

## 11 ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС

“АДИАБАТАЛЫҚ КЕҢЕЮ ӘДІСІМЕН МЕНШІКТІ ЖЫЛУ  
СЫЙЫМДЫЛЫҚТАРЫНЫҢ ҚАТЫНАСЫН АНЫҚТАУ”

11.1 Жұмыстың мақсаты: газдың меншікті жылу, сыйымдылықтарының қатысын анықтау

11.2 Шартты белгілер:

P- газдың қысымы

V-газдың көлемі

T- газдың температурасы

m- газдың массасы

$\mu$ - газдың молярлық массасы

R- газдың универсал тұрақтысы

$\gamma$ - газдың меншікті жылу сыйымдылықтарының қатысы

/адиабатаның көрсеткіші, Пуассонның тұрақтысы/

$C_p$ - қысым тұрақты болған кездегі газдың меншікті жылу сыйымдылығы

$C_v$ - көлем тұрақты болған кездегі газдың меншікті жылу сыйымдылығы

H- атмосфералық қысым

$h_1, h_2$ - манометрдегі сұйықтың денгейіндегі айырмасымен өлшенетін қосымша қысым.

11.3 Теориялық мәліметтер мен қондырғының сипаттамасы

Идеал газда бөлшектердің арасындағы өзара әсерін елемейді және бөлшектерді материялық нүкте деп санайды да, ал олардың соқтыгуларын абсолюттік серпімді дейді.

Идеал газдың қасиеттерін анықтайтын Клапейрон- Менделеев теңдеуі

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \quad /11.1/$$

P- қысым, V-көлем: T-температура - газдың күйінің параметрлері деп аталады. Егер газ күйінің бір параметрі тұрақты болып, ал басқалары өзгеріп тұрса, бұл жағдайда изопроцесс орындалады.

Тұрақты температура кезінде өтетін процесс изотермалық процесс деп аталады. Изотермалық процесс Бойль-Мариотт заңымен сипатталады:

$$PV = \text{const} \quad /11.2/$$

Тұрақты қысым кезінде өтетін процесс изобаралық деп аталады.

Ол Гей- Люссак заңына бағынады

$$\frac{V}{P} = \text{const} \quad /11.3/$$

Тұрақты көлем кезінде өтетін процесс изохоралық деп аталады:



$$\frac{P}{T} = \text{const} \quad /11.4/$$

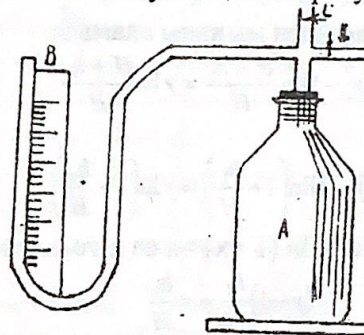
Сыртқы орта мен газдың арасындағы жылу алмасусыз өтетін процесс адиабаталық процесс деп аталады. Адиабаталық процесс кезінде идеал газдың параметрлерін байланыстырып тұратын Пуассон теңдеуі:

$$PV^\gamma = \text{const} \quad /11.5/$$

Бұл жұмыста Пуассон теңдеуінің мынадай түрімен қолдану қажетті:

$$\frac{P^{\gamma-1}}{T^\gamma} = \text{const} \quad /11.6/$$

11.2 Экспериментті қондырғы В манометрмен және насоспен жалғанған шыныдан жасаған А баллоннан тұрады. С кран мен баллон атмосферамен, ал Д кран мен насоспен байланысады. Егер насоспен баллонға біраз ауа толтырса, баллонның ішіндегі ауаның температурасы мен қысымы артады.



Сыртқы ортамен ауаның жылу алмасуының әсерімен бір шама уақыттан кейін баллонның ішіндегі ауаның температурасы сыртқы ортаның температурасы мен тең болады. Баллонның ішіндегі қысым

$$P_1 = H + h_1 \quad /11.7/$$

11.1-сурет

Сондықтан, баллонның ішіндегі ауаның күйі 1-ші күйі деп аталады да, мынадай параметрлермен сипатталады:

$$P_1 = H + h_1, \quad V_1, \quad \text{және} \quad T_1$$

Егер С кранды аз уақытқа ашсақ, баллонның ішіндегі ауа кеңейе бастайды. Бұл процесс өте тез өтеді де, оны адиабаталық деп санауға болады. Ыдыстың ішіндегі қысым  $H$  атмосфераның қысымына тең болады да, газдың температурасы  $T_2$ -ге дейін азаяды, ал көлем  $V_2$ -дейін артады.

Сондықтан, адиабаталық процестің соңында /2-күйі / газдың параметрлері мынадай болады:  $H$ ,  $V_2$  мен  $T_2$ .

