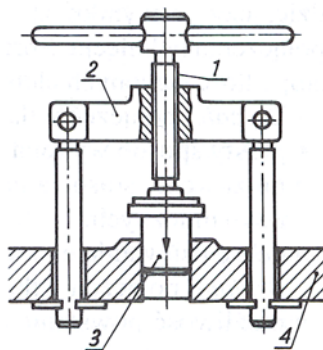
Po demontażu i weryfikacji części, po wymianie zużytych lub uszkodzonych elementów dokonuje się montażu zespołu lub wyrobu. Rozpoznawanie zużycia i określenie uszkodzeń maszyn i urządzeń po demontażu odbywa się w następującej kolejności: maszyna —> zespół (mechanizm) —> podzespół —> część. Rysunek 4.2.1 przedstawia czynności wykonywane podczas montażu i demontażu. Budowa i wykazy zużywających się elementów są zawarte w dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR) lub w specjalnie opracowywanych instrukcjach naprawczych.



Rys. 4.2.1. Schemat montażu i demontażu maszyny [5]

Montaż połączeń z wciskiem

Połączenia wtlaczane montuje się na prasach ogólnego przeznaczenia lub specjalnych. Przed przystąpieniem do montażu dokładnie sprawdza się wymiary czopa i otworu oraz stan ich powierzchni. Części przeznaczone do połączenia ustawia się na stole prasy i wtlacza z równomiernym naciskiem. Drobne elementy można wtlaczać ręcznie używając młotka i odpowiednich podkładek, czasem z użyciem imadła, wkładając między szczęki łączone elementy i skręcając imadło. Są stosowane różnego rodzaju przyrządy służące do wtlaczania, np. przyrząd śrubowy przedstawiony na rys. 4.2.2.



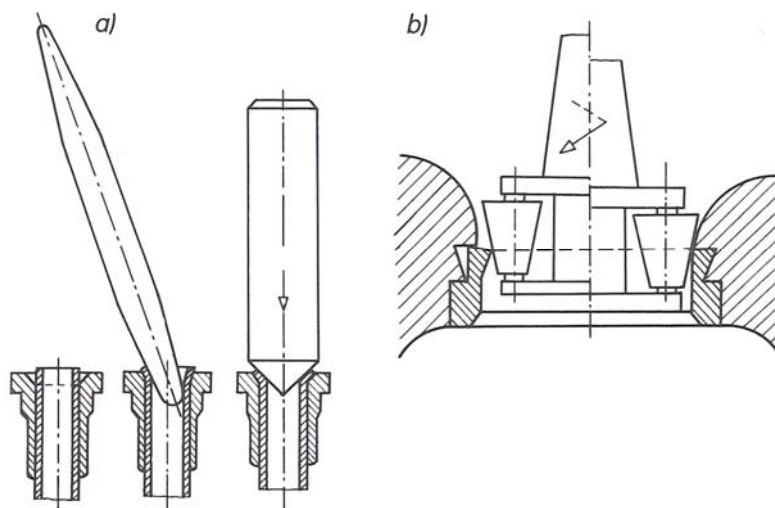
Rys. 4.2.2. Przyrząd śrubowy do wtlaczania [2]

1 – śruba, 2 – belka poprzeczna, 3 – element wtlaczany, 4 - kadłub

Po wykonaniu montażu sprawdza się, czy w wyniku zbyt dużego wcisku nie powstały w pobliżu połączenia pęknięcia. Sprawdzeniu podlegają również wzajemna prostopadłość łączonych elementów oraz zachowanie osiowości. W czasie montażu połączeń wtlaczanych należy przestrzegać zasad bhp. Szczególnie podczas montażu dużych i ciężkich elementów istnieje możliwość urazów przy przenoszeniu i ustawianiu ich na prasie. W przypadku, gdy podczas wtlaczania są wymagane bardzo duże naciski, należy stosować osłony zabezpieczające, gdyż istnieje możliwość pęknięcia łączonych części.

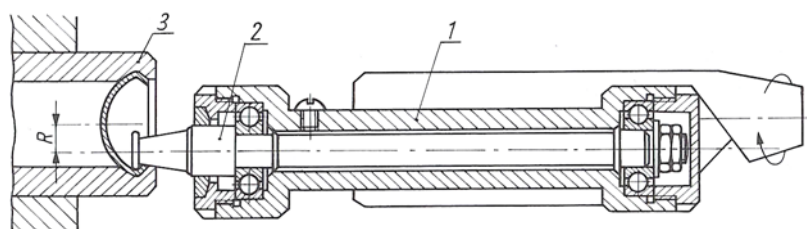
Podczas montażu połączeń skurczowych najważniejsze jest odpowiednie podgrzanie części obejmującej. Temperatura nagrzania zależy od wartości wymaganego wcisku i jest podana w instrukcji montażu. Części nagrzewa się w piecach gazowych lub elektrycznych, a także za pomocą palników gazowych lub prądu wysokiej częstotliwości. Do oziębiania części obejmowanej podczas montażu połączeń rozprężnych może być zastosowany, np. ciekły azot, tlen, czy powietrze. Podczas montażu połączeń skurczowych i rozprężnych obowiązują te same zasady bhp, co podczas montażu połączeń wtlaczanych. Szczególną ostrożność należy zachować w czasie ogrzewania lub oziębiania części, gdyż można ulec oparzeniu lub odmrożeniu. W tym przypadku konieczne jest stosowanie sprzętu ochrony osobistej.

Połączenia roztlaczane stosuje się przede wszystkim do łączenia rur z końcówkami lub ścianami zbiorników. Połączenia te można wykonywać ręcznie lub maszynowo. Na rys. 4.2.3a przedstawiono kolejność czynności przy roztlaczaniu cienkiej rurki miedzianej lub mosiężnej w końcówce. Rurkę należy tak ustawić w końcówce, aby nieco wystawała, a następnie roztloczyć za pomocą specjalnego trzpienia w półkolistej, polerowanej końcówce. Rurki ostatecznie kształtuje się na stożek za pomocą punktaka i młotka. Na rys. 4.2.3b przedstawiono osadzanie gniazda zaworowego przez mechaniczne roztlaczanie na wiertarce za pomocą specjalnego urządzenia. W podobny sposób roztlacza się zakończenia rur o większej średnicy.



Rys. 4.2.3. Roztłaczanie a) ręczne, b) mechaniczne [2]

Połączenia roztłaczane znajdują często zastosowanie do osadzania różnego rodzaju zaślepek w elementach maszyn i urządzeń. Rysunek 4.2.4 przedstawia przyrząd do szczelnego osadzania zaślepek.

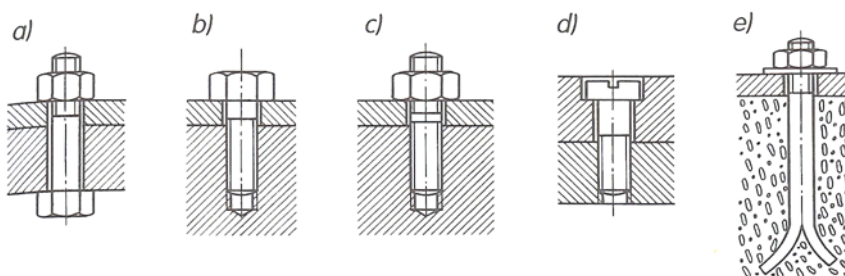


Rys. 4.2.4. Przyrząd do osadzania zaślepek [2]
1 – wrzeciono, 2 – narzędzie, 3 - zaślepka

Demontaż połączeń wtlaczanych polega na wytłaczaniu, czyli na usuwaniu jednego elementu z drugiego z użyciem siły. Siła wytłaczania zależy od wcisku; im większy wcisk, tym większa jest siła potrzebna do wytłaczania. Do ręcznego demontażu prostych połączeń wtlaczanych 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 w celu zabezpieczenia części demontowanej przed uszkodzeniem. 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.

Montaż połączeń gwintowych

Do łączników gwintowych zalicza się śruby, wkręty i nakrętki, które są znormalizowane. Różnego rodzaju połączenia śrubowe przedstawia rysunek 4.2.5.



Rys. 4.2.5. Typowe połączenia śrubowe: a) za pomocą śruby i nakrętki, b) za pomocą śruby, c) za pomocą śruby dwustronnej, d) za pomocą wkręta, e) za pomocą śruby fundamentowej [16]

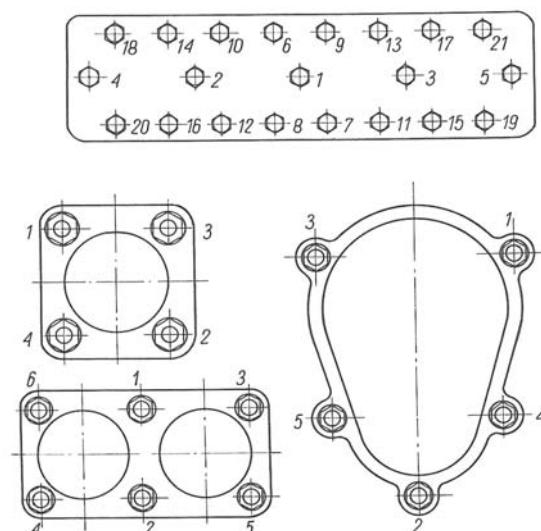
Potrzebną dla danego połączenia śrubę, wkręt lub nakrętkę dobiera się z norm podając nazwę, wymiar, numer i materiał. W połączeniach śrubowych stosuje się również podkładki, które są znormalizowane i ujęte w normach.

W zależności od przeznaczenia połączenie śrubowe powinno zapewnić: 1) właściwe położenie łączonych części, 2) połączenie sztywne i mocne w celu uniemożliwienia przesunięcia się względem siebie połączonych części, 3) szczelność styku, aby zapobiec wyciekaniu płynów i gazów, 4) regulację wzajemnego położenia łączonych części.

Nie wszystkie wyżej wymienione warunki muszą być spełnione w połączeniu śrubowym.

Podczas nakręcania nakrętek: oczyszcza się powierzchnie gwintowane otworu oraz zwoje gwintu śruby, nakłada na śruby podkładki zwykłe lub sprężynujące, zależnie od wymagań, nakręca nakrętki palcami aż do oporu, sprawdzając jednocześnie, czy powierzchnia czołowa nakrętki jest prostopadła do osi śruby, jeżeli nie jest, to nakrętkę wymienia się na inną. Nakrętkę dokręca się do oporu kluczem. Do każdego rodzaju nakrętek dobiera się odpowiednie klucze. Jeżeli instrukcja montażu podaje wartości momentów obrotowych dokręcania śrub lub nakrętek, to do dokręcania używa się kluczy dynamometrycznych, nazywanych granicznymi. Dokręcanie przerywa się, gdy wskazówka osiągnie na skali podaną w instrukcji wartość liczbową.

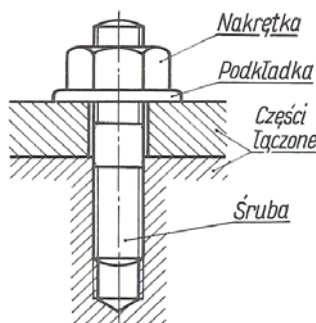
Należy przestrzegać zalecanej kolejności dokręcania nakrętek. Jeżeli nakrętki są rozłożone na okręgu koła, to dokręca się je na krzyż. Przy rozłożeniu ich na liniach tworzących prostokąt i na środkowej osi prostokąta dokręca się najpierw nakrętki środkowe, a następnie na przemian prawe i lewe (rys. 4.2.6).



Rys. 4.2.6. Kolejność dokręcania śrub lub nakrętek [16]

Podczas wkręcania śrub i wkrętów, wkręca się je palcami, aż do oporu, a następnie dokręca odpowiednio dobranymi kluczami.

Śruby dwustronne są gwintowane na obu końcach i umożliwiają demontaż łączonych części bez wykręcania śruby, co zapobiega zużyciu się gwintu w korpusie. Jeden koniec śruby jest wkręcany na stałe do jednej z łączonych części, którą jest najczęściej kadłub. Połączenie za pomocą śruby dwustronnej przedstawia rysunek 4.2.7.



Rys. 4.2.7. Połączenie za pomocą śruby dwustronnej [16]

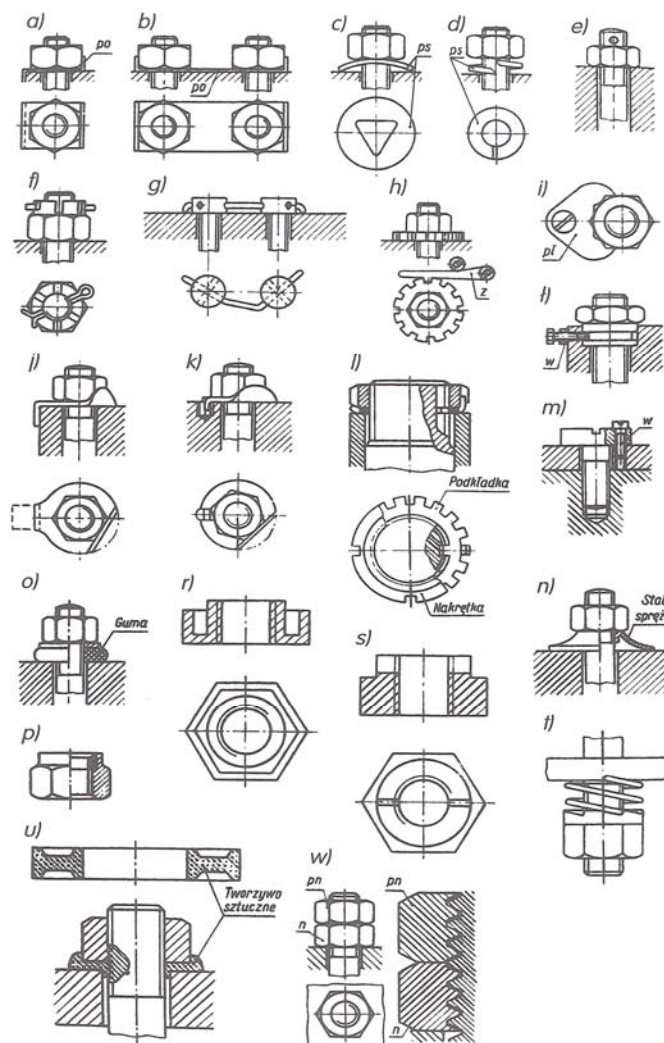
Przy wkręcaniu śrub dwustronnych muszą być spełnione następujące warunki:

- musi być ciasno wkręcona w kadłub tak, żeby przy wykręcaniu nakrętki z drugiego końca nie wykręcała się z kadłuba. Uzyskuje się to poprzez wykonanie ciasno pasowanego gwintu i mocne dokręcanie śruby,
- powinna być wkręcana prostopadle do powierzchni przedmiotu. Warunek ten będzie spełniony, gdy wiercenie i gwintowanie będzie wykonywane na obrabiarce,
- powinna być wkręcona w przedmiot na pewną głębokość, która zależy od rodzaju materiału przedmiotu. W związku z tym długość gwintowanego końca śruby l - wkręconego na stałe - powinna wynosić przy wkręcaniu do stali, staliwa i brązu $l = d$, przy wkręcaniu do żeliwa $l = 1,3 d$ i przy wkręcaniu do stopów lekkich $l = 2-2,5d$.

Do wkręcania śrub dwustronnych używa się specjalnych kluczy lub na drugi koniec śruby dwustronnej nakręca się dwie nakrętki, dociskając je mocno do siebie i wkręca się śrubę za pomocą uniwersalnego klucza płaskiego.

Wskutek wstrząsów, obciążeń zmiennych, drgań lub zmian temperatury nakrętki i śruby mogą się samoczynnie odkręcać. Aby temu zapobiec, stosuje się różnego rodzaju zabezpieczenia przedstawione na rys. 4.2.8.

Rozróżnia się zabezpieczenia przed samoczynnym odkręcaniem się: kształtowe i cierne. Do zabezpieczeń kształtowych zalicza się różnego rodzaju podkładki odginane (rys. 4.2.8a, b, j, k), nakrętki z zawleczkami (rys. 4.2.8e, f) oraz wiązanie drutem (rys. 4.2.8g). Zabezpieczenie cierne polega na zwiększeniu nacisku na gwint lub na powierzchnie oporowe, czyli na zwiększeniu tarcia za pośrednictwem podkładek sprężystych (rys. 4.2.8c, d, n, o, f). Ostatnio często stosuje się zabezpieczenie za pomocą nakrętki z wkładką z tworzywa sztucznego (rys. 4.2.8u). Wkładka z tworzywa ma duży współczynnik tarcia i zaciska się na zwojach gwintu. Nakrętki te mogą być użyte najwyżej trzykrotnie, ponieważ przy częstych odkręcaniach wkładka z tworzywa sztucznego ulega uszkodzeniu i przestaje skutecznie zabezpieczać nakrętkę. Samoustałająca nakrętka wytłoczona z blachy stalowej (rys. 4.2.8r) ma w części górnej gwint owalny, co zabezpiecza przed zluźnieniem. Do zabezpieczenia nakrętek przed odkręcaniem się stosuje się również drugą nakrętkę, tzw. przeciwnakrętkę (rys. 4.2.8w). Przeciwnakrętkę nakręca się po całkowitym dokręceniu nakrętki podstawowej, posługując się dwoma kluczami płaskimi. Jednym kluczem przytrzymuje się dokręcaną nakrętkę podstawową, a drugim dociąga się przeciwnakrętkę.

