

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1 – ПрП(АЕГ)-120...Пдбср-22-1б)
(ПЗ-2.1; ПКЕЗ № 1 за темами 1 і 2)**

ТЕМА ЗАНЯТТЯ:

- 1 Будова атмосфери землі і принципи польоту ЛА.
- 2 Загальні відомості про рідину і газ. Фізико-механічні властивості і параметри рідини і газу.
- 3 Теоретичні моделі моделювання обтікання твердих тіл. Гіпотеза суцільності середовища, принцип зворотності руху і моделювання течії.
- 4 Практичне використання основних рівнянь в аерогідрогазодинаміці.

Мета заняття: 1 Закріплення теоретичних знань про кінематику і динаміку руху рідини і газу.

- 2 Розгляд теоретичних моделей обтікання твердих тіл потоком рідини і газу.
- 3 Засвоєння методів і методик практичного використання основних рівнянь рухомого потоку рідини і газу в аерогідрогазодинаміці.

План заняття

- 1 Проведення усного опитування за матеріалом тем 1 і 2.
- 2 Показ навчальних фільмів:
 - 2.1 Загальні основи аеродинаміки. Кінематика рідини і газу. Фрагмент 1.: “Способи спостереження течії рідини і газу” – (7.2.1.1) -8 хв.
 - 2.2 Кінематика рідини і газу. Фрагмент 2: “Безвихрова течія” – (7.2.1.2) – 8 хв.47с.
 - 2.3 “Аеродинамічна база ДНДІ НАУ” – 6 хв.
- 3 Розв’язування типових задач.
- 4 Виконання письмового контрольного експрес-завдання №1 (30 хв).

Порядок проведення заняття

І Теоретична частина заняття

І. 1 Питання для усного опитування

- 1 Гіпотеза суцільності середовища, характеристика числа Кнудсена.
- 2 Принципи зворотності руху і моделювання течії в аерогідрогазодинаміці.
- 3 Поняття про крапельну і газоподібну рідину, ідеальну і реальну рідину.
- 4 Характеристика в’язкості рідини, розкрити поняття: ковзна напруга, градієнт швидкості, коефіцієнти динамічної і кінематичної в’язкості.
- 5 Характеристика фізичних параметрів рідини: тиск і швидкість звуку в середовищі, температура середовища, масова густина, питома вага і питомий об’єм.
- 6 Характеристика теоретичних моделей моделювання течії рідини і газу навколо твердих тіл.
- 7 Охарактеризувати рівняння стану газу і нерозривності потоку рідини і газу.
- 8 Охарактеризувати рівняння збереження енергії і балансу енергії (рівняння Д. Бернуллі) рухомого потоку рідини і газу.
- 9 Охарактеризувати прямолінійний рівномірний і обертальний рух частинок рідини і газу, елементи прямолінійного і вихрового руху.

10 Практичне використання рівнянь Л. Ейлера і Д. Бернуллі в аеродинаміці.

