

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.І, Ч.V. - Б. 247-252

ЖЫЛУАЛМАСУПРОЦЕСТЕРІНДЕ ЭНЕРГИЯНЫҮНЕМДЕУ ЖЫЛУБЕРУҮРДІСІНҚАРҚЫНДАТУ

*Жақсылық А.М., т.ғ.м. аға оқытушы
Бақытбек Е., т.ғ.м., оқытушы*

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

Адамзаттың барлық іс-әрекеті энергияның кез-келген түрін тікелей қолданумен байланысты. Жер қойнауының энергетикалық қорын [отын-энергетикалық ресурстар (қазба отын) – көмір, мұнай және газ] қолдана отырып адам өз тіршілігі үшін қажетті өнеркәсіпті, соның ішінде негізгі энергия тасымалдағыштарды (жылулық және электр энергиясы) генерирлейтін қондырғыларды, тасымалдайтын қондырғыларды және машиналарды ойлап тапты, ғылым мен медицина, әрі мәдениетті дамытты. Жылу және электр энергиясын өндіру және тарату жүйесін тиімділендіру және энергияны үнемдеу, энергетикалық және су балансына түзетулер енгізу жылу энергетиканың даму болашағын жоғарылатады, сонымен қатар техникo-экономикалық көрсеткіштерді арттырады. Қазіргі таңдағы негізгі мәселе – энергия үнемдегіш технологиялардың көмегі арқылы меншікті энергия тұтыну көрсеткішін барлық салаларда төмендету.

Адамзаттың өмірі үшін энергия айтарлықтай маңызды қызметтер атқарады. Жылыту, суыту, жарықтандыру, тұрмыстық құралдар, көлік сияқты қызметтерге сұраныс артуда. Энергия негізгі мұқтаждықтарды қанағаттандырады және экономикалық өсу мен әлеуметтік дамудың маңызды бөлігі болып табылады. Энергияны өндіру үшін отын керек - газ, мұнай, көмір, ядролық энергия біріншілік энергия көздері (күн, жел күшімен қимылдаушы және гидроэнергия) және т.б.. Осы энергияның барлық түрлерін қандай да бір машиналар немесе қондырғылардың көмегімен түрлендіру қажет. Көптеген елдерде біріншілік энергияның көп мөлшері жабдықты пайдалану үшін босқа жоғалады. Дегенмен энергияны сақтау және оны қолданудың тиімділігін жоғарылату туралы білім дамуда.

Қазіргі таңдағы негізгі мәселе – энергия үнемдегіш технологиялардың көмегі арқылы меншікті энергия тұтыну көрсеткішін барлық салаларда төмендету.

Жылу техника – табиғи көздердің энергиясын жылу, механикалық және электр энергиясына түрлендіретін техникалық құрылғылар мен теорияны,

сонымен қатар тұрғын үй коммуналды шаруа-шылығы мен кәсіпорындардың технологиялық, ыстық сумен қамдау, желдету, жылуландыру мұқтаждықтары үшін жылу қолданатын құрылғылар мен теориясын қарастыратын ғылым саласы. Жылу техникада энергияны үнемдеу жылуалмастырғыш қондырғыларда жылудың берілуін, түрлі шектік жағдайларда қалыпты және қалыпсыз жылуөтуді, ішкі жылу бөліну мен фильтрация, денелер мен газдардың арасындағы сәулелік жылуалмасуды, қайнау және конденсация кезіндегі жылуалмасуды қарқындату сұрақтарын қамтиды.

Жылулық энергияны сақтау немесе үнемдеу көбінесе жылудың денеде таралу процесі мен екі дене арасындағы жылуалмасу процестеріне тәуелді. Жылуалмасу процесі машиналардағы, қозғалтқыштардағы, қондырғылардағы, ғимараттардың сыртқы қабырғаларындағы өтетін процестердің негізгі құрама бөлігі болып табылады.

Жылуалмасу проблемалары (сұрақтары) мен энергия үнемдеуде екі негізгі мәселені қарастыру керек.

1. Белгілі жағдайға немесе шарттарға байланысты дененің бір бөлігінен екінші бір бөлігіне өтетін немесе бір денеден екінші бір денеге берілетін жылу мөлшерін анықтау. Бұл мәселенің жылуал-мастырғыш қондырғыларды, тегіс немесе цилиндрлі қабырға арқылы жылу беруді есептегенде, жылу оқшаулағыштан өткен жылу шығынын анықтағында маңыздылығы жоғары.

