

Politechnika Lubelska

Wiesław Wójcik

Klaudiusz Lenik

PODSTAWY KONSTRUOWANIA

Przewodnik do ćwiczeń projektowych

Lublin 2000

OPINIODAWCA:

Prof. dr hab. inż. **Joanicjusz Nazarko**

Wydano za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

ISBN 83-88110-66-7

© Copyright by Politechnika Lubelska 2000

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI LUBELSKIEJ
ul. Bernardyńska 13, 20-950 Lublin

Przedmowa

Skrypty z serii „Podstawy konstruowania” przeznaczone są głównie dla studentów dziennych i zaocznych kierunku „Zarządzanie i Marketing” Politechniki Lubelskiej.

Przedmiot „Podstawy konstruowania” obejmuje bardzo szeroki zakres tematyczny: konstrukcje geometryczne, teoretyczne podstawy rzutowania, normowe zasady rzutowania, wymiarowanie; projektowanie i konstruowanie części maszyn, połączeń części maszyn, urządzeń i mechanizmów z wykonaniem dokumentacji konstruktorskiej włącznie i naniesieniem na nią stosownych informacji technologicznych; czytanie dokumentacji technicznej i konstruktorskiej. Tradycyjnie taki zakres tematyczny realizowany jest w ramach oddzielnych przedmiotów: rysunek techniczny, geometria wykreślna, zapis konstrukcji, podstawy konstrukcji maszyn, trybologia. W związku z tym autorzy postawili sobie za zadanie przygotowanie materiału do zajęć w taki sposób, żeby przy ograniczonym czasie zajęć przewidzianych programem na realizację szerokiej problematyki ukazać studentom wzajemną więź wymienionych wcześniej dyscyplin technicznych w procesie konstruowania oraz ukształtować wśród studentów kierunku „Zarządzanie i Marketing” umiejętność czytania dokumentacji technicznej (w sposób kompleksowy i wybiórczy) przy jednoczesnym opanowaniu podstaw wykonania takiej dokumentacji. Konsekwentnie do tego zamierzenia, zadania opracowane przez dr inż. Wiesława Wójcika przygotowane są w taki sposób, żeby czas przygotowania rysunku (przygotowanie arkusza, przeniesienie rysunku części) do właściwego rozwiązania ograniczyć do minimum (3-4 krotnie). W zamierzeniu autora zadań, powinno to pozwolić na omówienie i realizację $2 \div 3$ razy zagadnień szczegółowych i problemowych więcej w tym samym czasie zajęć. Taka koncepcja jest zgodna z coraz powszechniejszym wykorzystaniem w procesie projektowania grafiki

maszynowej z biblioteką gotowych wzorcowych rysunków w bazie danych. Zadania mogą więc być realizowane techniką komputerową oraz „tradycyjnie” na desce kreślarskiej.

Mimo, że skrypt ten przeznaczony jest głównie dla studentów kierunku „Zarządzanie i Marketing” realizujących przedmiot „Podstawy konstruowania”, to opracowany tutaj materiał może być wykorzystany również z powodzeniem do usprawnienia procesu dydaktycznego w ramach przedmiotu „Zapis konstrukcji” dla studentów kierunku „Wychowanie Techniczne” Politechniki Lubelskiej.

Autorzy

Rozdział I

Tematyka zajęć z przedmiotu „Podstawy konstruowania i zapis konstrukcji”

1.1. Treść wykładów

W ramach przedmiotu „Podstawy konstruowania i zapis konstrukcji” przewidziane są następujące formy zajęć: wykład, projektowanie, laboratorium. Na studiach dziennych wykłady odbywają się w II semestrze, a zajęcia laboratoryjne III semestrze studiów. Z kolei na studiach zaocznych formy zajęć wykład i projektowanie realizowane są jednocześnie w czasie II semestru studiów, zaś zajęcia laboratoryjne w III semestrze. Mimo różnych liczb godzin z tego przedmiotu na obu formach studiów obowiązuje ten sam zakres tematyczny, są jedynie różnice w liczbie prac realizowanych bezpośrednio na zajęciach projektowych. Każda z form: wykład, projektowanie lub laboratorium zaliczane są przez studentów oddzielnie.

W ramach wykładów o charakterze problemowym omawiana jest następująca tematyka.

Problem modelu matematycznego i zapisu konstrukcji w procesie projektowania i konstruowania.

Zasady konstruowania.

Doskonalenie form zapisu konstrukcji i modelowania matematycznego w aspekcie historycznym.

Znaki zapisu konstrukcji.

Matematyczne podstawy zapisu konstrukcji.

Normowe zasady rzutowania.

Regulacje prawne w zapisie konstrukcji i w konstruowaniu - normy.

Zastosowanie wybranych konstrukcji geometrycznych w procesie konstruowania (elementy przynależne, wspólne, transformacje, obroty, kłady).

Dobór i konstruowanie widoków, przekrojów oraz kładów części maszyn.

Zasady wymiarowania.

Wymiarowanie a proces technologiczny.

Zasady przygotowania dokumentacji konstruktorskiej (rysunki złożeniowe, zestawieniowe, wykonawcze oraz operacyjne).

Układ tolerancji i pasowań.

Odchyłki kształtu i położenia.

Znormalizowane części maszyn.

Połączenia rozłączne i nierozłączne części maszyn.

Obróbka a stan powierzchni.

Optymalizacja i polioptymalizacja konstrukcji.

Komputerowe wspomaganie projektowania i konstruowania.

Wybrane zagadnienia projektowania rysunków wykonawczych części maszyn: korpusy, osie, wały, tarcze, koła zębate, sprężyny, odlewy i odkuwki.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu (wykładu) jest poprawne i samodzielne wykonanie w domu indywidualnego zestawu zadań graficznych oraz zaliczenie prac kontrolnych.

Zadania graficzne wykonywane w domu mają na celu ukierunkować studenta w procesie przygotowania do prac kontrolnych, których z kolei rezultaty mają później decydujący wpływ na ocenę końcową z przedmiotu.

1.2. Prace projektowe

1.2.1. Zasada numeracji graficznych prac projektowych

Numeracja graficznych prac projektowych (krócej mówiąc arkuszy) składa się z następujących oznaczeń:

- numer tematu (oznaczenie dwucyfrowe lub jednocyfrowe od **1**, **2** do **11**),
- numer kolejny arkusza w ramach tematu (oznaczenie dwucyfrowe **01**, **02**, **03**, ...),
- numer tematu, tj. numer wariantu rysunkowego lub numer modelu (oznaczenia co najwyżej trzycyfrowe w przypadku rysunku lub oznaczenie literowo-cyfrowe składające się z trzech znaków w przypadku modeli części maszyn, np. **P12**),
- oznaczenie polecenia (małe litery alfabetu łacińskiego).

Przykład oznaczenia:

4.07/14a, b,

gdzie: **4** - numer tematu,

07 - numer kolejny arkusza w temacie,

14 - numer wariantu rysunkowego,

a, b - realizowane polecenia z zadania projektowego **4.07**.

Uwaga:

1) Oznaczenia poleceń mogą być pominięte, jeśli nie ma wątpliwości, które polecenia są realizowane.

2) W szczególnych przypadkach, kiedy modele lub rysunki nie mają indywidualnej numeracji, numer ćwiczenia (tematu) możemy pominąć.

3) Numeracja realizowanych arkuszy jest przeważnie zgodna z numeracją treści zadań i rysunków. Jednak w nielicznych przypadkach, kiedy sytuacja wyjściowa jest wspólna dla różnych tematów i arkuszy, należy zwracać uwagę na właściwe oznaczenie arkusza zgodne

z poleceniem. W przypadku, kiedy praca projektowa składa się z dwóch części: graficznej i opisowej (obliczenia), numer części opisowej jest wówczas taki sam jak dla części graficznej.

1.2.2. Tematy realizowanych prac projektowych

W ramach przedmiotu „Podstawy konstruowania i zapis konstrukcji” przewidziano możliwość realizacji następujących prac projektowych:

Temat 1. Konstrukcje podstawowe.

- 1.01. Konstrukcje podstawowe I.
- 1.02. Konstrukcje podstawowe II.

Temat 2. Zastosowane transformacji, obrotów i kładów.

- 2.01. Rzuty, przekroje i rozwinięcia brył.
- 2.02. Miary kątów w przestrzeni.
- 2.03. Punkty przebicia wielościanów.
- 2.04. Przenikanie wielościanów.

Temat 3. Rzuty, przekroje i rozwinięcia powierzchni.

- 3.01. Rzuty, przekroje i rozwinięcia stożków.
- 3.02. Rzuty, przekroje i rozwinięcia walców.
- 3.03. Punkty przebicia powierzchni prostą.
- 3.04. Przenikanie powierzchni.
- 3.05. Konstruowanie rzutów, przekrojów, rozwinięć złożonych brył geometrycznych.

Temat 4. Zasady normowe rzutowania w zapisie konstrukcji części maszyn.

- 4.01. Układ 6 rzutni.
- 4.02. Aksonometria.
- 4.03. Rzuty podstawowe.
- 4.04. Łączenie widoków z przekrojami.
- 4.05. Przekroje proste.
- 4.06. Rzut ukośny.
- 4.07. Przekroje złożone.
- 4.08. Przekroje cząstkowe.
- 4.09. Kłady.
- 4.10. Przekroje części i podzespołów.
- 4.11. Rozwinięcia części.

Temat 5. Wymiarowanie rysunków części maszyn.

Możliwość realizacji 11 prac projektowych w ramach tego tematu: od 5.01. do 5.11. na bazie tych samych modeli lub rysunków co prace o numeracji odpowiednio od 4.01. do 4.11.

Temat 6. Projektowanie rysunków złożeniowych podzespołów oraz rysunków wykonawczych części maszyn.

- 6.00. Rysunek złożeniowy.
- 6.01., 6.02., 6.03, ... Rysunki wykonawcze części składowych podzespołu z arkusza 6.00. o numeracji zgodnej z wykazem części.

Temat 7. Projektowanie połączeń części maszyn oraz prostych mechanizmów.

- 7.01. Projektowanie połączeń rozłącznych.
- 7.02. Projektowanie połączeń nierozłącznych.

7.03. Projektowanie prostych mechanizmów (wał z ułożyskowaniem, przekładnią jednostopniową, w obudowie).

Temat 8. Projektowanie części maszyn i ich rysunków wykonawczych.

8.01. Korpusy.

8.02. Tarcze.

8.03. Wały.

8.04. Koła zębate.

8.05. Sprężyny.

8.06. Części gięte.

8.07. Odlewy i odkuwki.

Temat 9. Schematy i wykresy oraz elementy rysunku budowlanego i elektrycznego w projektowaniu maszyn.