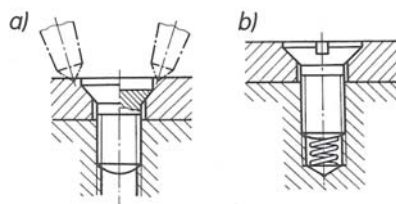


Rys. 4.2.8. Sposoby zabezpieczenia połączeń gwintowych przed samoczynnym odkręceniem się [2]

a, b) ustalanie podkładką odginaną, c), d) podkładką sprężystą, e), f) zawleczką, g) drutem, h) zapadką, i) płytką kształtową, j), k), l) podkładką odginaną, ł), m) wkrętem, n), o) sprężystą podkładką podatną, p) wkładką z tworzywa sztucznego w nakrętce, r), s) samoustaającą nakrętką, t) sprężyną – podkładką, u) podkładką z tworzywa sztucznego, w) przeciwnakrętką

n – nakrętka, pn – przeciwnakrętka, ps – podkładka sprężysta, pl – płytka kształtowa, w – wkręt, z - zapadka

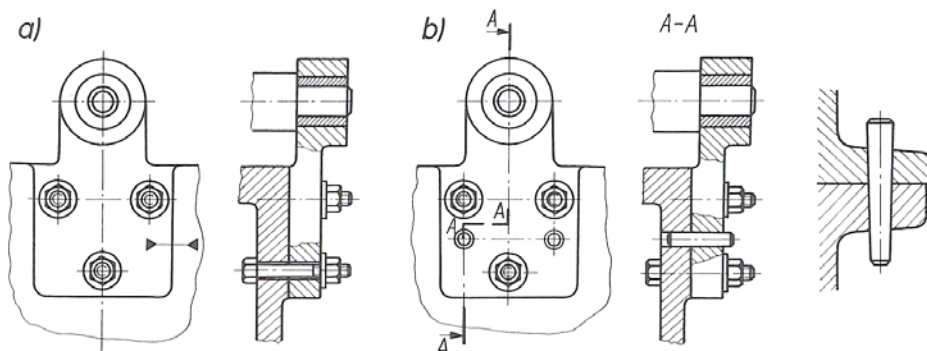
Wkręty zabezpiecza się przed samoczynnym odkręcaniem przez ich napunktowanie po wkręceniu lub przez wprowadzenie sprężyny do otworu nieprzelotowego (rys. 4.2.9).



Rys. 4.2.9. Zabezpieczenie wkrętów przed samoczynnym odkręcaniem: a) przez zapunktowanie, b) przez wprowadzenie sprężyny do otworu nieprzelotowego [16]

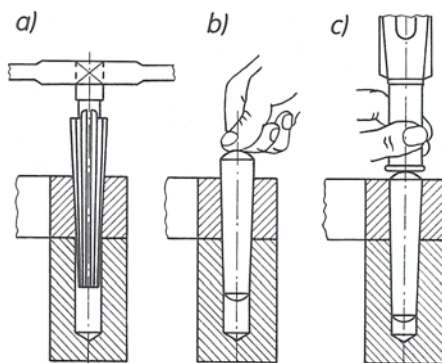
Sposób ustalenia wzajemnego położenia łączonych części zależy od wymaganej dokładności montażu. Jeżeli nie jest wymagana duża dokładność ustalenia, to po częściowym dokręceniu śrub lub nakrętek reguluje się wzajemne położenie części łączonych i dopiero ostatecznie dokręca

i ewentualnie zabezpiecza. Regulacja wzajemnego położenia jest możliwa, ponieważ między śrubą a otworem jest zawsze pewien luz. Po ustaleniu i sprawdzeniu wzajemnego położenia części wykonuje się często rysę na obu łączonych częściach oraz obok niej widoczny znak (rys. 4.2.10a). Celem oznakowania jest zachowanie tego samego położenia części w przypadku następnych demontaży i montażu. Montowane części oznacza się najczęściej przed przystąpieniem do demontażu.



Rys. 4.2.10. Ustalanie wzajemnego położenia części: a) oznakowanie, b) za pomocą kołków walcowych, c) za pomocą kołków stożkowych [2]

W przypadkach, gdy wymagana jest duża dokładność wzajemnego położenia części oraz pewność, że nie będą one przesuwaly się względem siebie w czasie pracy, stosuje się śruby pasowane lub kołki ustalające. Kołki powinno się obracać i osadzać jednocześnie w obu łączonych częściach, po ustaleniu wzajemnego położenia łączonych części i dokręceniu śrub trasuje się otwory na kołki, następnie wierci się otwory i rozwierca ręcznie, a po oczyszczeniu włacza się lekko naoliwione kołki ustalające (rys. 4.2.11).

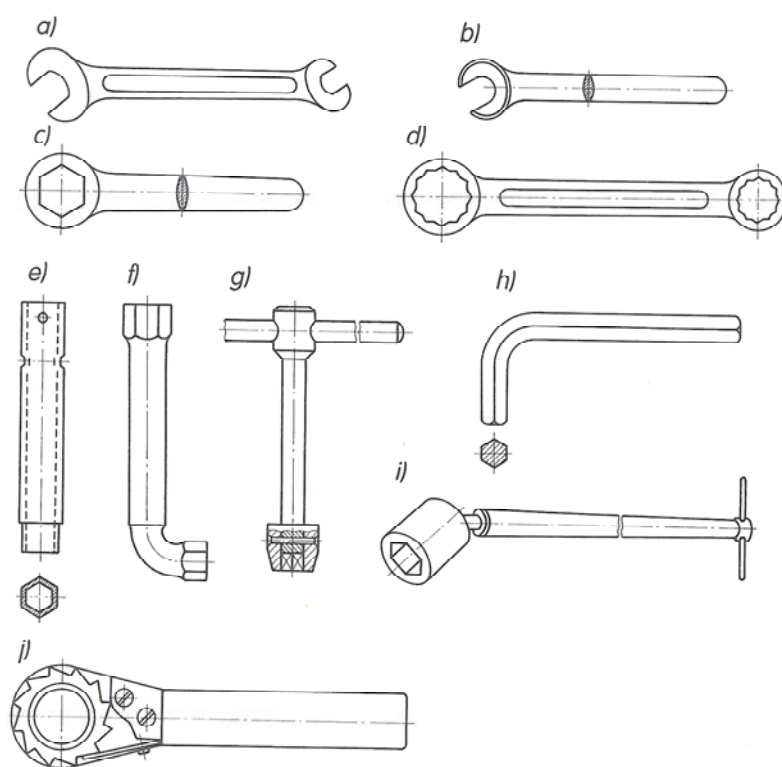


Rys. 4.2.11. Sposób osadzania stożkowego kołka ustalającego: a) ręczne rozwiercanie otworu, b) wkładanie kołka, c) osadzanie kołka [16]

Inny sposób, to w jednej z łączonych części wierci się otwory na kołki tuż przed montażem. Następnie ustala się wzajemne położenie łączonych części, dokręca śruby i przez otwory w jednej części wierci się otwory w łączonych z nią częściach. Po rozwierceniu tych otworów i oczyszczeniu osadza się kołki. Otwory na kołki mogą być wywiercone w częściach łączonych przed montażem. Po dokręceniu śrub otwory się rozwierca i osadza kołki. W celu właściwego ustalenia położenia łączonych części należy stosować przynajmniej dwa kołki ustalające, zachowując między nimi jak największą odległość. Bardzo ważną czynnością jest właściwe rozwiercenie otworu na taką średnicę, w stosunku do średnicy kołka, aby był zapewniony odpowiedni wcisk. Położenie części często demontowanych ustala się w ten sposób, że do jednej z nich kołek jest właczany, a do otworu drugiej części wchodzi z niewielkim luzem.

Kontroli montażu dokonuje się międzyoperacyjnie, w trakcie jego trwania oraz po całkowitym jego zakończeniu. Międzyoperacyjnie należy sprawdzać przede wszystkim właściwe łączenie tych części, które w przypadku wadliwego montażu spowodowałyby konieczność demontażu następnych elementów urządzeń. Bardzo dokładnie należy sprawdzać montaż tych części, co do których wymagane jest dokładne przyleganie stykających się powierzchni. Kontroli montażu dokonuje się przez oględziny zewnętrzne oraz za pomocą narzędzi pomiarowych, które umożliwiają sprawdzenie prawidłowości wzajemnego położenia jednej części względem drugiej za pomocą czujników, kątników, suwmiarek i kątomierzy. Stopień przylegania jednej części względem drugiej można sprawdzić szczelinomierzem.

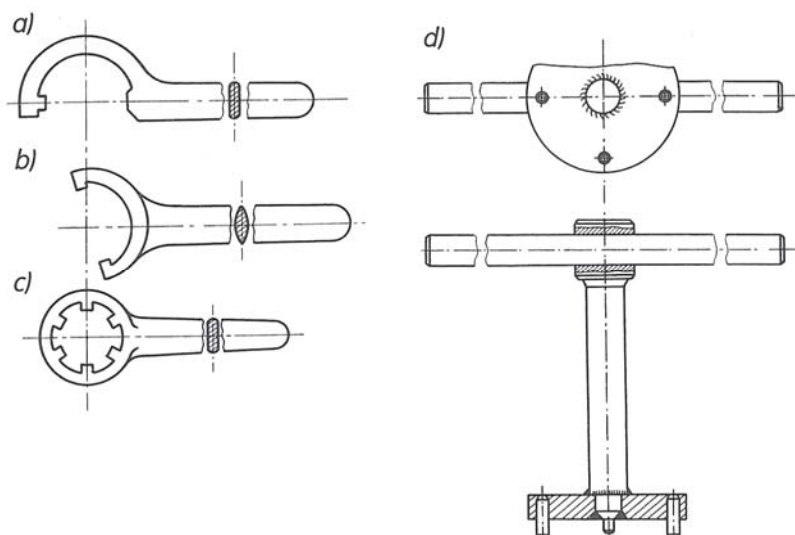
Do montażu połączeń śrubowych używa się kluczy różnych konstrukcji. Na rys. 4.2.12 pokazano klucze do wkręcania lub wykręcania nakrętek sześciokątnych oraz śrub o łbach sześciokątnych albo z gniazdami sześciokątnymi. Dobór klucza zależy od tego, jaki jest dostęp do śruby i możliwość dokręcania.



Rys. 4.2.12. Klucze do montażu połączeń śrubowych [2]

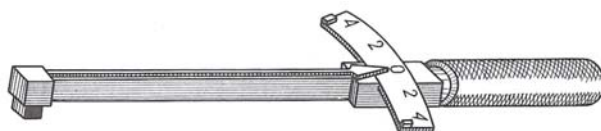
a) klucz płaski dwustronny, b) klucz płaski jednostronny, c) klucz płaski jednostronny zamknięty, d) klucz płaski oczkowy dwustronny, e) klucz nasadowy prosty, f) klucz nasadowy wygięty, g) klucz nasadowy trzpieniowy, h) klucz do śrub i wkrętów z gniazdami sześciokątnymi, i) klucz nasadowy przegubowy, j) oprawka zapadkowa do klucza nasadowego

Do wkręcania i wykręcania nakrętek okrągłych używa się kluczy przedstawionych na rys. 4.2.13.



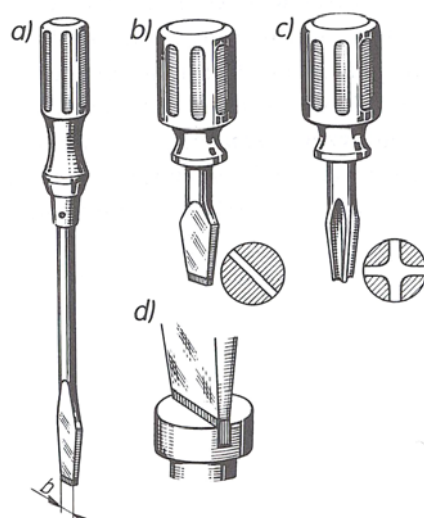
Rys. 4.2.13. Klucze do nakrętek okrągłych: a), b) hakowe, c) oczkowy, d) trzpieniowy czołowy czopikowy [2]

W instrukcji montażu niektórych elementów często jest podana wartość momentu obrotowego dokręcania śruby lub nakrętki. W tym przypadku należy używać kluczy granicznych dynamometrycznych (rys. 4.2.14).



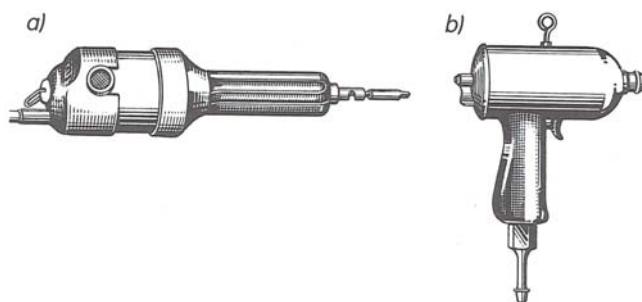
Rys. 4.2.14. Klucz graniczny dynamometryczny [2]

Do wkręcania wkrętów używa się wkrętaków (rys. 4.2.15). Ostrze wkrętaka powinno mieć ściany równoległe na całej głębokości przecięcia wkręta i wchodzić w przecięcie z małym luzem. Długość ostrza b powinna być niewiele mniejsza od średnicy wkręta.



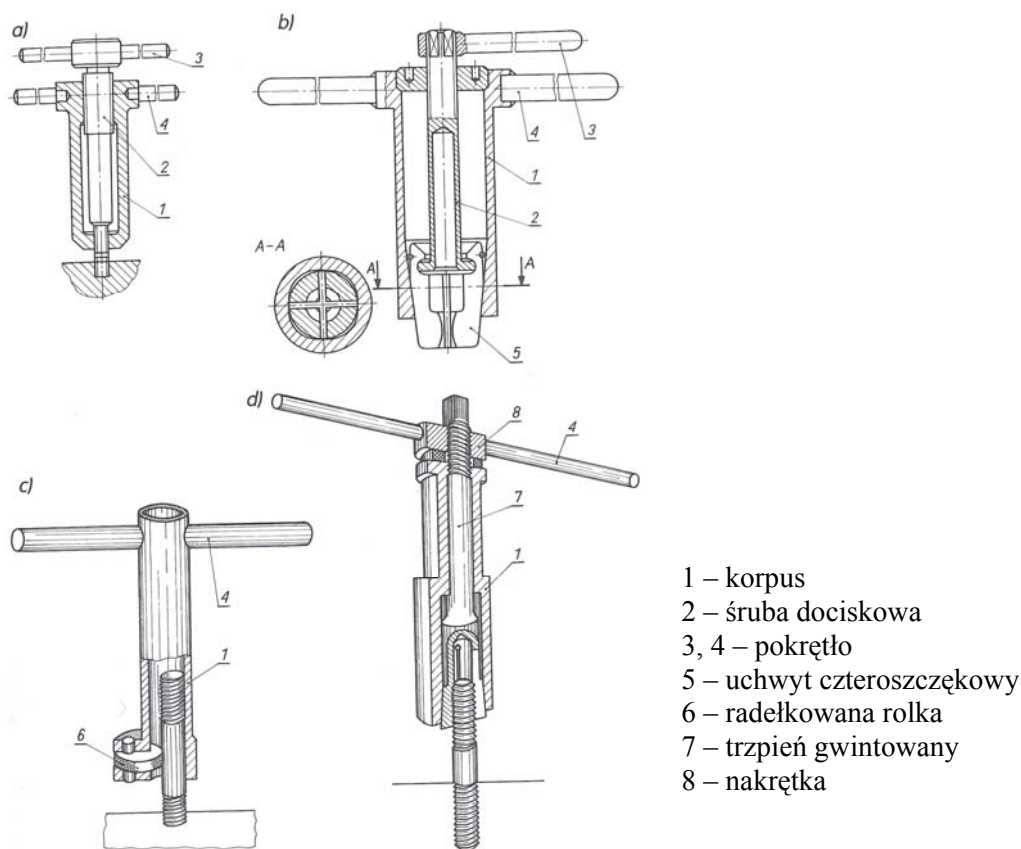
Rys. 4.2.15. Wkrętaki: a), b) wkrętaki zwykłe, c) wkrętak krzyżowy, d) osadzenie ostrza wkrętaka [2]

Do montażu połączeń śrubowych znajdują zastosowanie również wkrętaki oraz klucze elektryczne i pneumatyczne (rys. 4.2.16).



Rys. 4.2.16. Wkrętak i klucz: a) wkrętak elektryczny b) klucz pneumatyczny [2]

Do wkręcania i wykręcania śrub dwustronnych używa się kluczy różnych konstrukcji (rys. 4.2.17).



Rys. 4.2.17. Klucze do wkręcania lub wykręcania śrub dwustronnych [16]

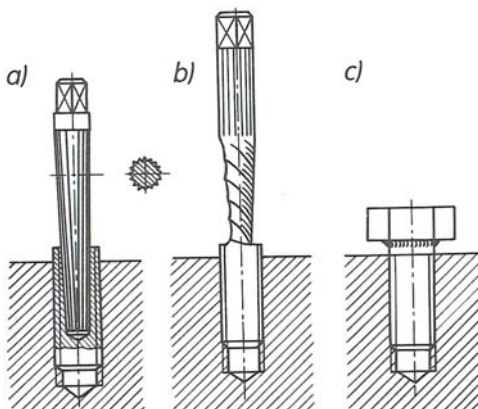
Śruby dwustronne można wkręcać również używając urządzeń elektrycznych lub pneumatycznych i specjalnych oprawek.

Stan techniczny wszystkich narzędzi używanych do montażu musi być dobry. Używanie kluczy o niewłaściwych wymiarach lub zużytych szczękach, a także nakrętek i śrub o uszkodzonych łbach może spowodować ześlizgnięcie klucza i skaleczenie pracownika. Używanie wkrętaków o ostrzu uszkodzonym, czy też nie dopasowanym do rowka, lub wkrętów o uszkodzonym łbie może być również przyczyną skaleczeń. Używając narzędzi o napędzie elektrycznym należy zwracać uwagę na stan izolacji elektrycznej oraz sprawdzać okresowo skuteczność ich zerowania.

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 narzędzia i urządzenia, takie same, jak podczas montażu.

Stosuje się następujące metody usuwania złamanych śrub lub wkrętów. W śrubie wierci się otwór, w który wbija się kołek w kształcie ostrosłupa ściętego o podstawie kwadratowej lub kołek stożkowy uzębiony i pokręcając nim wykręca się śrubę (rys. 4.1.18a). W śrubie wierci się otwór i wkręca w niego specjalne narzędzie stożkowe o gwincie odwrotnym i dużym skoku. Po dokręceniu do oporu narzędzia i dalszym obracaniu wykręca się śrubę z otworu (rys. 4.1.18b).