I.2 Перелік питань до письмового контрольного експрес-завдання

- 1** Аеродинаміка як наука, її складові частини, основні напрями її розвитку.
- 2** Поняття про ЛА, принципи виникнення підйомної сили і польоту ПС.
- 3** Сутність гіпотези суцільності середовища, характеристика середовища за числом Кнудсена.
- 4** Атмосфера землі, її будова, основні фізичні параметри, що характеризують її властивості і використовуються в аерогідрогазодинаміці.
- 5** Гідроаеродинаміка, як комплексна наука, розвиток і характеристика розділів динаміки рідини і газів, як самостійних наукових напрямів.
- 6** Динаміка польоту як наука, її призначення і задачі, які можна розв'язувати з її допомогою.
- 7** Характеристика фізичної властивості речовини: інертність і плинність, фізичних параметрів: масова густина, питома вага і питомий об'єм.
- 8** Характеристика фізичної властивості речовини: в'язкість, динамічний і кінематичний коефіцієнти в'язкості, градієнт швидкості, фізичного параметру: температура середовища.
- 9** Характеристика фізичної властивості речовини: стисливість, модуль пружності і фізичних параметрів: число Маха і швидкість звуку.
- 10** Характеристика фізичної властивості речовини: питома теплоємність і вологість, фізичного параметру: тиск в середовищі.
- 11** Характеристика фізичних параметрів: тиск в середовищі, ковзна напруга і закон внутрішнього тертя.
- 12** Характеристика фізичної властивості середовища: вологість, абсолютна і відносна. Поняття числа Рейнольдса.
- 13** Характеристика фізичної властивості речовини: стисливість і інертність, градієнт швидкості, фізичних параметрів: температура і масова густина середовища.
- 14** Рівняння стану газового середовища і його практичне використання в аерогідрогазодинаміці.
- 15** Рівняння збереження енергії потоку рідини і газу, його практичне використання в аерогідрогазодинаміці.
- 16** Рівняння нерозривності потоку рідини і газу і його практичне використання в аерогідрогазодинаміці.
- 17** Рівняння Д. Бернуллі для рухомого потоку рідини і газу і його практичне використання в аерогідрогазодинаміці.
- 18** Теоретичні моделі моделювання течії потоку рідини і газу навколо твердих тіл.
- 19** Охарактеризувати прямолінійний рівномірний рух потоку рідини і газу, дати визначення термінам: трубка току, лінія току, траєкторія.
- 20** Охарактеризувати вихровий потік рідини і газу, дати визначення термінам: вихрова трубка, вихрова лінія, вихровий шнур.
- 21** Визначення потоку, розкрити поняття усталеного і не усталеного потоку, спектру течії навколо тіл.

- 22 Фізична картина течії рідини і газу навколо твердих тіл, характеристика зон течії.
- 23 Застосування рівнянь Л. Ейлера і Д. Бернуллі для пояснення фізичної сутності виникнення підйомної сили в аерогідрогазодинаміці.
- 24 Практичне застосування рівнянь Клапейрона-Менделєєва і збереження енергії газового потоку в аерогідрогазодинаміці.

II. Практична частина заняття

II.1 Перелік задач до письмового контрольного експрес-завдання № 1

По темі № 1

1 Задача 1.3.1:

Об'єм $W = 200 \text{ см}^3$ мінерального масла при температурі $t = + 50^\circ\text{C}$ витікає із віскозиметра Енглера за час $\tau = 327 \text{ с}$. Водне число прибора рівняється $\tau = 51 \text{ с}$. Масова густина масла рівняється $\rho = 910 \text{ кг/м}^3$. Визначити умовну в'язкість масла в $^\circ\text{ВУ}$, коефіцієнт кінематичної в'язкості ν і коефіцієнт динамічної в'язкості μ .

2 Задача 1.3.2:

- 1) Визначити відносну зміну масової густини нафти при її стисканні від $p_1 = 1 \cdot 10^5$ до $p_2 = 1 \cdot 10^6 \text{ Па}$, якщо коефіцієнт об'ємного стискання нафти рівняється $\beta_p = 7,4 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$.
- 2) Визначити зміну тиску і масову густину в кінці стискання, при якому початковий об'єм води зменшився на $2,5\%$, об'ємний коефіцієнт стискання рівняється $5,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{н}$, первинна масова густина складає 920 кг/м^3 .
- 3) Сосуд заповнено водою об'ємом 3000 л , як зміниться об'єм при збільшенні тиску на 250 кГс/см^2 і масова густина. Коефіцієнт об'ємного стискання рівняється $47,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{кГс}$, первинна масова густина - 940 кг/м^3 .

3 Задача 1.3.3:

- 1) Визначити зміну об'єму масла з підвищенням тиску в циліндрі на $\Delta p = 25 \text{ кГс/см}^2$, якщо перед цим масло містилось в масивному товстостінному циліндрі з внутрішнім діаметром $d = 30 \text{ мм}$ і довжиною $l = 40 \text{ дм}$. Модуль пружності масла $E = 1,33 \text{ ГПа}$.
- 2) Визначити зміну тиску, при якому початковий об'єм води зменшився на 25% , якщо об'ємний коефіцієнт стискання рівняється $4,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{Н}$ і модуль пружності E води.

