

Program ćwiczeń projektowych z przedmiotu PROJEKTOWANIE MASZYN

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki rok st. 3

Rok akademicki 2020/2021

Jednostka ćwiczeniowa – 2 godz. dydak. x 13=26godz.

Ćwiczenie nr 1. (UPEL)
<i>Omówić program i harmonogram ćwiczeń oraz warunki uzyskania zaliczenia. Wydać tematy Projektu. W Projekcie wybranej maszyny wyodrębnić się trzy zadania:</i>
Zadanie 1. Projekt dwóch przekładni cięgnowych pracujących w maszynie wg tematu. Zadanie obejmuje: - Analizę rozwiązań konstrukcyjnych maszyny wg tematu i ustalenie schematu kinematycznego układu napędowego maszyny. (Przed drugimi zajęciami każdy zespół projektowy wysłał prowadzącemu mailowo przykłady rozwiązań urządzeń dostępnych na rynku oraz 2-3 <i>schematy kinematyczne (pdf lub png) projektowanego urządzenia i na zajęciach VirtualClass prowadzący wgrzywa ten materiał a zespół go omawia (3-5 minut). Wszyscy studenci mogą komentować prezentowane rozwiązania. Analiza tych rozwiązań kończy się ustaleniem schematu kinematycznego napędu.</i>) W Zadaniu 1 mają znaleźć się szkice tych schematów z zaznaczonym wybranym układem napędowym, krótkim (1-3 zdania) uzasadnieniem jego wyboru oraz opisem poszczególnym jego elementów wg danych katalogowych (producent, nazwa, rozmiar, prędkości obrotowe wejście/wyjście). Następnie należy obliczyć przełożenie całkowite oraz przełożenie obydwu projektowanych przekładni cięgnowych. - Katalogowy dobór i obliczenia przekładni cięgnowych. Pomocne normy: przekładnie łańcuchowe: PN/M-84100, PN/M-84161, PN/M-84168, DIN8187/ISO R606-1984 (łańcuchy odmiany europejskiej); przekładnie pasowe z pasem zębatym trapezowym calowym: PN-83/M-85210 (ISO5296), PN-84/M-85211(ISO5294)-koła pasowe zębate, PN-84/M-85212 (ISO5295)-obliczenia; przekładnie z pasem trapezowym metrycznym: DIN7721T1; przekładnie z pasem typu HTD: ISO13050 (trzy profile H,R lub S); przekładnie z pasem klinowym wąskoprofilowym lub wąskoprofilowym wewnętrznie zębionym: PN-ISO4184-pasy, ISO4183-koła rowkowe dla pasów pojedynczych, ISO5290-koła rowkowe dla pasów zespolonych o profilu wąskim; przekładnie z pasem wieloklinowym: ISO9982. Zaleca się jednak prowadzenie obliczeń zgodnie z odpowiednim katalogiem producenta (np. poradnik konstruktora Sanok Rubber, IWIS, Mitsuboshi, Gates, Haberkorn, Contitech, itp.). Należy dobrać cięgno (pas, zespół pasów lub łańcuch) oraz koła i podać ich specyfikację zgodnie z odpowiednią normą lub katalogiem. W realizowanych obliczeniach podać źródła literaturowe (w tym normy i katalogi, numery stron, numery tabel, itp.) pomocne przy realizacji tej części projektu. - Rysunki wykonawcze koła biernego pierwszej i drugiej przekładni cięgnowej. W przypadku gotowych kół dostępnych na rynku wykonać rysunek zawierający informacje niezbędne do obróbki otworu centralnego tak, aby pasował on do współpracującego z nim czopa. Odbiór Zad. 1 – koniec tygodnia 4.
Zadanie 2. Projekt wybranego węzła łożyskowego. Obejmuje on wykonanie obliczeń potrzebnych do katalogowego doboru wybranego układu łożyskowego wraz z odpowiednimi szkicami układu z naniesionymi potrzebnymi wymiarami i zaznaczonymi obciążeniami, wydruk katalogowy dobranych łożysk/układów łożyskowych oraz rysunek złożeniowy ukazujący projektowany podzespół. Rysunek zespołu łożyskowanego powinien stanowić podzłożenie w złożeniu głównym maszyny. W projekcie należy uwzględnić m.in. zagadnienia sztywności i wytrzymałości elementów łożyskowanych. Odbiór Zad. 2 – koniec tygodnia 8.
Zadanie 3. Projekt złożenia głównego maszyny oraz projekt ramy nośnej maszyny. Obejmuje on: rysunek złożeniowy całej maszyny (stopień uszczegółowienia należy uzgodnić na ćwiczeniach 3 i 4 z prowadzącym) oraz złożeniowy/zestawieniowy ramy urządzenia (zakres do ustalenia z prowadzącym), wydruki katalogowe gotowych elementów napędu (silnik,