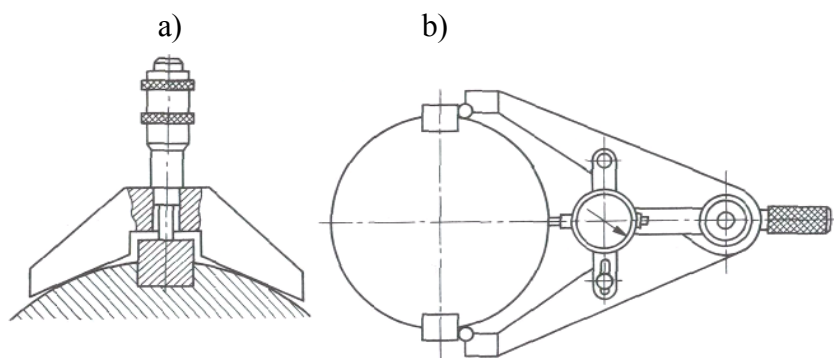
W przypadku, gdy złamana śruba wystaje z otworu można do niej przyspawać nakrętkę i kluczem wykręcić śrubę (rys. 4.1.18c). Złamane śruby stalowe usuwa się z przedmiotu ze stopu aluminium wytrawiając je roztworem kwasu solnego. Po usunięciu złamanej śruby należy otwór dokładnie oczyścić i poprawić gwint gwintownikiem wykańczającym, a następnie wkręcić inną śrubę o nieco większej średnicy podziałowej.



Rys. 4.2.18. Różne sposoby usuwania złamanej śruby lub wkręta [2]

Montaż połączeń kształtowych

Przed przystąpieniem do montażu połączeń wpustowych należy sprawdzić prawidłowość wykonania rowka w czopie wału i piaście. Następnie osadza się wpust w rowku wału lekkimi uderzeniami młotka miedzianego, naciskiem prasy lub specjalnymi przyrządami. Wpust musi być tak osadzony, aby przylegał do dna i bocznych ścian rowka. Sprawdzenie dokładności osadzenia wpustu w rowku jest bardzo ważne, gdyż zukosowanie lub zwichrowanie wpustu w rowku może doprowadzić do zniszczenia połączenia. Należy również sprawdzić wysokość wystawiania wpustu poza rowek wału na całej długości wpustu, aby podczas montażu został zachowany luz promieniowy między wpustem a dnem rowka w piaście. Dokonujemy tego za pomocą pryzmowego urządzenia mikrometrycznego (rys. 4.2.19a). W przypadku zastosowania dwóch wpustów przeciwległych sprawdza się ich wzajemne położenie za pomocą czujnika (rys. 4.2.19b).

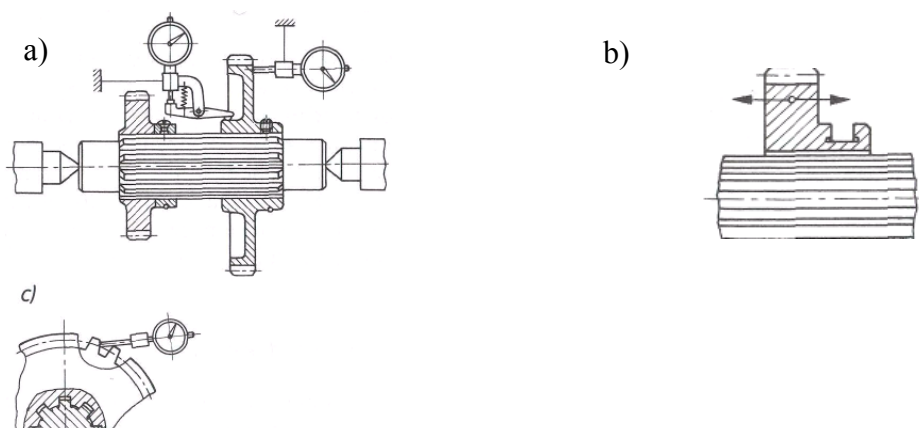


Rys. 4.2.19. Sprawdzenie zamontowanych wpustów: a) pomiar części wystającej wpustu, b) sprawdzenie położenia wpustów [2]

Wpusty otworowe po osadzeniu w rowku należy zamocować wkretami. Montując połączenie wpustowe ruchowo-przesuwne należy sprawdzić, czy piasta przesuwana swobodnie wzdłuż osi wałka. Przy montażu wpustów czółenkowych należy zwrócić uwagę na to, aby górna powierzchnia wpustu była równoległa do powierzchni czopa. Wpusty kołkowe montuje się przez osadzenie kołka w otwór wykonany w miejscu styku piasty z wałem. Kołek osadza się uderzeniami młotka, pod naciskiem prasy lub za pomocą specjalnego przyrządu.

Przed przystąpieniem do montażu połączeń wielowypustowych należy sprawdzić powierzchnie styku wypustów czopa i wpustów piasty. Powierzchnie te nie powinny mieć rys, zadziórów i innych uszkodzeń. Sprawdzić należy również krawędzie ścięte i zaokrągleń u nasady wypustów, gdyż niewłaściwe ich wykonanie może być przyczyną zatarcia podczas montażu. Sposób montażu zależy od rodzaju połączenia. Połączenia spoczynkowe montuje się za pomocą specjalnych przyrządów lub na prasie, przy czym niekiedy podgrzewa się piastę. Połączenia ruchowe montuje się ręcznie lub lekkimi uderzeniami młotka. Przy montażu połączeń spoczynkowych należy zwrócić uwagę na prostopadłe zamontowanie piasty względem wału. Ukośne ustawienie piasty, przy niewłaściwym osadzaniu piasty w czopie, powoduje nie tylko błąd kształtu połączenia, lecz także brak współosiowości. Przy montażu połączeń ruchowych należy zwrócić szczególną uwagę na pasowanie.

Po zmontowaniu połączenia należy sprawdzić jakość montażu. Badając współpracę należy zwrócić uwagę na liczbę stykających się wypustów z wpustami otworu, co jest uzależnione od współosiowości. Bicie promieniowe i osiowe sprawdza się za pomocą czujników (rys. 4.2.20).



Rys. 4.2.20. Sprawdzanie połączenia wielowypustowego: a) bicia promieniowego i osiowego, b) współpracy, c) kołysania [2]

Największą uwagę podczas montażu połączeń kołkowych należy zwrócić na pasowanie kołków walcowych. Otwory pod kołki walcowe należy wiercić i rozwiercać tak, aby była zapewniona dokładność połączenia. W produkcji seryjnej do wiercenia stosuje się często odpowiednie

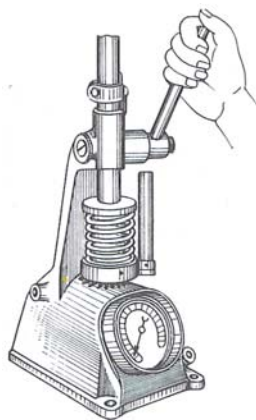
przrządy. Demontaż kołków jest również trudny i w zasadzie nie nadają się one do powtórnego użycia. Kołki osadza się za pomocą prasy lub uderzeniami młotka.

W pracach montażowych połączeń kształtowych obowiązują te same zasady bhp co w pracach ślusarskich. Większość prac wykonuje się prostymi narzędziami ślusarskimi, które powinny być w dobrym stanie technicznym. Używane do montażu wiertarki elektryczne muszą być skutecznie zerowane. Do montażu połączeń klinowych należy używać rękawic ochronnych, aby uniknąć skaleczeń. Przy pracy na prasach należy uważać, aby ręce nie znalazły się w polu działania suwaka prasy.

Do demontażu połączeń kształtowych należy podchodzić indywidualnie, w zależności od rodzaju połączenia. Rozłączenie połączenia klinowego polega na zsunieniu 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, co powinno ułatwić demontaż. Rozłączenie połączeń stożkowych następuje w wyniku zsunienia elementu obejmującego z miejsca osadzenia w kierunku zbieżności stożka. Siła potrzebna do ściągnięcia tego elementu zależy od kąta zbieżności stożka. Im jest on mniejszy, tym siła wyciśnięcia stożka musi być większa. Demontaż połączeń nitowych 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 nie mniejszej niż średnica trzona. Pozostałe resztki łba usuwa się przez odłamanie. Usuwanie nitów metodą nawiercania stosuje się wtedy, gdy nity mają łeb uszczelniany (ze względu na utrudnione operowanie przecinakami).

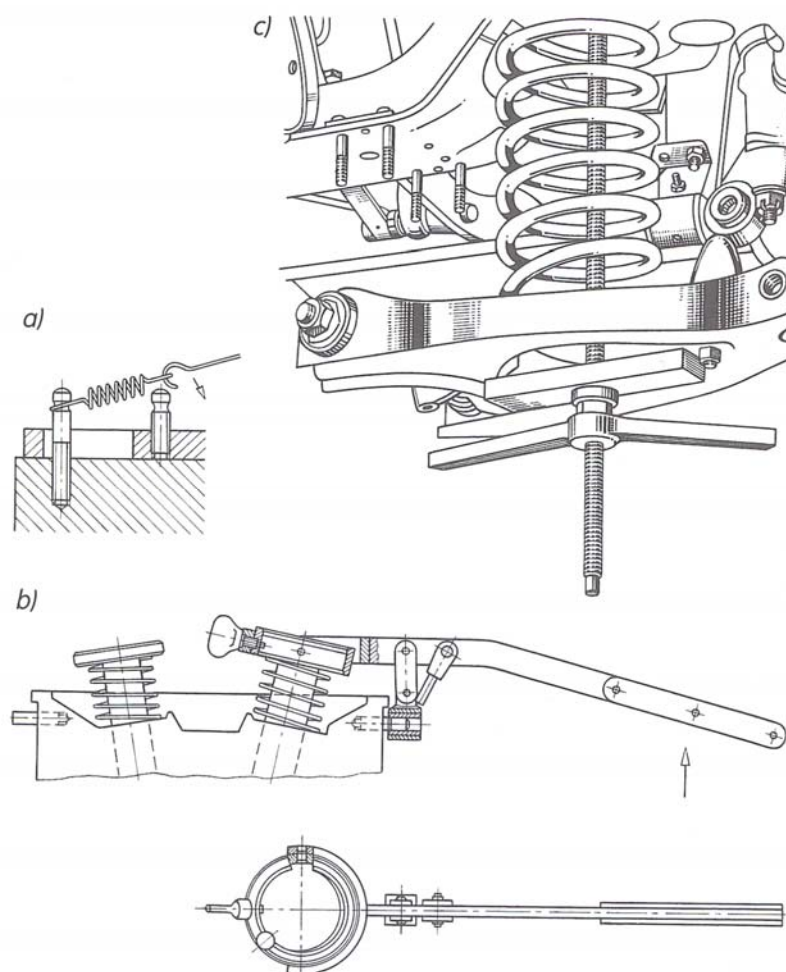
Montaż elementów podatnych

Montaż sprężyn jest trudny, ponieważ najczęściej sprężyny są montowane w stanie odkształconym i trzeba przy ich osadzaniu pokonać niekiedy znaczne siły. Przed przystąpieniem do montażu należy sprawdzić, czy wymiary i kształt sprężyny są właściwe oraz czy nie mają pęknięć. W czasie montażu bardziej odpowiedzialnych mechanizmów warunki techniczne przewidują sprawdzenie siły nacisku sprężyny na specjalnym przyrządzie (rys. 4.2.21).



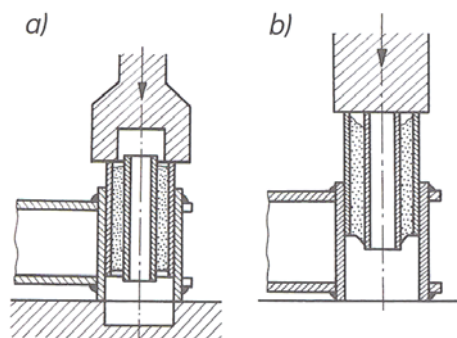
Rys. 4.2.21. Przyrząd do sprawdzania sprężyn [2]

Do montażu sprężyn są stosowane różnego rodzaju przyrządy. Do zakładania i zdejmowania małych sprężyn naciąganych używa się haczyka z drutu (rys. 4.2.22a), a do montażu sprężyn naciskowych, zaworowych stosuje się przyrząd dźwigniowy (rys. 4.2.22b). Do ściskania dużych sprężyn używa się przeważnie przyrządów śrubowych (rys. 4.2.22c).

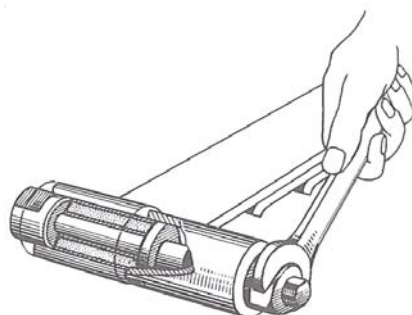


Rys. 4.2.22. Montaż sprężyn: a) naciągowej, b) naciskowej zaworowej, c) zawieszenia samochodu [2]

Przed przystąpieniem do montażu połączeń gumowych i gumowo-metalowych należy sprawdzić, czy stosowany typ łącznika jest zgodny z dokumentacją konstrukcyjną lub instrukcją montażu. Tuleje gumowo-metalowe montuje się przeważnie za pomocą prasy stosując odpowiednie tuleje tak, aby nacisk został wywierany tylko na tuleję zewnętrzną łącznika (rys. 4.2.23). Demontażu tulei gumowo-metalowych można dokonywać za pomocą ściągacza śrubowego (rys. 4.2.24).



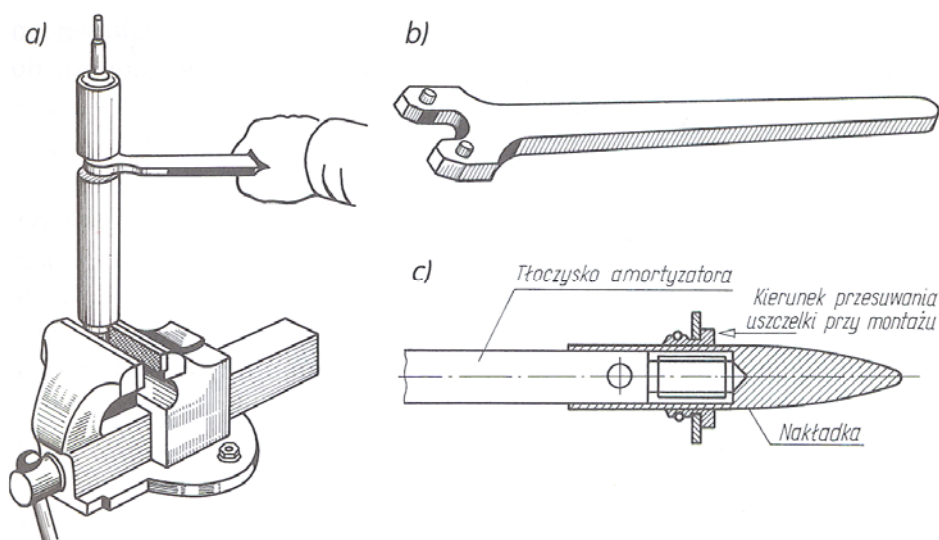
Rys. 4.2.23. Montaż tulei gumowo-metalowej: a) prawidłowy, b) nieprawidłowy [2]



Rys. 4.2.24. Demontaż tulei gumowo-metalowej za pomocą ściągacza śrubowego [2]

Podczas montażu sprężystych układów pneumatycznych i hydraulicznych najważniejszymi sprawami są: zapewnienie szczelności układu, z uwagi na znaczne niekiedy ciśnienie cieczy lub powietrza, dobór właściwych uszczelek oraz prawidłowe ich zamocowanie.

Demontując, np. amortyzator hydrauliczny teleskopowy należy jego dolną część zamocować w imadle (rys. 4.2.25a) i całkowicie go rozciągnąć. Następnie specjalnym kluczem pazurkowym (rys. 4.2.25b) odkręcić talerzowy wkręt zamykający cylinder amortyzatora i wyjąć tłok wraz z tłoczyskiem. Montażu amortyzatora dokonuje się w odwrotnej kolejności. Przy zakładaniu pierścieni uszczelniających na tłoczysko amortyzatora należy posłużyć się specjalną nakładką (rys. 4.2.25c), która zapobiega uszkodzeniu krawędzi pierścieni uszczelniających o ostre krawędzie tłoczyska. Przy zakładaniu tłoka amortyzatora należy również zwrócić uwagę na prawidłowe osadzenie pierścienia tłoka. Podstawowym warunkiem prawidłowego montażu amortyzatora jest zachowanie czystości w miejscu montażu, ponieważ nawet bardzo drobne zanieczyszczenia mogą ujemnie wpłynąć na prawidłową pracę amortyzatora. Olej użyty do napełnienia amortyzatora musi być pozbawiony jakichkolwiek zanieczyszczeń. Po montażu układów pneumatycznych i hydraulicznych należy dokonać próby szczelności, zgodnie z instrukcją montażu.



Rys. 4.2.25. Montaż amortyzatora hydraulicznego teleskopowego: a) zamocowanie do odkręcenia wkręta, b) klucz pazurkowy, c) sposób zakładania pierścieni uszczelniających [2]

W czasie montażu połączeń podatnych obowiązują te same przepisy bhp co w pracach ślusarskich. Szczególną ostrożność należy zachować w czasie montażu elementów sprężystych. Podczas ściskania lub rozciągania sprężyn trzeba bardzo uważać, aby sprężyna nie odskoczyła, gdyż może to być przyczyną urazów. Przy montażu podatnych układów hydraulicznych nie można dopuścić do gwałtownego wycieku cieczy wskutek braku szczelności. Gdy ciecz dostanie się do oka, należy je natychmiast przemyć.

