Мазмұны

1 - ТАРАУ 9
ГИДРОСТАТИКА 9
1.1. Гидростатикалық қысымның таралуы 10
1.1-1-есеп. U-тәрізді манометр 10
1.1-2-есеп. Гидравликалық сақтандырғыш муфта 12
1.1-3-есеп. Сұйықпен толтырылған айналмалы контейнер 13
1.1-4-есеп. Центрден тепкіш күшке негізделген құю процесі 13
1.1-5-есеп. Екі U-тәрізді түтікшелерден тұратын жүйе 14
1.1-6-есеп. Түтікшедегі сұйық бағаны 15
1.1-7-есеп. Бірқалыпты үдеумен қозғалысқа келтірілетін ішінде суы бар ыдыс 15
1.1-8-есеп. Қысымды манометрдің көмегімен өлшеу 16
1.1-9-есеп. W-тәрізді манометрлік түтікше 16
1.1-10-есеп. Қуыстағы ауа қысымын анықтау 17
1.1-11-есеп. Сұйықтың тығыздығын анықтау 17
1.1-12-есеп. Тұйыққа қамалған ауаның қысымы 18
1.2. Гидростатикалық көтергіш күш 19
1.2-1-есеп. Дроссельді жапқыштағы күш және момент 19
1.2-2-есеп. Қуысты жабатын жартылай сфералы дене 22
1.2-3-есеп. Өз салмағымен жазық пластинаға жабысып тұрған жарты сфера пішінді қалпақша 23
1.2-4-есеп. Суда қалқып тұрған темір шар 23
1.2-5-есеп. Сфералық қуыстағы сұйықта қалқып тұрған шар 24
1.2-6-есеп. Араласпайтын екі сұйықтардың арасын бөліп тұратын бетті анықтау 24
1.2-7-есеп. Ареометрдің сұйыққа бату тереңдігі 25
1.3 Сұйыққа бытырылған бетке әсер ететін гидростатикалық күш 38

2 - ТАРАУ 52
СҰЙЫҚ ГИДРОДИНАМИКАСЫ 52
2. Сығылмайтын біртекті тұтқырсыз сұйық қозғалысының интегралдары 53
2.1-есеп. Сорап (насос) ретінде жұмыс атқаратын айналғыш түтікше 55
2.2-есеп. Көлденең қимасы кішірейетін құбырдағы сұйықтың ағыны 59
2.3-есеп. Инжекторлы сораптың жұмыс істеу принципі 59
2.4-есеп. Радиалды сорап 60
2.5-есеп. Коанд құбылысы 62
2.6-есеп. Шашыранды ағынша принципі 62
2.7-есеп. Қалдық газды талдағыш құралдағы (анализатордағы) ағын 63
2.8-есеп. Ағыстың тордан өткенде ауытқуы 64
2.9-есеп. Ауа ағысында қалқып тұрған әуе кемесі 65
2.10-есеп. Жел турбинасы 66
2.11-есеп. Сұйықтың жоғарғы ыдыстан төменгі ыдысқа құйылуы 67
2.12-есеп. Құбырдағы ауа ағысының шығынын анықтау 68
2.13-есеп. Көлденең қимасы өзгермелі горизонталь құбыр бойымен ағатын сұйықтың шығынын анықтау 68
2.14-есеп. Сұйықтың көлденең қимасы өзгермелі құбыр бойымен ауырлық күші өрісінде ағуы 69
2.15-есеп. Ағыншаның краннан ағып шығуы 69
2.16-есеп. Сұйықтың ыдыстан өз салмағымен ағып шығуы 70
2.17-есеп. Көлденең қимасы өзгермелі құбыр 70
2.18-есеп. Потенциалды құйындағы еркін бет 71
2.19-есеп. Куэтт ағынындағы циркуляция 72
2.20-есеп. Құйын сақинасы тудыратын жылдамдық 72
2.21-есеп. Қабырға маңындағы екі шексіз ұзын құйын жіптері 73