reduktor/motoreduktor, sprzęgła, hamulce, itp.). Na drugich stronach wydruków należy wykonać obliczenia potwierdzające słuszność wyboru danego modelu elementu. Elementy konstrukcyjne narażone na znaczące obciążenia powinny być sprawdzone pod względem wytrzymałości i sztywności. Wszystkie kartki muszą być ponumerowane, i opatrzone nazwiskami autorów. Odbiór Zad. 3 – koniec tygodnia 10.

Ćwiczenie nr 2. (UPEL)

Zespoły projektowe przedstawiają krótkie 2-5 minutowe prezentacje różnych – dostępnych na rynku - rozwiązań zadanej maszyny, omawiają ich wady i zalety, podają producentów, ze szczególnym uwzględnieniem producentów krajowych i wybierają konsultacyjnie odpowiedni wariant do realizacji. Pokazać studentom kilka rysunków (mat. Dla prac.) wykonawczych kół pasowych i łańcuchowych, zwrócić uwagę na technologię wykonania. **Z pomocą studentów omówić zasadę działania wariatora** (Mat. Dla prac.) – zwrócić uwagę na łożyskowanie elementów, budowę suwaka zmieniającego rozstaw talerzy, regulacje sprężyny śrubowej, omówić cały łańcuch kinematyczny zmiany przełożenia z uwzględnieniem układu napędowego suwaka.

Ćwiczenie nr 3. (UPEL)

Wydać tematy domowych prac kontrolnych. Tematy domowych prac kontrolnych powinny być realizowane w zespołach projektowych. Każdy zespół przygotowuje prezentację w dowolnej formie (preferowana forma elektroniczna w formatach prezentacji, dokumentu tekstowego lub pdf). Prezentacja ta powinna zawierać część teoretyczną wprowadzającą oraz szeroką prezentację rzeczywistych, komercyjnych rozwiązań dotyczących danego zagadnienia, dostępnych na rynku. Powinien być opatrzony komentarzem dotyczącym zalet i wad poszczególnych rozwiązań, możliwości i przykładów stosowania oraz parametrów i warunków pracy. Referujący powinni podać również parametry potrzebne do dobrania odpowiedniego rozwiązania i jego zamówienia. Domowe prace kontrolne powinny być opatrzone nazwiskami autorów celem ustalenia praw autorskich. Prezentacja powinna również zawierać wykaz źródeł informacji. Referowanie powinno zająć w zależności od obszerności tematu od 30 do 45 minut, przy czym każda osoba z zespołu powinna zabrać głos. Referowanie powinno odbywać się w trybie jedna-dwie prezentacje na tydzień. Pierwsza prezentacja powinna być wygłoszona na 5 lub 6 zajęciach.

Tematy domowych prac kontrolnych w zalecanej kolejności:

- 1. Wariatory**, (przegląd rozwiązań, sprawność, zastosowania, przełożenia, sterowanie, sposób zamówienia).
- 2. Sprzęgła nierozłączne i wały**, (przegląd rozwiązań, warunki stosowania, cechy charakterystyczne, parametry potrzebne do doboru i zamówienia; osiowanie wałów i sprzęgieł, wyważanie, analiza drgań).
- 3. Sprzęgła sterowane i samoczynne**, (przegląd rozwiązań, warunki stosowania, momenty rozruchowe, warunki pracy, parametry potrzebne do doboru i zamówienia).
- 4. Silniki spalinowe** (parametry i warunki pracy, charakterystyki, sterowanie, sprzęgła, sposoby chłodzenia, referat dotyczy silników do kosiarek, zagęszczarek, pił do betonu, itp. Nie dotyczy silników samochodowych!).
- 5. Silniki elektryczne stosowane w budowie maszyn** (charakterystyki mechaniczne - modele, podział silników, powszechność stosowania danego rodzaju silnika i rzeczywiste przykłady takich zastosowań, sposoby sterowania, źródła zasilania, warunki i parametry pracy, konfiguracje, sposób zamówienia, zunifikowane oznaczenia, sposoby chłodzenia).
- 6. Reduktory i motoreduktory**, (typy przekładni, zunifikowane oznaczenia, parametry pracy, warunki pracy, parametry i sposób zamówienia)
- 7. Wibroizolacja układów napędowych i fundamentowanie maszyn**, (przegląd rozwiązań, właściwości i rodzaje elastomerów stosowanych w łącznikach sprężystych, charakterystyki elastomerów w zal. od rodzaju odkształcenia, zastosowania, sztywności, tłumienie, przykłady wibroizolatorów i ich katalogowego doboru).
- 8. Uszczelnienia** (przegląd rozwiązań, uszczelnienia promieniowe, uszczelnienia czopowe, materiały stosowane na uszczelnienia, cechy charakterystyczne, warunki pracy, przykłady zastosowań, producenci polscy i zagraniczni, obszary zastosowań.)
- 9. Smarownie i układy smarownicze**, (rodzaje środków smarnych z podaniem przykładów nazw handlowych, producentów, zwłaszcza krajowych. Parametry środków smarnych: lepkość kinematyczna, dynamiczna, smarność, wskaźnik lepkości, Przedstawić przykłady węzłów kinematycznych w realnych urządzeniach i maszynach, stosowane tam środki smarne (nazwy handlowe i krótki opis). Przedstawić przykłady złożonych układów smarowniczych (walcownie blachy, łożyska wielkogabarytowe, linie produkcyjne, itp.)