4 Задача 1.3.4:

Визначити число Маха і число Рейнольдса на висоті 10000 м , якщо швидкість літака рівняється 900 км/год , коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря на висоті рівняється $3,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, хорда крила - $1,5 \text{ м}$.

5 Задача 1.3.5:

- 1) Визначити зміну об'єму в резервуарі при нагріванні її від температури $t_1 = + 20^\circ\text{C}$ до $t_2 = + 40^\circ\text{C}$. Первинний об'єм води рівняється $W_0 = 100 \text{ м}^3$. Коефіцієнт об'ємного розширення в заданому інтервалі температур при тиску $p = 10^5 \text{ Па}$ рівняється $\beta_t = 0,00029 \text{ } ^\circ\text{К}^{-1}$.

- 2) Мінеральне мастило підводиться до гідродвигуна при температурі $+ 30^{\circ}\text{C}$ в кількості **10 л/с**. За гідродвигуном температура масла рівняється $+ 70^{\circ}\text{C}$. Яка кількість мастила зливається з гідродвигуна, якщо його температурний коефіцієнт об'ємного розширення рівняється $6,5 \cdot 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{K}$
- 3) Визначити масову густину води при збільшенні температури від $+ 15^{\circ}\text{C}$ до $+ 40^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт об'ємного розширення рівняється $0,00031 \text{ } ^{\circ}\text{K}$, масова густина при температурі $+ 40^{\circ}\text{C}$ рівняється **960 кг/м³**.

6 Задача 1.3.6:

- 1) Визначити на скільки градусів і у скільки разів підвищилась температура газу по шкалам Цельсія і Кельвіна, якщо при стисканні газу в циліндрі температура підвищилась від температури $+ 30^{\circ}\text{C}$ до $+ 300^{\circ}\text{C}$.
- 2) Визначити швидкість польоту літака на висоті, при температурі **мінус 50°C** , якщо температура на землі рівняється $+15^{\circ}\text{C}$, число Маха рівняється **0,8** на висоті польоту і швидкісний тиск на визначеній висоті.

7 Задача 1.3.7:

- 1) Літак летить на висоті, що відповідає температурі навколишнього середовища **$t_{\text{нв}} = \text{мінус } 35^{\circ}\text{C}$** зі швидкістю **$V = 720 \text{ км/год}$** . Визначити повний тиск, що діє на елементи конструкції ЛА.
- 2) В польоті на висоті **$H = 3000 \text{ м}$** на літак діє повний тиск **$p^* = 103 \text{ кПА}$** . Визначити швидкісний тиск, що діє на літак і швидкість польоту літака.

8 Задача 1.3.8:

- 1) Визначити масову густину, питому вагу і питомий об'єм, якщо вага газ рівняється **7 Г**, а об'єм циліндра складає **0,9 л**.
- 2) Визначити коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря на висоті **10000 м**, якщо коефіцієнт динамічної в'язкості на цій висоті рівняється **$1,5 \cdot 10^{-5} \text{ Н с/м}^2$** .
- 3) Визначити число Маха і швидкісний тиск, якщо швидкість польоту літака на висоті **8000 м** рівняється **720 км/год**.
- 4) Визначити тиск, масову густину і швидкість звуку на висоті, якщо температура на землі рівняється $+10^{\circ}\text{C}$, а на висоті **мінус 40°C** і швидкість польоту при числі Маха **$M = 0,9$** .
- 5) Визначити питомий об'єм, питому вагу і масову густину повітря на виході із сопла ТРД, якщо відомо, що тиск рівняється **$1,2 \text{ кгс/см}^2$** , а температура **500°C** .
- 6) Тиск повітря на виході із компресора ТРД рівняється **10 кгс/см^2** , температура **400°C** . Визначити питомий об'єм, масову густину і питому вагу повітря.
- 7) Визначити вагу повітря, яке поступило в циліндр, якщо об'єм циліндра при русі поршня вниз рівняється **4 л**, тиск і температура в кінці такту всмоктування рівняється **$1,5 \text{ кгс/см}^2$ і 90°C** .
- 8) У скільки разів зменшиться об'єм газу в циліндрі в процесі стискання, якщо перед стисканням тиск і температура рівнялися **$1,8 \text{ кгс/см}^2$ і 35°C** , а в кінці стискання тиск і температура рівнялися **16 кгс/см^2 і 600°C** .
- 9) Визначити вагу повітря, що міститься в бортовому балоні гальмівної системи вертольоту, якщо об'єм балону рівняється **6 л**, тиск рівняється **190 кгс/см^2** , а температура **$+ 35^{\circ}\text{C}$** .

