

**REJA:**

1. *Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni xaqida tushincha*
2. *Ichki energiya*
3. *Ishning analitik ifodasi*
4. *Qaytar va qaytmas protsesslar*

**4.1. Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni xaqida tushincha**

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni tabiatning umumiy harakterga ega bo'lgan fundamental qonunidir.

Bu qonunga ko'ra energiya yo'qdan bor bo'lmaydi, bordan yo'q bo'lib ketmaydi, bir turdan ikkinchi turga o'tib turishi mumkin, bunday o'tishda energiya bir turining muayyan miqdori ikkinchi tur energiyaning shunga teng miqdoriga aylanadi, ya'ni, izolyatsiyalangan har qanday sistema ichidagi energiya miqdori o'zgarmasdan saqlanib turadi.

Energiyaning saqlanishi va aylanishi qonunining umumiy ta'rifi M.V.Lomonosov tomonidan XVIII asrning birinchi yarmida berilgan.

R. Mayer 1842 yilda tajribalar natijasida sarflangan ish  $L$  va hosil qilingan issiqlik miqdori  $Q$  orasida to'g'ri proporsionallik borligini aniqladi:

$$Q = A \cdot L \quad (4.1)$$

bu yerda:  $A$ -ishning issiqlik ekvivalenti bo'lib, u issiqlik hosil qilish usuli, ish turi, jism temperaturasi va xokazolarga qaramasdan doimo bir xil qiymatga ega:

$$A = \frac{1}{427}, \frac{\text{kkal}}{\text{kg} \cdot \text{K} \cdot \text{M}}$$

Agar ish va issiqlik bir xil birliklarda o'lchansa, u holda ekvivalent  $A$  birga teng bo'lib (4.1) quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Q = L \quad (4.2)$$

Shunday qilib, hosil qilingan issiqlik miqdorining sarflangan ish miqdoriga ekvivalentligi ko'rsatildi; issiqlik sarflash hisobiga ish bajarilganda ham bu munosabat to'g'ri bo'ladi.

## 4.2. Ichki energiya

Jism ichki energiyasi - jism molekularining xaotik harakati kinetik energiyalari, molekularining o'zaro ta'sirlashishi potentsial energiyalari, molekularni tashkil etuvchi atomlarning tebranma harakat energiyalari, molekular tarkibidagi atomlarning bog'lanishi energiyalari va atom yadrolarining energiyalari yig'indisi tarzida aniqlanishi mumkin:

$$U = U_{\text{kin}} + U_{\text{pot}} + U_0 \quad (4.3)$$

bu yerda:  $U_{\text{kin}}$  - molekularning ichki kinetik energiyasi;

$U_{\text{pot}}$  - molekularning ichki potentsial energiyasi;

$U_0$  - integrallash doimiysi.

Jismning to'liq ichki energiyasi  $U$  (J), solishtirma ichki energiyasi  $u = \frac{U}{m}$

(J/kg) bilan belgilanadi.

Ichki energiya qiymati jismning massasiga bog'liq. Shuning uchun sistema ichki energiyasi sistema har qaysi qismlarining ichki energiyalari yig'indisiga teng bo'ladi:

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i \quad (4.4)$$

Jism ichki energiyasining biror protsessda o'zgarishi protsessning harakteriga bog'liq bo'lmasdan uning boshlang'ich va oxirgi holatlari bilan aniqlanadi:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \int (P_2, Q_2, T_2) - \int (P_1, Q_1, T_1) \quad (4.5)$$

Aylanma protsesslarda solishtirma ichki energiyaning o'zgarishi nolga teng bo'ladi:

$$U_2 - U_1 = \oint du = 0 \quad (4.6)$$

Joul qonuniga ko'ra ideal gaz solishtirma ichki energiyasi bosimga va hajmga bog'liq bo'lmasdan faqat uning temperaturasiga bog'liq bo'ladi:

$$U = \int (T) \quad (4.7)$$

Agar sistemaning hajmi o'zgarmasdan saqlansa, ya'ni izoxorik protsess amalga oshirilayotgan bo'lsa, u holda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$C_g = \frac{du}{dt} \quad \text{yoki} \quad du = C_g dt \quad (4.8)$$

Agar real gazga kelsak, ichki energiyasi temperaturagagina emas, balki hajmiga ham bog'liq bo'ladi.

