**«TASSYKLAÝARYN»**

Howa ulagynyň ulanylyşy kafedrasynyñ müdiri B.Hamraýew «\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021ý.

“Uçuş enjamlarynyň we hereketlendirijileriniň tehniki ulanylyşy” hünäri boýunça 3-nji ýyl talyplaryň 1-nji tapgyrynyň 1-nji okuw topary bilen

« Aerogidrogazodinamika» dersinden geçiriljek okuw sapagyň

**ÝAZUW – MEÝILNAMASY**

**Tema №1.** Aerogidrogazodinamikada ulanylýan esasy düşünjeler we gatnaşyklar

**Okuw soraglary:**

1. Giriş. Suwuklyklaryň we gazlaryň esasy häsiýetleri.

2. Knudseniň sany. Bitewiligiň çaklamasy (gipotezi).

3. Gazlaryň gysylyşy.

 Sapagyň maksady:

1. Talyplara Aerogidrogazodinamikada barada umumy düşünje.

2. Talyplarda olaryň awiasiýon hünärmen höküminde uçarlary ulanmakda jokapkärli bolmagyny terbiýelemek.

Sapagyň görnüşi**:** Umumy.

Wagty: 9:20-10:00 (3-4-nji okuw sagady).

Geçiriljek ýeri: 203-nji okuw otagy.

**Ulanlýan edebiýatlar:**

1. В.Г.Лебедь, Г.В.Литвинов, А.А.Губченко. Аэрогидрогазодинамика. Харьков - 1996.

**Okuw-maddy üpjünçiligi** (okuw edebiýatlary): Ýazuw meýilnamasy, kompýuter, interaktiw tagtasy.

**I. GIRIŞ**: 8-10 minuda çenli.

- Topar ýolbaşçysynyň talyplaryň sapaga taýarlygy baradaky hasabaty kabul edýärin we sapaga gatnaşygyny (ýoklaryň familiýasyny we sebäbini anyklaýaryn) we sapaga taýarlygyny (maddy üpjünçiligini) barlaýaryn;

- sapagyň temasyny we maksadyny beýan edýärin;

- sapagyň aktuallylygyny onuň niýetlenişini beýan edýärin;

- okuw edebiýatlary we gollanamalary yglan edýärin;

- sapagyň okuw soraglaryny we olary öwrenmek tertibini yglan edýärin;

- geçilen sapaklar boýunça sorag-jogap alyşýaryn.

**II. ESASY BÖLÜMI**: **60 minut**

**1. Giriş. Suwuklyklaryň we gazlaryň esasy häsiýetleri**

Aerogidrogazodinamika öziniň özbaşdak ösüp başlan wagtyndan bäri (Arhimetden başlap) adamzada suwüsti we suwasty gämileriň, howadan agyr bolan uçuş enjamlarynyň we kosmiki tehnikalaryň kuwwatly energetiki gurluşlaryny we hereketlendirijilerini döretmäge ugryny görkezdi.

**Aerogidrogazodinamika** – bu umumy ýagdaýda jisimleriň hereketi barda ylmyň bir bölegi bolup durup, täsir edýän güýçlere baglylykda, suwuklyklaryň we gazlaryň hereket ediş kanunlaryny öwrenýär we şolaryň esasynda suwuklyklaryň we gazlaryň hereket ediş we suwuklykda hereket edýän gaty jisimlar bilen özara täsirler edýän aýratyn kanunlaryny düzýär. Aerogidrogazodinamika, adamzada atmosferda uçmak üçin ganat baglamaga we kosmasa ýol açmaga kömek beren aerodinamikanyň esasy bolup durýar. Ýagny rus awiasiýasynyň “kakasy” N.Ý.Žukowskiniň “Adamzat öz muskulynyň güji bilen däl-de, özüniň aň-düşünjesiniň güýji bilen uçar” diýen parasatly sözi amala aşdy diýip bolar.

Bu dersimiziň esasy maksady “Aerodinamika”, “Uçuş dinamikasy”, “Aerodinamikanyň we uçuş dinamikanyň esaslary” we “Praktiki aerodinamika” ýaly dersleri öwrenmek üçin zerur bolan göwrümde, jisimleriň suwuklyklar we gazlar bilen akyp geçişiniň, olaryň kanallaryň içinde hereket edişiniň, gaz şekilli we gaty jisimleriň özara täsirediş güýçleriniň kanunlaryny öwrenmekden ybaratdyr.