9 Задача 1.3.9:

- 1) Визначити у скільки разів підвищилась швидкість звуку повітря, якщо при стисканні його в циліндрі температура підвищилась з температури $+20^{\circ}\text{C}$ до $+500^{\circ}\text{C}$.
- 2) Визначити, як зміниться максимальна швидкість польоту літака, якщо число Маха рівняється $0,75$, а температура повітря змінюється від мінус 30°C до плюс 50°C .
- 3) Визначити висоту польоту, якщо швидкість звуку на цій висоті рівняється 300 м/с , а також швидкісний тиск при числі Маха $M = 0,7$.

По темі № 2

1 Задача 2.3.1:

- 1) У скільки разів зменшиться об'єм газу в циліндрі поршневого двигуна в процесі стискання, якщо перед стисканням тиск і температура рівнялися $2,0\text{ кгс/см}^2$ і $+35^{\circ}\text{C}$, а в кінці стискання тиск і температура рівнялися 25 кгс/см^2 і $+600^{\circ}\text{C}$.
- 2) Визначити вагу повітря, що міститься в бортовому балоні гальмівної системи вертольоту, якщо об'єм балону рівняється 6 л , тиск в балоні рівняється 190 кгс/см^2 , а температура $+35^{\circ}\text{C}$.

2 Задача 2.3.2:

Визначити як зміниться швидкість і швидкісний тиск в струминах над і під профілем крила, якщо на висоті польоту $H = 3000\text{ м}$ при швидкості 320 км/год площа поперечного перерізу струменю перед профілем рівняється $S = 50\text{ см}^2$ і змінюється таким чином: над профілем зменшується на 20% , а під профілем збільшується на 40% .

3 Задача 2.4.1:

Визначити, як зміниться повний тиск в критичній точці носової частини фюзеляжу літака на висоті 8000 м , якщо швидкості літака змінюється від 400 до 900 км/год .

4 Задача 2.4.2:

Визначити як зміниться швидкість течії і швидкісний тиск в струменях над і під профілем і статичний тиск, якщо на висоті польоту $H = 7000\text{ м}$ при швидкості $V = 540\text{ км/год}$, площа поперечного перетину струменю перед профілем рівняється $S = 150\text{ см}^2$, і змінюється: над профілем зменшується на 25% , а під профілем збільшується на 40% , а також підйомну силу крила при його площі $S = 30\text{ м}^2$.

5 Задача 2.4.3:

- 1) Визначити приладову і повітряну швидкості польоту літака, якщо статичний тиск за бортом літака відповідає заданій висоті $H = 4000\text{ м}$, тиск в критичній точці на фюзеляжі літака рівняється $1,1 \cdot 10^5\text{ Па}$, а масова густина рівняється густині на заданій висоті.
- 2) Визначити приладову і повітряну швидкості польоту літака, якщо статичний тиск за бортом літака рівняється $p_{ст} = 1,013 \cdot 10^5\text{ Па}$, тиск в критичній точці на фюзеляжі літака рівняється $1,108 \cdot 10^5\text{ Па}$, а масова густина на заданій висоті рівняється $\rho_n = 0,5\text{ кг/м}^3$.

Рекомендована література

6.1.1 - 4...30; 6.1.2 - 5...48; 6.1.3 - 7...28; 6.1.4 - 5...25; 6.1.8 - 3...41; 6.3.1; 6.3.2.