2.22-есеп. Циркуляциясы құлаш бойынша эллиптикалы таралатын қанат 73
2.23-есеп. Параллель ағындағы қанат профилі 74
2.24-есеп. Бетц диффузорындағы ағыншаның бұрышы 75
2.25-есеп. Тұтқырсыз және осьтік симметриялық ағындағы қысымның таралуы 76
2.26-есеп. Бетц диффузорындағы статикалық қысымның өсуі 77
2.27-есеп. Ыдыстан ағып шығатын сұйық 78
2.28-есеп. Каналға ауаның ағып кіруі 79
3. Сығылмайтын тұтқырсыз сұйықтардың потенциалды ағындары 88
3.1. Осьтік симметриялы потенциалды қозғалыстар 89
3.1-1-есеп. Кеңейетін сфералық дене 89
Сурет 115 Сурет 116 92
3.1-2-есеп. Сфералық денені ағынның ағып өтуі 92
3.1-3-есеп. Айналып тұрған денені сұйықтың ағып өтуі 93
3.1-4-есеп. Өткізбейтін қабырға үстінде орналасқан нүктелік бұлақ 94
3.1-5-есеп. Тұтқырлы және тұтқырсыз сұйықтағы кеңеюші сфера 94
3.2. Жазық потенциалды ағындар 95
3.2-1-есеп. Поршень мен қабырға арасындағы қабаттағы ағыс 96
3.2-2-есеп. Тежелу аймағындағы таралған ағын 100
3.2-3-есеп. Дөңгелек теоремасы 101
3.2-4-есеп. Жарты цилиндрлі қабырғаға ағынның ағып келуі 102
3.2-5-есеп. Дөңгелек цилиндрді біртекті ағынның ағып өту есебіне Жуковский бейнелеуін пайдалану 103
4. Сығылмайтын тұтқырлы сұйықтардың гидродинамикасы 117
4.1. Ньютондық сұйықтар 118
4.1-1-есеп. Каналдағы Пуазейль ағыны 119
4.1-2-есеп. Пуазейль ағынында жылудың таралуы 125
4.1-3-есеп. Қабырғалары кеуек каналдағы ағын 126

4.1-4-есеп. Шекаралық қабаттағы сорылу процесі 127
4.1-5-есеп. Сұйықтар ағынының араласуы 128
4.1-6-есеп. Сынаға соғылатын екі өлшемді су ағыншасы 129
4.1-7-есеп. Құбыр қабырғасында кристалдың өсуі.....130
4.2. Бағытталған ламинарлы ағын 131
4.2-1-есеп. Сақина тәрізді қуыстағы ағын.....131
4.2-2-есеп. Өңделмеген мұнайды құбыр арқылы тасымалдау.....137
4.2-3-есеп. Құбырдағы тербелмелі ағын.....141
4.2-4-есеп. Куэтт-Пуазейль ағыны 142
4.2-5-есеп. Куэтт-Пуазейль ағынын әртүрлі сұйықтар үшін салыстыру 143
3 - ТАРАУ.....151
ГАЗ ДИНАМИКАСЫ 151
5. Газдың орнықталған және орнықталмаған ағысы 151
5.1. Газдың орнықталған ағысы 151
5.1-1-есеп. Дыбыс жылдамдығына дейінгі ағысқа батырылған пластинаға әсер ететін күш 151
5.1-2-есеп. Жылу алмасу жүретін каналдағы ағын.....155
5.1-3-есеп. Лаваль түтікшесінің кеңейетін бөлігінде пайда болатын соқпа толқын 156
5.1-4-есеп. Дыбыс жылдамдығынан жоғары ағыстағы доғал дене 157
5.1-5-есеп. Жылдамдығы жоғары поездың туннельдегі қозғалысы 158
5.1-6-есеп. Газдың саңылау арқылы ағып шығуы 158
5.1-7-есеп. Иіру машинасындағы дыбыстан жоғарғы түтік.....159
5.1-8-есеп. Дыбыс жылдамдығына дейінгі реактивті қозғалтқыш (двигатель) 161
5.2. Газдың орнықталмаған ағысы. Соқпа толқын.....162
5.2-1-есеп. Құбырдағы тік соқпа толқынның жылжуы 162
5.2-2-есеп. Соққы тудыратын құбыр 165