Газ 1 күйінен 2 күйіне адиабаталық ауысқан соң бұл процеске /3.6/ Пуассон теңдеуін қолданып, мынаны аламыз:

$$\frac{(H + h_1)^{\gamma-1}}{T_1^\gamma} = \frac{H^{\gamma-1}}{T_2^\gamma} \quad /11.8/$$



яғни

$$\left(\frac{H+h_1}{H}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^\gamma \quad /11.9/$$

Баллонның ішіндегі суыған газ кеңейгенде біршама уақыттан кейін жылу алмасуы әсерінен  $T_1$  сыртқы ортаның температурасына дейін жылжиды, қысым бір шамаға дейін артады

$$P_2 = H + h_2 \quad /11.10/$$

Бұл ауаның күйін, 3-ші күйі деп атаймыз, ол мынадай параметрмен сипатталады:

$$P_2 = H + h_2; \quad V_2 \text{ мен } T_1$$

3-күйіне ауысу процесі тұрақты көлем кезінде өтеді, қолдануға мүмкіншілік береді.

$$\left(\frac{H+h_1}{H}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{H+h_2}{H}\right)^\gamma \quad /11.11/$$

Тендікті екі жағын логарифмдеп мынаны аламыз:

$$(\gamma-1)\ln\frac{H+h_1}{H} = \gamma\ln\frac{H+h_2}{H} \quad /11.13/$$

яғни

$$(\gamma-1)\ln\left(1+\frac{h_1}{H}\right) = \gamma\ln\left(1+\frac{h_2}{H}\right) \quad /3.14/$$

$h_1$  мен  $h_2 \ll H$  болған соң  $\ln(1+x) \approx x$  аз  $x$ -ге, мынаны аламыз:

$$(\gamma-1)\frac{h_1}{H} = \gamma\frac{h_2}{H} \quad /11.15/$$

бұдан

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \quad /11.16/$$

#### 11.4 Құралдар мен материалдар

Жабық шыны баллон, У-пішіндегі миллиметрлік шкаласы бар манометр, насос .

#### 11.5 Жұмыс істеу тәртібі

##### 11.5.1 Қолданатын құралдардың техникалық мағлұматтарын

21 -кестеге енгізіңіз

Кесте 21

Құрал	Өлшеу шегі	Бөліктің құны	Құралдың қателігі
Манометрдің миллиметрлік шкаласы			

##### 11.5.2 Өлшеулердің өткізу тәртібі

11.5.2.1 С кранның жабығына көзіңіз жеткен соң Д кранды ашып насос арқылы баллонға ауа толтырыңыз /ұру санын мұғалім береді/,



11.5.2.2. Баллонның ішіндегі қысым толық тұрақталған кезде манометрдегі сұйық деңгейлерінің тербелісі тоқталады. Осы кезде манометрдің бағандарындағы сұйық деңгейлерінің айырмасы  $h_2$ - ді жазып алу керек.

11.5.2.3. С кранды алып, манометрдегі сұйықтың деңгейлері теңелген мезетте дереу жабыңыз. Қысым толық тұрақталған соң екінші рет сұйық деңгейлерінің айырмасы  $h_2$ - ні жазыңыз. Тәжірибені  $h_2$  шамасын өзгертпей, 5-6 рет қайталаңыз.

11.5.2.4. Әр бір тәжірибенің алынған  $h_1$  мен  $h_2$  мәндерін /11.16/ формулаға қойып,  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  - ді есептеп шығарыңыз. Сосын өлшемдердің  $\langle \gamma \rangle$  арифметикалық орташа мәнін табыңыз.

Тәжірибе арқылы алынған өлшемдердің бәрін 22- кестеге енгізіңіз.

Кесте 22

№	$h_1$	$h_2$	$\gamma$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
орташа			

11.5.2.5 Осы нәтижені теоретикалық мәнімен салыстырып айырмашылықтары болса түсіндіріп беріңіз.

11.5.3 Есептеуді жүргізуді ГОСТ -пен келісті тұжырымдаңыз. Онда /21 және 22/ кестелер, негізгі есептеулер, қорытынды болуға тиіс.

## 11.6 Тексеру сұрақтары

11.6.1 Идеал газ, оның сипаттамалары. Идеал газдың күйінің теңдігі.

11.6.2 Изохоралық, изотермалық, изобаралық процестер, олардың теңдіктер мен графиктері. Изохоралық және изотермалық процестердегі жылу сыйымдылықтары. Бұл процестер кезіндегі істелетін жұмыстардың графикалық кескіні.

11.6.3 Адиабаталық процесс, Пуассон теңдеуі, адиабатаның көрсеткіші.

11.6.4 Жылу сыйымдылығының мағынасы, тұрақты көлем кезіндегі және тұрақты қысым кезіндегі жылу сыйымдылығы. Майер формуласы R- дін физикалық ұғымы.

11.6.5 Жылу сыйымдылықтың классикалық теориясының негізгі қағидалары. Бір атомды, екі атомды, көп атомды газдардың  $C_p$  және  $C_v$  жылу сыйымдылықтарының анықтамасы. Молярлық және меншікті жылу сыйымдылығы.

11.6.6 P-V диаграммада бұл жұмыста өтетін циклдің графигін салыңыз.