Aerogidrogazodinamikany bilmek uçaryň aerodinamikasyny we aerodinamiki aýratynlyklaryny üstünlikli bilmeklige we olary uçuş howpsuzlygyny ýokarlandyrmak, praktiki taýdan awariýalaryň we katastrofalaryň öňüni almak üçin doly ulanmaga ýardam berýär.

Bu dersi öwrenmeklik “Ýokary matematikany”, “Fizikany” we “Nazary mehanikany” bilmeklige esaslanýar.

Nazary mehanikada maddy nokadyň, maddy nokatlaryň diskret ulgamlarynyň we absolýut gaty jisimiň hereketi öwrenilýär.

Aerogidrogazodinamikada, nazary mehanikada giňişleýin alynan usullaryň we maglumatlaryň esasyna, giňişligi üznüksiz tutuşlygyna doldurýan we hereket edýän wagtlary nokatlaryň aralyklary üýtgäp durýan görnüşli maddy jisimleriň hereketine seredilýär.

Aerogidrogazodinamikanyň ylym görnüşinde ösmegi adamzadyň howadan agyr bolan apparatlarynda uçmak bilen bagly bolan praktiki taýdan ýüze çykan wezipeler bolup durdy. Bu wezipeler hereket edýän jisime täsir edýän güýçleri we momentleri (aerodinamiki güýçler we momentler) kesgitlemek bilen baglydyr. Şeýlelikde täsir edýän güýçleri barlamak üçin geçirilýän baralag işlerinde göteriji güýjini kesgitlemek esasy bolup durdy.

Aerogidrogazodinamika, özüniň ösüşiniň başynda pes tizlkde hereket edýän howa bilen meşgullandy, sebäbi uçuş enjamlary pes uçuş tizliginde uçýardylar. Belli boluşy ýaly aerogidrogazodinamikanyň nazary esasyny düzüji bolup, damjalaýyn (gysylmaýan) suwuklygyň hereketi baradaky ylym -g i d r a w l i k a durýar. Bu ylymyň esasy XVIII asyrlarda Rus ylymlar akademiýasynyň agzalary Lýeonard Eýler (1707-1783) we Danil Bernulli (1700-1782) düzdiler.

Olar I.Nýuton, M.W.Lomonosow we Lawuaz tarapyndan işlenip düzülen (formulirowat edilen) fizikanyň we mehanikanyň kanunlaryna esaslanyp ylym hökmünde aerogidrogazodinamikanyň nazary taýdan esalandyrdylar.

Aerogidrogazodinamikanyň mundan beýläk hem ösüşi G.Gelmgols (1821-1894), N.Ýe.Žukowski (1847-1921), S.A.Çaplygin (1869-1942), K.E.Siolkowski (1857-1935), O.Reýnolds (1842-1912) we L.Prandtl (1875-1953) ýaly alymlaryň işleri bilen baglydyr.

**Suwukluklaryň we gazlaryň esasy häsiýetleri**

**Suwuklyk** diýilip, akym häsiýetli we ýerleşýän göwrümiň görünişine eýe bolýan öziniň belli bir görnüşi bolmadyk, fiziki jisime aýdylýar.

Akma (Suýuklyk) – jisimiň ujypsyz güýjiň hem täsir etmegi esasynda böleklere bölünmän özüniň görnüşini üýtgetme häsiýeti. Suwuklyklar iki klassa bölünýärler: damjaly we gazlar. Damjaly suwuklyklara suw, ýag, benzin, kerosin we beýlekiler degişlidir. Olar ukyply, ýagny:

1. Damjany emelegetirmäge, öz hususy göwrümli bolmaga.

2. Göwrümi enjamyň göwrüminden kiçi bolsa, enjamyň bir bölümini tutmaga.

3. Onda hereket edýän jisime garşylyk döretmäge, ýagny şepbeşige eýedir. Damjaly suwuklyklarda şepbeşikligiň bolmagy molekulýar sepleşik güýçleri bilen baglydyr. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen bu güýç peselýär we şepbeşik azalýar.