5.2-3-есеп. Поршеньнің түтік бойымен қозғалуы 166

5.2-4-есеп. Соқпа толқынның құбырдың ашық шетінен шағылуы 167

5.2-5-есеп. Кеңейген құбыр қағидасы (принципі) 168

5.2-6-есеп. Жабық құбырдағы акустикалық толқынның таралуы .169

4 - ТАРАУ 175

ТУРБУЛЕНТТІЛІК ЖӘНЕ ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТ ТЕОРИЯСЫ 175

6.1. Турбулентті ағыстардың негізгі заңдары 175

6.1-1-есеп. Турбулентті Куэтт ағысы 175

6.1-2-есеп. Рейнольдс санының белгілі мәні үшін турбулентті Куэтт ағысының жылдамдығының таралуы.....180

6.1-3-есеп. Құбырдағы турбулентті ағыс 180

6.1-4-есеп. Ламинарлы және турбулентті ағыстар үшін құбырдағы импульс жән энергия тасымалын салыстыру.....181

6.1-5-есеп. Блазиустың кедергі заңынан шығатын құбырдағы турбулентті ағыс жылдамдығының таралуы 182

6.1-6-есеп. Аса қыздырылған буды су ағыншасымен салқындату 182

6.1-7-есеп. Тасымалдаушы құбырдың тесілген жерін анықтау 184

6.1-8-есеп. Көлденең қимасы кенеттен кеңейетін құбыр.....185

6.1-9-есеп. Тасымалдаушы құбырдың тармақталуы 187

6.2. Шекаралық қабат теориясы 188

6.2-1-есеп. Шекаралық қабаттағы импульс теңдеуі 189

6.2-2-есеп. Жазық пластинадағы кедергі.....192

6.2-3-есеп. Клин (сына) маңындағы ағыс 194

6.2-4-есеп. Ығыстыру қалыңдығы.....194

6.2-5-есеп. Қабырғадағы үйкеліс 194

6.2-6-есеп. Құбыр мен пластина үшін критикалық Рейнольдс санын анықтау 195

6.2-7-есеп. Шекаралық қабаттың қалыңдығы 195

Кесте 1.- Шартты белгілеулер

	Физикалық шама атауы	**Белгіленуі**	**Өлшем бірлігі**
1.	Қысым	p	Н/м^2=Па
2.	Атмосфералық қысым	p_{atm}	Па
3.	Манометрлік қысым	$P_{gage}= p - p_{atm}$	Па
4.	Пьезометрлік қысым (биіктік)	$h = \frac{p_{gage}}{\rho g}$	м
5.	Тығыздық	ρ	кг/м^3
6.	Аудан	S	м^2
7.	Көлем	V	м^3
8.	Масса	m	кг
9.	Диаметр	D, d	м
10.	радиус	R	м
11.	Ұзындық	L	м
12.	Ені	b	м
13.	Күш	F	Н
14.	Қорытқы күш	F_R	Н
15.	Архимед күші	F_A	Н
16.	Ауырлық күші	W	Н
17.	Үйкеліс күші	$F_{үйк}$	Н
18.	Күш моменті	M	Н·м
19.	Жылдамдық	U	м/с
20.	Уақыт	t	с
21.	Шығын	Q	м^3/с
22.	Массалық шығын	$Q_m = \rho \cdot Q$	кг/с
23.	Динамикалық тұтқырлық коэффициенті	μ	Па·с
24.	Кинематикалық тұтқырлық коэффициенті	$\nu= \mu/ \rho$	м^2/с
25.	Жанама кернеу	τ	

26.	Рейнольдс саны	Re	-
27.	Мах саны	$M = \frac{V}{a}$	-
28.	Дыбыс жылдамдығы	$a = \sqrt{kRT}$	м/с
29.	Газ тұрақтысы	$R = c_p - c_v$; $R = \frac{R_u}{M_m}$	Н*м/(кг*К)
30.	Универсал газ тұрақтысы	$R_u = 8.314$	Дж/(моль*К)
31.	Газдың молярлық массасы	M_m	кг/моль
32.	Жылу сыйымдылық коэффициенті	c_p; c_v	кДж/(кг*К)
33.	Адиабата көрсеткіші	$k = \frac{c_p}{c_v}$	-
34.	Температура	T	К
35.	Энтальпия	$h = c_p T$	кДж/кг; кДж/моль
36.	Ішкі энергия	$U = c_v T$	кДж/кг
37.	Энтропия	$dS = \frac{dQ}{T}$	Дж/моль К.
38.	Тежелу нүктесіндегі қысым	p_0	Па
39.	Тежелу нүктесіндегі температура	T_0	К
40.	Тежелу нүктесіндегі тығыздық	ρ_0	кг/м^3
41.	Критикалық нүктедегі қысым	p_*	Па
42.	Критикалық нүктедегі температура	T_*	К