Варіанти завдань письмового контрольного експрес-завдання № 1 (Пдбср)

Варіант № 1- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Аеродинаміка як наука, її складові частини, основні напрями її розвитку.
- 2 Рівняння стану газового середовища і взаємозалежність фізичних параметрів.
- 3 Об'єм $W = 200 \text{ см}^3$ мінерального масла при температурі $t = + 40^\circ\text{C}$ витікає із віскозиметра Енглера за час $\tau = 340 \text{ с}$. Водне число прибора рівняється $\tau = 51 \text{ с}$. Масова густина масла рівняється $\rho = 930 \text{ кг/м}^3$. Визначити умовну в'язкість масла в $^\circ\text{ВУ}$, коефіцієнт кінематичної в'язкості (ν) і коефіцієнт динамічної в'язкості (μ).

Варіант № 2- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Поняття про літальні апарати, принципи появи піднімальної сили і польоту ЛА.
- 2 Рівняння збереження енергії потоку рідини і газу, його практичне використання в аерогідрогазодинаміці.
- 3 Визначити зміну тиску і масову густину в кінці стискання, при якому початковий об'єм води зменшився на 30%, об'ємний коефіцієнт стискання рівняється $5,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{Н}$, первинна масова густина складає 940 кг/м^3 .

Варіант № 3- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Сутність гіпотези суцільності середовища, характеристика середовища за числом Кнудсена.
- 2 Рівняння нерозривності потоку рідини і газу і його практичне використання в аеродинаміці.
- 3 Сосуд заповнено водою об'ємом 4000 л, як зміниться об'єм при збільшенні тиску на 270 кГс/см^2 і масова густина. Коефіцієнт об'ємного стискання рівняється $42,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{кГс}$, первинна масова густина - 920 кг/м^3 .

Варіант № 4- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Атмосфера землі, її будова, основні фізичні параметри, що характеризують її властивості і використовуються в аеродинаміці.
- 2 Рівняння Д. Бернуллі для рухомого потоку рідини і газу і його практичне використання в аеродинаміці.
- 3 Визначити зміну об'єму масла з підвищенням тиску в циліндрі на $\Delta p = 30 \text{ кГс/см}^2$, якщо перед цим масло містилось в масивному товстостінному циліндрі з внутрішнім діаметром $d = 50 \text{ мм}$ і довжиною $l = 30 \text{ дм}$. Модуль пружності масла $E = 1,53 \text{ ГПа}$.

Варіант № 5- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Гідроаеродинаміка, як комплексна наука, розвиток і характеристика розділів аеродинаміки рідини і газів, як самостійних наукових напрямів.
- 2 Теоретичні моделі моделювання течії потоку рідини і газу навколо твердих тіл.
- 3 *Визначити зміну тиску, при якому початковий об'єм води зменшився на 15%, якщо об'ємний коефіцієнт стискування рівняється $4,7 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{Н}$, а також модуль пружності (Е) води.*

Варіант № 6- ПрП(АЕГ)-120 - Підср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Динаміка польоту як наука, її призначення і задачі які можна розв'язати з її допомогою.
- 2 Практичне застосування рівнянь Клайперона-Менделєєва і збереження енергії газового потоку в аерогідрогазодинаміці.
- 3 *Визначити число Маха і число Рейнольдса на висоті 9000 м, якщо швидкість літака рівняється 820 км/год, коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря на висоті рівняється $3,85 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$, хорда крила - 2,5 м.*

Варіант № 7- ПрП(АЕГ)-120 - Підср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичних властивостей речовини – стисливість і інертність, градієнт швидкості, фізичних параметрів - температура і масова густина середовища.
- 2 Визначення потоку рідини, розкрити поняття усталеного і не усталеного потоку, спектру течії навколо тіл.
- 3 *Визначити зміну об'єму в резервуарі при нагріванні її від температури $t_1 = + 15^\circ\text{C}$ до $t_2 = + 45^\circ\text{C}$. Первинний об'єм води рівняється $W_0 = 90000 \text{ л}$. Коефіцієнт об'ємного розширення в заданому інтервалі температур при тиску $p = 10^5 \text{ Па}$ рівняється $\beta_t = 0,00027 \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$.*