9.01. Rysunek budowlany.

9.02. Rysunek elektryczny.

9.03. Rysunek instalacyjny.

9.04. Schematy i wykresy.

Temat 10. Czytanie dokumentacji technicznej.

10.01. Czytanie rysunku złożeniowego.

Temat 11. Prace kontrolne.

11.01. Konstrukcje geometryczne w zapisie konstrukcji.

11.02. Zasady rzutowania. Rzuty prostokątne i aksonometryczne.

11.03. Wymiarowanie rysunków.

11.04. Projektowanie rysunków wykonawczych.

11.05. Czytanie rysunków. Znaki zapisu konstrukcji.

11.06. Zasady konstruowania.

1.3. Wykazy obowiązujących prac projektowych

1.3.1. Studia dzienne

W czasie II semestru studiów dziennych, równoległe do prowadzonych wykładów, studenci powinni samodzielnie przygotować i zrealizować następujące prace projektowe oznaczone numerami: 1.01., 1.02., 2.01 (tematy od 1 do 24), 2.02., 3.01., 4.01., 4.02., 4.03., 4.04., 4.05., 4.06., 4.07., 4.08., 4.09., 4.10., 4.11., 5.03., 5.04., 5.07., 5.11. Materiał do realizacji tych zadań został zamieszczony w albumach (zeszytach do ćwiczeń) skryptów „Zapis konstrukcji” oraz „Podstawy konstruowania. Zadania projektowe.” autorstwa dr inż. Wiesława Wójcika.

Przewidziane programem dwa sprawdziany w tym semestrze obejmują następujące prace kontrolne: 11.01. i 11.02. (I sprawdzian) oraz 11.06. (sprawdzian II).

W kolejnym (trzecim) semestrze studiów, w ramach ćwiczeń projektowych z „Podstaw konstruowania” studenci realizują cztery grupy zadań:

- zestaw obowiązkowy (domowy):

na podstawie zadań i rysunków z albumów „Zapis konstrukcji. Zadania projektowe” oraz „Podstawy konstruowania. Zadania projektowe.” powinny być realizowane następujące prace projektowe: 2.01. (tematy od 25 do 48), 3.04., 4.02., 5.06., 5.07., 5.09, 7.01., 7.02., 7.03. w zakresie przedstawionym w następnym rozdziale przy omówieniu treści zadań;

- zestaw obowiązkowy na zajęcia:

bezpośrednio na zajęciach na podstawie modeli („rysowanie z natury”, tematy indywidualne) prace projektowe 4.03., 5.04., 5.07., 6.00., 6.01., 6.02., 6.03., ..., 8.03., 8.04., 8.05.;

- zestaw kontrolny:

na zajęciach samodzielnie prace kontrolne: 11.03., 11.05. w ramach III sprawdzianu oraz 11.04. w ramach IV sprawdzianu;

- zestaw dodatkowy, nieobowiązkowy:

w przypadkach uzasadnionych prowadzący może zadecydować (ewentualnie na prośbę studenta) o wydaniu zadań dodatkowych pojedynczym osobom, lub całej grupie, wybierając zadania spośród nierealizowanych obowiązkowo zadań: 2.03., 2.04., 3.02., 8.01., 8.02., 8.06., 8.07., 9.01., 9.02., 9.03., 9.04., 10.01., lub polecenia dodatkowe do prac projektowych obowiązkowych.

1.3.2. Studia zaoczne

Zajęcia z „Podstaw konstruowania” na studiach zaocznych kierunku „Zarządzanie i Marketing” mają inny układ niż na studiach dziennych. Wykłady i projektowanie prowadzone są równolegle w czasie pięciu zjazdów II semestru studiów, a zajęcia laboratoryjne w czasie III semestru. Uwzględniając też mniejszą liczbę godzin zajęciowych zaplanowano w sumie do realizacji mniejszą liczbę prac projektowych.

I tak w ramach zaliczenia z przedmiotu, studenci w albumach wykonują w domu samodzielnie prace projektowe (zestaw obowiązkowy): 1.01., 1.02., 2.01., 2.02., 3.01., 4.01., 4.02., 4.03., 4.04., 4.05., 4.06., 4.07., 4.08., 4.09., 4.10., 4.11., 5.03., 5.04., 5.07., 5.11.; oraz przystępują do prac kontrolnych: 11.01., 11.04., 11.06., w ramach I sprawdzianu.

W programie zajęć projektowych z „Podstaw konstruowania” na studiach zaocznych przewidziano też cztery grupy zadań:

- zestaw obowiązkowy „domowy” (na podstawie albumów skryptów „Zapis konstrukcji” i „Podstawy konstruowania”): 3.04., 4.02.);

- zestaw obowiązkowy do realizacji na zajęciach:
bezpośrednio na zajęciach realizowane na podstawie modeli prace projektowe: 4.03., 4.07., 5.03., 5.07., 8.03.;

- zestaw kontrolny zadań: 11.02., 11.03. w ramach II sprawdzianu oraz 11.05. w czasie III sprawdzianu;

- zestaw zadań dodatkowych, nieobowiązkowych.

W ramach zajęć laboratoryjnych (w semestrze III) przewidziano realizację na zajęciach tematu 6 oraz prac 8.04., 8.05., zaś dodatkowo w domu - tematu 7.

1.4. Zajęcia projektowe i laboratoryjne

Na zajęciach projektowych lub laboratoryjnych, prace projektowe (wykazy podano w poprzednim podrozdziale) powinny być realizowane przez studentów w kolejności określonej numerami tych prac. Oznacza to, że student mający rozwiązać na kolejnych zajęciach na przykład zadania 4.07., 5.03., 5.07., do realizacji 5.03. dopuszczony zostać powinien po zaliczeniu pracy 4.07., a do realizacji 5.07. przystępuje po zaliczeniu obu wcześniejszych prac, to znaczy 4.07. i 5.03. Powyższa zasada kolejności obowiązuje także oddzielnie dla prac kontrolnych oraz odpowiednio dla prac realizowanych w domu. Te ostatnie z kolei powinny w zasadzie być zaliczane blokami tematycznymi: prace z tematów 1, 2 i 3 jako jeden blok tematyczny, następnie kolejno prace z tematów 4, 5 i 7.

Przewidziane wypełnienie czasu zajęć projektowych w semestrze przedstawia się następująco: około 70% na realizację zastawu obowiązkowego zadań projektowych oraz około 30 % na przeprowadzenie

prac kontrolnych (minimum 3 godziny na studiach zaocznych i minimum 4 godziny na studiach dziennych) i na realizację zadań dodatkowych.

Ze względu na ograniczenia czasu trwania zajęć oraz fakt, że rysunek odręczny bardziej stymuluje kształtowanie wyobraźni przestrzennej, należy przyjąć, że w pracowni studenci w zasadzie powinni posługiwać się wyłącznie ołówkiem i wykonywać rysunki odręcznie, chyba, że zadanie wymaga wykonania dokładnych konstrukcji przy pomocy przyrządów kreślarskich. Prace projektowe wykonywane w domu powinny być z kolei wykonane precyzyjnie przy pomocy przyrządów, techniką określaną przez prowadzącego.

Rozdział II

Zadania i wytyczne do ich realizacji

2.1. Grupa tematyczna „Konstrukcje geometryczne”

Wyróżnione w rozdziale I następujące tematy:

- konstrukcje podstawowe;
- zastosowanie transformacji, obrotów i kładów;
- rzuty, przekroje i rozwinięcia powierzchni,

można umownie zatytułować razem jako „Konstrukcje geometryczne”. Treść i rysunki do zadań przewidzianych do realizacji w ramach grupy tematycznej „Konstrukcje geometryczne” zostały zamieszczone w albumie pt. „Zapis konstrukcji. Zadania projektowe. Album z rysunkami”. Zaś przykłady z opisem rozwiązań i w rozbiciu na etapy (tego typu zadań) umieszczono z kolei w albumach pt. „Zapis konstrukcji. Metodyka rozwiązywania zadań” tego samego skryptu. Z tego względu w niniejszym opracowaniu ograniczono się do przedstawienia w rozdziale III numeracji wybranych do realizacji zadań obowiązkowych.

2.2. Modele i rysunki do prac projektowych (tematy 4 ÷ 11)

W ramach kolejnego czwartego tematu „Zasady normowe rzutowania w zapisie konstrukcji części maszyn” przewidziano 11 różnych prac projektowych. Rysunki do tych zadań zamieszczono w albumach skryptów „Podstawy konstruowania. Zadania projektowe”. Polecenia tych prac projektowych mogą być także realizowane na podstawie odpowiednio

dobranych modeli części maszyn, lub gotowych części maszyn - zamiast rysunków ilustrujących sytuację wyjściową. Modele części należy dobierać wówczas kierując się następującymi kryteriami:

- złożoność formy geometrycznej,
- symetria,
- występowanie charakterystycznych elementów budowy,
- potrzebna ilość rzutów,

są zgodne z treścią odpowiednich rysunków oraz wielkość modelu umożliwia realizację rysunku na arkuszu formatu A-4 w podziałce najlepiej naturalnej (względnie 1:2 lub 2:1). Inne podziałki są kłopotliwe, stwarzają jedynie niepotrzebne techniczne utrudnienie. Wybrany do realizacji jednej pracy projektowej zestaw modeli powinien przedstawiać ten sam stopień trudności dla każdego z wariantów. Za celowe jednak należy uznać przygotowanie zawsze trudniejszych wariantów dla uzdolnionych studentów.

Specjalne, oddzielne zestawy modeli powinny być także przygotowane dla pozostałych tematów (5, 6, 8, 11) realizowanych bezpośrednio na zajęciach, włącznie z pracami kontrolnymi, a zwłaszcza 11.04. Przy doborze zestawów modeli do tematów 5, 6, 8, 11 należy przyjąć takie same kryteria jak przedstawione wcześniej dla tematu czwartego.

Polecenia w ramach każdej z podanych dalej prac projektowych uporządkowano i podano w kolejności realizacji. W nielicznych przypadkach kolejność poleceń może być inna. Polecenia podzielono na dwie grupy: zadania bazowe oraz zadania dodatkowe i uzupełniające. Powyższy podział określa jednocześnie wagę poszczególnych poleceń w trakcie realizacji treści programowych w ramach danej pracy projektowej. W realizacji następnych prac i tematów waga konkretnego problemu może być bowiem inna.