43.	Критикалық нүктедегі тығыздық	ρ_*	кг/м^3
44.	Жылдамдық потенциалы	φ	-
45.	Ағын функциясы	ψ	-
46.	Құйын векторы	ω	рад/с
47.	Циркуляция	Г	м^2/с

Кесте 2. – Әр түрлі сұйықтардың тығыздықтары, T=20^{0}C

Сұйық	**Тығыздығы , кг/м^3**
Керосин	820
Газолин	720
Бензин	879
Глицерин	1260
Матор майы (SAE 30 oil)	891
Сынап	13550
Мериам қызыл майы	827
Су	998

1 - ТАРАУ

ГИДРОСТАТИКА

Бұл тарауда сұйықтар және газдардың белгілі бір деформацияланбайтын координат жүйесіне қатысты тепе-теңдігі оқылады. Тепе-теңдік ($\vec{v} = 0$) жағдайында тұтқыр сұйық пен идеал сұйықтан айырмашылығы жоқ. Тепе-теңдік теңдеуі

$$grad\, p = \rho\vec{F}$$

түрінде жазылады.

Үзіліссіздік теңдеуінен тыныштық жағдайында $\partial p/\partial t = 0$ болатыны шығады. Бұл қабылданған санақ жүйесінде тығыздық өрісі стационар $\rho = \rho(x, y, z)$ екенін білдіреді.

Берілген массалық күштер өрісінде тыныштықта тұрған тығыздығы берілген ($\rho = const$) біртекті сұйық үшін тепе-теңдік теңдеуі мен шекаралық шарттарды қысымның таралуы анықтайды.

Біртексіз сұйық жағдайында есептерді шешу үшін қосымша қатынастар немесе мәлімет қажет. Бұған мысал ретінде p мен ρ арасындағы байланысты (сығылатын орта үшін) немесе сұйықтың массасының тығыздық бойынша таралуын (сығылмайтын орта үшін) келтіруге болады.

Нақтылы есептерді қарастырған жағдайда шекаралық, бастапқы және т.б. шешімді бірмәнді анықтайтын қосымша шарттар қажет болады. Мысалы, еркін бетте қысым беріледі. Егер еркін беттің орны белгісіз болса, онда қосымша тепе-теңдікте тұрған сұйықтың массасын беруге болады.

Жан-жағынан тыныштықтағы ауыр сұйықпен қоршалған денеге сұйық тарапынан $\vec{F}_A$ күші әсер етеді:

$$\vec{F}_A = -\int_V \rho\vec{g}\, dV,$$

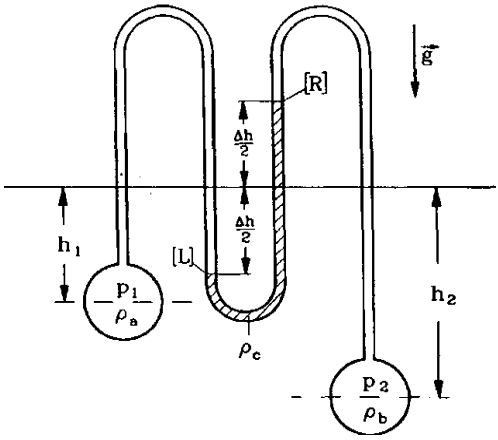
мұнда, ρ - сұйықтың тығыздығы, V – дененің көлемі (Архимед заңы). $\vec{F}_A$ күшін *Архимед күші* немесе *гидростатикалық көтеру күші* деп атайды.

$\vec{F}_A$ күшінің әсер ету сызығы дене ығыстырып шығарған сұйық көлемінің массалар центрі арқылы өтеді.

1.1. Гидростатикалық қысымның таралуы

1.1-1-есеп. U-тәрізді манометр

Тығыздықтары ρ_a және ρ_b әртүрлі сұйықтармен толтырылған екі контейнер бір-бірімен суретте көрсетілгендей (Сурет 1) манометр арқылы жалғанған. Манометрдегі сұйықтың тығыздығы - ρ_c.