2. Жылуалмасу процесі өтетін дененің әрбір бөлігіндегі (нүктесіндегі) температураны анықтау. Бұл мәселенің машина бөліктерін, қоршаған қабырғаны есептегенде маңыздылығы жоғары. Өйткені материалдардың беріктігі температураға тәуелді, ал температураның әрқелкі таралуынан термиялық кернеу пайда болады.

Жылулық энергияны тасымалдаудың үш түрлі әдісі бар:

- 1) жылу өткізгіштік – ыстық денеден суық денеге жылудың берілуі.
- 2) конвекция – кеңістікте дене бөлшектерінің орынауыстыруы арқылы жылудың берілуі және ол қозғалыстағы сұйықтармен газдарда байқалады.
- 3) жылулық сәулелену – денелер арасында байланыс болмаған кезде электромагнитті толқындар арқылы энергияның берілуі.

Көп жағдайда бір денеден екінші денеге жылу бір мезетте екі немесе үш әдіспен беріледі. Мысалы, қатты бет пен сұйық (немесе газ) арасында жылудың алмасуы бір мезетте жылу өткізгіштік және конвекция арқылы жүреді, әрі ол конвективті жылуалмасу немесе жылу беру деп аталады. Бу қазандарында ошақ газдарынан жылу тасымалдағышқа (су, бу, ауа) жылудың берілу процесі кезінде бір мезетте жоғарыда келтірілген үш әдісте қатар қолданылады – жылу өткізгіштік, конвекция және жылулық сәулелену. Егер ыстық денеден суық денеге жылу оларды бөліп тұрған бет арқылы берілсе, онда ол жылу беру процесі деп аталады.

Жылуалмасу қарқындылығы жылуағынының тығыздығымен (q) сипатталады. q жылуағынның тығыздығы (немесе меншікті жылуағыны) деп Δt (с) уақыт бірлігінде F (m^2) бет арқылы өткен.

ΔQ (Дж) жылу мөлшері айналады:

$$q = \frac{\Delta Q}{\Delta \tau \cdot F}, \text{ [Дж/(м}^2 \cdot \text{с) немесе Вт/м}^2\text{]} \quad (1)$$

Фурьенің жылуөткізгіштік заңының математикалық сипаттамасы:

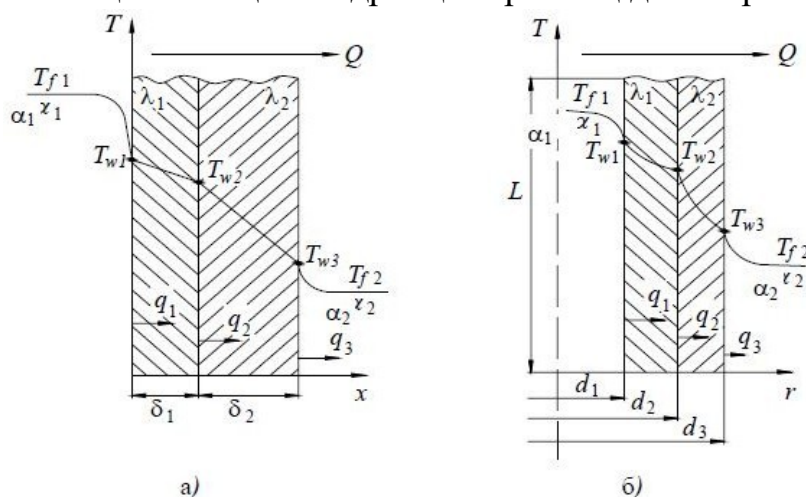
$$\Delta Q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} F \cdot \Delta \tau \text{ немесе } q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial n} \quad (2)$$

Жылуберу деп арасы бет арқылы бөлінген температуралары әртүрлі екі сұйықтың арасындағы жылуалмасуды айтады. Қалыпты жылуберудің теңдеулерін бір қабатты және көп қабатты жазық және цилиндрлі қабырғалар арқылы жылуберу процесі үшін қолдануға болады. Жылуберу процесін есептеу үшін ағылшын математигі және физигі Исаак Ньютонның (1643–1727жж.) заңы қолданылады:

$$Q = \alpha F (T_w - T_f), \text{ [Вт]} \quad (3)$$

мұндағы α – жылуберу коэффициенті, Вт/(м²·К); F – жылуалмасу ауданы, м²; T_w, T_f – қабырға бетімен сұйықтың температурасы, К.

Қалыпты жылуберудің теңдеулерін бір қабатты және көп қабатты жазық және цилиндрлі қабырғалар арқылы жылуберу процесі үшін қолдануға болады. Мысалы, ыстық дененің температурасы T_{f1} және жылуберу коэффициенті α_1 , ал суық дененің температурасы T_{f2} және жылуберу коэффициенті α_2 деп белгілейік. Тегіс әрбір қабырғаның қалыңдығы (ені) – δ_1 және δ_2 , ал екі қабатты цилиндрлі қабырғаның диаметрі – d_1, d_2 және d_3 .