Parametry pracy – prędkości obrotowe, przełożenia, momenty rozruchowe, moce, itp. Warunki pracy – możliwość pracy z pionowym ustawieniem wałów, montaż, dopuszczalne: obciążenia osiowe i promieniowe czopów końcowych, prędkości obrotowe, przeciążenie, itp.

Przy aktywnym udziale studentów na tablicy narysować schemat przekładni pasowej, zaznaczyć koło czynne i bierne, kierunek obrotów, łuki spoczynku, łuki poślizgów, wyjaśnić pojęcia poślizgu sprężystego, współczynnika napędu, narysować wykres poślizgu sprężystego ξ oraz współczynnika wykorzystania mocy η w funkcji współczynnika napędu φ . Na tablicy z pomocą studentów narysować przekrój rowka koła pasowego z pasem klinowym i wyprowadzić wzór na zastępczy współczynnik tarcia μ' . Następnie obliczyć wartość granicznego współczynnika napędu φ_{gr} , przyjmując że współczynnik tarcia stal-guma wynosi 0,5, kąt rozwarcia rowka klinowego wynosi 38° a przełożenie przekładni wynosi 1. Omówić wady i zalety przekładni z pasem klinowym i zębatym. Zapowiedzieć kartkówkę z przekładni cięgnowych na zajęciach 5.

Ćwiczenie nr 4. (UPEL)

Przy aktywnym współudziale studentów narysować na tablicy VirtualClass fragment łańcucha sworzniowego, tulejkowego i rolkowego. Korzystając z materiałów pomocniczych przedstawić procedurę obliczeniową przekładni łańcuchowej (mat. Dla prac.). Zwrócić uwagę na znaczenie liczby zębów na małym kole oraz wyjaśnić sens stosowania łańcuchów dwu i trzy rzędowych. **Zapowiedzieć kartkówkę z przekładni cięgnowych i przypomnieć studentom o przesłaniu elektronicznie Zad.1 do końca tygodnia.**

Ćwiczenie nr 5. (UPEL)

Kartkówka1: przekładnie cięgnowe (rodzaje przekładni cięgnowych o sprzężeniu ciernym – wady i zalety, rozkład naprężeń w pasie w trakcie pracy przekładni, poślizg sprzężysty pasa, rzeczywiste przełożenie przekładni pasowej, współczynnik napędu, współczynnik wykorzystania mocy, wzór Eulera na sprzężenie cierne koła z pasem, metody napinania przekładni z pasem klinowym, zastępczy współczynnik tarcia pomiędzy rowkiem a pasem klinowym, rodzaje pasów zębatych, rodzaje łańcuchów napędowych, zjawisko pulsowania przełożenia przekładni łańcuchowej, algorytm obliczania przekładni łańcuchowej). **Podać ocenę z Zad.1 (lub wydać poprawę) i odpytać studentów z treści wykonanych prac projektowych w Zad.1.** Na podstawie zaprezentowanych przez studentów konstrukcji, ustalić indywidualnie zakres szczegółowości rysunku złożeniowego i konsultować Zadanie 2.