2.3. Temat 4 - prace projektowe

2.3.1. Praca projektowa 4.01.

Zasady konstruowania, rozmieszczania i oznaczania rzutów w dokumentacji konstruktorskiej (Układ 6 rzutni)

Zadania bazowe

- a) Na rysunkach przedstawiono różne części w rzutach aksometrycznych (w izometrii lub w dimetrii prostokątnej, lub w dimetrii ukośnej) w podziałce 2:1. Dobierz podziałkę i skonstruuj 6 podstawowych rzutów (widoków) prostokątnych dla wskazanego przedmiotu. Rzuty należy rozmieścić zgodnie z zasadą europejską i zaznaczyć kontury niewidoczne.
- b) Podaj (zgodnie z normą) nazwy i oznaczenia rzutów skonstruowanych w zadaniu a).
- c) Zmień dowolnie rozmieszczenie rzutów otrzymanych w zadaniu a). Stosując symbole literowe i strzałki oznacz tak rozmieszczone rzuty.

Przykłady zadań uzupełniających i dodatkowych

- d) Z rzutów skonstruowanych w zadaniu a) pozostaw tak zwane "minimum niezbędne" rzutów do jednoznacznego przedstawienia kształtu danej części.
- e) Zwymiaruj wskazany przedmiot, ograniczając się do niezbędnego minimum rzutów prostokątnych.
- f) Zwymiaruj przedmiot w aksonometrii.
- g) Zaprojektuj rozwinięcie powierzchni bryły danej części.

2.3.2. Praca projektowa 4.02.

Rzuty aksonometryczne w dokumentacji technicznej (Aksonometria)

Zadania bazowe

Na rysunkach przedstawiono w podziałce 1:2 części w 6 rzutach, rozmieszczonych zgodnie z zasadą europejską lub amerykańską.

Wskazany na rysunku (lub na modelu) przedmiot narysuj w:

- a) izometrii;
- b) dimetrii prostokątnej;
- c) dimetrii ukośnej.

Przykłady zadań uzupełniających i dodatkowych

- d) Według jakiej zasady rozmieszczono rzuty? Czym się różnią europejskie i amerykańskie zasady rozmieszczania rzutów?
- e) Podaj nazwy poszczególnych rzutów i zalecone przez normę oznaczenia.
- f) Które z 6 danych rzutów pozwalają jednoznacznie przedstawić kształt bryły danej części przy założeniu, że liczba rzutów powinna być ograniczona do minimum? Narysuj te rzuty i podaj ich nazwy. W razie konieczności można zmienić ustawienie przedmiotu względem układu odniesienia.
- g) Zwymiaruj wskazany przedmiot, ograniczając się do niezbędnego minimum rzutów prostokątnych.
- h) Na otrzymany w zadaniu a) rzut aksometryczny nanieść niezbędne wymiary.
- i) Na otrzymany w zadaniu b) lub c) rzut aksometryczny nanieść niezbędne wymiary.

2.3.3. Praca projektowa 4.03.

Konstruowanie brakujących rzutów części (Rzuty podstawowe)

Zadanie bazowe

Na rysunkach przedstawiono w dwóch rzutach rysunki części różnych mechanizmów i maszyn.

a) Dorysuj w tej samej podziałce trzeci rzut (widok), umieszczając go zgodnie z zasadą europejską, tak żeby powstał układ trzech rzutów: A - rzut z przodu (główny), B - rzut z góry, C - rzut od lewej. W przypadku określenia sytuacji początkowej modelem należy dobrać i narysować wszystkie trzy rzuty A, B, C.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

b) Na rzutach otrzymanych w zadaniu **a)** wprowadź, tam gdzie jest możliwe, zamiast widoków przekroje płaszczyznami symetrii lub przekroje płaszczyznami, których położenie jest oczywiste.

c) Na rzutach otrzymanych w zadaniu **a)** wprowadź, tam gdzie jest to możliwe, półwidoki z półprzekrojami, przyjmując, że płaszczyznami przekrojów są płaszczyzny symetrii lub inne płaszczyzny, których położenie jest oczywiste.

d) Przeanalizuj rozwiązania zadań **a)**, **b)**, i **c)**. Wybierz optymalny wariant przedstawienia części na rysunku przyjmując następujące kryteria: maksymalna informacja o formie geometrycznej przy minimalnej ilości rzutów - narysuj rozwiązanie.

e) Zwymiaruj wskazany przedmiot, ograniczając się do niezbędnego minimum rzutów.

f) Wskazany przedmiot narysuj w izometrii.

g) Wskazaną część narysuj w dimetrii prostokątnej.

- h)** Daną część przedstaw w dimetrii ukośnej.
- i)** Zaprojektuj rysunek wykonawczy dla danej części
- j)** Przyjmując, że dana część została uzyskana poprzez obróbkę skrawaniem z półwyrobu, zaprojektuj rysunki wykonawcze dla części gotowej i półwyrobu.
- k)** Wykonaj projekt procesu technologicznego, zgodnego z rysunkiem wykonawczym zadania i przeanalizuj zgodność wymiarowania z rozwiązaniem i z proponowanym procesem technologicznym, ewentualnie wprowadź konieczne poprawki do wymiarowania.
- l)** Zaprojektuj proces technologiczny dla części gotowej z zadania j).
- l)** Zaproponuj proces technologiczny dla półwyrobu z zadania j).

2.3.4. Praca projektowa 4.04.

Zasady łączenia przekrojów z widokami na rysunkach części (Widoki i przekroje)

Zadania bazowe

Na rysunkach przedstawiono w dwóch rzutach rysunki części maszyn. W przypadku określenia sytuacji początkowej modele należy najpierw przedmiot narysować w dwóch rzutach.

- a)** Na rzucie głównym połącz widok z przekrojem - tam, gdzie jest to możliwe zastosuj półwidok - półprzekrój.
- b)** W przypadkach uzasadnionych zastosuj połączenie widoku z przekrojem także na drugim z danych rzutów.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

- c) Zwymiaruj przedmiot przedstawiony na rysunku, ograniczając się do niezbędnego minimum rzutów.
- d) Narysuj dany przedmiot w rzucie aksonometrycznym w izometrii.
- e) Wskazaną część narysuj w dimetrii prostokątnej.
- f) Daną część przedstaw w dimetrii ukośnej.
- g) Zaprojektuj rysunek wykonawczy dla danej części.
- h) Wykonaj projekt procesu technologicznego, zgodnego z rysunkiem wykonawczym z zadania g). Przeanalizuj zgodność wymiarowania z proponowanym procesem technologicznym. Dokonaj ewentualnych poprawek w wymiarowaniu.

2.3.5. Praca projektowa 4.05.

Zasady wykonywania i oznaczania przekrojów prostych w dokumentacji konstruktorskiej (Przekroje proste)

Zadania bazowe

Na rysunkach przedstawiono części maszyn oraz zaznaczono płaszczyzny odpowiednich przekrojów. W przypadku określenia sytuacji początkowej modelem należy najpierw narysować przedmiot w potrzebnej ilości rzutów (minimum niezbędne) - płaszczyznę przekroju wskazuje prowadzący.

- a) Narysuj przekrój wskazanej części płaszczyzną, która została oznaczona na rysunku. Uzupełnij oznaczenia przekroju.
- b) Wykonaj rysunek części zamieniając jeden z początkowych rzutów (widoków) oznaczonym przekrojem. Zastanów się, które z oznaczeń przekroju można w takim przypadku pominąć.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

- c) Przeanalizuj sensowność wprowadzenia do rozwiązania **b)** dodatkowych przekrojów lub połączeń widoków z przekrojami lub połączeń przekrojów. Wykonaj ewentualnie nowy rysunek.
- d) Zwymiaruj przedmiot przedstawiony na rysunku.

Uwaga!

Przed rozpoczęciem wymiarowania wybierz minimalną ilość rzutów do przedstawienia formy geometrycznej przedmiotu oraz wprowadź niezbędne przekroje (porównaj z rozwiązaniem punktu **b)** i **c)**.

- e) Narysuj odciętą część przedmiotu w izometrii - cięcie wykonano zgodnie z oznaczoną płaszczyzną przekroju na rysunku i z sytuacją wyjściową.
- f) Odciętą część płaszczyzny oznaczonego przekroju przedstaw w dimetrii prostokątnej lub ukośnej.

2.3.6. Praca projektowa 4.06.

Wykorzystanie rzutów ukośnych oraz widoków pomocniczych w rysunkach części maszyn (Rzut ukośny)

Zadania bazowe

Na rysunkach przedstawiono części maszyn oraz zaznaczono odpowiednio kierunki dodatkowych rzutów ukośnych.

W przypadku określenia sytuacji początkowej modelem wymagającym wprowadzenia widoku pomocniczego (rzutu ukośnego)

należy najpierw narysować przedmiot w potrzebnej ilości rzutów i określić kierunek widoku pomocniczego.

a) Dla części przedstawionej na wybranym rysunku narysuj (na tym samym arkuszu) widok (pomocniczy) zgodnie z zaznaczonym kierunkiem. Uzupełnij oznaczenia rzutu ukośnego.

b) Wykonaj rysunek oznaczonego widoku pomocniczego (ukośnego) jako rzut obrócony - wprowadź niezbędne oznaczenia. Rysunek można wykonać na tym samym arkuszu, o ile wcześniej nie zostało zrealizowane polecenie **b)**.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

c) Przeanalizuj sensowność wprowadzenia do rozwiązań **a)** i **b)** dodatkowych przekrojów lub połączeń widoków z przekrojami, lub połączeń przekrojów. Wykonaj nowy rysunek po wprowadzeniu stosowanych uzupełnień.

d) Zwymiaruj część przedstawioną na rysunku, wprowadzając niezbędne przekroje i widoki pomocnicze.

e) Narysuj przedmiot w izometrii.

f) Wskazaną część przedstaw w diamentrii prostokątnej lub ukośnej.

g) Zaprojektuj rysunek wykonawczy dla części przedstawionej na rysunku.