1- сурет. Екі қабатты тегіс (а) және цилиндрлі (б) жүйедегі температураның таралуы

Көп қабатты тегіс қабырғаның (1, а - сурет) биіктегі мен қалыңдығы, сонымен қатар цилиндрлі қабырғаның L ұзындығы (1, б - сурет) олардың жалпы қалыңдығынан едәуір үлкен. Қабаттар арасындағы жылулық

байланысты стационарлы режимде идеалды деп санауға болады.

Стационарлы жылулық режимде бар жылу алдымен конвекция нәтижесінде ыстық денеден іш-кі қабырғаға беріледі, содан кейін барлық қабаттар арқылы жылуөткізгіштік арқылы және соншамөлшердеконвекцияарқылысуық сұйыққа беріледі.

1. Көпқабаттытегісжүйе арқылы ыстық денеден суық денеге жылуберу (мысалы,екі қабатты қабырға), [Вт]:

$$\begin{aligned}
 Q &= \alpha_1 \cdot F \cdot (T_{f1} - T_{w1}) = \frac{F \cdot (T_{f1} - T_{w1})}{R_{\alpha 1}}; \\
 Q &= \frac{\lambda_1}{\delta_1} \cdot F \cdot (T_{w1} - T_{w2}) = \frac{F \cdot (T_{w1} - T_{w2})}{R_1}; \\
 Q &= \frac{\lambda_2}{\delta_2} \cdot F \cdot (T_{w2} - T_{w3}) = \frac{F \cdot (T_{w2} - T_{w3})}{R_2};
 \end{aligned} \tag{4}$$

Бұдан төрт белгісізі бар ($Q; T_{w1}; T_{w2}; T_{w3}$) төрт тендеу пайда болды.Тендеулер жүйесін шеше отырып,тегіс жүйе арқылы өтетін жалпы жылу ағынын Q табамыз:

$$Q = \frac{F \cdot (T_{f1} - T_{f2})}{R_{\alpha 1} + R_1 + R_2 + R_{\alpha 2}}, [\text{Вт}] \tag{5}$$

Егер тегіс қабаттардың саны n болса, онда жылу ағыны:

$$Q = \frac{F \cdot (T_{f1} - T_{f2})}{R_{\alpha 1} + \sum_{i=1}^n R_i + R_{\alpha 2}} = k \cdot F \cdot (T_{f1} - T_{f2}) = \frac{F \cdot (T_{f1} - T_{f2})}{\frac{1}{k}}, [\text{Вт}] \tag{6}$$

мұндағы R – жылу берудің термиялық кедергісі;

k –жылу беру коэффициенті, ол тегіс жүйе арқылы жылу беру процесінің қарқындылығын сипаттайды:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, [\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})] \tag{7}$$

Екі қабатты тегіс жүйенің границаларындағы температура:

$$T_{w1} = T_f - k \cdot (T_{f1} - T_{f2}) \cdot R_{\alpha 1};$$

$$T_{w2} = T_{f1} - k \cdot (T_{f1} - T_{f2}) \cdot (R_{\alpha 1} + R_1); \tag{8}$$

$$T_{w2}T_{w3} = T_{f1} - k \cdot (T_{f1} - T_{f2}) \cdot (R_{\alpha1} + R_1 + R_2).$$

Тегіс қабаттардың саны n болғанда, тегіс жүйенің кез-келген границаларындағы температура:

$$T_{wi} = T_{f1} - k \cdot (T_{f1} - T_{f2}) \cdot \sum_{i=1}^i (R_{\alpha1} + R_i). \quad (9)$$

Тегіс жүйе үшін жылу ағынының тығыздығы: $q=Q/F, [Вт/м^2]$.

2. Көп қабатты цилиндрлі жүйе арқылы ыстық сұйықтан суық сұйыққа жылу беру, [Вт]:

$$\begin{aligned} Q &= \alpha_1 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot L \cdot (T_{f1} - T_{w1}) = \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{f1} - T_{w1})}{R_{\alpha1}}; \\ Q &= \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{w1} - T_{w2})}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1}} = \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{f1} - T_{w1})}{R_1}; \\ Q &= \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{w2} - T_{w3})}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2}} = \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{w2} - T_{w3})}{R_2}; \end{aligned} \quad (10)$$

$$Q = \alpha_2 \cdot \pi \cdot d_3 \cdot L \cdot (T_{w3} - T_{f2}) = \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{w3} - T_{f2})}{R_{\alpha2}};$$