### 4.3. Ishning analitik ifodasi

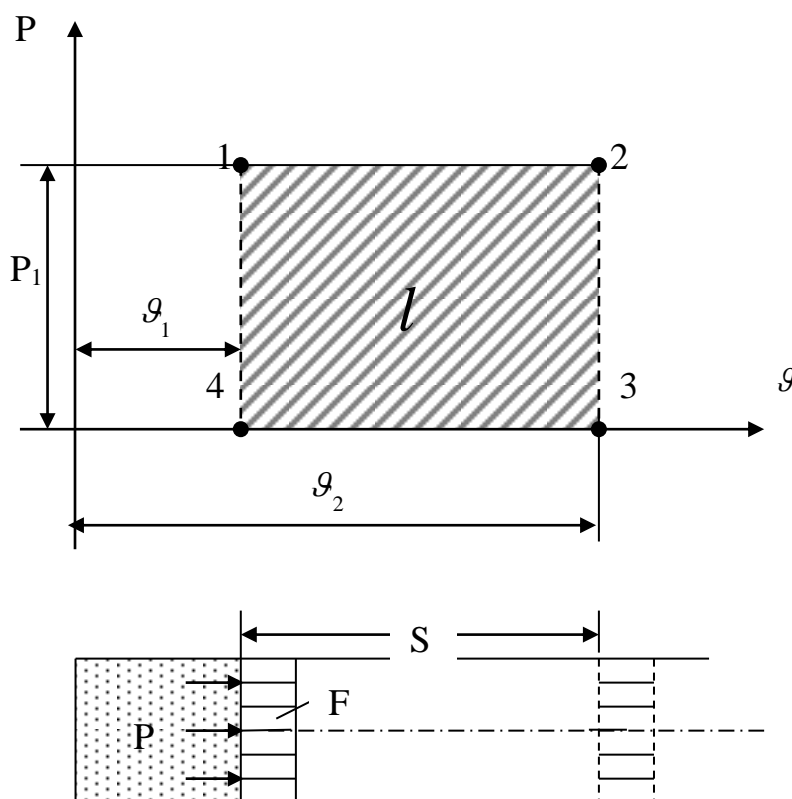
Termodinamikaviy sistema bajargan mexanikaviy ishni hisoblab topish uchun tsilindrda porshen ostidagi 1 kg gazdan iborat sistemani ko'rib chiqamiz. Uning holati  $P_1$ ,  $\vartheta_1$ ,  $T_1$  parametrlar bilan aniqlanadi, bu diagrammada (4.1-rasm) nuqta 1 ga to'g'ri keladi.

Sistemaga issiqlik keltirilganda gaz issiqlik ta'sirida o'zgarmas bosimda kengayib, porshenga R kuch bilan bosim berib uni o'ng tomonga S masofaga siljitadi, bunda gaz ish bajaradi.

Porshenga gaz tomonidan ta'sir etuvchi kuch miqdoriy jihatdan  $R=PF$  ga teng, bunda R - gazning bosimi; F - porshenning yuzi.

Mexanikadan ma'lumki, ish kuchning yo'lga ko'paytmasiga teng:

$$l = RS = PFS$$



4.1- rasm .