Montaż połączeń rurowych

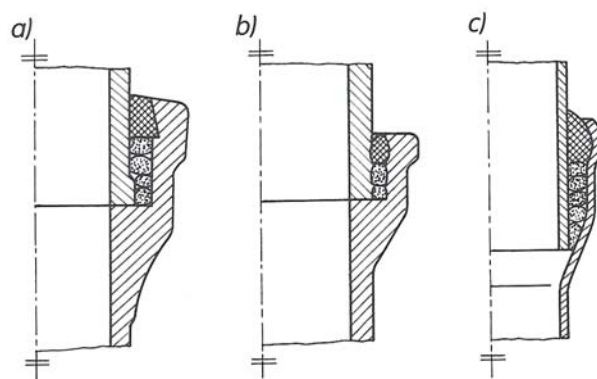
W czasie montażu przewodów rurowych muszą być spełnione ogólne warunki techniczne:

- poszczególne elementy rurociągu nie powinny mieć żadnych uszkodzeń zewnętrznych ani wewnętrznych,
- połączenia rurociągu i urządzenia zamykające muszą być szczelne,
- materiał, z którego są wykonane części rurociągu oraz uszczelki i materiały uszczelniające muszą być dostosowane do rodzaju przewodzonej cieczy lub gazów oraz ich temperatury i ciśnienia,
- wszystkie elementy przewodów rurowych do tlenu muszą być dokładnie odtłuszczone, gdyż przy zetknięciu sprężanego tlenu z tłuszczem może nastąpić wybuch,

- w przewodach rurowych przenoszących substancje o wysokiej temperaturze należy zwrócić uwagę na właściwe zamontowanie kompensatorów, czyli urządzeń zabezpieczających przewody przed uszkodzeniami powstającymi wskutek zmiany ich długości pod wpływem temperatury,
- przewody rurowe do produktów łatwo palnych muszą być bardzo szczelne ze względu na możliwość zapalenia,
- przewody ciepłe należy dobrze izolować, aby zabezpieczyć je przed utratą ciepła.

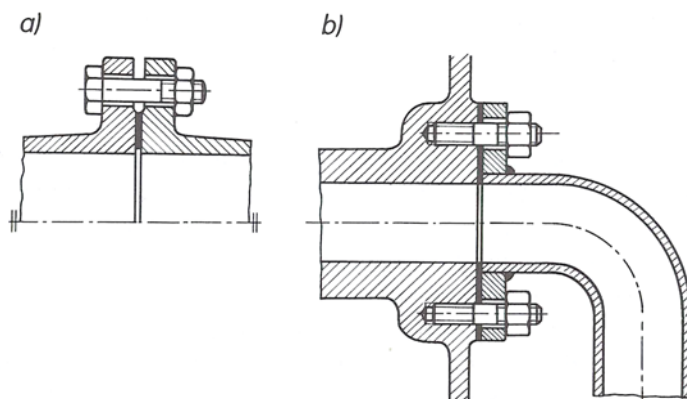
W zależności od rodzaju połączenia przewody rurowe montuje się różnymi metodami. Rozróżnia się połączenia: spawane, kielichowe, kołnierzowe, skręcane (gwintowe, skrętowe).

Połączenia kielichowe są najstarszą metodą łączenia rur żeliwnych, kamionkowych, a niekiedy także stalowych w przewodach kanalizacyjnych i wodnych zewnętrznych. W połączeniach kielichowych (rys. 4.2.26) koniec jednej rury wsuwa się w kielichowo ukształtowany koniec drugiej rury i uszczelnia sznurem konopnym oraz doszczelnia wełną ołowianą lub aluminiową, albo zalewa smołą, kitem, cementem lub ołowiem. Można stosować również gumowe pierścienie uszczelniające.



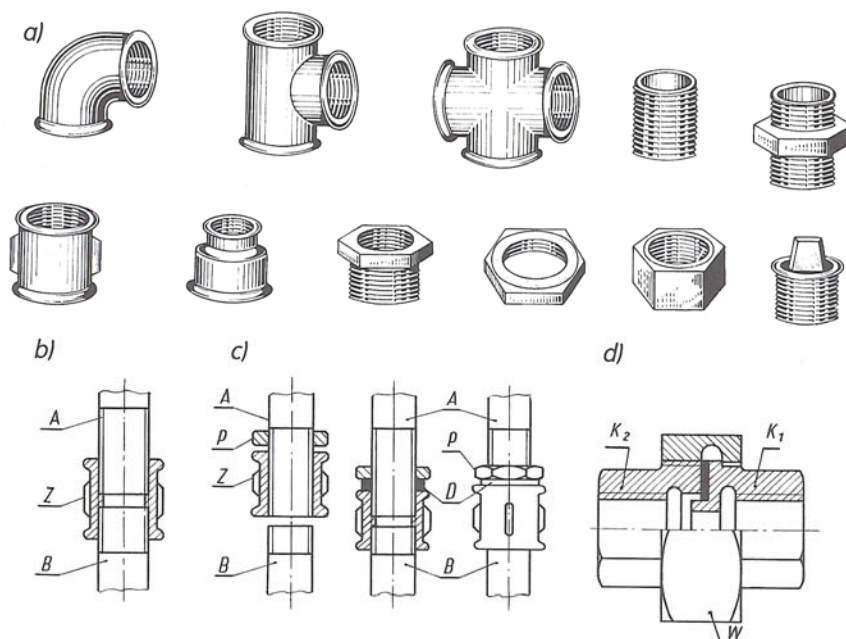
Rys. 4.2.26. Rurowe połączenia kielichowe a) rur żeliwnych, b) rur kamionkowych, c) rur stalowych [2]

Połączenia kołnierzowe (rys. 4.2.27) mogą być wykonane za pomocą kołnierzy stałych lub luźnych. Połączenia kołnierzowe są łatwe w montażu i demontażu. Do montażu połączeń kołnierzowych są stosowane te same narzędzia co do montażu połączeń śrubowych.



Rys. 4.2.27. Połączenia kołnierzowe a) rur, b) rury do elementu maszyny [2]

Połączenia gwintowe rur stosuje się w przewodach wodnych, gazowych, parowych, powietrznych i wiertniczych. Połączenie polega na nacięciu gwintu na zakończeniach rur i zastosowaniu łączników z gwintem wewnętrznym. W połączeniach gwintowych rur stosuje się różnego rodzaju złączki zwykłe i dwuzłączki (rys. 4.2.28).

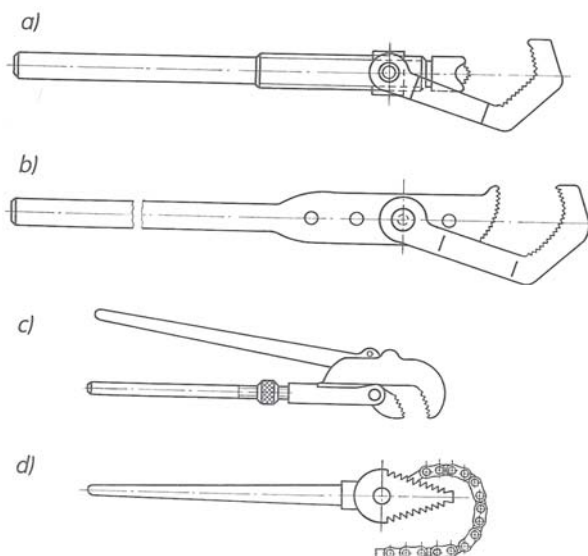


Rys. 4.2.28. Połączenia gwintowe rur: a) różnego rodzaju złączki zwykłe, b) połączenie za pomocą złączki zwykłej, c) połączenie za pomocą złączki zwykłej na gwint długi, d) dwuzłączka [2]
A, B – końcówki łączonych rur, Z – złączka, P – przeciwnakrętka, W – nakrętka dwuzłączki, K1, K2 – końcówki dwuzłączki, D – szczeliwo z minią

W systemach sprężonego powietrza do zasilania maszyn i urządzeń coraz częściej stosuje się szybkozłączki (rys. 4.2.29).



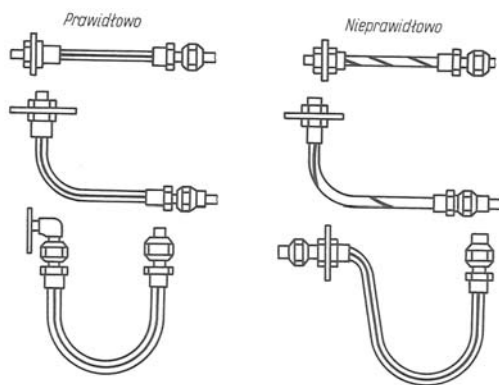
Rys. 4.2.29. Złączka i wtyczka: a) z gwintem zewnętrznym, b) z gwintem wewnętrznym, c) choinkowa [52]



Rys. 4.2.30. Klucze do montażu połączeń rurowych a) klucz hakowo-śrubowy, b) i c) klucze nastawne, d) klucz łańcuchowy [2]

Do montażu połączeń rurowych używa się różnego rodzaju kluczy (rys. 4.2.30).

Podczas montażu przewodów giętkich należy zwracać uwagę, aby nie uległy one skręceniu podczas montażu oraz, aby nie ocierały o części obrotowe maszyn i urządzeń, co mogłoby spowodować ich zniszczenie. Przykłady prawidłowego i nieprawidłowego ukształtowania przewodów giętkich podczas montażu przedstawia rysunek 4.2.31.



Rys. 4.2.31. Ukształtowanie przewodów giętkich w czasie montażu [2]

Po zakończeniu montażu należy dokładnie obejrzeć przewody rurowe w celu ustalenia, czy nie ma wad zewnętrznych, jak skrzywienia rur, wgniecenia lub skałeczenia rur. Szczególnie dokładnie należy sprawdzić połączenia rur. Następnie należy sprawdzić szczelność zmontowanych przewodów rurowych. Wartość ciśnienia w próbie szczelności ustalają warunki techniczne w zależności od rodzaju i przeznaczenia rurociągu. Ciśnienie próbne p_{pr} zależy od ciśnienia roboczego p_r rurociągu wg zależności $p_{pr} \approx 1,6 p_r$.

Podczas montażu połączeń rurowych, oprócz ogólnie obowiązujących zasad bhp w pracach ślusarskich i spawalniczych, należy: przy gięciu rur na gorąco używać rękawic i zachować ostrożność, aby nie ulec oparzeniu, nie giąć na gorąco rur ocynkowanych, gdyż pary cynku są szkodliwe, dokładnie odłuszczyć wszystkie elementy przewodów rurowych, gdyż zetknięcie sprężonego tlenu z tłuszczem grozi wybuchem, zachować dużą ostrożność podczas prób ciśnieniowych, szczególnie wysokociśnieniowych, aby ewentualne rozerwanie przewodów lub łączników nie spowodowało obrażeń.

Montaż łożysk ślizgowych

W czasie montażu łożysk ślizgowych należy ściśle przestrzegać wskazówek zawartych w instrukcji montażu oraz na rysunku. Należy przestrzegać również następujących podstawowych zasad:

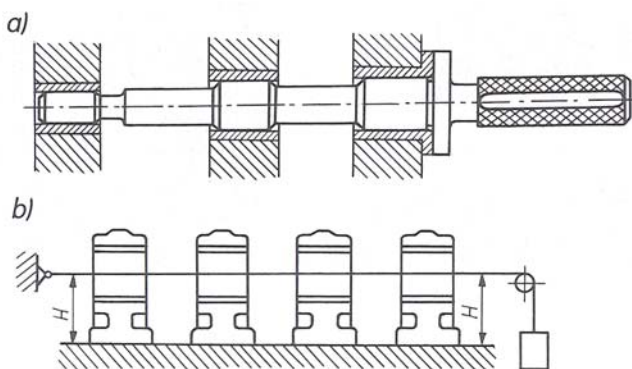
- łożyska wałków lub osi ułożyskowanych w kilku punktach muszą być tak montowane, aby zapewniały współosiowość w granicach wymaganych tolerancji,
- luz między czopem a panewką, powinien być utrzymany w granicach tolerancji podanej na rysunku lub w instrukcji montażu,
- korpusy łożysk powinny być zabezpieczone przed przemieszczaniem się oraz dobrze dopasowane do panewek w celu zapewnienia dobrego odprowadzania ciepła,
- kształt i rozmieszczenie rowków smarowniczych muszą odpowiadać wymaganiom podanym na rysunku,
- panewki muszą być dobrze dopasowane do czopów, a stopień ich przylegania zależy od wymaganej dokładności montażu i powinien być określony w instrukcji montażu (stopień przylegania określa się liczbą punktów styczności przypadających na pole 25x25 mm powierzchni panewki),
- panewki nie mogą mieć takich błędów kształtu, jak owalność lub stożkowość,
- otwory olejowe w korpusie i panewce muszą się pokrywać.

Montaż łożysk ślizgowych niedzielonych, czyli tulejek łożyskowych, polega na wtłoczeniu tulei w korpus i zabezpieczeniu jej przed obrotem, a następnie dopasowaniu tulei do czopa wału przez rozwiercenie jej rozwiertakiem. Tuleję powinno się wtłaczać w otwór korpusu za pomocą prasy i tylko w tych przypadkach, gdy to nie jest możliwe, dopuszcza się wbijanie tulejki młotkiem drewnianym. Jeżeli rysunek lub instrukcja montażu przewiduje zabezpieczenie tulejki przed obracaniem się, to czynność tę należy wykonać po jej wtłoczeniu. Zabezpieczenie tulejki przed obracaniem jest szczególnie ważne w przypadku, gdy tulejka ma otwór smarowniczy. Otwór ten musi się pokrywać z otworem w korpusie, aby obrócenie się tulejki w czasie pracy nie doprowadziło do jego zasłonięcia i w efekcie uniemożliwiło smarowanie. Po zamontowaniu tulei należy sprawdzić jej ustawienie. Prostopadłość czopa tulei do osi otworu sprawdza się za pomocą sprawdzianu tłoczkowego z kołnierzem, natomiast kształt otworu - za pomocą średnicówki czujnikowej.

Przebieg montażu łożysk ślizgowych dzielonych różni się w dużym stopniu od montażu łożysk niedzielonych. W przypadku łożysk dzielonych - panewki osadza się w korpusie składającym się z dwóch części, które łączy się za pomocą śrub. Prawidłowy montaż łożyska dzielonego polega na właściwym osadzeniu panewek w gnieździe łożyska i spasowaniu ich z czopem wału.

Przed przystąpieniem do montażu panewek należy dokładnie sprawdzić gniazda w korpusie i pokrywie. W przypadku stwierdzenia zadziorów lub nierówności należy usunąć je skrobakiem. Należy zapewnić dobre przyleganie panewek do gniazda ze względu na odprowadzanie ciepła do łożyska. Przy montażu należy zwrócić szczególną uwagę na pokrywanie się otworów olejowych, w korpusie i panewce.

Przy montażu łożysk ślizgowych współpracujących z wałami wieloczopowymi należy zapewnić współosiowość wszystkich łożysk. Najlepszym sposobem jest jednoczesne rozwiercenie wszystkich łożysk lub wytoczenie ich na wytaczarce. Współosiowość łożysk o małych średnicach sprawdza się za pomocą sprawdzianów (rys. 4.2.32a), a łożysk o dużych średnicach za pomocą struny (rys. 4.2.32b).



Rys. 4.2.32. Sprawdzenie współosiowości łożyska: a) za pomocą sprawdzianu, b) za pomocą struny [2]

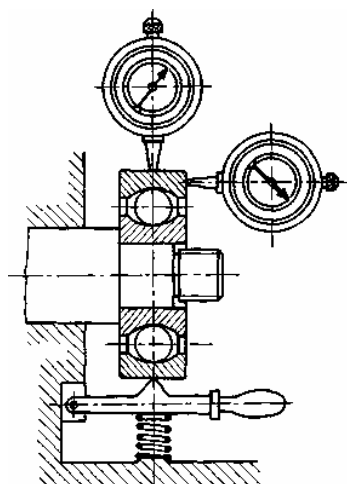
Montaż łożysk tocznych

W czasie montażu i demontażu łożysk tocznych należy dotrzymać następujących warunków:

- miejsce osadzenia łożyska, czyli czop wału i gniazdo, powinno być dokładnie oczyszczone,
- powierzchnie czopa i gniazda powinny być gładkie,
- sprawdzić, czy czop i gniazdo nie są owalne lub stożkowe,
- zachować przewidziane pasowanie, gdyż zbyt duży wcisk może spowodować zniekształcenie łożyska,
- w przypadku, gdy wałek jest ruchomy, łożysko osadza się na wale ciasno, a w gnieździe suwliwie, w przypadku, gdy wałek jest nieruchomy, a piasta ruchoma, łożysko osadza się ciasno w gnieździe, a na wale suwliwie,

- nie wolno wywierać siły poprzez części toczne, czyli np. przy osadzeniu łożyska na wale można wywierać nacisk tylko na pierścień wewnętrzny, a nigdy na zewnętrzny,
- łożyska montuje się i demontuje za pomocą ściągaczy i innych przyrządów,
- unikać jednostronnych uderzeń lub nacisków na pierścienie łożyska, gdyż może to spowodować uszkodzenie łożysk lub miejsc osadzenia,
- przy montażu łożysk wałeczkowych stożkowych zachować właściwy luz wzdłużny, w tym celu po założeniu łożyska i dociśnięciu go do oporu należy cofnąć nakrętkę ok. 1/8 obrotu, umożliwiając w ten sposób swobodny obrót łożyska.

Przed przystąpieniem do montażu łożyska należy wszystkie części współpracujące z nim dokładnie oczyścić i umyć. Łożysko nowe należy wyjąć z opakowania bezpośrednio przed montażem. Łożyska, które były w opakowaniu fabrycznym, nie trzeba myć przed montażem. Mycie jest konieczne tylko wtedy, gdy przewiduje to instrukcja dołączona do łożyska, lub gdy smar konserwacyjny stwardniał, albo opakowanie fabryczne zostało uszkodzone i łożysko zanieczyszczone. Przed montażem łożysk używanych należy je dokładnie umyć, przeważnie w 6% roztworze oleju w benzynie, i poddać weryfikacji. Weryfikacja polega na wzrokowym sprawdzeniu stanu powierzchni kulek lub wałeczków oraz bieżni łożyska. Złuszczenie, wżery, zmatowienie lub niebieski nalot na powierzchni kulek, wałeczków lub bieżni kwalifikuje łożysko do wymiany. Podczas weryfikacji należy również sprawdzić luz promieniowy (rys. 4.2.33).