4. Bugarmaga. Bugarmak – bu ähli suwuklyklaryň häsiýetidir. Bugarmanyň görkezijisiniň biri bolup, kadaly atmosfera basyşynda gaýnama tempereturasy durýar. Gaýnama temperaturasy näçe ýokary bolsa, suwuklygyň bugarmasy şonça-da azdyr. Bugarmanyň hasda doly häsiýetnamasy diýilip, wagtyň funkisiýasyna görä doýgun buglaryň basyşy Pt, hasap edilýär. Pt näçe uly bolsa suwuklygyň bugarmasy hem şonça uly bolýar.

5. Gysylmaga. Gysylma – täsir edýän güýjiň esasynda suwuklyklaryň özüniň göwrümini üýtgetme häsiýeti. Gysylma **göwrümleýin gysylma koeffisiýenti** bilen bahalandyrylýar

βw = $\frac{W\_{2}- W\_{1}}{W\_{1}∙ ∆p}$ (m2/n).

bu ýerde W1 – ilki başdaky göwrüm (m3);

 W2 - ∆p (n/m2) dartgynlyk täsir edenden soňky göwrüm.

 Damjaly suwuklyk üçin βw onçakly uly däl:

nebit βw = $\frac{10^{-7}}{13500}$ (m2/n).

suw βw = $\frac{10^{-7}}{20500}$ (m2/n).

6. Her bir suwuklygyň kesgitlenen dykyzlygy bar.

Dykyzlyk diýilip şu aşakdaky çäge aýdylýar:

ρ = lim $\frac{∆m}{∆W}$ (kg/m3)

bu ýerde ∆m - massa (kg);

 ∆W - ∆m massaly suwuklygyň göwrümi.

Damjaly suwuklyklaryň dykyzlyklary gazlar bilen deňeşdirilende ep-esli ulydyr, AMG-10 ýagy üçin ρ = 850 (kg/m3), suwyň dykyzlygy ρ = 1000 (kg/m3), 101300 Pa basyşda howanyň dykyzlygy bolsa ρ = 1,225 (kg/m3).

 Ýygy damjaly suwuklyklar ýöne suwuklyk diýilip atlandyrylýar.

Gazlar suwuklyklardan tapawutlylykda ýörite (spesifiki) häsiýete eýedirler.

**2. Knudseniň sany. Bütewiligiň gipotezy**

 Gazlaryň suwuklyklardan prinsipial tapawutlary, olaryň dykyzlyklary suwuklyklaryňkydan ep-esli pesligi bolup durýar. Deňiz derejesinde howanyň dykyzlygy ρ = 1,225 (kg/m3), H = 80 km beýiklikde bolsa ρ = 0,0021 (kg/m3) deňdir.

 Şunyň üçin dürli dykyzlykly gazlaryň hereketlerini barlak işleri geçirilende olaryň özleriniň ýöritelikleri (spesifikasy) ulanylýar. Sebäbi beýikligiň ulalmagy bilen gazyň dykyzlygy nula ymtylýar, onda gazyň boşlugynyň (критерий разрежённости) görkezijisi (kriteriýasy) hökmünde Knudseniň sany ulanylýar:

Kn = $\frac{l}{L}$ .

Bu ýerde l – molekulanyň erkin hereketiniň uzynlygy;

 L – jisimiň uzynlygy.

H = 0 beýiklikde l = 5 х 10-4 m;

H = 84 km beýiklikde l = 8,6 х 10-9 m;

H = 200 km beýiklikde l = 30metre deň.

 Eger-de Kn ˂ 10-3, onda hereket edýän gaz bütewi diýip hasap edýärler, we hasaplananda gazyň diskret gurluşy hasaba alynmaýar. Birinji gezek şeýle çaklamany L.Eýler girizdi we ol **bütewiligiň çaklamasy** diýilip atlandyryldy. Şeýle gipotezanyň girizilmegi bir nokatdan beýleki nokada çenli gazyň parametrleri yzygiderli üýtgäp durýar diýip kabul etmäge mümkinçilik berýär.

Eger-de Kn ˃ 10, onda jisim molekulalaryň erkin akymynda ýerleşýär diýip hasap edip bolýar.

Haçan-da 10-3 ˂ Kn ˂ 10 deň bolanda typma akymly oblasty alarys.

**3. Gazlaryň gysylyşy**

 Gazlaryň daşyky häsiýeti bolup olaryň gysylmasy durýar.