Сурет 1

Манометрдегі $p_1 - p_2$ қысымдар айырмашылығын Δh биіктіктің функциясы ретінде анықтаңыз.

Берілгендері: $h_1,\ h_2,\ \Delta h,\ \rho_a,\ \rho_b,\ \rho_c,\ g.$

Шешуі

Тыныштық жағдайында сұйықта қысымның таралуы инерциалдық жүйеде келесі түрде анықталады

$$p + \rho g z = const.$$

L қимасындағы a сұйығы тарапынан болатын p_L қысым:

$$p_L = p_1 + \rho_a g\left(\frac{\Delta h}{2} - h_1\right).$$

R қимасындағы b сұйығы тарапынан болатын p_R қысым:

$$p_R = p_2 - \rho_b g\left(\frac{\Delta h}{2} + h_2\right).$$

Сонымен, қысымдар айырымы бір жағынан,

$$p_L - p_R = p_1 - p_2 + \frac{\Delta h}{2} g(\rho_a - \rho_b) - g(\rho_a h_1 - \rho_b h_2)$$

болса, екінші жағынан, бұл деңгейлердегі қысымдар айырмасы c сұйығының түсіретін салмағына тең:

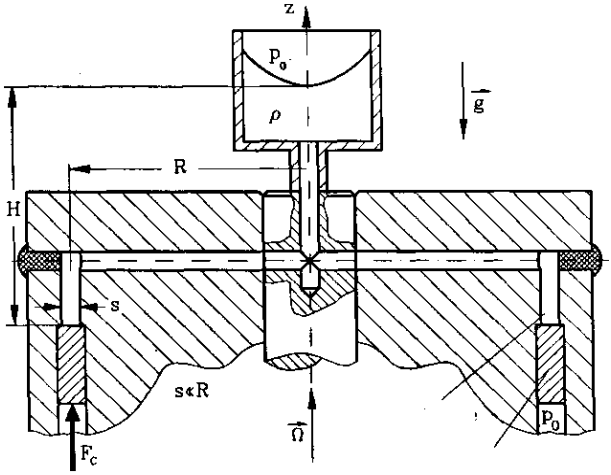
$$p_L - p_R = \rho_c g \Delta h.$$

Осыны ескеріп,

$$p_1 - p_2 = \rho_c g \Delta h \left(1 - \frac{\rho_a + \rho_b}{2\rho_c}\right) + g(\rho_a h_1 - \rho_b h_2).$$

теңдігін аламыз.

1.1-2-есеп. Гидравликалық сақтандырғыш муфта



Сурет 2

Гидравликалық сақтандырғыш муфта (Сурет 2) белгілі бір бұрыштық жылдамдықта ажырауы тиіс. Жиілік бойынша реттеу H биіктігін толтыру жолымен іске асырылады. Қажет болатын байланыстырушы күш F_C радиусы R және ені s сақиналы поршеньге әсер ететін сұйықтың қысымынан туындайды. $s \ll R$ деп алып, қысымды поршеньнің беті бойынша тұрақты деп қарастыруға болады. Сонда:

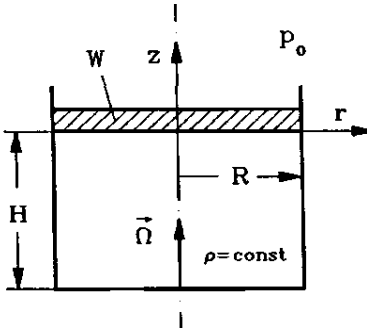
a) Байланыстырушы F_C күші еңсерілген кездегі жылдамдықты табыңыз.

b) Байланыстар жылдамдығын екі еселеу үшін толтырылатын биіктік қалай өзгертілуі керек?

Берілгендері: H, F_C, R, s, ρ, p_0, g.

1.1-3-есеп. Сұйықпен толтырылған айналмалы контейнер

Осьтік симметриялы (радиусы R, сұйықтың биіктігі H) контейнер тығыздығы ρ сұйықпен толтырылған және салмағы W поршеньмен жабылған (Сурет 3). Контейнер өзінің вертикаль симметрия осін Ω бұрыштық жылдамдықпен айналады. Қоршаған ортаның қысымы p_0.