Rys. 4.2.33. Przyrząd do pomiaru luzu promieniowego [2]

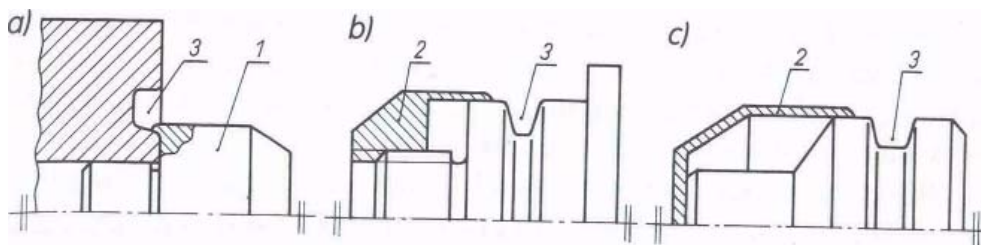
Montaż napędów hydraulicznych

W czasie montażu napędów hydraulicznych należy dotrzymać następujących warunków:

- musi być zachowana czystość, aby do montowanego układu nie dostały się zanieczyszczenia w postaci kurzu i ciał obcych, które mogłyby spowodować usterki w działaniu urządzeń hydraulicznych,
- wszystkie elementy urządzeń hydraulicznych przed ostatecznym zamontowaniem muszą być bardzo starannie oczyszczone i odmuchane sprężonym powietrzem,
- wszystkie uszczelnienia muszą być bardzo dokładnie zmontowane,
- instrukcja zawarta w dokumentacji technologicznej montażu i dokumentacji techniczno-ruchowej montowanego urządzenia musi być bezwzględnie przestrzegana,
- próby szczelności po montażu należy dokonywać zgodnie z warunkami odbioru technicznego (WOT).

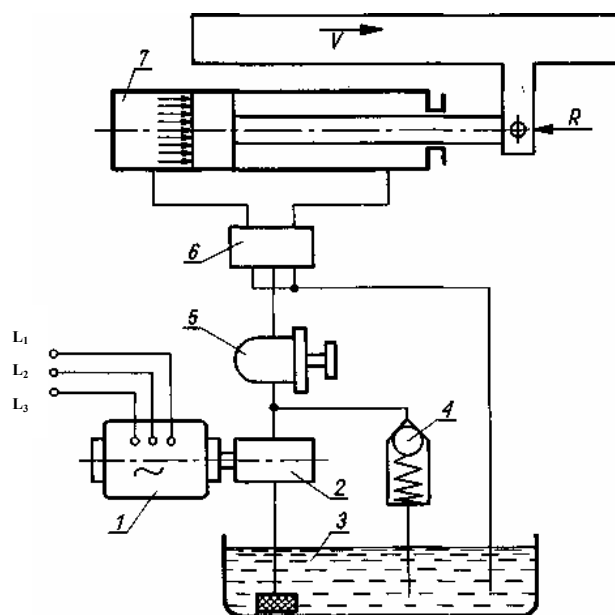
Montaż musi być wykonany bardzo dokładnie, ponieważ części napędów hydraulicznych pracują przeważnie pod dużym ciśnieniem. Przewody należy przed montażem dokładnie umyć i oczyścić, a następnie wszystkie otwory zamknąć. Szczególnie dokładnie należy montować złącza przewodów ze względu na wymaganą szczelność. W uszczelnieniach spoczynkowych, stosowanych głównie w kołnierзовych połączeniach rur, uszczelki powinny mieć jednakową grubość na całej powierzchni,

nie mogą być pofałdowane, a ich brzegi nie powinny być popękane ani naderwane. W czasie montażu uszczelek należy bardzo uważać, aby ich nie uszkodzić. Uszczelek i podkładek gumowych nie wolno przemywać rozpuszczalnikami, lecz roztworem dwuchromianu potasu, a potem suszyć na wolnym powietrzu. Montaż uszczelnień ruchomych tłoków i dławnic siłowników musi być bardzo dokładny. W przypadku, gdy tłok siłownika jest uszczelniany za pomocą żeliwnych lub brązowych pierścieni rozprężnych, to montaż ich przebiega tak samo jak tłoków silników spalinowych. Do uszczelniania tłoków i dławnic siłowników są stosowane przeważnie pierścienie gumowe o przekroju O, U i V. Montaż pierścieni uszczelniających gumowych, o przekroju O, U i V, wymaga spełnienia następujących warunków: przed montażem pierścienie należy zwilżyć, zanurzając je w oleju, a powierzchnie współpracujące pokryć warstwą oleju, powierzchnie gniazd i powierzchnie współpracujące muszą być czyste, a krawędzie gniazd muszą mieć odpowiednie skosy i zaokrąglenia umożliwiające łatwe wprowadzenie pierścienia, należy uważać, aby nie uszkodzić uszczelek podczas ich osadzania, uszczelki należy wciskać do gniazd za pomocą tulejek z tworzyw sztucznych, zapewniając równomierny docisk na całym obwodzie. Niedopuszczalne jest skręcenie uszczelek o przekroju O. Przy przeciąganiu przez ostre krawędzie, sfazowania, gwinty, rowki itp. nie wolno dopuścić do uszkodzenia powierzchni pierścienia. W tym celu stosuje się specjalne trzpienie (rys. 4.2.34 a) i tuleje montażowe (rys. 4.2.34 b i c).



Rys. 4.2.34. Montaż uszczelek typu O za pomocą: a) trzpienia montażowego, b), c) tulei montażowych [2]

Podczas montażu napędu pomp hydraulicznych należy pamiętać o zachowaniu właściwego kierunku obrotu wału napędowego pompy (rys. 4.2.35)



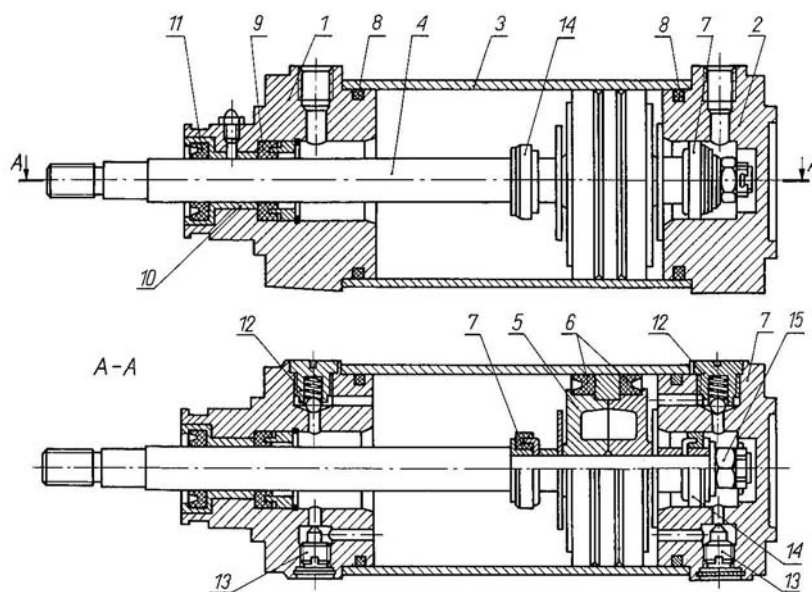
Rys. 4.2.35. Schemat napędu hydraulicznego: 1 - silnik elektryczny, 2 - pompa, 3 - zbiornik oleju, 4 - zawór bezpieczeństwa, 5 - filtr, 6 - rozdzielacz, 7 - cylinder siłownika [2]

Po zmontowaniu układu hydraulicznego należy wyregulować zawory i rozdzielacze, sprawdzić działanie układu i dokonać próby szczelności. W tym celu należy wprowadzić do układu olej o ciśnieniu większym o 50% od ciśnienia roboczego układu i przetrzymać go pod tym ciśnieniem przez czas przewidziany warunkami odbioru, ale nie krócej niż 60 sekund. Niedopuszczalne są przy tym przecieki oleju przez uszczelnienia, ścianki i gwinty połączeń. Układ podczas próby powinien być dokładnie odpowietrzony i osuszony z zewnątrz, aby było łatwiej ujawnić wycieki.

Demontażu układu hydraulicznego dokonuje się w odwrotnej kolejności niż montażu, zwracając uwagę, aby nie uszkodzić uszczelek.

Montaż napędów pneumatycznych

Warunki techniczne i zasady montażu urządzeń pneumatycznych są takie same jak urządzeń hydraulicznych. Identycznie montuje się także uszczelnienia.



Rys. 4.2.36. Siłownik pneumatyczny tłokowy dwustronnego działania [2]

Przykład montażu siłownika pneumatycznego

Montaż siłownika pneumatycznego dwustronnego działania przedstawionego na rysunku 4.2.36 dokonuje się następująco: rozpoczyna się od osadzenia tłoka 5 oraz amortyzatorów 14 na tłoczysku 4, dokręcając te elementy nakrętką 15, którą należy dobrze zabezpieczyć. Montując ten zespół należy szczególnie dokładnie założyć pierścień uszczelniający tłoka 6 i amortyzatorów 7. Następnie przystępuje się do montażu cylindra pneumatycznego. Montaż rozpoczyna się od wciśnięcia pokrywy 2 w tuleję cylindra 3 po uprzednim założeniu uszczelki 8. Dalej osadza się w pokrywie 1 tuleję 10 prowadzącą tłoczysko oraz uszczelki 9 i 11 i po osłonięciu wszystkich ostrych krawędzi zakończenia tłoczyska - wprowadza pokrywę 1 w tłoczysko 4, następnie wciska pokrywę 1 w tuleję cylindrową 3 - po osadzeniu uszczelki 8. Końcową częścią montażu jest wkręcenie zaworów zwrotnych 12 i dławików amortyzatora 13. Podczas montażu należy zachować czystość i ściśle przestrzegać instrukcji montażu.

Cały układ urządzeń pneumatycznych należy montować ściśle według dokumentacji technologicznej dla danego urządzenia. Po zmontowaniu układu należy wyregulować rozdzielacze i zawory zgodnie z instrukcją i sprawdzić działanie układu. Wszystkie zauważone usterki w działaniu układu należy usunąć. Warunki odbioru technicznego (WOT) przewidują również dokonanie próby

szczelności i określają ciśnienie podczas próby, którego wartość przeważnie jest o 50% wyższa od ciśnienia roboczego układu.

Demontażu urządzeń pneumatycznych dokonuje się w odwrotnej kolejności niż montażu, zwracając uwagę, aby nie uszkodzić uszczeltek.

Podczas montażu napędów hydraulicznych i pneumatycznych obowiązują te same zasady bhp co podczas montażu innych mechanizmów. Przed przystąpieniem do próby szczelności należy dokładnie sprawdzić dokręcenie wszystkich elementów, a szczególnie przewodów.

Montaż główny maszyn i urządzeń

Montaż wyrobu powinien być zgodny z dokumentacją technologiczną montażu. Pierwszą fazą jest łączenie małej liczby części w zespoły niższego rzędu. Wydzielenie stanowisk montażowych dla tych zespołów upraszcza proces montażu i usprawnia oraz skraca czas operacji. Na innych stanowiskach montuje się zespoły niższego rzędu w zespoły wyższego rzędu lub w jednostkę montażową. Dzięki wykorzystaniu wcześniej montowanych zespołów, monter operuje znacznie mniejszą liczbą części oraz narzędzi, co w efekcie skraca czas montażu. Jednostki montażowe lub zespoły najwyższego rzędu są łączone w gotowy wyrób na linii głównej montażu lub w gnieździe montażu. Tam montuje się oddzielne części, np. dźwignie, uchwyty, gałki, pokrywy oraz niektóre elementy mechanizmów i układów, jak: smarowania, chłodzenia lub napędów hydraulicznych, a także elementy sterowania, w końcowej fazie montując instalację elektryczną.

Kadłuby i ramy maszyn i urządzeń umieszcza się w zależności od kształtu i powtarzalności (seryjności), na przenośnikach montażowych, mocuje się je w przyrządach lub ustawia na płytach montażowych.

Podczas procesu montażu zasadnicze znaczenie ma przemieszczanie zespołów i ich dopasowywanie, jak i przeciwdziałanie odkształceniom. Podczas montażu mechanizmów dokonywanych w pomieszczeniach montażowych należy zapewnić stałą temperaturę, natomiast podczas montażu dużych elementów dodatkowo należy uwzględnić możliwość odkształceń pod wpływem własnego ciężaru.

Bardzo ważna podczas montażu gotowego wyrobu jest kontrola międzyoperacyjna. Podlegają jej poszczególne zespoły przed zmontowaniem, a także współdziałanie zespołów lub układów po zmontowaniu. W trakcie montażu wykonuje się również regulacje mechanizmów, elementów sterowania, ustawienie zderzaków itp. Po zmontowaniu całego wyrobu należy napęlnić układ smarowania olejem oraz wszystkie punkty smarowania smarem plastycznym. Następnie sprawdza się działanie maszyny lub urządzenia i usuwa się drobne usterki montażu, przygotowując w ten sposób gotowy wyrób do prób. Dopiero po uzyskaniu pozytywnych wyników następuje odbiór techniczny urządzenia lub maszyny.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. W jaki sposób przeprowadza się montaż połączeń rozłącznych i nierozłącznych?
2. Jakie narzędzia stosuje się do montażu połączeń rozłącznych i nierozłącznych?
3. Jak ocenia się jakość montażu połączeń rozłącznych i nierozłącznych?
4. Jakie zasady bhp obowiązują przy montażu i demontażu?

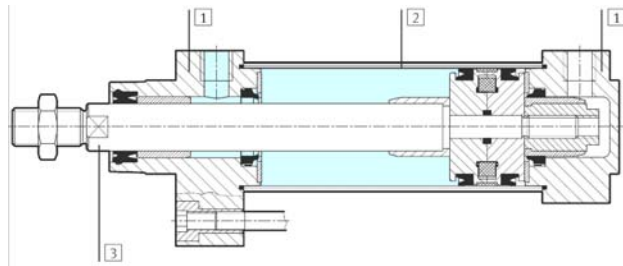
4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

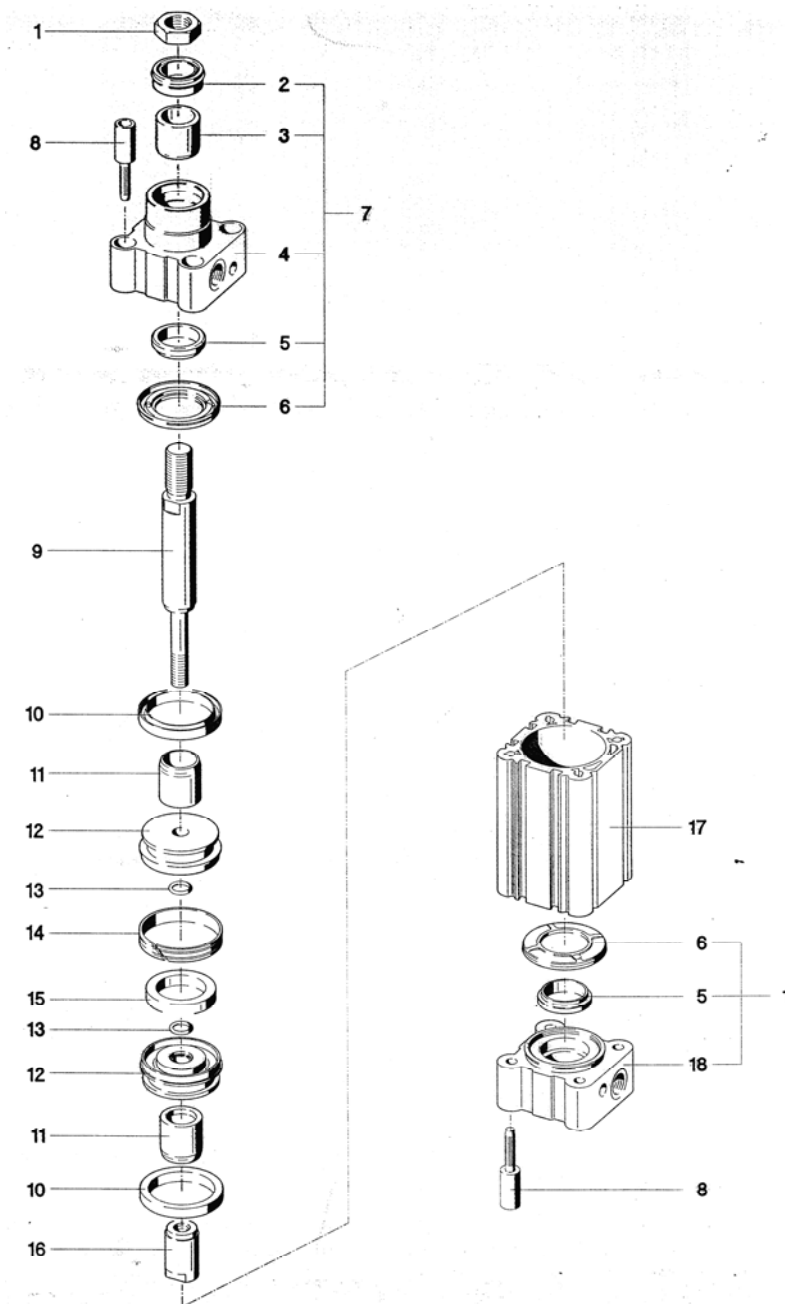
Dokonaj montażu siłownika na podstawie załączonych rysunków i planu montażu.



