ЕРІГЕН ГАЗ РЕЖИМІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ

Фазалық ауысулары бар ағын. Ерітілген газ режимі.

Бұан дейін әртүрлі ағын режимдері қарастырылды, бірақ әрқашан ағын фазалық түрлендірулерсіз жүреді деп есептелді. Газ газ күйінде, ал сұйықтық сұйық күйінде қалды. Бұл тақырыпта фазалық ауысулары бар ағындар және, атап айтқанда, еріген газ режимі деп аталатын ағын қарастырылады.

Еріген газ режимінде екі түрлі ортаның қозғалысы орын алады: сұйық және газ. Дарси заңының негізінде ағыс мөлшері келесі түрде анықталады.

$$u_г = -\frac{k_г}{\mu_г}(grad p_г - \rho_г g)$$

$$u_с = -\frac{k_с}{\mu_с}(grad p_с - \rho_с g)$$

$$p_г - p_с = p_к$$

Тығыздықтар ($\rho_г$, $\rho_с$) мен тұтқырлықтардың ($\mu_г$, $\mu_с$) қысымнан, температурадан және қоспа құрамынан тәуелділігі белгілі деп болжанады, яғни

$$\rho_с = \rho_с(C_{ic}, p_с, T)$$

$$\rho_г = \rho_г(C_{iг}, p_г, T)$$

$$\mu_с = \mu_с(C_{ic}, p_с, T)$$

$$\mu_г = \mu_г(C_{iг}, p_г, T)$$

Мұндағы C_{ic} , $C_{iг}$ - сұйық пен газдағы і-компонентасының молярлық үлесі (i=1,2,….,N)

Кеуекті ортаның бірлік көлеміндегі i-ші компонентасының мольдер саны

$$\left(\mathrm{C}_{i\text{с}} \frac{\rho_\text{с}}{\mathrm{M}_\text{с}} S_{c} + \mathrm{C}_{i\text{г}} \frac{\rho_\text{г}}{\mathrm{M}_\text{г}} S_{\text{г}} \right) m$$

Мұндағы *m- кеуектілік*, $S_c, S_\text{г}$ - кеуекті ортаның сұйықпен және газбен *қаныұтылығы.* $\mathrm{M}_\text{с}, \mathrm{M}_\text{г}$- сұйық пен газдың орташа молекулярлық салмағы:

$$\mathrm{M}_\text{с} = \sum_{i=1}^{N} \mathrm{C}_{i\text{с}} \mathrm{M}_i$$

$$\mathrm{M}_\text{г} = \sum_{i=1}^{N} \mathrm{C}_{i\text{г}} \mathrm{M}_i$$

M_i- *i-ші компонентаның* молекулярлық салмағы *i-ші* компонентаның ағысының молярлық тығыздығын анықтауда ол сұйықпен де, газбен де тасымалданатынын ескеру керек. Сондықтан, *i-ші* компонентаның ағысының молярлық тығыздығы келесі түрде анықталады

$$v_i = \mathrm{C}_{ic} \frac{\rho_\text{с}}{\mathrm{M}_\text{с}} v_c + \mathrm{C}_{i\Gamma} \frac{\rho_\text{г}}{\mathrm{M}_\text{г}} v_\text{г}$$

Үзіліссіздік теңдеуінен

$$\nabla \left[\mathrm{C}_{ic} \frac{\rho_\text{с}}{\mathrm{M}_\text{с}} v_c + \mathrm{C}_{i\Gamma} \frac{\rho_\text{г}}{\mathrm{M}_\text{г}} v_\text{г}\right] = -m \frac{\partial}{\partial t} \left[\mathrm{C}_{ic} \frac{\rho_\text{с}}{\mathrm{M}_\text{с}} S_c + \mathrm{C}_{i\Gamma} \frac{\rho_\text{г}}{\mathrm{M}_\text{г}} S_\text{г}\right]$$

Мұндағы

$$S_c + S_\text{г} = 1$$

Егер байланысқан суды ескермесек.

Мұнай пластының кез - келген кішкентай аумағында сұйық пен газ термодинамикалық тепе-теңдікте болады.

$$С_{iг}=E_i\, С_{iс}$$

E_i – тепе –теңдік тұрақтысы пластың кішкентай аумағындағы қоспаның құрамынан тәуелді.

$$С_{iс} = \frac{С_i}{1 + С_г(E_i - 1)}$$

$$С_{iг} = \frac{С_i E_i}{1 + С_г(E_i - 1)}$$

Мұндағы $С_i$ - барлық жүйедегі і-ші компонентаның молярлық үлесі, $С_г$ - газ фазасындағы барлық жүйенің молярлық үлесі.

Сонымен қатар қосымша шарттар қойылады:

$$\sum_{i=1}^{N} \mathrm{C}_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^{N} \mathrm{C}_{ic} = 1$$

$$\sum_{i=1}^{N} \mathrm{C}_{i\text{г}} = 1$$

$$\mathrm{C}_{\text{с}} + \mathrm{C}_{\text{г}} = 1$$

Пластың әр нүктесінде қоспа құрамы әр түрлі. Егер капиллярлық қысымды ексермесек онда

$$\nabla\left\{\left(\frac{\frac{\rho_{\text{с}} k_{\text{с}}}{\text{М}_{\text{с}}\mu_{\text{с}}}+\frac{\rho_{\text{г}} k_{\text{г}}}{\text{М}_{\text{г}}\mu_{\text{г}}}E_i}{1+\text{С}_{\text{г}}(E_i-1)}\right)\text{С}_i\cdot\nabla p\right\}=-m\frac{\partial}{\partial t}\left\{\left(\frac{\frac{\rho_{\text{с}}}{\text{М}_{\text{с}}}S_c+\frac{\rho_{\text{г}}}{\text{М}_{\text{г}}}S_{\text{г}}E_i}{1+\text{С}_{\text{г}}(E_i-1)}\right)\text{С}_i\right\}\quad(***)$$

$$\sum_{i=1}^{N}\text{С}_i=1$$

$$S_c+S_{\text{г}}=1$$

$$\text{С}_{\text{г}}=\frac{\frac{\rho_{\text{г}}}{\text{М}_{\text{г}}}S_{\text{г}}}{\frac{\rho_{\text{г}}}{\text{М}_{\text{г}}}S_{\text{г}}+\frac{\rho_{\text{с}}}{\text{М}_{\text{с}}}S_c}$$

E_i, $\rho_г$, $M_г$, ρ_c, M_c, $\mu_г$, μ_c, шамалары C_i,p және Т берілген функциялары болып табылады. Изотермиялық ағыс кезінде N+3 шаманы анықтау керек: C_i, i=1,2,..,N; p; S_c және $S_г$ уақыт пен кеңістіктің координтасының функциялары. (***) – N теңдеуді береді. Одан кеінгі 2 теңдеуді ескерсек жетпей тұрған қосымша теңдеу

$$\sum_{i=1}^{N} C_{ic} = 1$$

Немесе

$$\sum_{i=1}^{N} \frac{C_i}{1 + C_г(E_i - 1)} = 1$$

N+3 белгісіз шаманы анықтауға осы N+3 теңдеу қолданылады.