Сурет 3

a) $\vec{\Omega} = 0$ үшін контейнер түбіндегі p_2 қысымды табыңыз.

b) $\vec{\Omega} \neq 0$ үшін контейнер ішіндегі қысымның таралуын есептеңіз (Бернулли теңдеуіндегі тұрақты поршень бетіндегі күш балансымен анықталады).

c) Контейнер айналып жатқанда a) бөлімінде табылған p_2 қысым контейнердің түбінің қай жерінде кездеседі?

d) қандай бұрыштық жылдамдықта контейнердің қай жерінде бу қысымы $p_v = 0.2\ p_0$ мәніне бірінші жетеді?

Берілгендері: $R,\ H,\ p_0,\ W,\ \rho,\ \Omega,\ g.$

1.1-4-есеп. Центрден тепкіш күшке негізделген құю процесі

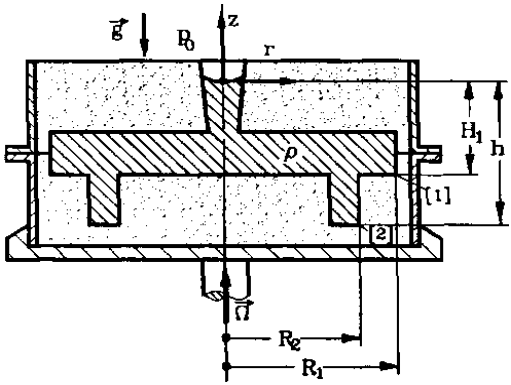
Центрден тепкіш құю процесі арқылы өндірілетін осьтік симметриялық бөлшектің пішіні суретте келтірілген (Сурет 4).

Құю процесі кезінде қалып өзінің вертикаль осін Ω тұрақты бұрыштық жылдамдықпен айнала қозғалады.

a) [1] қимадағы p_1 қысымды Ω-ның функциясы ретінде анықтаңыз.

b) Егер [1] қимада құмдағы қысымның шамасы p_{max} мәнінен аспауы керек болса, онда мүмкін болатын максимальды Ω_{max} бұрыштық жылдамдықты табыңыз.

c) Табылған Ω_{max} үшін [2] қимада қысымның шамасы p_{max} мәнінен аспайтындай максимальды h биіктікті есептеңіз.

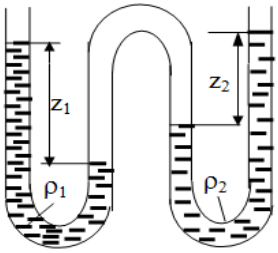


Сурет 4

Берілгендері: $R_1,\ R_2,\ H_1,\ \rho,\ p_0,\ p_{max},\ g$

1.1-5-есеп. Екі U-тәрізді түтікшелерден тұратын жүйе

Өзара жалғасқан диаметрлері бірдей екі U-тәрізді түтікшелерден тұратын жүйе екі түрлі сұйықтармен толтырылған (*суретті қараңыз*,Сурет 5). Сұйықтардың арасын салмақсыз газ бөліп тұр. Түтікшелердегі сұйықтардың тығыздықтарының қатынасы $\rho_1/\rho_2 = k$.

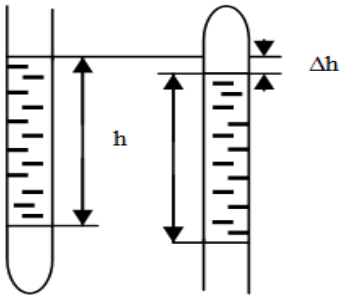


Сурет 5

Сұйықтардың z_1/z_2 деңгейлер айырымдарының қатынасын табыңыз. Атмосфералық қысымды ескермеңіз.