Rys. 4.2.37. Siłownik DNGL-32-PPV-A [54]



Rys. 4.2.38. Przekrój siłownika DNGL [54]



Rys. 4.2.39. Rysunek poglądowy montażu siłownika [47, 48]

PLAN MONTAŻU	
DNT, DNG, DNU, DNC, ADVU 32-100	
OPIS	Wypożyczenie Pomocnicze
-Pobrać z regału odpowiedni komplet pokryw -Odtłuścić mniejszy gwint tłoczyska -(w zależności od wymagań) 1. Pierścień tłumiący zamontować na tłoczysku -Pierścienie uszczelniające montować na obydwu częściach tłoka -Pierścień magnetyczny (kolorowa strona do przodu) montować na tłoku -1. część tłoka montować na tłoczysku -2. część tłoka na tłoczysku -Pierścień montować na tłoku -(wg wymagań) 2. pierścień tłumiący wsadzić na nakrętkę -Zwiliżyć klejem „Mittelfest” gwint -Nakrętkę (wraz z pierścieniem tłumiącym) nakręcić na gwint -Tłok zamocować w imadle pneumatycznym -Kluczem dynamometrycznym odkręcić nakrętkę -Tłok posmarować -Rurę w środku nasmarować -O-ringi na obydwu pokrywach zamontować -Rurę postawić na tylnej pokrywie -Tłok wprowadzić do rury przy pomocy tulei przedłużającej -Pokrywę przednią nasadzić na rurę -Śruby posmarować -Pokrywy dokręcić do rury śrubami -(dla siłowników ze szpilek – pokrywy dokręcić tulejami gwintowanymi) -Siłownik zamocować w imadle pneumatycznym -Śruby dokręcić kluczem pneumatycznym -Odtłuścić rurę Kontrola -Ręcznie sprawdzić ruch tłoczyska -Wkręty regulacyjne w pokrywach odkręcić (nie dotyczy ADVU) -Sprawdzić siłownik, czy przy ciśnieniu 0,5 bar tłoczysko przesuwa się płynnie w obydwie strony -Sprawdzić siłowniki na szczelność przy ciśnieniu 6 bar, sprawdzić czy nie ma wycieku powietrza na uszczelnieniach -Parafować lub stemplować -Nakleić etykietę FESTO i etykiety opisujące: typ, średnice, rodzaj, nr, seria -Nakrętkę nakręcić na tłoczysko – zaślepić otwory wlotowe -Gotowy siłownik odłożyć na regał wyrobów gotowych	benzyna Klej „Mittelfest” Imadło pneumatyczne 1.13 (SMS09) Klucz dynamometryczny smar Tuleja przedłużająca smar Imadło pneumatyczne (SMS09) Klucz pneumatyczny Stanowisko kontroli siłowników (SMS12)

Źródło: Materiały szkoleniowe firmy FESTO

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) dokonać analizy załączonych rysunków i planu montażu,
- 2) zidentyfikować części składowe siłownika,
- 3) wpisać nazwy części na rysunku poglądowym montażu siłownika,
- 4) wybrać części składowe siłownika do montażu,
- 5) dobrać narzędzia do montażu,
- 6) sprawdzić stan narzędzi,
- 7) rozmieścić części składowe i narzędzia na stanowisku,
- 8) zmontować siłownik przestrzegając przepisy bhp,
- 9) ocenić poprawność dokonanego montażu.

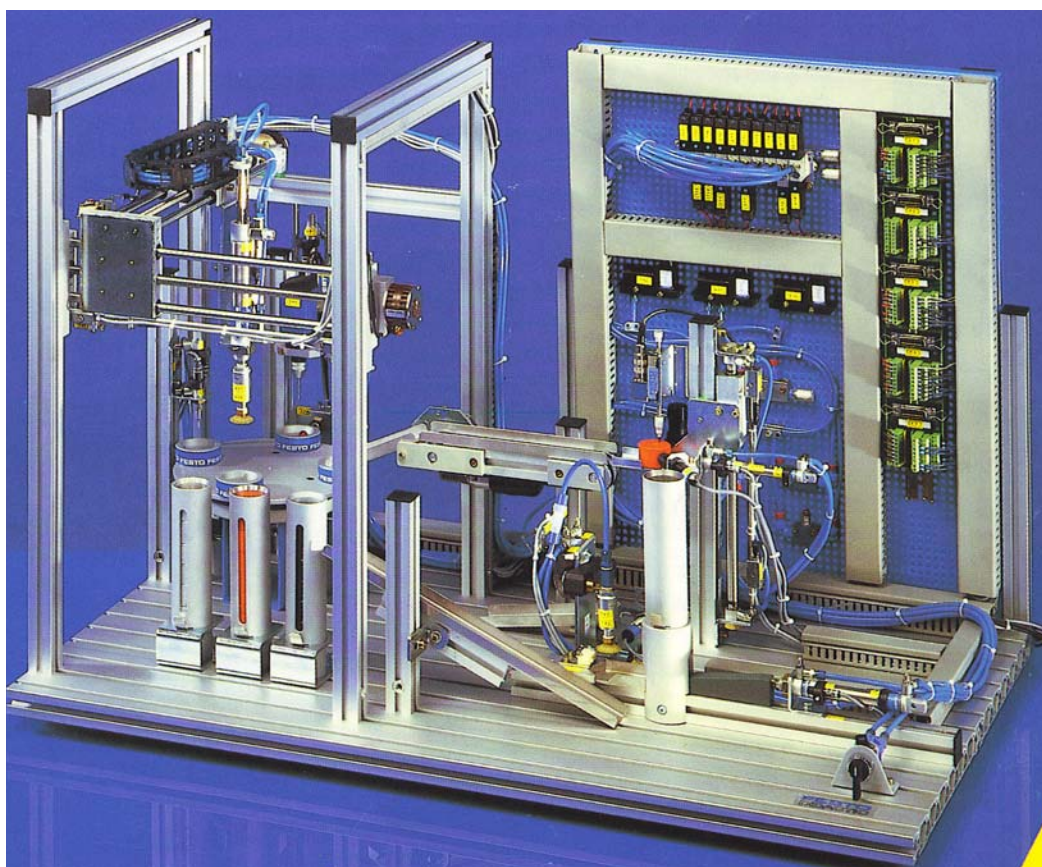
Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja techniczna siłownika,
- części składowe siłownika,
- narzędzia do montażu siłownika,
- literatura zgodna z punktem 6 Poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2*

Dokonaj demontażu modułu dystrybucji, wchodzącego w skład zestawu dydaktycznego MPS (rys. 4.2.40).

Uwaga: Ćwiczenie powtórzyć dla innych modułów wchodzących w skład zestawu dydaktycznego MPS.



Rys. 4.2.40. Zestaw dydaktyczny MPS [54]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) dokonać analizy dokumentacji technicznej zestawu dydaktycznego MPS,
- 2) zidentyfikować moduły, podzespoły i elementy zestawu dydaktycznego,
- 3) dobrać narzędzia do demontażu,
- 4) sprawdzić stan narzędzi,
- 5) rozmieścić narzędzia do demontażu na stanowisku,
- 6) dokonać demontażu modułu dystrybucji przestrzegając przepisy bhp,
- 7) ocenić jakość elementów i podzespołów po demontażu,
- 8) zakwalifikować badane elementy jako dobre, do wymiany lub naprawy.

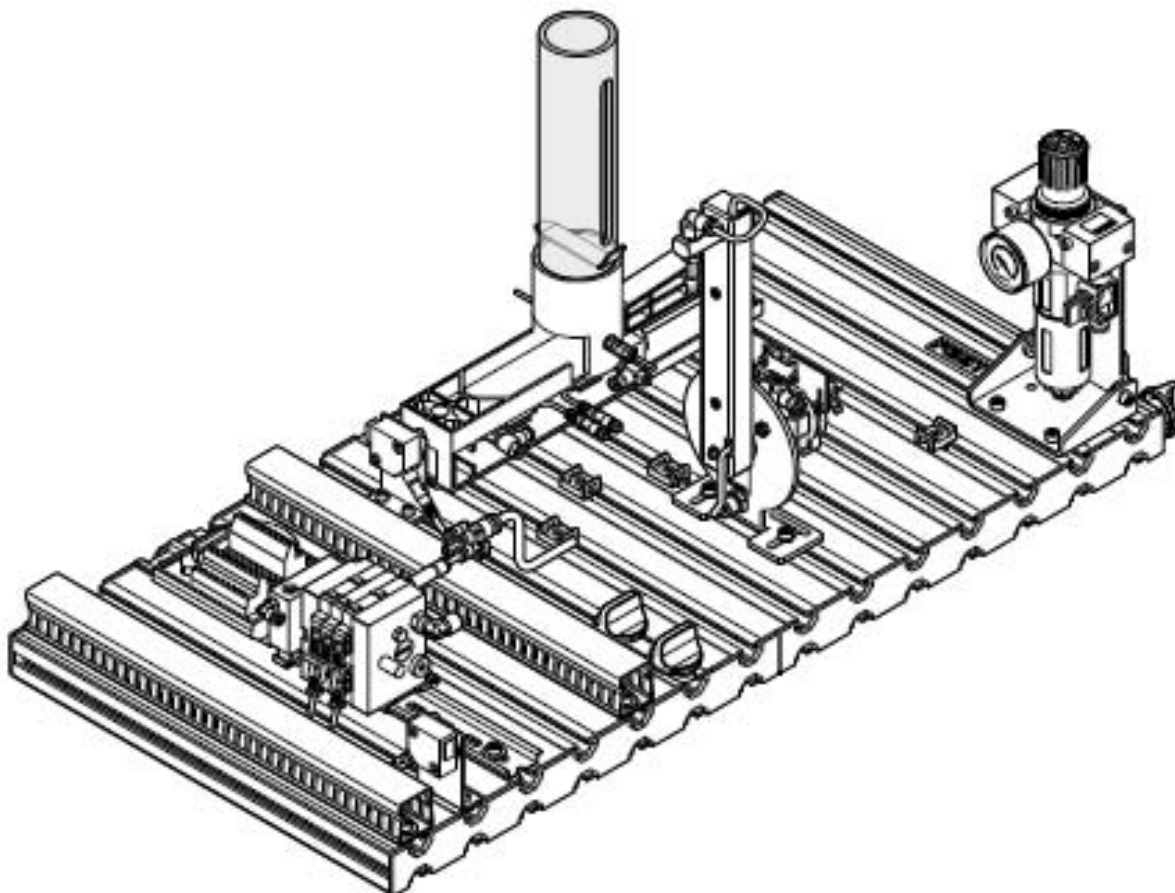
Wyposażenie stanowiska pracy:

- zestaw dydaktyczny MPS,
- dokumentacja techniczna zestawu dydaktycznego MPS,
- narzędzia niezbędne do demontażu,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3*

Dokonaj montażu modułu dystrybucji (rys. 4.2.41) wchodzącego w skład zestawu dydaktycznego MPS.

Uwaga: Ćwiczenie powtórzyć dla innych modułów wchodzących w skład zestawu dydaktycznego MPS.



Rys. 4.2.41. Moduł dystrybucji zestawu dydaktycznego MPS [48]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinien:

- 1) dokonać analizy dokumentacji technicznej modułu dystrybucji zestawu dydaktycznego MPS,
- 2) zidentyfikować elementy i podzespoły znajdujące się na stanowisku,
- 3) dobrać narzędzia do montażu,
- 4) sprawdzić stan narzędzi,
- 5) rozmieścić narzędzia do montażu na stanowisku,
- 6) zaplanować montaż modułu dystrybucji zestawu dydaktycznego MPS,
- 7) zaplanować rozmieszczenie elementów i podzespołów wchodzących w skład modułu dystrybucji zestawu dydaktycznego MPS,
- 8) dokonać montażu modułu dystrybucji przestrzegając przepisy bhp,
- 9) ocenić poprawność przeprowadzonego montażu.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- elementy i podzespoły wchodzące w skład modułu dystrybucji zestawu dydaktycznego MPS,
- dokumentacja techniczna zestawu dydaktycznego MPS,
- narzędzia niezbędne do montażu,
- literatura zgodna z punktem 6 Poradnika dla ucznia.

4.2.4. Sprawdzian postępów

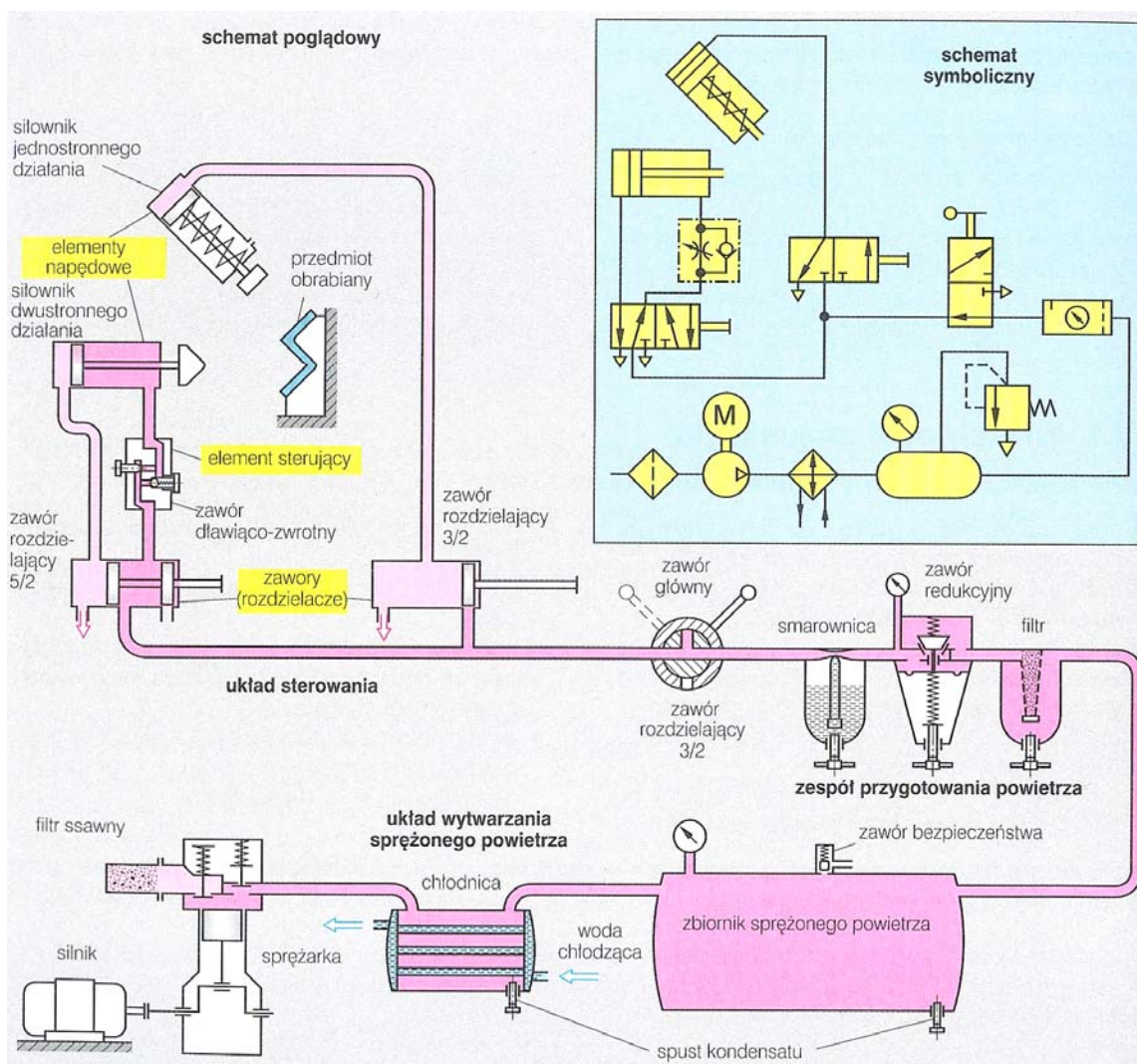
	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) odczytać dokumentację techniczną urządzeń mechatronicznych?	☐	☐
2) zidentyfikować elementy i podzespoły urządzeń mechatronicznych?	☐	☐
3) dobrać narzędzia do montażu i demontażu i ocenić ich stan techniczny?	☐	☐
4) dobrać do montażu elementy i podzespoły urządzeń mechatronicznych?	☐	☐
5) zaplanować kolejność montażu elementów i podzespołów?	☐	☐
6) zaplanować rozmieszczenie elementów i podzespołów?	☐	☐
7) dokonać montażu i demontażu elementów i podzespołów?	☐	☐
8) ocenić poprawność wykonanego montażu?	☐	☐
9) ocenić stan techniczny elementów i podzespołów po demontażu?	☐	☐

4.3. Instalacje zasilające

4.3.1. Materiał nauczania

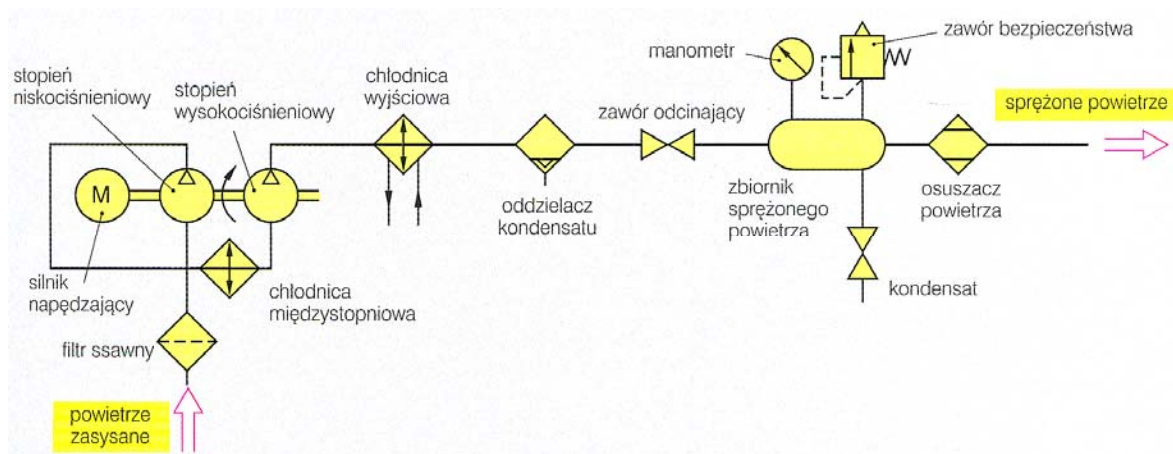
Instalacja pneumatyczna

Instalacja pneumatyczna składa się z układu wytwarzającego sprężone powietrze, zespołu przygotowania powietrza i pneumatycznego układu sterowania. W układzie wytwarzania sprężonego powietrza sprężarka zasysa powietrze z atmosfery i spręża je. Powietrze ogrzane w wyniku sprężania jest schładzane w chłodnicy. Wytrącający się kondensat wodny jest odprowadzany przez oddzielacz. Sprężone powietrze wpływa następnie do zbiornika, skąd przez sieć przewodów doprowadzane jest do poszczególnych układów sterowania. Zanim powietrze doprowadzone będzie do zaworu głównego układu sterowania, w zespole przygotowania powietrza jest ono przefiltrowane, poddane procesowi regulacji ciśnienia i często, w celu smarowania urządzeń pneumatycznych, nasycone mgłą olejową (rys. 4.3.1).