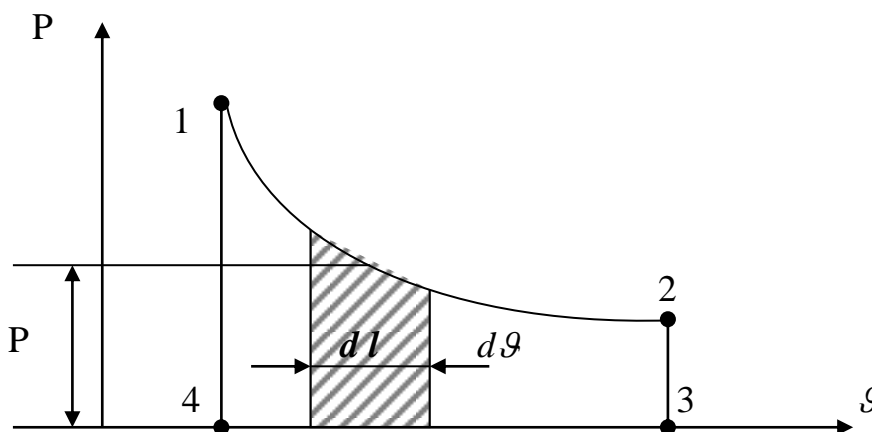
Lekin porshen yuzasi  $F$  ning  $S$  ga ko'paytmasi tsilindrning porshen boshlang'ich va oxirgi holatlari orasidagi hajmidir:

$$FS = (\mathcal{G}_2 - \mathcal{G}_1) \quad \text{esa} \quad l = P(\mathcal{G}_2 - \mathcal{G}_1) = p\Delta\mathcal{G} \quad (4.9)$$

Demak solishtirma ish  $l$   $P\mathcal{G}$ - diagrammada (2.1-rasm) protsess 1-2 ostidagi yuzaga, ya'ni 1-2-3-4-1 yopiq konto'rning yuzasiga teng.

Hajm o'zgarishi bilan bosim ham o'zgaradigan termodinamikaviy protsessda (4.2-rasm) 1-2 egri chiziq ostidagi yuzaga solishtirma ish miqdorini ifodalaydi.

1-2 egri chiziqda gazning kengayishida hajmi cheksiz kichik  $d\mathcal{G}$  ga o'zgaradigan elementar protsess ajratamiz. U holda hajm  $\Delta\mathcal{G} = d\mathcal{G}$  qiymatga



4.2 - rasm.

o'zgarganda gazning kengayishida bajarilgan ish  $dl$  (4.9) ifodaga ko'ra quyidagiga teng bo'ladi:

$$dl = p dv \quad (4.10)$$

$P\mathcal{G}$  - diagrammada elementar ish  $dl$  cheksiz kichik shtrixlangan trapetsiya yuzasi ko'rinishida tasvirlanadi, bu yuzaning kattaligi asos  $d\mathcal{G}$  ni  $P$  balandlikka ko'paytirish yo'li bilan aniqlanadi.

Gazning 1-2 protsessda bajarilgan solishtirma ishi boshlang'ich hajm  $\mathcal{G}_1$  dan oxirgi hajm  $\mathcal{G}_2$  gacha chegarada olingan muayyan integralga teng:

$$l_{1-2} = \int_{\mathcal{G}_1}^{\mathcal{G}_2} p d\mathcal{G} \quad (4.11)$$

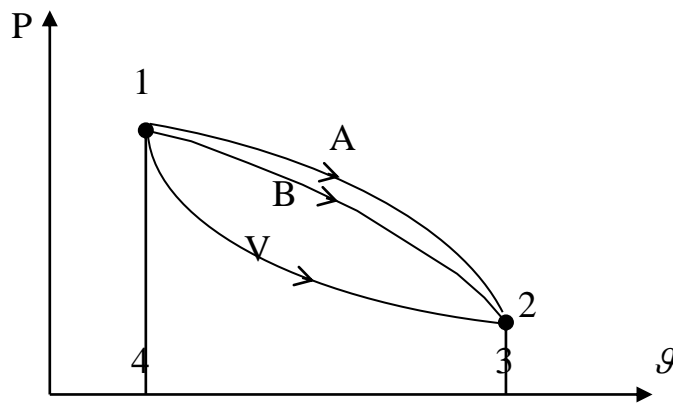
Kengayish ishini gazning  $m$  kg massasiga taalukli desak,

$$\delta L = PdV \quad \text{ëku} \quad L = m \int_{g_1}^{g_2} PdV = \int_{g_1}^{g_2} PdV \quad (4.12)$$