1.1-6-есеп. Түтікшедегі сұйық бағаны

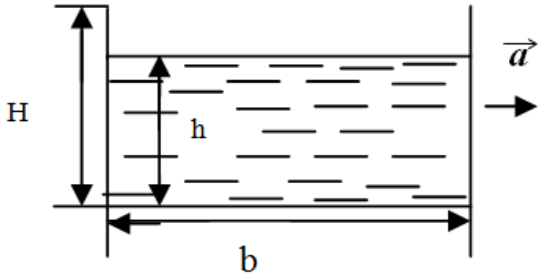
Радиусы r жіңішке цилиндрлік түтікшенің бір жағы жабық және оның ішінде h биіктікте тығыздығы ρ сұйық бағаны тұр (Сурет 6). Сұйық бағаны мен түтікшенің жабық шетінің арасында көлемі V сығылатын газ бар. Егер түтікшені ашық жағын төменге қаратып төңкерсек, онда бағанының қандай қашықтыққа орын ауыстыратынын анықтаңыз. Газ үшін Бойль-Мариотт заңы орындалады деп есептеңіз.



Сурет 6

1.1-7-есеп. Бірқалыпты үдеумен қозғалысқа келтірілетін ішінде суы бар ыдыс

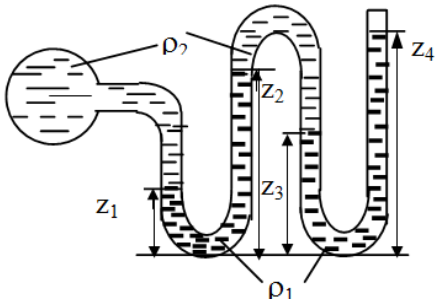
Ені b биіктігі H ыдыс биіктігі h сығылмайтын ауыр сұйықтықпен толтырылған (Сурет 7). Ыдыс горизонталь бағытта тұрақты $\vec{a}$ үдеумен қозғалысқа келтірілсін. Сұйықтың бетінің пішіні мен орнын (жағдайын) анықтаңыз. Сұйық ыдыстан төгіліп кетпейтіндей үдеудің максимальді мәнін табыңыз.



Сурет 7

1.1-8-есеп. Қысымды манометрдің көмегімен өлшеу

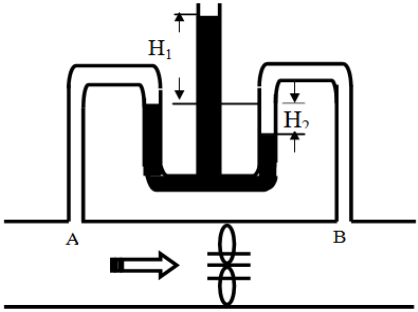
Ыдыстағы қысымды өлшеу үшін суретте көрсетілген манометр қолданылады (Сурет 8). Деңгейлердің көрсеткіштері z_1, z_2, z_3, z_4 және араласпайтын сұйықтардың тығыздықтары ρ_1, ρ_2 $(\rho_1 > \rho_2)$ бойынша p_a артық қысымды анықтаңыз.



Сурет 8

1.1-9-есеп. W-тәрізді манометрлік түтікше

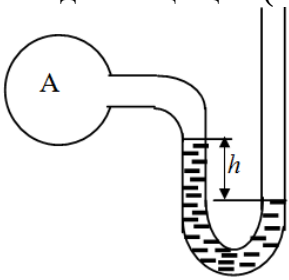
Сумен толтырылған W-тәрізді манометрлік түтікше құбырдағы қысымды анықтау үшін қолданылады. Суретте құрылғының көрсетулері келтірілген (Сурет 9). Құбырдың A және B нүктелеріндегі абсолют қысымды есептеңіз. Атмосфералық қысымды p_0 деп қарастырыңыз.



Сурет 9

1.1-10-есеп. Қуыстағы ауа қысымын анықтау

Егер бір ұшы атмосфераға ашық су манометрі h қысым айырымын көрсетсе, онда суретте көресетілген А қуыстағы ауа кеңістігіндегі қысымды анықтаңыз (Сурет 10).