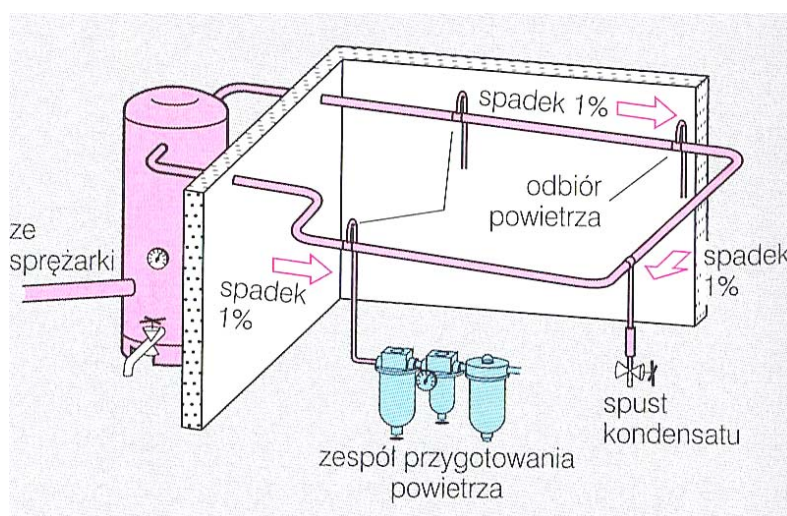
Rys. 4.3.1. Pneumatyczny układ sterowania z układem wytwarzania sprężonego powietrza i zespołem przygotowania powietrza [15]

Proces wytwarzania sprężonego powietrza przedstawia rysunek 4.3.2.



Rys. 4.3.2. Wytwarzanie sprężonego powietrza (schemat symboliczny) [15]

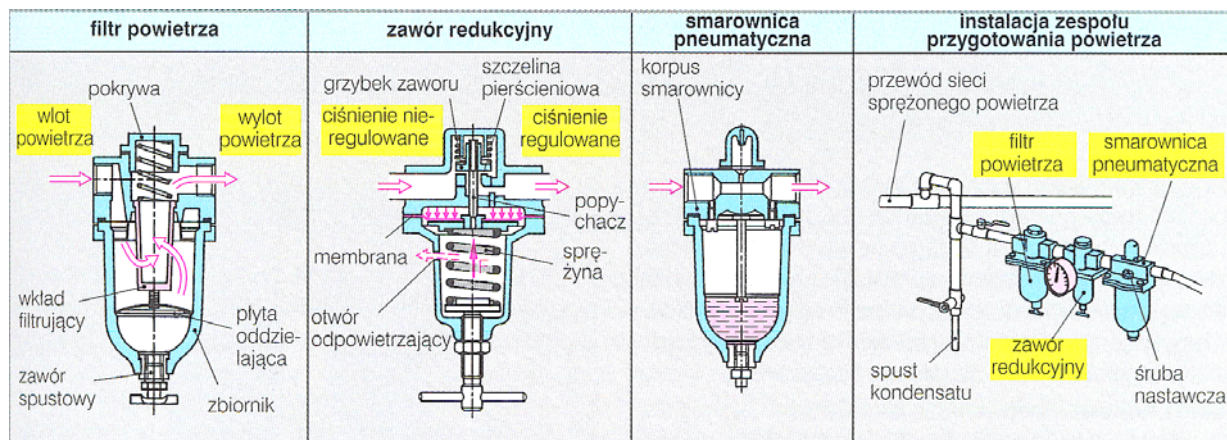
Sprężone powietrze płynie ze zbiornika do odbiorników poprzez sieć przewodów rurowych. Z reguły główne przewody rozprowadzające tworzą system zamknięty. Przy instalowaniu przewodu głównego (tworzącego obwód zamknięty) zachowuje się spadek około 1% w kierunku przepływu, aby wytrącający się kondensat gromadził się w najniższym miejscu, skąd może być usunięty.



Rys. 4.3.3. Instalacja rurociągu sprężonego powietrza [15]

Cząstki rdzy transportowane rurociągiem mogą powodować zakłócenia pracy urządzeń i dlatego muszą być z powietrza odfiltrowane. Oprócz tego ciśnienie zasilania musi być zredukowane do ciśnienia roboczego danego odbiornika, a także, jeśli jest to wymagane ze względu na smarowanie elementów układu, sprężone powietrze nasycone mgłą olejową.

Zespół przygotowania powietrza składa się z reguły z filtru, zaworu redukcyjnego i smarownicy (rys. 4.3.4).



Rys. 4.3.4. Przygotowanie sprężonego powietrza [15]

W filtrze powietrza wpływające z boku powietrze zostaje zawirowane. Duże zanieczyszczenia, jak cząstki rdzy, krople wody lub oleju, pod wpływem siły odśrodkowej wyrzucane są na ściany zbiornika i płytę oddzielającą i mogą być wydalone przez zawór spustowy znajdujący się w spodzie zbiornika. We wkładzie filtrującym zostają zatrzymane inne zanieczyszczenia, odpowiednio do wielkości porów. Wymienne wkłady filtrujące wykonywane są jako siatki z brązu, mosiądzu lub stali, a dla wyższych wymagań ze spieku metalowego, spiekanego sztucznego tworzywa lub ceramiki.

Zadaniem zaworów redukcyjnych jest dostarczenie do odbiornika sprężonego powietrza o stałym ciśnieniu. Działanie regulacyjne dokonuje się dzięki membranie, na którą z jednej strony działa ciśnienie robocze, z drugiej - działa siła sprężyny nastawiana za pomocą gwintowanego trzpienia. Kiedy ciśnienie robocze spadnie poniżej nastawionej wartości, sprężyna naciskając ku górze membranę przez popychacz odsuwa grzybek od gniazda. Przez powiększoną szczelinę pierścieniową dotąd wpływa dodatkowe powietrze, dopóki nie osiągnie ponownie właściwej wartości. W przypadku nadmiernego wzrostu ciśnienia roboczego membrana oddala się od popychacza, otwierając otwór do atmosfery (zawór redukcyjny z otworem odpowietrzającym). Wartość ciśnienia roboczego jest pokazywana przez manometr.

Smarownice pneumatyczne służą do wprowadzania środka smarnego do sprężonego powietrza. Działając na zasadzie zwężki Venturiego, tzn. w wyniku zmniejszenia przekroju przewodu (zwężenia) zwiększa się prędkość strumienia powietrza, wskutek czego w strumieniu tworzy się podciśnienie. Efekt ten powoduje zassanie oleju ze zbiornika do rurki rozpylacza, z której wycieka on do strumienia powietrza, gdzie zostaje rozpylony. Za pomocą zaworu dozującego można nastawiać ilość kropli oleju wprowadzanych do strumienia powietrza.

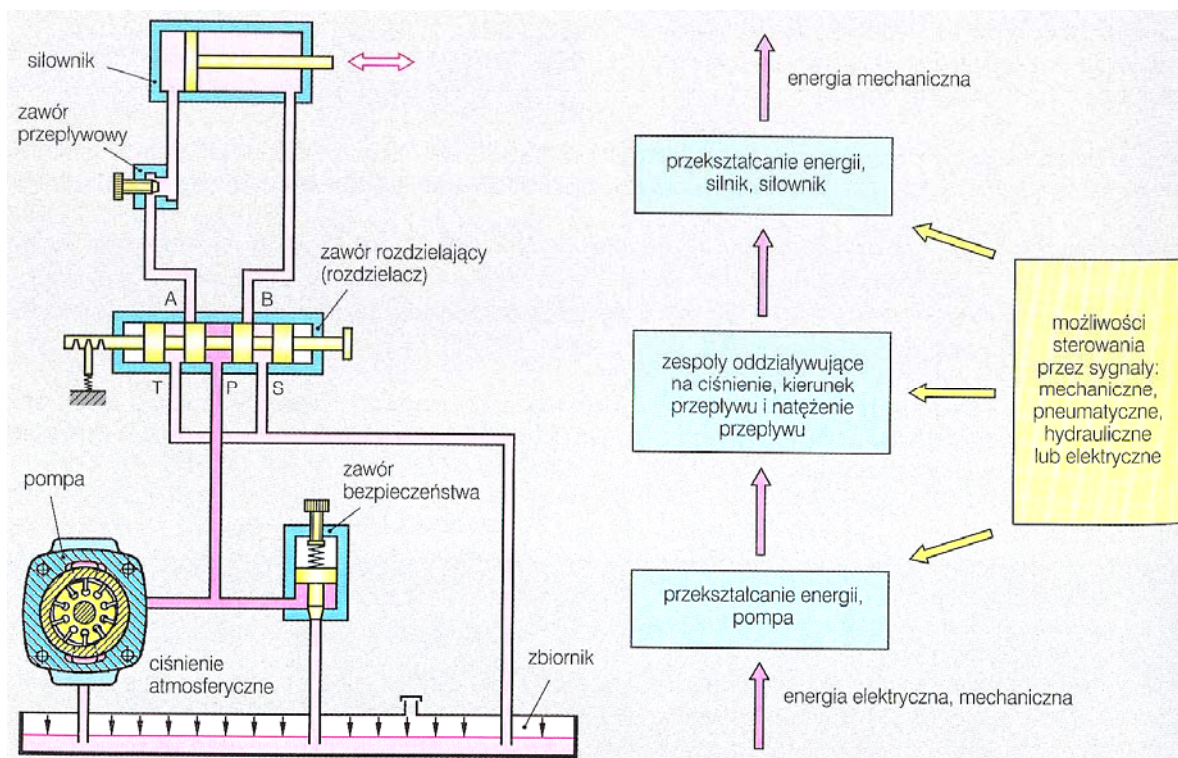
Przykładowe rozwiązanie instalacji sprężonego powietrza przedstawia rysunek 4.3.5.



Rys. 4.3.5. Przykład instalacji sprężonego powietrza [52]

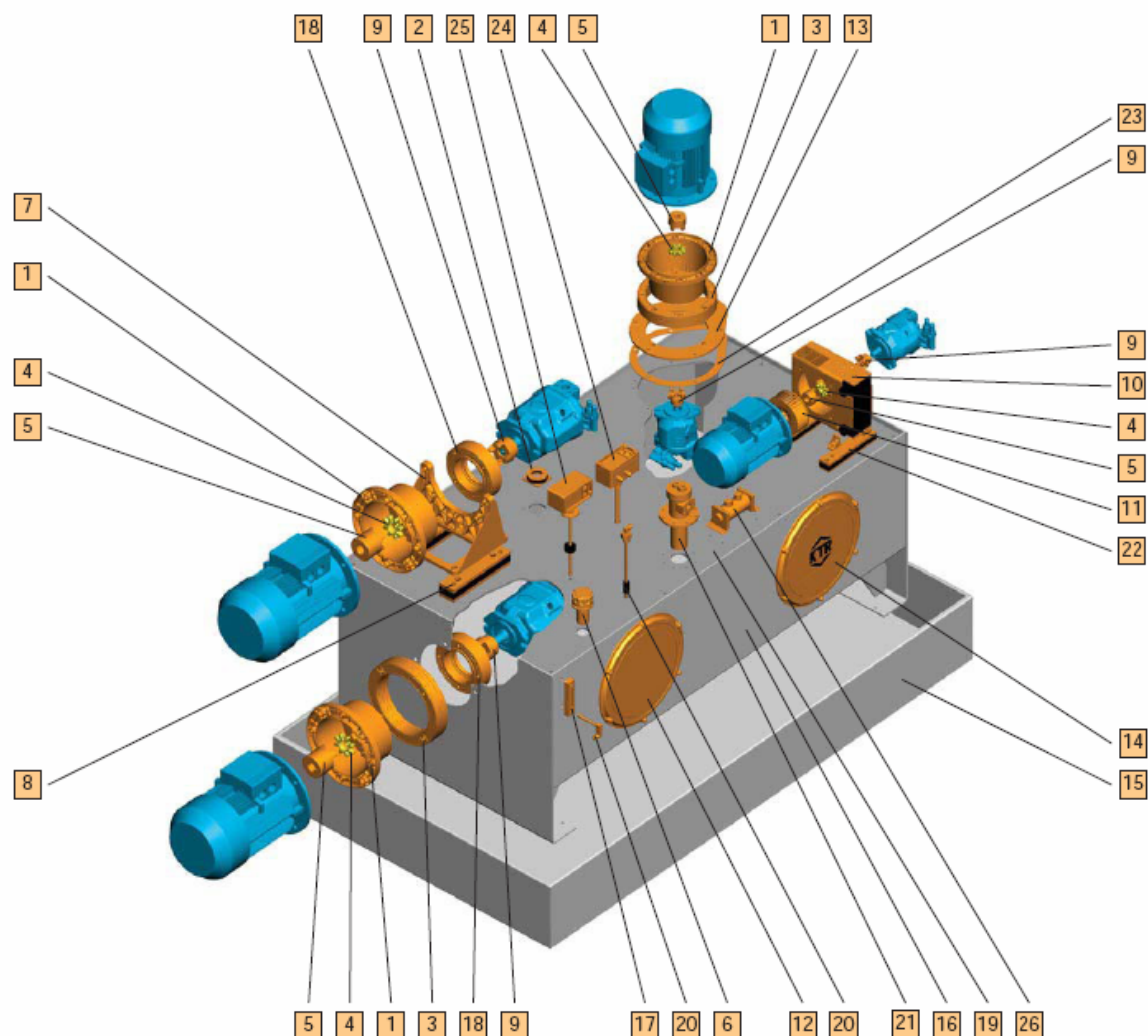
Instalacja hydrauliczna

W układzie hydraulicznym przekazywanie energii rozpoczyna się od pompy, która przekształca energię elektryczną lub mechaniczną na hydrauliczną. Zawory ciśnieniowe, rozdzielacze i zawory przepływowe oddziałują na przepływ objętościowy (rys. 4.3.6). Ostatecznie energia hydrauliczna zostaje przekształcona w siłowniku lub w silniku w energię mechaniczną. Hydrauliczne przetwarzanie energii może być sterowane za pośrednictwem sygnałów mechanicznych, elektrycznych, pneumatycznych lub hydraulicznych.



Rys. 4.3.6. Budowa układu sterowania hydraulicznego [15]

Pompa, zawór bezpieczeństwa i zbiornik stanowią elementy składowe zasilacza hydraulicznego przedstawionego na rysunku 4.3.7.

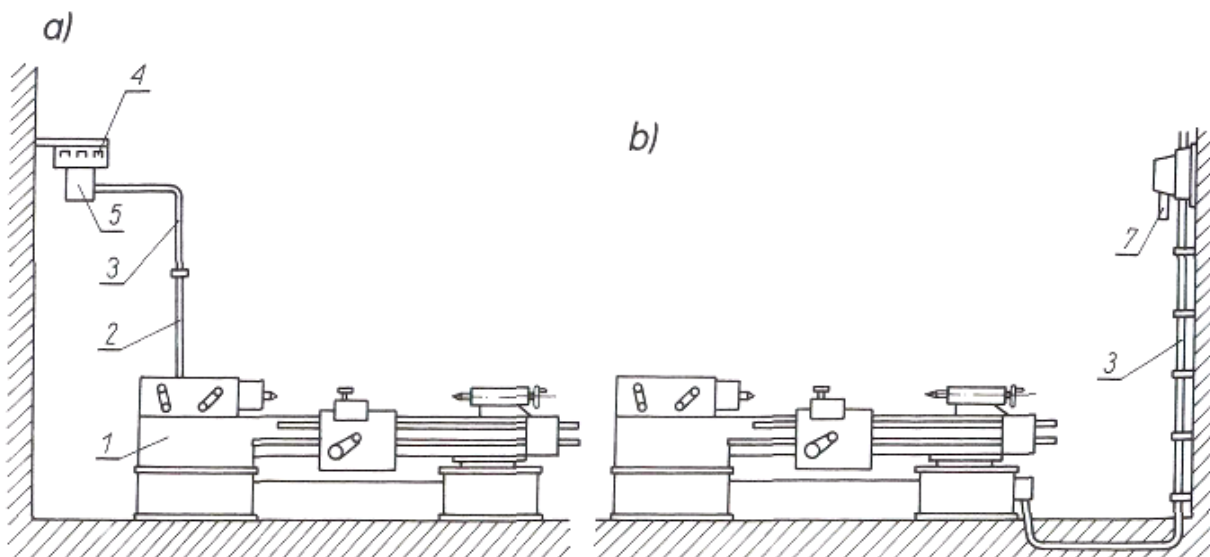


- | | | |
|---|--|--|
| 1 Łącznik pompy PK/PL | 10 Łącznik pompy PIK z wbudowaną chłodnicą oleju | 19 Wykonanie zbiornika wg danych z zamówienia |
| 2 Kołnierz elastyczny | 11 Koło wentylatora dla chłodnicy PIK | 20 Wyłącznik temperatury TS |
| 3 Pierścień tłumiący DT | 12 Pokrywa wlotu rewizyjnego | 21 Wodna chłodnica oleju TEK, do zabudowy |
| 4 Łącznik elastyczny ROTEX® | 13 Kołnierz mocujący ZO | 22 Listwa tłumiąca DSK do chłodnicy PIK |
| 5 Piastra ROTEX®, od strony silnika | 14 Pokrywa wlotu rewizyjnego z logo Klienta | 23 Uszczelka DZ do kołnierza mocującego ZO |
| 6 Wlew z odpowietrzeniem (z filtrem) | 15 Misa spustowa oleju | 24 Regulator przemysłowy IR |
| 7 Podstawa PTFS (VDMA24 561 cz. 1) | 16 Zbiorniki stalowe typu BSK/BNK/BEK | 25 Regulator przemysłowy IRN z kontrolą poziomu cieczy |
| 8 Listwa tłumiąca DSFS do podstawy PTFS | 17 Wskaźnik poziomu oleju typ KO | 26 Zewnętrzna wodna chłodnica oleju TAK |
| 9 Piastra ROTEX®, od strony pompy | 18 Pierścień tłumiący D | |

Rys. 4.3.7. Budowa zasilacza hydraulicznego [53]

Instalacja elektryczna

Doprowadzenie przewodów do maszyn i urządzeń może być wykonywane od góry (rys. 4.3.8a) lub od dołu (rys. 4.3.8b).