Gysylma – bu maddalaryň öziniň iki başdaky göwrümini, şeýle-de hem, temperatura we basyş üýtgände dykyzlygyny üýtgetme häsiýetidir. Eger-de suwuklyklar we gaty jisimler gysylma we giňelmä pes derejede ukyply bolsalar, gazlar bolsa, onuň tersine örän ýeňil gysylýarlar we giňelýärler, ýagny öz göwrümini ýeňil üýtgedýärler. Hemişelik temperaturada howany onuň göwrüminiň 1/100 esse gysmak üçin basyşy ∆p = 1 ∙ 103 Pa., ýokarlandyrmak gerek, şol wagtda suwyň göwrümini hem şonça kiçeltmek üçin basyşy ∆p = 2,2 ∙ 107 Pa., köpeltmek talap edilýär, polat üçin bolsa - ∆p = 1,83 ∙ 109 Pa., basyş gerekli bolar.

 Suwuklyklaryň we gazlaryň gysylma häsiýetleri boýunça tapawutlary olaryň, molekulýar gurluşlary bilen düşündirilýär. Suwuklyklarda molekulalaryň aralyklary örän kiçi, ýagny molekulalar has dykyz ýerleşýärler, buda suwuklyklaryň gysylma ukybynyň pes bolmagyny kesgitleýär. Suwuklyklar bilen deňeşdirilende gazlaryň dykyzlygy örän kiçidir. Meselem, suwyň dykyzlygy howanyň dykyzlygyndan **816** esse ulydyr. Howanyň, şeýle hem beýleki gazlaryň dykyzlyklarynyň kiçiligi, gazlarda molekulalaryň öz ara aralyklary, molekulalaryň öz ölçeglerinden ep-esli uly bolmagy bilen düşündirilýär. Şonuň üçin basyş ýokarlanada olaryň molekulalarynyň aralyklarynyň gysgalýandygy sebäpli olaryň göwrümi kiçelýär, şol sanda çeýeligi ýokarlanýar.

 Gysylma häsiýeti bilen gazlarda sesiň ýaýramagy ykjam baglydyr. Gazlardaky islendik öjükmeler (ýerli basyşyň we dykyzlygyň ösmegi) tolkun görnüşinde ýaýraýar. Şeýle görnüşli tolkunlaryň bir görnüşi bolup, çalt ýaýraýan gazlaryň dykyzlanma we gowşama proses görnüşindäki ses tolkuny durýar. Şol bir wagtda gazyň ýerli basyşy hem ± ∆p ululyga üýtgeýär. Şonuň üçin **gazlaryň gysylyş häsiýeti** bolup **dp/dρ** gatnaşyklar hyzmat edip biler. Eger-de bu gatnaşyklar uly bolsa (p-uly ösüşinde ρ – kiçi üýtgemesi laýyk gelýär), onda gaz az gysylýar. Eger-de tersine bolup, bu gatnaşyk kiçi bolanda (p-kiçi ösüşine ρ – uly üýtgemesi laýyk gelýän bolsa), onda gaz uly derejede gysylýar.

 Termodinamika dersinden belli boluşy ýaly, sesiň tizligi aşakdaka deň bolar, ýagny:

a = $\sqrt{\frac{dp}{dρ}}$ .

$\frac{p}{ρ^{k}}$ = const ýagdaýda, ýagny izoentrapiýa prosesinde

a2 = k $\frac{p}{ρ}$ . a2 = kRT = 20,1$\sqrt{T}$ .

 Eger-de sreda absolýut gysylmaýan bolsa, ýagny, basyöyň islendik derejede ýokarlanmasynda göwrüm ýa-da dykyzlyk üýtgemän galýar, onda ýokrdaky formuladan görnüşi ýaly, sesiň tizligi örän uly bolar. Şeýle görnüşli sredada öjükme islendik aralyga şolbada ýaýrardy.

 Onda bulardan gelip çykyşy ýaly, **gysylmanyň häsiýeti bolup sesiň tizligi** hyzmat edip biler.

**III . sapagyň jemleýji bölümi:** **10 minut.**

- Sapagy jemleýärin;

- Harby talyplaryň soraglaryna jogap berýärin;

- Sapagyň dowamynda ýüze çykan kemçilikleri düzedýärin;

- Harby talyplary bahalandyrýaryn;

- Özbaşdak taýarlyga ýumuş berýärin.

**Sapagyň ýolbaşçysy:**  **H. Şehiýew**