Варіант № 8- ПрП(АЕГ)-120 - Підср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичної властивості речовини - інертність і плинність , фізичних параметрів – масова густина і питома вага.
- 2 Охарактеризувати прямолінійний рівномірний рух потоку рідини і газу, дати визначення термінам: трубка току, лінія току, траєкторія.
- 3 *Мінеральне мастило підводиться до гідродвигуна при температурі $+ 35^\circ\text{C}$ в кількості 25 л/с. За гідродвигуном температура масла рівняється $+ 75^\circ\text{C}$. Яка кількість мастила зливається з гідродвигуна, якщо його температурний коефіцієнт об'ємного розширення рівняється $6,2 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$*

Варіант № 9- ПрП(АЕГ)-120 - Підср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Поняття про ЛА, принципи виникнення піднімальної сили і польоту ПС.
- 2 Охарактеризувати вихровий потік рідини і газу, дати визначення термінам: *вихрова трубка, вихрова лінія, вихровий шнур*.
- 3 Визначити масову густину води при збільшенні температури від $+15^{\circ}\text{C}$ до $+60^{\circ}\text{C}$, коефіцієнт об'ємного розширення рівняється $0,00033\text{ }^{\circ}\text{K}^{-1}$, масова густина при температурі $+30^{\circ}\text{C}$ рівняється 970 кг/м^3 .

Варіант № 10- ПрП(АЕГ)-120 - Підср-22-16- ПКЕЗ № 1

- 1 Сутність гіпотези суцільності середовища, характеристика середовища за числом Кнудсена.
- 2 Рівняння Д. Бернуллі для рухомого потоку рідини і газу і його практичне використання в аеродинаміці.
- 3 Визначити швидкість польоту літака на висоті, при температурі *мінус 56°C* , якщо температура на землі рівняється $+5^{\circ}\text{C}$, число Маха рівняється $0,75$ на висоті польоту і швидкісний тиск на визначеній висоті.

Варіант № 11- ПрП(АЕГ)-120 - Підср-22-16- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичної властивості речовини – питома теплоємність і вологість, фізичного параметру – тиск в середовищі.
- 2 Теоретичні моделі моделювання течії потоку рідини і газу навколо твердих тіл.
- 3 Літак летить на висоті, що відповідає температурі навколишнього середовища *$t_{\text{нв}} = \text{мінус } 45^{\circ}\text{C}$* зі швидкістю $V = 520\text{ км/год}$. Визначити повний тиск, що діє на елементи конструкції ЛА.

Варіант № 12- АЕГ-120 - Підср-21-16 - ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичних параметрів – тиск в середовищі і ковзна напруга.
- 2 Визначення потоку рідини, розкрити поняття усталеного і не усталеного потоку, спектру течії навколо тіл.
- 3 В польоті на висоті $H = 5000\text{ м}$ на літак діє повний тиск $p^* = 102\text{ кПА}$. Визначити швидкісний тиск, що діє на літак і швидкість польоту літака.

Варіант № 13- ПрП(АЕГ)-120 - Підср-22-16- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичної властивості середовища – вологість: абсолютна і відносна. Поняття чисел Рейнольдса і Маха.
- 2 Використання рівнянь Л. Ейлера і Д. Бернуллі для аналізу фізичної сутності виникнення підйомної сили і сили опору.
- 3 Визначити масову густину, питому вагу і питомий об'єм, якщо вага газ рівняється 10 Г , а об'єм циліндра складає $1,2\text{ л}$.

Варіант № 14- ПрП(АЕГ)-120 - Підср-22-16- ПКЕЗ № 1

- 1 Принципи зворотності руху і моделювання течії в аерогідрогазодинаміці.
- 2 Рівняння нерозривності потоку рідини і газу і його практичне використання в аеродинаміці.
- 3 Визначити коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря на висоті **7000 м**, якщо коефіцієнт динамічної в'язкості на цій висоті рівняється **$1,55 \cdot 10^{-5} \text{ Н с/м}^2$** , а також число Рейнольдса в потоці газу, що рухається зі швидкістю при числі Маха **$M = 0,7$** .

Варіант № 15- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Поняття про ЛА, принципи виникнення підйомної сили і польоту ПС.
- 2 Охарактеризувати вихровий потік рідини і газу, дати визначення термінам: *вихрова трубка, вихрова лінія, вихровий шнур*.
- 3 Визначити число Маха і швидкісний тиск, якщо швидкість польоту літака на висоті **6000 м** рівняється **640 км/год**.