2.3.7. Praca projektowa 4.07.

Przekroje złożone w rysunkach części (Przekroje złożone)

Zadania bazowe

Na rysunkach przedstawiono wybrane części maszyn. W przypadku określenia sytuacji początkowej modelem o złożonej formie „wewnętrznej” należy najpierw narysować przedmiot w potrzebnej ilości rzutów - ewentualnie jednocześnie realizując wskazane dalsze polecenia.

a) Na rysunku wskazanej części wprowadź przekrój złożony (stopniowy lub łamany) do pokazania struktury wewnętrznej przedmiotu - rysunek można wykonać na tym samym arkuszu. Oznacz na odpowiednim rzucie przebieg płaszczyzn przekroju i wykonaj rysunek tego przekroju. Uzupełnij oznaczenia przekroju.

b) Wykonaj nowy rysunek części wprowadzając na rzut główny zamiast widoku odpowiedni przekrój złożony. Jednocześnie zastanów się nad potrzebą zmiany położenia przedmiotu względem układu rzutni w celu zwiększenia czytelności rysunku i ograniczenia liczby rzutów.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

c) Przeanalizuj sensowność wprowadzania do rozwiązania **b)** dodatkowych przekrojów. Wykonaj ewentualnie nowy rysunek.

d) Zwymiaruj przedmiot przedstawiony na rysunku. Przed rozpoczęciem wymiarowania przeanalizuj rozwiązania **a)**, **b)** i **c)** i wybierz optymalny sposób przedstawienia budowy przestrzennej przedmiotu przedstawionego na rysunku.

Przyjmując, że wykonano cięcie przedmiotu zgodnie z zaznaczonym przekrojem złożonym, w zadaniu **a)** i **b)**, narysuj otrzymany przedmiot w:

- e) izometrii,
- f) dimetrii prostokątnej,
- g) dimetrii ukośnej.

2.3.8. Praca projektowa 4.08.

Przekroje cząstkowe w rysunkach części (Przekroje cząstkowe)

Zadania bazowe

Rysunki lub modele przedstawiają wybrane części maszyn. Przeanalizuj możliwość wprowadzenia przekrojów cząstkowych do zwiększenia czytelności rysunków i pokazania budowy wewnętrznej danej części.

- a) Wprowadź niezbędne przekroje cząstkowe.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

- b) Przeanalizuj sensowność dodatkowego wprowadzenia innych przekrojów. Wykonaj ewentualnie nowy rysunek.
- c) Zwymiaruj przedmiot przedstawiony na rysunku.

2.3.9. Praca projektowa 4.09.

Zastosowanie kładów, widoków, przekrojów cząstkowych i szczegółowych (Kłady)

Sytuacja początkowa może być określana rysunkiem lub stosownie dobranym modelem z informacją dodatkową (wskazówki prowadzącego).

Zadania bazowe

- a) Dla wskazanej części i oznaczonych płaszczyzn narysuj kłady płaszczyzn przekrojów.
- b) Wykonany kład przesunięty zamień na miejscowy.
- c) Wykonany kład miejscowy zamień na przesunięty.
- d) Część typu wał. Dla wskazanej części narysuj kłady wskazanych płaszczyzn przekrojów.
- e) Dla danej części określ płaszczyzny charakterystycznych przekrojów poprzecznych, oznacz płaszczyzny tych przekrojów i następnie skonstruuj kłady tych płaszczyzn.
- f) Dla wskazanych fragmentów części wykonaj przekroje lub widoki szczegółowe w zwiększonej podziałce. Podaj pełne oznaczenia wykonanego widoku lub przekroju szczegółowego.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

- g) Kład z zadania a) zamień kładem przesuniętym.
- h) Kład z zadania a) zamień kładem miejscowym
- i) Kład z zadania d) zamień kładem przesuniętym lub miejscowym.
- j) Kłady płaszczyzn przekrojów poprzecznych z zadania e) zamień kładami miejscowymi.
- k) Kłady płaszczyzn przekrojów poprzecznych z zadania e) zamień kładami przesuniętymi.

2.3.10. Praca projektowa 4.10.

Konstruowanie przekrojów podzespołów i przekrojów części o złożonej formie geometrycznej (Przekroje części i podzespołów)

Rysunki lub modele przedstawiają części maszyn, albo wybrane podzespoły mechanizmów.

Zadania bazowe

- a) Dotyczy przypadku: część maszyny. Na rzucie głównym widok zamień przekrojem płaszczyzną symetrii.
- b) Dotyczy przypadku: podzespół. Widok na rzucie głównym podzespołu zamień przekrojem. Oznacz numerami części składowe i zrób wykaz części składowych. Uzupełnij w uzasadnionych przypadkach brakujące oznaczenia przekrojów i widoków.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

- c) Rozwiązanie zadania a) uzupełnij - o ile jest to potrzebne dodatkowymi przekrojami lub kładami.
- d) Rozwiązanie b) uzupełnij rysunkami części składowych podzespołu wykonanymi dla każdej części oddzielnie. Rysunki te powinny przedstawiać kontury części w sposób jednoznaczny.

2.3.11. Praca projektowa 4.11.

Konstruowanie rozwinięć części giętych (Rozwinięcia)

Zadania bazowe

Rysunki lub modele przedstawiają części wykonane poprzez gięcie blachy, płaskowników, prętów...

- a)** Skonstruuj rozwinięcie przedstawionej części.
- b)** Na otrzymanym w zadaniu **a)** rozwinięciu zaznacz linie gięcia.

Przykłady zadań dodatkowych i uzupełniających

- c)** Zwymiaruj część przedstawioną na rysunku.
- d)** Zwymiaruj rozwinięcie otrzymane w zadaniu **a)**.
- e)** Zaprojektuj rysunek wykonawczy danej części.

2.4. Temat 5 - Prace projektowe

Sposób określenia sytuacji początkowej - tak jak w pracach tematu poprzedniego, a mianowicie rysunek lub model. Obowiązują jednocześnie te same zestawy do realizacji tematów 4 i 5 oraz wykorzystanie odpowiednich „tytułowych” konstrukcji określonych w pracach tematu 4. Na przykład w pracy 5.07. wymiarujemy ten sam przedmiot co w 4.07. i też wykorzystujemy przekroje złożone.

Praca projektowa 5.01. Wymiarowanie

Zadanie bazowe

a) Zwymiaruj wskazany przedmiot ograniczając się do niezbędnego minimum rzutów prostokątnych (patrz praca projektowa 4.01e).

Przykłady zadań uzupełniających i dodatkowych

b) Zwymiaruj przedmiot na rzucie aksonometrycznym.

Praca projektowa 5.02. Wymiarowanie

Zadanie bazowe

a) Zwymiaruj przedmiot ograniczając się do niezbędnego minimum rzutów prostokątnych (patrz praca projektowa 4.02f, g).

Zadania dodatkowe

- b) Narysuj dany przedmiot w izometrii i nanieś niezbędne wymiary.
- c) Narysuj dany przedmiot w dimetrii ukośnej i zwymiaruj na rzucie aksonometrycznym.
- d) Narysuj dany przedmiot w dimetrii prostokątnej i nanieś niezbędne wymiary.

Praca projektowa 5.03. Wymiarowanie**Zadanie bazowe**

- a) Wybierz optymalny wariant przedstawienia części na rysunku. Zwymiaruj wskazany przedmiot (patrz 4.03d, e).

Przykłady zadań uzupełniających i dodatkowych

- b) Zrealizuj polecenie 4.03i.
- c) Zrealizuj polecenie 4.03j.
- d) Zrealizuj polecenie 4.03k.
- e) Zrealizuj polecenie 4.03l.
- f) Zrealizuj polecenie 4.03ł.

Praca projektowa 5.04. Wymiarowanie**Zadanie bazowe**

- a) Zwymiaruj przedmiot ograniczając się do niezbędnego minimum rzutów (patrz 4.04c).

Przykłady zadań uzupełniających i dodatkowych

- b) Zaprojektuj rysunek wykonawczy danej części.
- c) Wykonaj projekt procesu technologicznego zgodnego z rysunkiem wykonawczym z zadania b). Przeanalizuj zgodność wymiarowania z proponowanym procesem technologicznym w rozwiązaniu c). Dokonaj ewentualnych poprawek w wymiarowaniu.

Praca projektowa 5.05., 5.06., 5.07., 5.08., 5.09., 5.10., 5.11.

Dla wszystkich prac projektowych od 5.05. do 5.11. przewidziano te same polecenia.

Zadanie bazowe

- a) Zwymiaruj przedmiot ograniczając się do niezbędnego minimum rzutów (patrz 4.07c, d).

Przykłady zadań uzupełniających i dodatkowych

- b) Dla danej części zaprojektuj rysunek wykonawczy.
- c) Dla danej części zrealizuj polecenie 5.04c.

2.5. Uwagi do realizacji tematu: „Projektowanie rysunków złożeniowych podzespołów oraz rysunków wykonawczych części maszyn”

Powyższy temat realizowany jest w czasie zajęć projektowych w laboratorium na podstawie modeli. Na realizację tematu w związku z tym należy przewidzieć minimum $6 \div 8$ godzin lekcyjnych. Tematy powinny być indywidualne, studenci powinni pracować zaś samodzielnie, korzystając z odpowiedniej literatury, norm technicznych oraz wskazówek prowadzącego. Modele przedstawiać sobą powinny proste mechanizmy, składające się z minimum 5 nieznormalizowanych (różnych) części, np. zawory, zasuwy, sprzęgła, reduktory (przekładnie), mechanizmy śrubowe i inne. Ważną rzeczą jest, żeby wybrane mechanizmy zawierały możliwie najwięcej części różnych typów (korpusy, tarcze, osie, łożyskowanie, sprężyny, koła zębate, ...).

Praca z modelem powinna przebiegać według następującego planu:

- 1) Określić zasadę działania mechanizmu oraz jego przeznaczenie.
- 2) Określić, o ile jest to możliwe części (lub podzespoły) współpracujące oraz sposób ich połączenia z danym mechanizmem.
- 3) Przeanalizować czy model przedstawia kompletny mechanizm. Jeśli nie jest kompletny, doprojektować brakujące części.
- 4) Określić, które z części składowych są znormalizowane i nie wymagają sporządzenia oddzielnych rysunków wykonawczych.
Odnaleźć katalogowe oznaczenia tych części.

5) Zaprojektować rysunek złożeniowy (zestawieniowy) podzespołu.