Rys. 4.3.8. Doprowadzenie przewodów elektrycznych: a) od góry z przewodu szynowego, b) od dołu przewodem ułożonym pod posadzką [2]

Przewody elektryczne są prowadzone przeważnie w rurkach izolacyjnych stalowych. Instalacje doprowadzone od góry wykonuje się najczęściej przy odgałęzieniu od przewodów szynowych lub od linii w rurkach izolacyjnych stalowych albo gazowych, prowadzonych na ścianach lub na konstrukcjach stalowych budynków.

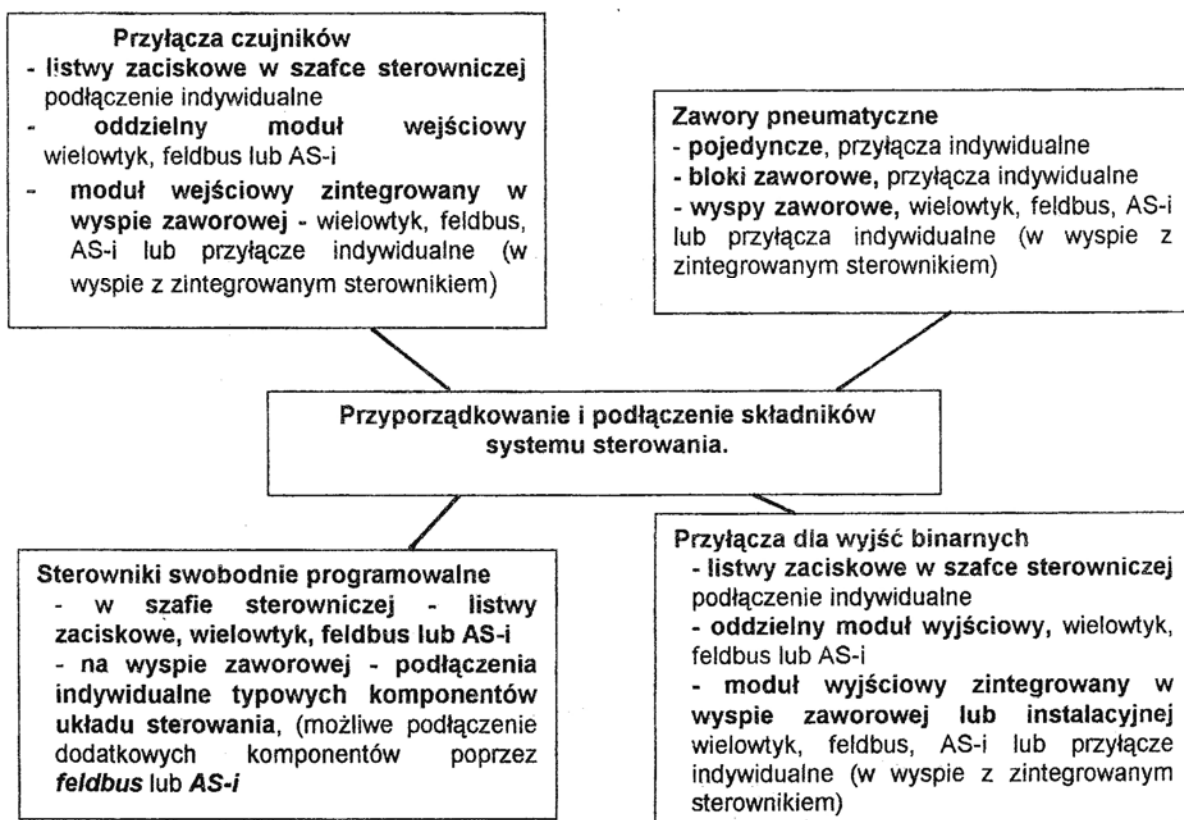
Na rysunku 4.3.8a pokazano doprowadzenie instalacji od przewodów szynowych 4, przez skrzynkę odgałęźną 5 przewodu szynowego, rurką izolacyjną stalową 3, która następnie zostaje wprowadzona w ochronną rurkę gazową 2 w celu zabezpieczenia przed uszkodzeniem. Ochronna rurka gazowa jest przymocowana do obrabiarki 1. Doprowadzenie przewodów przedstawione na rysunku 4.3.8b jest wykonane w rurce izolacyjnej stalowej 3, biegnącej od stycznika 7 do puszek odgałęźnej na ścianie, a następnie pod posadzką lub w specjalnym kanale do maszyny.

Przewody elektryczne doprowadzone do urządzenia podłącza się do tabliczki zaciskowej, zgodnie z instrukcją i schematem ideowym i montażowym zawartym w DTR danej maszyny. W niektórych urządzeniach instalacja elektryczna sterownicza znajduje się w szafie sterowniczej i należy wykonać doprowadzenie przewodów pomiędzy nimi.

W celu zabezpieczenia przed porażeniem elektrycznym należy urządzenia uziemić lub zerować. Sposób wykonania instalacji uziemiających lub zerujących podany jest zawsze w instrukcji dotyczącej instalowania danej maszyny lub urządzenia. Po podłączeniu urządzenia do sieci elektrycznej i uziemieniu lub wyzerowaniu należy sprawdzić skuteczność ochrony przed porażeniem. Skuteczność uziemienia lub zerowania jest sprawdzana za pomocą specjalnych przyrządów przez osoby do tego uprawnione.

Podłączanie elementów systemu sterowania

Element systemu sterowania może być podłączony za pośrednictwem przyłącza indywidualnego, wielowtyku, magistrali Fieldbus lub AS-i (rys. 4.3.9).



Rys. 4.3.9. Przyporządkowanie i podłączenie składników systemu sterowania [8]

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakiego rodzaju instalacji zasilających są stosowane w urządzeniach mechatronicznych?
2. Z jakich elementów składa się instalacja pneumatyczna?
3. Jak przebiega proces wytwarzania sprężonego powietrza?
4. Jakiego rodzaju elementy można wyróżnić w zasilaczu hydraulicznym?
5. W jaki sposób podłącza się urządzenia do sieci elektrycznej?
6. W jaki sposób podłącza się czujniki w systemach mechatronicznych?
7. W jaki sposób podłącza się sterowniki w systemach mechatronicznych?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wyszukaj informacje dotyczące magistrali, pozwalających na podłączenie elementów systemu mechatronicznego. Wyniki wpisz w tabeli:

Tabela. 4.3.1. Charakterystyka magistrali

Lp.	Nazwa magistrali	Charakterystyka
1.	ASI	
2.	Fieldbus	
3.	Profibus	
4.	EIB (Instabus)	
5.	Interbus	

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) wyszukać w Internecie i literaturze informacje dotyczące magistrali, których nazwy zostały zapisane w tabeli,
- 2) zapisać w tabeli informacje dotyczące struktury magistrali, zastosowania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu,
- literatura zgodna z punktem 6 Poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2*

Podłącz zasilanie do urządzenia mechatronicznego, wskazanego przez nauczyciela.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) dokonać analizy dokumentacji technicznej urządzenia mechatronicznego,
- 2) dobrać narzędzia do podłączenia zasilania,
- 3) podłączyć zasilanie do urządzenia mechatronicznego, zgodnie z dokumentacją techniczną, przestrzegając przepisy bhp,
- 4) sporządzić sprawozdanie z podłączenia zasilania do urządzenia mechatronicznego.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- urządzenia mechatroniczne,
- dokumentacje techniczne urządzeń mechatronicznych,
- narzędzia niezbędne do podłączenia zasilania do urządzeń mechatronicznych,
- literatura zgodna z punktem 6 Poradnika dla ucznia.

4.3.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) odczytać dokumentację techniczną?	☐	☐
2) dokonać analizy dokumentacji technicznej urządzenia mechatronicznego?	☐	☐
3) rozróżnić elementy instalacji zasilających urządzenia mechatroniczne?	☐	☐
4) scharakteryzować sposób podłączania zasilania do urządzenia mechatronicznego?	☐	☐
5) podłączyć zasilanie do urządzenia mechatronicznego?	☐	☐

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

TEST PISEMNY DWUSTOPNIOWY

INSTRUKCJA DLA UCZNIA

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 odpowiedzi, z których tylko jedna jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi, wstawiając w odpowiedniej rubryce znak X.

Przykład: jeśli prawidłowa odpowiedź dla pytania 1 jest a, wstaw znak X na przecięciu wiersza 1 i kolumny a.

1	☒	b	c	d	
---	-------------------------------------	---	---	---	--

W przypadku pomyłki, błędą odpowiedź zaznacz kółkiem, a następnie ponownie zakreśl odpowiedź prawidłową.

Przykład: jeśli prawidłowa odpowiedź jest 1c, zakreślasz kółkiem poprzednio zaznaczoną i wstawiasz ponownie znak X.

1	☒	b	☒	d	
---	-------------------------------------	---	-------------------------------------	---	--

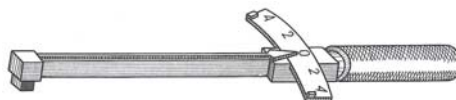
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż rozwiązanie zadania na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Na rozwiązanie testu masz 20 minut.
Powodzenia!

Zestaw pytań testowych

- Montaż części składowych wykonanych bardzo dokładnie, odbywa się zgodnie z zasadą:
 - częściowej zamienności,
 - całkowitej zamienności,
 - dopasowywania,
 - selekcji.
- Demontażu urządzenia na zespoły dokonujemy w następującej kolejności:
 - zdjęcie osłon i pokryw, wyciągnięcie elementów zabezpieczających, wyciągnięcie elementów ustalających, odłączenie instalacji zewnętrznych,
 - wyciągnięcie elementów zabezpieczających, odłączenie instalacji zewnętrznych, zdjęcie osłon i pokryw, wyciągnięcie elementów ustalających,
 - wyciągnięcie elementów ustalających, odłączenie instalacji zewnętrznych, zdjęcie osłon i pokryw, wyciągnięcie elementów zabezpieczających,
 - odłączenie instalacji zewnętrznych, zdjęcie osłon i pokryw, wyciągnięcie elementów zabezpieczających, wyciągnięcie elementów ustalających.

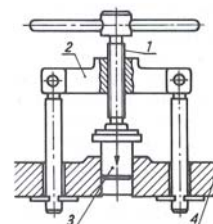
- Na rysunku obok przedstawiono:

- klucz pneumatyczny,
- klucz oczkowy,
- klucz hakowy,
- klucz graniczny.



- Przyrząd śrubowy, przedstawiony na rysunku obok stosowany jest w montażu połączeń:

- gwintowych,
- kształtowych,
- podatnych,
- właczanych.

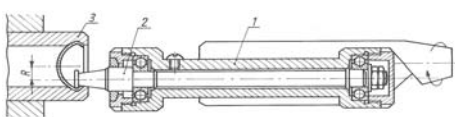


- Do wkręcania i wykręcania nakrętki okrągłej stosuje się klucz:

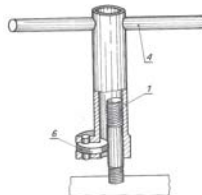
- nasadowy trzpieniowy,
- płaski jednostronny,
- płaski jednostronny zamknięty,
- trzpieniowy czołowy czopikowy.

- Który z przyrządów, przedstawionych na rysunku zastosujesz do osadzania zaślepki:

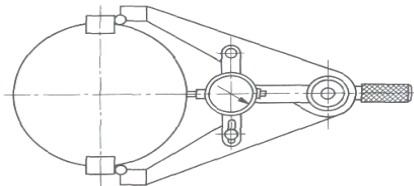
a)



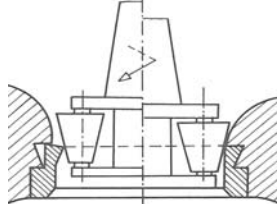
b)



c)



d)



7. Luz promieniowy sprawdzamy podczas weryfikacji:
 - a) sprężyny naciągowej,
 - b) tulei gumowej,
 - c) łożyska tocznego,
 - d) łożyska ślizgowego.
8. Która z wymienionych czynności **nie powinna wystąpić** podczas montażu układów hydraulicznych i pneumatycznych?
 - a) dobór uszczelek,
 - b) przemywanie uszczelek rozpuszczalnikiem,
 - c) zamocowanie uszczelek,
 - d) dokonanie próby szczelności układu.
9. Podczas montażu należy stosować:
 - a) sprzęt ochrony osobistej, aby nie ulec oparzeniu,
 - b) rękawice ochronne, aby nie ulec oparzeniu,
 - c) rękawice ochronne, aby uniknąć skaleczeń,
 - d) narzędzia, które są w dobrym stanie technicznym.
10. Stosując narzędzia o napędzie elektrycznym, przed przystąpieniem do pracy, dokonujemy oględzin w celu sprawdzenia:
 - a) skuteczności zerowania,
 - b) stanu izolacji,
 - c) czy nie są zbyt nagrzane,
 - d) czy nie mają rys i zadrapań.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Montaż i demontaż elementów i podzespołów urządzeń i systemów mechatronicznych

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Nr zadania	<i>Odpowiedź</i>				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. Baldwin-Ramult A., Jeleń K., Oleksy H., Szyszkowski A.: Montaż elementów elektronicznych na płytkach drukowanych. WKiŁ, Warszawa 1984
2. Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych. WSiP, Warszawa 1986, Wydanie siódme
3. Horowitz P., Hill W.: Sztuka elektroniki. Tom 1 i 2. WKiŁ, Warszawa 1995
4. Klonowski J., Lisowski A.: Pomiary parametrów silników spalinowych i ciągników rolniczych. WSiP, Warszawa 1998
5. Legutko St.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń. WSiP, Warszawa 2004
6. Mac St.: Elektrotechnika samochodowa. WSiP, Warszawa 1996
7. Materiały szkoleniowe. Eksploatacja układów pneumatycznych i elektropneumatycznych. Praca zbiorowa. FESTO DIDACTIC, Warszawa 1998
8. Materiały szkoleniowe. Utrzymanie ruchu i konserwacja w technice sterowania. Pneumatyczne i elektropneumatyczne układy sterowania. Praca zbiorowa. FESTO DIDACTIC, Warszawa 1999
9. Materiały szkoleniowe. Zestaw dydaktyczny MPS-4. Praca zbiorowa. FESTO DIDACTIC, Warszawa 1997
10. Michel K., Sapiński T.: Czytam rysunek elektryczny. WSiP, Warszawa 1998
11. Nährmann D.: Elektronika łatwiejsza niż przypuszczasz. T. 1 Elementy. T. 2 Układy. T. 3 Układy scalone. WKiŁ, Warszawa 1985
12. Ocioszyński J.: Elektrotechnika i elektronika pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 1996
13. Orzełowski S.: Naprawa i obsługa pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 1996
14. Rychter T.: Mechanik pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 1997
15. Schmid D., Baumann A., Kaufmann H., Paetzold H., Zippel B.: Mechatronika. REA, Warszawa 2002
16. Solis H., Lenart T.: Technologia i eksploatacja maszyn. WSiP, Warszawa 1996
17. Stefanik J.: Eksploatacja i remont maszyn elektrycznych. WSiP, Warszawa 1979
18. Trzeciak K.: Diagnostyka samochodów osobowych. WKiŁ, Warszawa 1996
19. Zawora J.: Podstawy technologii maszyn. WSiP, Warszawa 2001
20. PN-77/M-82008 Podkładki sprężyste
21. PN-79/M-82009 Podkładki klinowe do dwuteowników
22. PN-82/M-82011 Podkładki odginane z noskiem zewnętrznym
23. PN-82/M-82023 Podkładki sprężyste ząbkowane wewnętrznie
24. PN-82/M-82024 Podkładki sprężyste ząbkowane zewnętrznie
25. PN-82/M-82054.20 Śruby, wkręty i nakrętki. Pakowanie, przechowywanie i transport
26. PN-85/M-82201 Wkręty ze łbem walcowym wypukłym
27. PN-85/M-82207 Wkręty ze łbem stożkowym
28. PN-85/M-82211 Wkręty ze łbem stożkowym soczewkowym
29. PN-85/M-82215 Wkręty ze łbem walcowym
30. PN-93/M-82251 Wkręty ze łbem stożkowym. Kształt łba i metoda sprawdzania
31. PN-93/M-82252 Wkręty ze łbem stożkowym. Głębokości wgłębień krzyżowych
32. PN-EN 1515-2:2005 Kołnierze i ich połączenia. Śruby i nakrętki. Część 2: Podział materiałów na śruby do kołnierzy stalowych z oznaczeniem PN
33. PN-EN 20225:1994 Części złączne. Śruby, wkręty i nakrętki. Wymiarowanie
34. PN-EN 20225:1994 Części złączne. Śruby, wkręty i nakrętki. Wymiarowanie
35. PN-EN 26157-1:1998 Części złączne. Nieciągłości powierzchni. Śruby, wkręty i śruby dwustronne ogólnego stosowania

36. PN-EN ISO 1207:1999 Wkręty z łbem walcowym z rowkiem. Klasa dokładności A
37. PN-EN ISO 4032:2004 Nakrętki sześciokątne, odmiana 1. Klasy dokładności A i B
38. PN-EN ISO 4759-1:2004 Tolerancje części złącznych. Część 1: Śruby, wkręty, śruby dwustronne i nakrętki. Klasy dokładności A, B i C
39. PN-EN ISO 4759-1:2004 Tolerancje części złącznych. Część 1: Śruby, wkręty, śruby dwustronne i nakrętki. Klasy dokładności A, B i C
40. PN-EN ISO 887:2003 Podkładki okrągłe ogólnego stosowania do śrub, wkrętów i nakrętek metrycznych. Dane ogólne
41. PN-ISO 1891:1999 Śruby, wkręty, nakrętki i akcesoria. Terminologia
42. PN-ISO 1891:1999 Śruby, wkręty, nakrętki i akcesoria. Terminologia
43. PN-ISO 888:1996 Śruby, wkręty i śruby dwustronne ogólnego przeznaczenia. Długości nominalne trzpienia i długości gwintu
44. www.turck.pl
45. www.automatykaonline.pl
46. www.utrzymanieruchu.pl
47. www.festo.pl
48. www.festo.com
49. www.ckd-europe.com
50. www.bimen.com.pl
51. www.transair.legris.com
52. www.arapneumatik.pl
53. www.sprzegla.pl
54. Katalogi firm: FESTO, S.N.PROMET, S.N. Pokój, ALSTOM, GE Power Controls, BIBUS MENOS, ELFA, Rexroth Bosh.