Sistema  $V_1$  hajmga ega bo'lgan holatdan  $V_2$  hajmli holatgacha kengayganida sistema bajaradigan ishning kattaligi bu holatlarning parametrlarigagina emas, balki kengayish protsessining qanday yo'l bilan amalga oshirilayotganligiga ham bog'liq. 4.3-rasmda tasvirlangan  $Pg$  - diagrammadan ko'rinib turibdiki, kengayish protsessi qaysi yo'ldan borishiga qarab integral

$$l = \int_{g_1}^{g_2} pdg$$

ning kattaligi turlicha bo'ladi.



4.3 - rasml.

1-A-2 protsessda gazning kengayish ishi 1-A-2-3-4-1 yuza bilan, 1-B-2 protsessda 1-B-2-3-4-1yuza bilan, 1-V-2 protsessda esa 1-V-2-3-4-1 yuza bilan tasvirlanadi.

Demak kengayish ishi protsessning funktsiyasidir.

#### 4.4. Qaytar va qaytmas protsesslar

Termodinamikaviy protsess termodinamikaviy sistemaning uzluksiz o'zgarib turadigan holatlari to'plamidan iborat.

To'g'ri va teskari yo'nalishlarda sodir bo'lishi natijasida termodinamikaviy sistema dastlabki holatiga qaytadigan protsesslar qaytar protsesslar deb ataladi. To'g'ri va teskari protsesslarning birgalikda sodir bo'lishi natijasida atrofdagi muhitda xech qanday o'zgarish bo'lmaydi.

To'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'tkazilganda sistema dastlabki holatiga qaytmaydigan protsesslar qaytmas protsess deb ataladi. Amaliyotdan ma'lumki o'z-o'zidan sodir bo'ladigan barcha tabiiy protsesslar qaytmas bo'ladi.

Masalan, ishqalanish bilan sodir bo'ladigan protsesslarda ishqalanishni yengishga sarflanadigan ish ishqalanishda ajralib chiqadigan issiqlikka aylanadi, bu issiqlik esa qaytib kelmaydi.

Amalda eng ko'p uchraydigan qaytmas protsesslardan biri issiqlikning ancha yuqori temperaturali jismdan pastrok temperaturali jismga o'tishidir.

Sistemada o'z-o'zidan sodir bo'ladigan har qanday protsess va binobarin, qaytmas protsess sistemada muvozanat qaror topmaguncha davom etadi.

Gazning kengayish ishi qaytar protsessda qaytmas protsessdagiga nisbatan ko'proq, gazning siqilishida esa teskari bo'ladi.

Faqat qaytar protsesslarni holat diagrammalarida grafik tasvirlash mumkin.

Qaytar protsesslarni o'rganish, amaliy jihatdan amalga oshirib bo'lmasligiga qaramasdan, real protsesslarning asosiy qonuniyatlarini aniqlashga imkon beradi. Chunki ko'pgina hollarda real protsesslar qaytar protsesslarga yaqin bo'lishi mumkin va yuzaga keladigan noaniqliklarni tegishli tuzatish koeffitsientlari bilan hisobga olish mumkin.

### **Tayanch iboralar**

Issiqlik, ish, ichki energiya, holat funktsiyasi, protsess funktsiyasi, qaytar protsess, qaytmas protsess, dvigatel.

### **Adabiyotlar**

1. Черняк О.В. Теплотехника ва гидравлика асослари. Тошкент, 1997 й. 91-102 б.
2. Эфендиев А.М., Асраев Р.А. Иссиқлик техникасидан қисқача лекция курси. Бухоро. 1992 й. 18-31 б.