W tym celu należy najpierw określić położenie robocze przedmiotu oraz położenie na arkuszu. Następnie należy określić liczbę potrzebnych rzutów (sposobu ich przedstawienia - widoki, przekroje, kłady, ...) do jednoznacznego przedstawienia zasady działania mechanizmu oraz jego budowy. Kolejno wybrać format arkusza (najlepiej A-3, względnie A-4) do wykonania rysunku złożeniowego oraz dobrać podziałkę. Wykonać rysunek oraz sporządzić wykaz części składowych. Określić, które wymiary gabarytowe, konstrukcyjne, montażowe i inne o charakterze informacyjnym należy umieścić na rysunku. Gotowy rysunek złożeniowy należy opisać, wypełniając tabliczkę, zamieszczając także niezbędne uwagi technologiczne i numer arkusza 6.00. Numer arkusza może być uzupełniony numerem wariantu, który w tym przypadku wyjątkowo należy zamieścić pod numerem tematu, np. rysunek złożeniowy podzespołu z oznaczeniem Z26 będzie posiadał numer Z26.006.00, a rysunki wykonawcze części tego podzespołu będą posiadały kolejne numery Z26.006.01; Z26.006.02; Z26.006.03;

Wykonanie samego rysunku złożeniowego należy zaplanować następująco: na zajęciach wykonać rysunek odręczny (lub od razu na kalce w cienkich liniach) z odpowiednio dobranymi rzutami; w domu na podstawie sprawdzonego rysunku odręcznego (lub w cienkich liniach) wykonać właściwy rysunek „na gotowo” na kalce „w tuszu”. Oceniane są obie fazy pracy nad rysunkiem złożeniowym łącznie.

Uwaga!

Zaleca się wykończenie rysunków złożeniowych po wykonaniu rysunków części składowych, ze względu na ewentualne poprawki.

6) Wykonać rysunki wykonawcze części składowych.

Rysunki wykonujemy odręcznie techniką „w ołówku” na arkuszach papieru formatu A4 (względnie A3), każdą część na oddzielnym arkuszu. Zaleca się kolejność realizacji zgodną z kolejnością na wykazie części. Na wykazie, części powinny być uszeregowane zgodnie z ich rangą: najpierw duże części korpusu, obudów, kolejno tarcze, wały, tuleje, koła zębate, koła pasowe, sprężyny, uszczelki i części znormalizowane.

Wymiary należy „zdejmować” przyrządami (suwmiarki, głębokościomierze) z dokładnością 0,1 mm. Dla każdej części należy określić: materiał, parametry chropowatości (w przybliżeniu), wymiary do stolerowania, klasę dokładności wymiarów, odchyłki kształtu i położenia uwarunkowane zasadą działania mechanizmu. Następnie, zgodnie z zaprojektowanym procesem technologicznym należy wykonać rysunek wykonawczy części i nanieść powyższe informacje.

7) Ocena i obrona projektów.

Wszystkie arkusze wykonane w ramach 6 tematu ocenia się razem. Studenci powinni umieć uzasadnić wybór zastosowanych rozwiązań w projekcie. Ocena, oprócz tradycyjnych kryteriów (estetyka, czytelność pracy zgodnie z normami, poprawność przyjętych rozwiązań) uwzględniać powinna inwencję w poszukiwaniu oryginalnych rozwiązań w czasie realizacji tematu.

2.6. Uwagi do realizacji tematu: „Projektowanie połączeń części maszyn oraz prostych mechanizmów”. Treść zadań.

W ramach powyższego tematu zaplanowano trzy prace projektowe:

- 7.01. Projektowanie połączeń rozłącznych (Połączenia rozłączne).
- 7.02. Projektowanie połączeń nierozłącznych (Połączenia nierozłączne).
- 7.03. Projektowanie prostych mechanizmów (wał z łożyskowaniem, przekładnia jednostopniowa w obudowie).

Sytuacja początkowa określona powinna być następującymi danymi:

- 1) rysunek i wymiary części (podzespołu);
- 2) materiał;
- 3) schemat obciążeń oraz wielkości sił i momentów;
- 4) schemat zasady działania mechanizmu (dla pracy 7.03.).

Powyższe dane wyjściowe podają studentom prowadzący projektowanie.

Realizacja prac projektowych 7.01., 7.02., 7.03. przebiegać powinna w następujących etapach:

- 1) Dla podanych danych wyjściowych wykonać rysunek odręczny proponowanego rozwiązania.
- 2) Po zatwierdzeniu propozycji rozwiązania wykonać niezbędne obliczenia i określić wymiary rzeczywiste elementów.
- 3) Wykonać dokumentację graficzną projektu.
- 4) Ocena i obrona projektu - kryteria oceny jak przy realizacji poprzedniego tematu.

Praca projektowa 7.01. Połączenia rozłączne

Wskazany rysunek przedstawia część o złożonej formie geometrycznej.

Zadania bazowe

- a) Zaprojektuj dla danej części zamienny podzespół o tej samej formie geometrycznej i wymiarach, wykonany z elementów o prostej formie geometrycznej połączonych rozłącznie (gwinty, kołki, sworznie, wielowypusty, wielokarby).
- b) Wykonaj niezbędne obliczenia wytrzymałościowe przeprojektowanych połączeń dla danych wyjściowych.

- c) Wykonaj rysunek zestawieniowy zaprojektowanego w a) podzespołu.

Przykłady zadań uzupełniających i dodatkowych

- e) Wykonaj rysunek zestawieniowo-wykonawczy do projektu podzespołu.
f) Zaprojektuj procesy technologiczne dla części składowych.
g) Zaprojektuj proces technologiczny montażu podzespołu.

Praca projektowa 7.02. Połączenia nierozłączne

Zadania bazowe

- a) Dla części o złożonej formie geometrycznej przedstawionej na rysunku zaprojektuj zamienny podzespół (część), o tej samej formie geometrycznej i wymiarach, wykonany z elementów o prostszej formie geometrycznej połączonych nierozłącznie. Dla danego materiału i możliwości technicznej realizacji wybierz odpowiednie połączenie (połączenia z możliwych: nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone, zszywane).

Polecenia b, c, d oraz e, f, g analogiczne jak w pracy projektowej 7.01.

Praca projektowa 7.03. Proste mechanizmy

Zadania bazowe

- a) Dla podanego schematu mechanizmu i rysunku jednej z części składowych (wał) oraz innych danych wyjściowych wykonaj projekt mechanizmu spełniającego podane warunki. Doprojektuj niezbędne brakujące części i połączenia.
b) Wykonaj niezbędne obliczenia wytrzymałościowe.

- c) Wykonaj rysunek złożeniowy z wykazem części zaprojektowanego mechanizmu.
- d) Wykonaj rysunki wykonawcze części składowych zaprojektowanego mechanizmu.

Przykłady zadań uzupełniających i dodatkowych

- e) Zaprojektuj procesy technologiczne dla części składowych.
- f) Zaprojektuj proces technologiczny montażu mechanizmu.

Do realizacji prac projektowych 7.01., 7.02., 7.03. można wykorzystać części przedstawione na rysunkach do wcześniejszych prac projektowych.

Rysunki do realizacji pracy projektowej 7.01. (z poprzednich prac projektowych):

- a) 4.01/2, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 22.
- b) 4.02/3, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 32.
- c) 4.03/6, 7, 8, 9, 12, 17, 22, 23, 26, 27, 28.
- d) 4.04/2, 5, 7, 8, 10, 12, 15, 20.
- e) inne wskazane przez prowadzącego.

Rysunki do realizacji pracy projektowej 7.02:

- a) 4.01/2, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 22.
- b) 4.02/3, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 32.
- c) 4.03/1, 3, 4, 8, 9, 10, 12, 13, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28.
- d) 4.04/1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 20, 24.
- e) inne wskazane przez prowadzącego.

Zestawy innych rysunków do realizacji prac 7.01, 7.02 oraz rysunków do pracy 7.03 podano w skrypcie „Podstawy konstruowania. Zadania projektowe. Cz. II”.

2.7. Uwagi do realizacji tematu: „Projektowanie części maszyn i ich rysunków wykonawczych”

Powyższy temat obejmuje 7 prac projektowych. Prace te są przeznaczone do realizacji w laboratorium na podstawie odpowiednich modeli części maszyn. Realizację tego tematu celowo jest powiązać z tematem 6. W związku z tym, ponieważ w modelach tematu 6 nie zawsze występują sprężyny, koła zębate oraz typowe wały, najbardziej celową jest realizacja prac oznaczonych numerami 8.03, 8.04, 8.05. W indywidualnych przypadkach, (w zależności od wariantu) prowadzący zajęcia w laboratorium może uznać za bardziej korzystną dla studenta realizację innej pracy, np. 8.07 zamiast 8.05, w przypadku realizacji rysunków wykonawczych sprężyn już wcześniej w ramach tematu 6. Jest więc uzasadnione utworzenie wspólnego zestawu modeli dla obu tematów, wzajemnie się uzupełniających typami części maszyn, w ramach jednego wariantu. Pozostałe zasady realizacji prac tematu 8 będą więc zbliżone do realizacji rysunków wykonawczych w ramach tematu 6.

Pewne istotne różnice występują przy realizacji prac projektowych 8.04. Koła zębate i 8.05. Sprężyny. Normy techniczne nakładają specjalne wymagania (dodatkowe tabliczki, wymagania techniczne) na rysunki wykonawcze kół zębatach i sprężyn. Zachodzi więc konieczność określenia dodatkowych parametrów geometrycznych i mechanicznych na drodze pomiarów lub obliczeń, zgodnie z poleceniem prowadzącego.

2.8. Uwagi do realizacji tematów 9, 10 i 11

2.8.1. Przykłady prac projektowych 9.01., 9.02., 9.03., 9.04.

Ze względu na charakter prac objętych tematami 9, 10 i 11 aktualnie nie przygotowano stałych zestawów zadań. Podane zostaną jedynie przykłady możliwych realizacji.

Praca projektowa 9.01. Rysunek budowlany

Zadania bazowe

- a) Narysuj rzut poziomy własnego mieszkania z zaznaczeniem przegród (ścian) ograniczających i działowych wewnętrznych zgodnie z wymogami rysunku budowlanego.
- b) Na rozwiązanie zadania a) nanieś kontury lub umowne symbole urządzeń sanitarnych, kuchennych, mebli.
- c) Polecenia a) i b) zrealizuj dla jednej kondygnacji „wymarzonego” własnego domu.

Praca projektowa 9.02. Rysunek elektryczny

Zadania bazowe

- a) Przedstaw rozwiązanie zadania 9.01a wyłącznie w cienkich liniach i nanieś na nie schemat istniejącej instalacji elektrycznej.
- b) Istniejącą instalację elektryczną w rozwiązaniu a) zamień na rysunku zmodernizowaną instalacją według własnego projektu.
- c) Zaprojektuj instalację elektryczną dla rozwiązania 9.01c.

Praca projektowa 9.03. Rysunek instalacyjny

Zadania bazowe

- a), b), c) Polecenia analogiczne jak a), b), c) w pracy 9.02, ale dla instalacji wodociągowej.
- d), e), f) Odpowiednio dla instalacji gazowej.
- g), h), i) Odpowiednio dla instalacji centralnego ogrzewania (c. o.).
- j) Wykonaj projekt instalacji alarmowej, przeciwwłamaniowej.