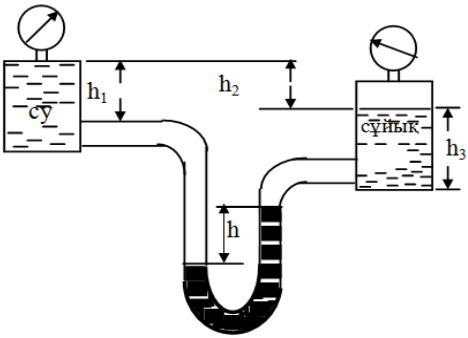


Сурет 10

1.1-11-есеп. Сұйықтың тығыздығын анықтау

Қандай да бір сұйықтың $\rho_{\text{сұй}}$ тығыздығын бізге белгілі судың $\rho_{\text{су}}$ тығыздығы бойынша анықтау үшін екі сынап бағанының айырмасының көрсеткіші h болатын U – тәрізді манометрлік түтікше қолданылады (Сурет 11). Ыдыстардағы сұйықтардың жағдайлары және деңгейлері суретте

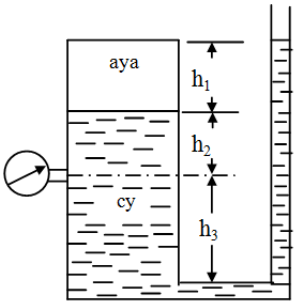
көрсетілген. Сынаптың тығыздығы $\rho_{\text{сын}} = \rho_{\text{су}}$ деп алып, $\rho_{\text{сұй}}$ сұйықтың тығыздығын анықтаңыз.



Сурет 11

1.1-12-есеп. Тұйыққа қамалған ауаның қысымы

Суретте көрсетілген (Сурет 12) резервуар үшін қысымды өлшейтін құралдың көрсеткішін анықтаңыз, және тұйыққа қамалған ауаның қысымын есептеңіз.

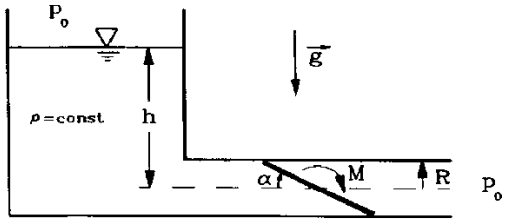


Сурет 12

1.2. Гидростатикалық көтергіш күш

1.2-1-есеп. Дроссельді жапқыштағы күш және момент

Суретте көрсетілген контейнер эллиптикалық қалақша түріндегі дроссельді жапқышы бар құбырға жалғанған (Сурет 13). Жабық жағдайда пластинаның құбырдың осімен жасайтын бұрышы α. Пластинаның осі сурет салынған жазықтыққа перпендикуляр. Жабық жағдайда судың қысымын еңсеру үшін пластинаға M моменті әсер етеді.



Сурет 13

Сонда:

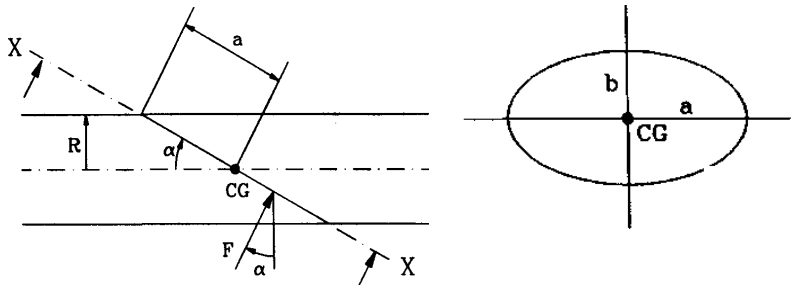
a) Күшті және оның қалақшаға әсер ететін остік компонентін анықтаңыз.

b) Пластинаны жауып тұруға қажет M моментті табыңыз.

Берілгендері: $h,\ R,\ \alpha,\ \rho,\ g$

Шешуі

a) Пластинадағы күшті табу.



Сурет 14

Қоршаған ортаның қысымы p_0-ның пластинаға әсер ететін күшке ықпалы жоқ. Сондықтан, келесі есептеулерде біз $p_0 = 0$ деп аламыз. Эллиптикалық пішінді пластинаның осьтері

$$a = \frac{R}{\sin\alpha}, \qquad b = R.$$

Симметриялы болғандықтан, CG ауданының центроиды құбырдың осіне сәйкес келеді (Сурет 14). Демек, қысым CG ауданының центроидында ($p_0 = 0$):

$$p_{CG} = \rho g h.$$

Эллипстің ауданы:

$$A = \pi a b = \pi \frac{R^2}{\sin\alpha} \ .$$

Сондықтан пластинадағы күш:

$$F = p_{CG} A = \rho g h \, \pi \frac{R^2}{\sin\alpha} \ .$$