Ćwiczenie nr 6. (UPEL)

Kontynuować odpytywanie w ramach kartkówki 1. Podać oceny z Zadania 1, omówić błędy, wydać poprawy. Konsultować Zadanie 2. Omówić katalogowy dobór i obliczenia wstępnie napiętych układów łożyskowania, na przykładzie łożyskowania w łożyskach stożkowych wału mieszańca (Mat dla prac.). **Zapowiedzieć kartkówkę z tematyki: systemy smarowania i uszczelnienia.**

Ćwiczenie nr 7.(UPEL)

Kartkówka2: systemy smarowania i uszczelnienia (rodzaje środków smarnych, parametry charakteryzujące środki smarne, sposoby doprowadzania środka smarnego do węzłów tarcia, rodzaje tarcia, sposoby uzyskiwania tarcia płynnego, lepkość dynamiczna i kinematyczna, podział uszczelnień, szkice przykładowych uszczelnień danego typu, zasada działania uszczelnień przy pomocy oringu, uszczelnienia anaerobowe. Przy aktywnym udziale studentów narysować na wirtualnej tablicy przykład łożyskowania koła samochodowego na nieruchomej osi. Studenci przedstawiają domowe prace kontrolne. Ostatnie 15 minut poświęcić na indywidualne konsultacje.

Ćwiczenie nr 8. (UPEL)

Kontynuować odpytywanie w ramach kartkówki 2. Zrealizować seminaryjnie przedstawienie doboru elementów zespołu napędowego w ramach Zadania 2. Przy aktywnym udziale studentów narysować na wirtualnej tablicy przykłady łożyskowań z użyciem m. in. łożysk baryłkowych oraz różnych odmian konstrukcyjnych łożysk walcowych, narysować przykład łożyskowania z użyciem łożysk wzdłużnych (np. łożyskowanie wrzeciona wiertarki). Studenci przedstawiają domowe prace kontrolne. **Zapowiedzieć kartkówkę z katalogowego doboru elementów napędu (silniki, przekładnie, sprzęgła, łożyska) i przypomnieć studentom o przesłaniu elektronicznie Zad.2 do końca tygodnia.**

Ćwiczenie nr 9.(UPEL)

Kartkówka3: katalogowy dobór elementów napędu (przekładnie zębate – podział, dobór wielkości,

schemat i zasada działania przekładni planetarnych, schemat działania przekładni ślimakowej, schemat kinematyczny reduktora stożkowo-walcowego; sprzęgła – podział, algorytm doboru sprzęgła nierozłącznego, szkice sprzęgieł wybranych typów, łożyska: podział łożysk tocznych, szkice wybranych typów, zasady doboru tolerancji wału i oprawy współpracującej z łożyskiem, trwałość efektywna łożyska, przykłady łożyskowań). **Podać ocenę z Zad.2 (lub wydać poprawę) i odpytać studentów z treści wykonanych prac projektowych w Zad.2.** Studenci przedstawiają domowe prace kontrolne. Ostatnie 15 minut poświęcić na indywidualne konsultacje Zadania 3.

Ćwiczenie nr 10.(UPEL)

Kontynuować odpytywanie w ramach kartkówki 3.. Studenci przedstawiają domowe prace kontrolne. Przedstawić przykłady rysunków złożeniowych, zwrócić uwagę na numerację, strukturę rysunków (piramida), sposób oznaczania elementów, wymiarowanie, wykaz części, informacje zawarte w uwagach, sposób montażu. Przedstawić kilka przykładów rysunków zestawieniowych i wykonawczych, zwracając uwagę na tolerancję, wzajemne zależności pomiędzy poszczególnymi rysunkami wykonawczymi należącymi do tego samego złożenia, oznaczenia spoin na rysunkach zestawieniowych, itp. Seminaryjnie wyjaśnić pytania studentów dotyczące opracowania Zadania 3 i **przypomnieć studentom o przesłaniu elektronicznie Zad.3 do końca tygodnia.**

Ćwiczenie nr 11.(UPEL)

Podać ocenę z Zad.3 (lub wydać poprawę) i odpytać studentów z treści wykonanych prac projektowych w Zad.3. Studenci przedstawiają domowe prace kontrolne. Przedstawić przykład obliczeniowy obejmujący obliczenia wytrzymałościowe zamkniętej przekładni zębatej, zwracając uwagę na fizyczny sens występujących w obliczeniach współczynników.

Ćwiczenie nr 12.(UPEL)

Studenci przedstawiają domowe prace kontrolne. Ostatnie 15 minut poświęcić na indywidualne konsultacje.

Ćwiczenie nr 13.(UPEL)

Przedstawić przykłady schematów kinematycznych przekładni obiegowych wyjaśniając sposób wyznaczania przełożenia. Umożliwić uzupełnienie braków w realizowanych zadaniach, w szczególności zrealizować niezaliczone kartkówki. Poinformować o wynikach prac uzupełniających. Wpisać zaliczenia.