Praca projektowa 9.04. Schematy i wykresy

Zadania bazowe

- a) Narysuj schemat urządzenia (np. przekładni) przedstawionego na otrzymanym od prowadzącego rysunku.

Narysuj zgodnie z zasadami rysunku technicznego ilustrację graficzną metod poszukiwania minimum funkcji [13]:

- b) metody złotego podziału;
- c) metody interpolacji kwadratowej;
- d) metody połowienia;
- e) metody interpolacji sześcienniej;
- f) metody siecznych.

2.8.2. Czytanie rysunku złożeniowego

Do realizacji tej pracy projektowej potrzebny jest zestaw rysunków złożeniowych - najlepiej z opisem działania i wykazem części. Opis działania ułatwia odczytanie zasady działania mechanizmu, pozwala określić powierzchnie robocze części współpracujących i wymagania dotyczące tych powierzchni w szczególności, a także inne wymagania techniczne dotyczące wszystkich części składowych. Wykaz części dostarcza informacji o materiałach, części ilości występujących części.

Praca projektowa 10.01. Czytanie rysunku złożeniowego

Zadania bazowe

- a) Zaprojektuj rysunek wykonawczy wskazanej części.
- b) Jakie uproszczenia rysunkowe występują na danym rysunku złożeniowym?

2.8.3. Prace kontrolne

Do prac kontrolnych 11.01 ÷ 11.06. można z powodzeniem w dużym stopniu wykorzystać zestawy (modele i rysunki) opracowane do prac projektowych od 1.01. do 10.01. Wskazane jest jednak wykorzystanie wariantów zadań nie wykorzystanych w ramach zrealizowanych prac projektowych, a najlepiej spośród odpowiednich zadań dodatkowych i uzupełniających.

Do realizacji pracy kontrolnej 11.01. materiał dostarczają prace projektowe od 1.01. do 3.05; do realizacji 11.02. i 11.03. materiał dostarczają prace projektowe od 4.01. do 4.11.; do realizacji 11.04.

najlepiej przewidzieć specjalne zestawy modeli części maszyn lub wykorzystać zestawy tematu 8; do realizacji pracy kontrolnej 11.05. może posłużyć materiał pracy 10.01. wzbogacony odpowiednimi zadaniami testowymi. Z kolei w ramach pracy kontrolnej 11.06. powinny się znaleźć zagadnienia problemowe procesu konstruowania ujęte w treści wykładów.

Rozdział III

Przykłady rozwiązań

3.1. Przykłady rozwiązań zadań z tematu „Zasady normowe rzutowania w zapisie konstrukcji części maszyn”

3.1.1. Przykład realizacji pracy projektowej 4.01.

Na rys. 3.1. (rysunki do tego rozdziału umieszczono w oddzielnym albumie) podano sytuację początkową do pracy projektowej 4.01., a mianowicie rzut izometryczny (podziałka 2:1) wybranej części. Na rysunku dodatkowo zaznaczono kontury niewidoczne. Konturów niewidocznych na rzutach aksonometrycznych zasadniczo nie zaznacza się, ale w czasie realizacji prac projektowych 4.01. i 4.02. należy zalecić ich zaznaczenie w celu pełniejszego przećwiczenia omawianych konstrukcji. Rozwiązanie dla przedmiotu z rys. 3.1. i dla polecenia 4.01.a. przedstawia rys. 3.2. Rysunek wykonano w podziałce 1:1. Ustawiając przedmiot w przestrzeni zmieniono położenie względem układu 6 rzutni w celu uzyskania na trzech rzutach podstawowych A, B, C, największej liczby konturów widocznych. Na rys. 3.2. pominięto tabliczkę rysunkową i obramowanie.

3.1.2. Przykłady rozwiązań do pracy projektowej 4.02.

Przyjęto, że rys. 3.2. przedstawia sytuację początkową do pracy projektowej 4.02. realizując polecenie 4.02.c. otrzymano rozwiązanie, które przedstawia rys. 3.3.

Uwaga!

Rozwiązanie na rys. 3.3. otrzymano dopuszczając dowolny wybór położenia przedmiotu w przestrzeni. Para rysunków 3.4. i 3.5. - w zależności od tego, który z rysunków przyjmiemy za początkowy i czy realizujemy pracę 4.01, czy 4.02 - przedstawia przypadek, kiedy w aksonometrii i rzutach prostokątnych zachowuje się zgodność kierunków osi x , y , z . O ile zmiana położenia osi nie jest korzystna dla czytelności rozwiązania, należy zalecać zgodność przyjętych kierunków osi w rzutach prostokątnych (oś x jest krawędzią rzutni pionowej i poziomej, oś y jest krawędzią rzutni poziomej z boczną, oś z jest krawędzią rzutni bocznej i pionowej) z osiami w rzucie aksonometrycznym.

Przeprowadzimy jeszcze rozważania dotyczące minimalnej ilości potrzebnych rzutów do jednoznacznego przedstawienia rysunku (polecenia 4.01d, e oraz 4.02f, g) z rys. 3.4. O ile przedmiot nie będzie wymiarowany, to zachowując położenie i wybór rzutu głównego takie jak na rys. 3.4., potrzebujemy trzy rzuty: rzut główny (rzut z przodu), rzut z góry i rzut od lewej do jednoznacznego przedstawienia kształtu przedmiotu. Zmieniając położenie przedmiotu, tak żeby rzut z góry zajął miejsce rzutu głównego (obróć o 90° dookoła osi x), możemy liczbę potrzebnych rzutów ograniczyć do dwóch: rzut z przodu i rzut od lewej. Możliwe są też inne realizacje jednoznacznego przedstawienia przedmiotu w dwóch rzutach. Na rys. 3.3., 3.4. i 3.5. pominięto obramowania i tabliczki rysunkowe.

3.1.3. Przykłady rozwiązań do pracy projektowej 4.03.

W tym punkcie omówimy, na kilku przykładach, sposób rozwiązania najważniejszych zagadnień przewidzianych do realizacji w ramach pracy projektowej 4.03.

Na rys. 3.6. przedstawiono gotowe rozwiązanie zadania 4.03a dla bryły o charakterystycznych dla tego zestawu kształtach. Części przedstawione na rysunkach zestawu do pracy projektowej 4.03. mają przynajmniej jedną płaszczyznę symetrii. Bryła z rys. 3.6. posiada dwie płaszczyzny symetrii. Dlatego rozwiązując problem sformułowany w punkcie **b)** przekroje płaszczyznami symetrii można wprowadzić na rzucie z przodu i od lewej.

Lepszym rozwiązaniem jest jednak wprowadzenie na tych dwóch rzutach zamiast przekrojów półwidoków-półprzekrojów (polecenie **c)**. Liczbę rzutów (polecenie **d)** można wówczas ograniczyć do dwóch, zachowując rzut z przodu i od lewej. Możliwe są też inne rozwiązania z wykorzystaniem przekrojów cząstkowych do pokazania otworów.

Kolejny przykład przedstawia rys. 3.7. Bryła przedstawionej części charakteryzuje się dwiema płaszczyznami symetrii. Można realizując polecenia 4.03b na rys. 3.7. na rzut boczny wprowadzić przekrój płaszczyzną symetrii. Podobnie jak w poprzednim przykładzie można na dwóch rzutach wprowadzić półwidoki-półprzekroje i ograniczyć się do dwóch rzutów.

W dwóch rzutach odwzorowano w sposób jednoznaczny inne bryły części na rys. 3.8. i 3.9. Dla obu przedmiotów realizując polecenie 4.03d wybrano przedstawienie przedmiotów na dwóch rzutach (rzut z przodu i rzut z góry), wprowadzając na rzucie głównym półwidok-półprzekrój, a na rzucie z góry - widok. Takie odwzorowanie jest czytelne. Wprowadzenie innych dodatkowych przekrojów, chociaż jest możliwe, nie wprowadzi nowych informacji, a jedynie zaciemni obraz. Takie też odwzorowanie nadaje się do zwymiarowania (polecenie 4.03e) części na rys. 3.8 i rys. 3.9.

W odróżnieniu od brył przedstawionych na rys. 3.6. ÷ 3.9., część na rys. 3.10. charakteryzuje się jedną płaszczyzną symetrii bryły geometrycznej. Jedną z możliwych realizacji polecenia 4.03d pokazana jest na rys. 3.10. Przedmiot przedstawiono w dwóch rzutach: przekrój

płaszczyzną symetrii na rzucie z przodu i widok na rzucie z góry. Płaszczyzna przekroju została oznaczona (oznaczenia przekroju dla tego przykładu można pominąć). Lepszym rozwiązaniem dla tego przykładu byłoby jednak wprowadzenie, zamiast przekroju prostego, przekroju złożonego (stopniowego), którego płaszczyzny przecięłyby i odsłoniły odpowiednie otwory.

Dobrym przykładem, jak stosując odpowiednią kombinację widoków, przekrojów i ich połączeń, można ograniczyć liczbę potrzebnych rzutów do minimum, jest rys. 3.11., gdzie na dwóch rzutach (przekrój na rzucie głównym i półwidok-półprzekrój na rzucie bocznym) pokazano bardziej złożony kształt części.

3.1.4. Przykłady rozwiązań (praca projektowa 4.04.)

Forma geometryczna części maszyn, których rysunki wykorzystano do zestawu pracy 4.04. charakteryzuje się przeważnie występowaniem dwóch płaszczyzn symetrii, czasami symetrią środkową oraz występowaniem powierzchni obrotowych. Można więc do odwzorowania z powodzeniem zastosować półwidoki-półprzekroje i inne rozwiązania zwiększające czytelność rysunku.

Tak na przykład, na rys. 3.12. przedstawiono część całkowicie składającą się z brył obrotowych (walców i stożków). Na rzucie głównym zastosowano półwidok-półprzekrój (polecenie 4.04a) zachowując rzut boczny. W przypadku zwymiarowania (polecenie 4.04c) rzut boczny okaże się zbędny. Półprzekrój (w połączeniu z półwidokiem) narysowano na dole.

Podobnymi cechami budowy charakteryzuje się część na rys. 3.13. Przedstawiono ją na dwóch rzutach: na rzucie głównym półwidok-półprzekrój (półprzekrój z prawej strony), widok na rzucie z góry. Do

wymiarowania można użyć takiego odwzorowania, ale jest możliwe zwymiarowanie na jednym rzucie. Wprowadzając bowiem informację w formie opisowej, że otwory są rozmieszczone w 90° , np. **4 ϕ 10 co 90°** , możemy zrezygnować z rzutu z góry.