Варіант № 16- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Аеродинаміка як наука, її складові частини, основні напрями її розвитку.
- 2 Охарактеризувати прямолінійний рівномірний рух потоку рідини і газу, дати визначення термінам: *трубка току, лінія току, траєкторія*.
- 3 Визначити тиск, масову густину і швидкість звуку на висоті, якщо температура на землі рівняється **$+15^\circ \text{ C}$** , а на висоті **мінус 30° C** , а також швидкість польоту при числі Маха **$M = 0,75$** .

Варіант № 17- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичної властивості речовини – в'язкість: динамічний і кінематичний коефіцієнти в'язкості, градієнт швидкості, фізичного параметру – температура повітря.
- 2 Охарактеризувати вихровий потік рідини і газу, дати визначення термінам: *вихрова трубка, вихрова лінія, вихровий шнур*.
- 3 Визначити питомий об'єм, питому вагу і масову густину повітря на виході із сопла ТРД, якщо відомо, що тиск в струмені газу рівняється **$1,5 \text{ кгс/см}^2$** , а температура **600° C** .

Варіант № 18- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Сутність гіпотези суцільності середовища, характеристика середовища за числом Кнудсена.
- 2 Фізична картина течії газу навколо твердих тіл, характеристика спектру обтікання і зон течії.
- 3 Тиск повітря на виході із компресора ТРД рівняється 15 кГс/см^2 , температура 600°C . Визначити питомий об'єм, масову густину і питому вагу повітря, а також швидкість вихідного струменю при числі Маха $M = 0,8$.

Варіант № 19- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ.№ 1

- 1 Характеристика фізичної властивості речовини – питома теплоємність і вологість, фізичного параметру – тиск в середовищі.
- 2 Рівняння Д. Бернуллі для рухомого потоку рідини і газу і його практичне використання в аерогідрогазодинаміці.
- 3 Визначити вагу повітря, яке поступило в циліндр, якщо об'єм циліндра при русі поршня вниз рівняється 5 л , тиск і температура в кінці такту всмоктування рівняється $1,8 \text{ кГс/см}^2$ і 100°C .

Варіант № 20- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ.№ 1

- 1 Характеристика фізичних параметрів – тиск в середовищі і ковзна напруга.
- 2 Рівняння рівнянь Л. Ейлера і Д. Бернуллі для пояснення фізичної сутності виникнення підйомної сили в аерогідрогазодинаміці.
- 3 У скільки разів зменшиться об'єм газу в циліндрі в процесі стискання, якщо перед стисканням тиск і температура рівнялися $2,1 \text{ кГс/см}^2$ і 35°C , а в кінці стискання тиск і температура рівнялися 19 кГс/см^2 і 500°C .

Варіант № 21- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ.№ 1

- 1 Характеристика фізичної властивості середовища – вологість: абсолютна і відносна. Поняття чисел Рейнольдса і Маха.
- 2 Фізична картина течії рідини і газу навколо твердих тіл, характеристика зон течії.
- 3 Визначити вагу повітря, що міститься в бортовому балоні гальмівної системи вертольоту, якщо об'єм балону рівняється 8 л , тиск рівняється 210 кГс/см^2 , а температура $+45^\circ \text{C}$.

Варіант № 22- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ.№ 1

- 1 Характеристика фізичних властивостей речовини – стисливість і інертність, градієнт швидкості, фізичних параметрів - температура і масова густина середовища.
- 2 Рівняння стану газового середовища, його практичне використання в аеродинаміці.
- 3 Визначити, як зміниться максимальна швидкість польоту літака, якщо число Маха рівняється **0,85**, а температура повітря змінюється від **мінус 25° С** до **+ 60° С**, а також швидкісний тиск при температурі **+ 60° С**.

Варіант № 23- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичної властивості речовини - інертність і плинність , фізичних параметрів – масова густина і питома вага.
- 2 Охарактеризувати прямолінійний рівномірний рух потоку рідини і газу, дати визначення термінам: *трубка току, лінія току, траєкторія*.
- 3 Визначити висоту польоту, якщо швидкість звуку на цій висоті рівняється **310 м/с**, а також швидкісний тиск при числі Маха **$M = 0,6$** .