Cechy budowy obu ostatnich części łączy część przedstawiona na rys. 3.14. Do przedstawienia jej na rysunku użyto tym razem innego rozwiązania. Na rzucie głównym, zgodnie z poleceniem 4.04a, wprowadzono półwidok-półprzekrój, zaś na rzucie od lewej narysowano tylko półwidok. W przypadku wymiarowania, tak jak poprzednio, można ograniczyć się do jednego rzutu, ale rysunek będzie wówczas trudniejszy do czytania.

Formy wszelkich brył na rys. 3.6. ÷ 3.9. i 3.11. ÷ 3.14. charakteryzowały się symetrią budowy geometrycznej. Moglibyśmy dla każdego z tych przykładów zastosować do rozwiązania półwidoki-półprzekroje. Bryła z rys. 3.15. ma aż dwie płaszczyzny symetrii, ale półwidoku-półprzekroju zastosować nie możemy, ponieważ oś symetrii rzutu (z przodu) pokrywa się z jednym z konturów. W tym przypadku należy fragment widoku od fragmentu przekroju rozdzielić linia falistą, tak, jak zrobiono to na rys. 4.15.

Interesujący przykład przedstawia sobą część z rys. 3.16. Jej budowa geometryczna charakteryzuje się obecnością powierzchni obrotowych oraz 2 płaszczyzn symetrii, znamiennych dla części, których rysunki wykorzystano do zestawu pracy projektowej 4.04. W sposobie przedstawienia bryły wykorzystano półwidok-półprzekrój. Płaszczyzna przekroju przecięła „cienkie żebro” wzdłuż (cecha charakterystyczna grupy części w pracy projektowej 4.10.); w związku z tym, zgodnie z przyjętą zasadą żebro zostało umownie przesunięte za płaszczyznę przekroju i pokazane w widoku. Z kolei na półwidok dodatkowo wprowadzono przekrój cząstkowy do pokazania otworu w przekroju. Tak więc do przedstawienia części wykorzystano w efekcie kilka różnych konstrukcji.

Rys. 3.16. może być też przykładem realizacji pracy projektowej 4.08. oraz 4.10., w czasie realizacji których stosować należy przekroje cząstkowe oraz przekroje „żeber”.

3.2. Wybrane przykłady rozwiązań prac projektowych 4.05 ÷ 4.11.

W tym podrozdziale omówimy najważniejsze konstrukcje (zadania bazowe) realizowane w ramach prac projektowych 4.05. ÷ 4.11. W celu zwiększenia czytelności na rysunkach z przykładami pominięto obramowania i tabliczki rysunkowe.

Praca projektowa 4.05. Przykłady rozwiązań ilustrują rysunki od 3.17. do 3.20. Przedmiot przedstawiony na rys. 3.17. był początkowo odwzorowany w dwóch rzutach (rzut z przodu i rzut od lewej). Realizując polecenie **a)** wykonano konstrukcje przekroju A-A. Z kolei rys. 3.18., 3.19. i 3.20. są przykładami realizacji polecenia **b)**, bowiem jeden z początkowych widoków został pominięty. Przeważnie najkorzystniej jest pozostawić rzut z przodu i rzut od góry. Na rys. 3.17. też można pominąć rzut boczny. Na każdym z omawianych rysunków występuje zawsze jeden przekrój i przekroje rozmieszczone są zgodnie z europejską zasadą rzutowania. Można więc pominąć oznaczenia literowe przekrojów (tak jak to zrobiono na rys. 3.19.), oraz strzałki oznaczające kierunek rzutowania (rys. 3.20.). Oba wymienione oznaczenia można także pominąć na rys. 3.17. Oznaczenia położenia płaszczyzn przekrojów na omawianych rysunkach lepiej jest pozostawić.

Praca projektowa 4.06. Przykład realizacji (polecenie **b**) ilustruje rys. 3.21. Na rysunku znajdują się dwa początkowe rzuty, z zaznaczonym kierunkiem widoku ukośnego (konstrukcja widoku ukośnego wykonana została jako rzut obrócony) oraz pełne oznaczenia widoku ukośnego obróconego. Na rys. 3.22. widok ukośny został skonstruowany zgodnie z podanym kierunkiem rzutowania (polecenie **a**). Po wykonaniu rzutu ukośnego widok z góry okazał się zbędny i został na rys. 3.22. pominięty.

Praca projektowa 4.07. Przykłady rozwiązań podano na rys. 3.23. ÷ 3.27. Rys. 3.23. wykonano zgodnie z poleceniem **a**): rysunek oznaczony literą **a**) przedstawia sytuację wyjściową, a rysunek oznaczony literą **b**) właściwe rozwiązanie. Do rozwiązania zastosowano przekrój stopniowy (schodkowy) prowadząc „płaszczyzny cięcia” przez charakterystyczne otwory i wycięcia. Realizując polecenie **b**) można jeden z początkowych widoków (najlepiej na rzucie głównym widok z przodu) pominąć i zastąpić go w odpowiednim przekroju złożonym, tak jak na rys. 3.24. (wprowadzono przekrój stopniowy) oraz na rys. 3.25. i 3.26. (wykorzystano przekroje łamane).

W omawianych przykładach 3.24., 3.25. i 3.26. na każdym z rysunków występuje tylko jeden przekrój. Kierunki rozmieszczenia rzutów są zgodne z zasadą europejską, można więc pominąć oznaczenia literowe i strzałki. Na rys. 3.27. dodatkowo wprowadzono przekrój cząstkowy (polecenie **c**) do pokazania konturów wewnętrznych (niewidocznych). Celowe byłoby wprowadzenie też dodatkowo (polecenie **c**) przekroju cząstkowego na widok na rys. 3.26. do pokazania konturów „obwodowego” rowka. Ponadto na rys. 3.13. można także zastosować dodatkowo widok cząstkowy do pokazania kształtu wycięcia pod klin.

Praca projektowa 4.08. Przykłady wprowadzania przekrojów cząstkowych pokazują rys. 3.28. i 3.29. Porównanie rysunków 3.29a (przed wprowadzeniem przekroju cząstkowego) i 3.29b (z przekrojem cząstkowym) wskazuje na celowość stosowania przekrojów cząstkowych - rysunek 3.29b lepiej działa na wyobraźnię i jest łatwiejszy do odczytania.

Praca projektowa 4.09. (rys. 3.30. ÷ 3.36.). Przy konstruowaniu przekrojów poprzecznych (zwłaszcza przedmiotów o wydłużonych kształtach) zachodzi często konieczność wykreślenia wielu takich przekrojów. Kreślenie w takich przypadkach pełnych przekrojów (z konturami leżącymi za płaszczyzną przekroju) tak jak to zrobiono na rys. 3.30 i 3.31. dla wszystkich charakterystycznych przekrojów nie zawsze jest celowe, ponieważ te same kontury pokazywane byłyby w takich przypadkach wielokrotnie na prawie każdym z kreślonych przekrojów poprzecznych. W takich przypadkach często pomijamy kontury leżące za płaszczyzną przekroju (wyjątek stanowią kontury otworów powierzchni obrotowych przeciętych osiowo) i kreślimy kłady płaszczyzn przekrojów (krótko: kłady) - rys. 3.32., 3.33., 3.34. Kłady konstruujemy dla wszystkich charakterystycznych płaszczyzn przekrojów poprzecznych, a więc takich, gdzie występują otwory, wycięcia, wyjęcia od zewnątrz i od wewnątrz materiału bryły, zmiany profilu. Na rys. 3.35. bryła ma jak gdyby 3 odcinki z wpustem pod klin, otworem, ścięciem. Miejsca te pokazano na 2 kładach miejscowych i na kładzie z oznaczoną płaszczyzną przekroju (rys. 3.35.). Zastosowanie różnych rodzajów kładów wynikało z ograniczonego obszaru na realizację rozwiązania.

Rys. 3.36. jest przykładem zastosowania innej konstrukcji widoku (przekroju) cząstkowego w zwiększonej podziałce (polecenie f) w celu

zwiększenia czytelności rysunku. Po wykonaniu przekroju cząstkowego w zwiększonej podziałce i naniesieniu na ten przekrój, odpowiednie wymiary na głównym rzucie można pominąć.

Praca projektowa 4.10. realizując polecenie **a)** spotykamy się z przypadkiem krojenia żeber i wałków wzdłuż. Wykonanie przekroju dokładnie z przebiegiem płaszczyzny cięcia w takich przypadkach przez żebra i wałki tylko „zmieniłoby” rysunek nie wprowadzając żadnej informacji dodatkowej. Należy wówczas postąpić tak jak pokazano to na rys. 3.37. i 3.38. Na rys. 3.37b (sytuację początkową przedstawia rys. 3.37a.) wykonując przekrój „cienkie żebra” umownie przesunięto za płaszczyznę przekroju. Z kolei na rys. 3.38. nie wykonano całego przekroju, oddzielając fragment części w kształcie wałka linią falistą i pozostawiając w widoku.

Praca projektowa 4.11. Sytuację początkową ilustruje rys. 3.39a. Rozwinięcie części (polecenie **a)** pokazano na rys. 3.39b. Długości giętych fragmentów określono analitycznie.

3.3. Przykłady wypełnienia arkuszy prac projektowych

W ramach tego podrozdziału przedstawiono przykłady wykonania i wypełnienia arkuszy (z tabliczką rysunkową i obramowaniem włącznie).

Uwaga!

Każdy z omawianych dalej rysunków posiadać będzie dwa numery: jeden to numer arkusza zgodny z numerem pracy projektowej (zawsze w tabliczce w prawym dolnym rogu), drugi to kolejny numer rysunku w przewodniku. Ponieważ te same numery arkuszy mogą się powtarzać dla

różnych przykładów, będziemy korzystać głównie z numeracji rysunków w przewodniku. Numery rysunków umieszczono na arkuszu zawsze w prawym górnym rogu, wyraźnie oddzielając od treści arkusza.

Przykład wykonanego arkusza z wypełnioną tabliczką i obramowaniem przedstawia rys. 3.40 (polecenie 4.02a). Na arkuszu podano sytuację wyjściową, wyraźnie oddzieloną cienką linią od właściwego rozwiązania.

Rys. 3.41., to przykład wypełnienia (brakuje tylko danych personalnych studenta) arkusza 4.01 (polecenie a). Na arkuszu podano sytuację początkową. Cienkie linie obrazujące rzutnie na rozwinięciu można pominąć.

Kolejny rysunek 3.42. to przykład realizacji arkusza 4.03a. W podziałce zmniejszającej podano sytuację wyjściową przed rozwiązaniem. Przykłady wymiarowania pokazano na rys. 3.43 i 3.44. Przedstawiono dwa warianty wymiarowania: pierwszy na rys. 3.43., to wymiarowanie od baz wyobraźalnych, drugi (zalecany) na rys. 3.44., to wymiarowanie od baz rzeczywistych (na rysunkach pominięto numery arkuszy). Treść rysunku: sytuacja początkowa, sposób rozwiązania może odpowiadać zadaniom 4.03e., 5.03., 4.08., 5.08. Inny przykład realizacji arkusza 4.03e lub 5.03 przedstawia 3.45.

Rys. 3.46 jest przykładem wykonania arkusza 4.04a, na którym mamy sytuację (analogiczną jak na rys. 3.15.), kiedy nie można zastosować półwidoku-półprzekroju, a część widoku od części przekroju rozdzielić należy linią falistą. Rys. 4.37. może być przykładowym rozwiązaniem arkusza 4.04c lub 5.04.

Rysunki 3.48. i 3.49., to arkusze realizowane w ramach pracy projektowej 4.06, odpowiednio 4.06a (widok pomocniczy narysowany zgodnie z kierunkiem rzutowania) i 4.06b (widok pomocniczy narysowany jako obrocony).

Para rysunków 3.50. i 3.51. przedstawia tę samą część; rys. 3.50., to rozwiązanie zadania 4.07b, a rys. 3.51. - rozwiązanie zadania 4.07d.

Ostatnia grupa rysunków od rys. 3.52. do 3.57., to przykład kompletnej dokumentacji realizowanej przez studentów w ramach tematu „Projektowanie rysunków złożeniowych podzespołów oraz rysunków wykonawczych części maszyn”. Studenci realizując ten temat powinni wypełniać wszystkie pola w tabliczkach na rysunku (tutaj na rys. 3.52. ÷ 3.57. niektóre pola pozostawiono puste). Uwaga o wypełnianiu tabliczek na rysunkach dotyczy wszystkich realizowanych programem arkuszy, zwłaszcza wykonywanych w domu.

Literatura uzupełniająca

1. Anuriew W. - *Sprawocznik konstruktora-maszynostroitielia*. Maszynostrojenije, Moskwa, 1980.
2. Asimow M. - *Wprowadzenie do projektowania w technice*. WNT, Warszawa, 1967.
3. AutoCAD. Wydanie 12. *Podręcznik użytkownika*. Autodesk, Inc. 1992 (Tłumaczenie: Aplikom 2001, Łódź, 1993).
4. Bąbiński C. - *Elementy nauki o projektowaniu*. WNT, Warszawa, 1972.
5. Chrofas D.N., Legg S.J. - *The Enginnering Database*. Butterworths, London, 1988.
6. Dietrych J. - *System i konstrukcja*. WNT, Warszawa, 1978.
7. Dobrzański T. - *Rysunek techniczny maszynowy*. PWN, Warszawa, 1994.
8. Dziama A. - *Metodyka konstruowania maszyn*. PWN, Warszawa, 1990.
9. Gasparski W. - *Projektowanie. Koncepcyjne przygotowanie działań*. PWN, Warszawa, 1978.
10. Helt P. - *Wprowadzenie do programu AutoCAD*. Oficyna Wydawnicza „HELP”, Warszawa, 1990.
11. Jankowski M. - *Elementy grafiki komputerowej*. PWN, Warszawa, 1990.
12. Jones J.C. - *Metody projektowania*. WNT, Warszawa, 1977.
13. Osiński Z., Wróbel J. - *Teoria konstrukcji*. PWN, Warszawa, 1995.
14. Osiński Z., Wróbel J. - *Wybrane metody komputerowo wspomaganego konstruowania maszyn*. PWN, Warszawa, 1988.
15. Otto F., Otto E. - *Podręcznik geometrii wykreślnej*. PWN, Warszawa, 1993.
16. Pahl G., Beitz W. - *Nauka konstruowania*. WNT, Warszawa, 1984.
17. *Podstawy konstrukcji maszyn*. Tom I. Pod redakcją M. Dietricha. PWN, Warszawa, 1986.

18. Pogorzelski W. - *Optymalizacja układów technicznych w przykładach*. WNT, Warszawa, 1978.
19. *Projektoznawstwo. Elementy wiedzy o projektowaniu*. Pod redakcją W. Gasparskiego. WNT, Warszawa, 1988.
20. Rydzanicz I. - *Zapis konstrukcji. Zadania*. PWN, Warszawa, 1995.
21. Tarnowski W. - *Podstawy projektowania technicznego*. WNT, Warszawa, 1997.
22. *Technika komputerowa dla mechaników. Laboratorium*. Pod redakcją J. Wróbla. PWN, Warszawa, wyd. II, zmienione, 1994.
23. Tyszer J. - *Symulacja cyfrowa*. WNT, Warszawa, 1990.
24. Ullman D.J. - *Systemy baz danych*. WNT, Warszawa, 1988.
25. Winkler T. - *Komputerowy zapis konstrukcji*. WNT, Warszawa, 1989.
26. Wójcik W., Nastaj W. - *Geometria wykreślna*. Wydawnictwa Politechniki Lubelskiej, Lublin, 1998.
27. Wójcik W. - *Podstawy konstruowania. Zadania projektowe. Cz. I, II*. Wydawnictwa Politechniki Lubelskiej, Lublin, 1996.
28. Wójcik W. - *Zapis konstrukcji. Metodyka rozwiązywania zadań*. Wydawnictwa Politechniki Lubelskiej, Lublin, 1995.

Spis treści

ROZDZIAŁ I.....	5
TEMATYKA ZAJĘĆ Z PRZEDMIOTU „PODSTAWY KONSTRUOWANIA I ZAPIS KONSTRUKCJI”.....	5
1.1. TRESC WYKŁADOW.....	5
1.2. PRACE PROJEKTOWE.....	7
1.2.1. Zasada numeracji graficznych prac projektowych.....	7
1.2.2. Tematy realizowanych prac projektowych.....	8
1.3. WYKAZY OBOWIĄZUJĄCYCH PRAC PROJEKTOWYCH.....	11
1.3.1. Studia dzienne.....	11
1.3.2. Studia zaoczne.....	12
1.4. ZAJĘCIA PROJEKTOWE I LABORATORYJNE.....	13
ROZDZIAŁ II.....	15
ZADANIA I WYTYCZNE DO ICH REALIZACJI.....	15
2.1. GRUPA TEMATYCZNA „KONSTRUKCJE GEOMETRYCZNE”.....	15
2.2. MODELE I RYSUNKI DO PRAC PROJEKTOWYCH (TEMATY 4 ÷ 11).....	15
2.3. TEMAT 4 - PRACE PROJEKTOWE.....	17
2.3.1. Praca projektowa 4.01.....	17
<i>Zasady konstruowania, rozmieszczania i oznaczania rzutów w dokumentacji konstruktorskiej (Układ 6 rzutni).....</i>	<i>17</i>
2.3.2. Praca projektowa 4.02.....	18
<i>Rzuty aksonometryczne w dokumentacji technicznej (Aksonometria).....</i>	<i>18</i>
2.3.3. Praca projektowa 4.03.....	19
<i>Konstruowanie brakujących rzutów części (Rzuty podstawowe).....</i>	<i>19</i>
2.3.4. Praca projektowa 4.04.....	20
<i>Zasady łączenia przekrojów z widokami na rysunkach części (Widoki i przekroje).....</i>	<i>20</i>
2.3.5. Praca projektowa 4.05.....	21
<i>Zasady wykonywania i oznaczania przekrojów prostych w dokumentacji konstruktorskiej (Przekroje proste).....</i>	<i>21</i>
2.3.6. Praca projektowa 4.06.....	22
<i>Wykorzystanie rzutów ukośnych oraz widoków pomocniczych w rysunkach części maszyn (Rzut ukośny).....</i>	<i>22</i>
2.3.7. Praca projektowa 4.07.....	24
<i>Przekroje złożone w rysunkach części (Przekroje złożone).....</i>	<i>24</i>
2.3.8. Praca projektowa 4.08.....	25
<i>Przekroje cząstkowe w rysunkach części (Przekroje cząstkowe).....</i>	<i>25</i>
2.3.9. Praca projektowa 4.09.....	25
<i>Zastosowanie kładów, widoków, przekrojów cząstkowych i szczegółowych (Kłady).....</i>	<i>25</i>

2.3.10. Praca projektowa 4.10.....	27
<i>Konstruowanie przekrojów podzespołów i przekrojów części o złożonej formie geometrycznej (Przekroje części i podzespołów).</i>	27
2.3.11. Praca projektowa 4.11.....	28
<i>Konstruowanie rozwinięć części giętych (Rozwinięcia)</i>	28
2.4. TEMAT 5 - PRACE PROJEKTOWE	29
2.5. UWAGI DO REALIZACJI TEMATU: „PROJEKTOWANIE RYSUNKÓW ZŁOŻENIOWYCH I PODZESPOŁÓW ORAZ RYSUNKÓW WYKONAWCZYCH CZĘŚCI MASZYN”	32
2.6. UWAGI DO REALIZACJI TEMATU: „PROJEKTOWANIE POŁĄCZEŃ CZĘŚCI MASZYN ORAZ PROSTYCH MECHANIZMÓW”. TREŚĆ ZADAŃ.	34
2.7. UWAGI DO REALIZACJI TEMATU: „PROJEKTOWANIE CZĘŚCI MASZYN I ICH RYSUNKÓW WYKONAWCZYCH”	38
2.8. UWAGI DO REALIZACJI TEMATÓW 9, 10 I 11	39
2.8.1. Przykłady prac projektowych 9.01., 9.02., 9.03., 9.04.....	39
2.8.2. Czytanie rysunku złożeniowego	41
2.8.3. Prace kontrolne.....	41
ROZDZIAŁ III.....	43
PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ.....	43
3.1. PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ ZADAŃ Z TEMATU „ZASADY NORMOWE RZUTOWANIA W ZAPISIE KONSTRUKCJI CZĘŚCI MASZYN”	43
3.1.1. Przykład realizacji pracy projektowej 4.01.	43
3.1.2. Przykłady rozwiązań do pracy projektowej 4.02.	43
3.1.3. Przykłady rozwiązań do pracy projektowej 4.03.	44
3.1.4. Przykłady rozwiązań (praca projektowa 4.04.)	46
3.2. WYBRANE PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ PRAC PROJEKTOWYCH 4.05 ÷ 4.11.	48
3.3. PRZYKŁADY WYPEŁNIENIA ARKUSZY PRAC PROJEKTOWYCH	51
LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA.....	54