Варіант № 24- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичної властивості речовини – в'язкість: динамічний і кінематичний коефіцієнти в'язкості, градієнт швидкості, фізичного параметру – температура повітря.
- 2 Рівняння нерозривності потоку рідини і газу і його практичне використання в аерогідрогазодинаміці.
- 3 У скільки разів зменшиться об'єм газу в циліндрі поршневого двигуна в процесі стискування, якщо перед стискуванням тиск і температура рівнялися **2,2 кГс/см²** і **+45°С**, а в кінці стискування тиск і температура рівнялися **30 кГс/см²** і **+ 700°С**.

Варіант № 25- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Сутність гіпотези суцільності середовища, характеристика середовища за числом Кнудсена.
- 2 Рівняння Д. Бернуллі для рухомого потоку рідини і газу і його практичне використання в аерогідрогазодинаміці.
- 3 Визначити вагу повітря, що міститься в бортовому балоні гальмівної системи вертольоту, якщо об'єм балону рівняється **9 л**, тиск в балоні рівняється **170 кГс/см²**, а температура **+ 45°С**.

Варіант № 26- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Атмосфера землі, її будова, основні фізичні параметри, що характеризують її властивості і використовуються в аеродинаміці.
- 2 Теоретичні моделі моделювання течії потоку рідини і газу навколо твердих тіл.
- 3 Визначити як зміниться швидкість і швидкісний тиск в струменях над і під профілем крила, якщо на висоті польоту $H = 4000$ м при швидкості 270 км/год площа поперечного перерізу струменю перед профілем рівняється $S = 150$ см² і змінюється таким чином: над профілем зменшується на 25%, а під профілем збільшується на 50 %.

Варіант № 27- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичних параметрів – тиск в середовищі і ковзна напруга.
- 2 Застосування рівнянь Л. Ейлера і Д. Бернуллі для пояснення фізичної сутності виникнення підйомної сили в аерогідрогазодинаміці.
- 3 Визначити як зміниться повний тиск в критичній точці носової частини фюзеляжу літака на висоті 7500 м., якщо швидкості літака змінюються від 300 до 850 км/год.

Варіант № 28- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Характеристика фізичної властивості середовища – вологість: абсолютна і відносна. Поняття чисел Рейнольдса і Маха.
- 2 Використання рівнянь Л. Ейлера і Д. Бернуллі для аналізу фізичної сутності виникнення підйомної сили і сили опору.
- 3 Визначити як зміниться швидкість течії і швидкісний тиск в струменях над і під профілем і статичний тиск, якщо на висоті польоту $H = 8500$ м при швидкості $V = 640$ км/год. площа поперечного перетину струменю перед профілем рівняється $S = 900$ см², і змінюється: над профілем зменшується на 15%, а під профілем збільшується на 30%, а також підйомну силу крила при його площі $S = 60$ м².

Варіант № 29- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Принципи зворотності руху і моделювання течії в аерогідрогазодинаміці.
- 2 Теоретичні моделі моделювання течії потоку рідини і газу навколо твердих тіл.
- 3 Визначити приладову і повітряну швидкість польоту літака, якщо статичний тиск за бортом літака відповідає заданій висоті $H = 6000$ м, тиск в критичній точці на фюзеляжі літака рівняється $1,01 \cdot 10^5$ Па, а масова густина рівняється густині на заданій висоті.

Варіант № 30- ПрП(АЕГ)-120 - Пдбср-22-1б- ПКЕЗ № 1

- 1 Поняття про ЛА, принципи виникнення піднімальної сили і польоту ПС.
- 2 Охарактеризувати вихровий потік рідини і газу, дати визначення термінам: вихрова трубка, вихрова лінія, вихровий шнур.
- 3 **Визначити** приладову і повітряну швидкість польоту літака, якщо статичний тиск за бортом літака рівняється $p_{ст} = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Па}$, тиск в критичній точці на фюзеляжі літака рівняється $1,12 \cdot 10^5 \text{ Па}$, а масова густина на заданій висоті рівняється $\rho_n = 0,45 \text{ кг/м}^3$.