Теңдеулер жүйесін шеше отырып, цилиндрлі жүйе арқылы өтетін жалпы жылу ағынын Q табамыз:

$$Q = \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{f1} - T_{f2})}{R_{\alpha1} + R_1 + R_2 + R_{\alpha2}}, [Вт]. \quad (11)$$

Егер цилиндрлі қабаттардың саны n болса, онда жылу ағыны:

$$Q = \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{f1} - T_{f2})}{R_{\alpha1} + \sum_{i=1}^n R_{i1} + R_{\alpha2}} = k_L \cdot \pi \cdot L \cdot (T_{f1} - T_{f2}) = \frac{\pi \cdot L \cdot (T_{f1} - T_{f2})}{\frac{1}{k_L}}, [Вт] \quad (12)$$

мұндағы R – жылу берудің термиялық кедергісі;

k_L – жылу беру коэффициенті, ол цилиндрлі жүйе арқылы жылу беру процесінің қарқындылығын сипаттайды:

$$k_L = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 \cdot d_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2 \cdot \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot d_{n+1}}}, [Вт/(м^2 \cdot К)] \quad (13)$$

Цилиндрлі қабаттардың саны n болғанда, цилиндрлі жүйенің кез келген границаларындағы температура:

$$T_{wi} = T_{f1} - k \cdot (T_{f1} - T_{f2}) \cdot \sum_{i=1}^i (R_{\alpha1} + R_i). \quad (14)$$

Цилиндрлі жүйе үшін жылу ағынының тығыздығы (1м ұзындық бойынша): $qL=Q/L, [Вт/м]$.

Сәуле бөлу арқылы денелер арасындағы қосынды жылу берілу келесідей анықталады:

$$Q_{12} = \varepsilon_n c_0 F \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right], [Вт] \quad (15)$$

мұндағы ε_n – дененің келтірілген қаралық дәрежесі; c_0 – абсолют қара дененің сәулелену коэф-фициенті, $c_0=5,67Вт/(м^2 \cdot К^4)$; F – жылу беру бетінің ауданы, $м^2$.

Осы заңдылықтардың негізінде жылу беруді қарқындату ережелерін қалыптастыруға болады.

1. Егер бір жылу бергіштік коэффиценті екіншісінен үлкен не кіші болса: $\alpha_1 \ll \alpha_2$ немесе $\alpha_1 \gg \alpha_2$, онда жылу беруді қарқындату үшін жылу бергіштік коэффиценттерінің кішісінің шамасын арттыру керек.

2. Егер жылу бергіштік коэффиценті шамамен тең болса: $\alpha_1 \approx \alpha_2$, онда жылу беруді қарқындату үшін екі жылу бергіштік коэффиценттерінің шамасын арттыру керек.

3. Жылу бергіштік коэффиценттерінің үлкенінің шамасын арттыру арқылы жылу беруді қар-қындату-әрқашанда экономикалық тұрғыда тиімсіз.

4. Егер дененің физикалық табиғатына немесе құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты жы-лу бергіштік коэффиценттерінің кішісінің шамасын арттыру мүмкін болмаса, онда жылу бергіш жүйе-енің бетіне осы кіші жылу бергіштік коэффиценті жағынан қабырға орналастыру керек. Тегіс немесе цилиндрлі жүйелер үшін төртбұрышты немесе домалақ пластиналарды қабырға ретінде тығыз орна-ластыру керек. Жүйені қабырғалау коэффиценті ϕ – қабырғалы жүйе бетінің ауданының жазық бет-ке қатынасы тең. Мысалы, сұйықтың жылу бергіштік коэффиценті $\alpha_1=1000$ $Вт/(м^2 \cdot К)$, қоршаған ор-таның жылу бергіштік коэффиценті $\alpha_2=10$ $Вт/(м^2 \cdot К)$ болса, онда қабырғалау коэффиценті $\phi=25$, ал кіші α_2 жағынан шамамен 20 есеге артады.

Жылу беру коэффицентін азайту үшін құрылым арқылы жүйенің

термиялық кедергісін арттыру керек, яғни қабырғаны жылулық қоқшаулау қажет.

Қорытынды. Жылулық энергияны сақтау немесе үнемдеу көбінесе жылудың денеде таралу процесі мен екі дене арасындағы жылуалмасу процесіне тәуелді. Жылуалмасу процесі машина-лардағы, қозғалтқыштардағы, қондырғылардағы, ғимараттардың сыртқы қабырғаларындағы өтетін процестердің негізгі құрама бөлігі болып табылады. Қазіргі таңда әлем бойынша ғылыми ізнестердің өзі жаппай энергияны үнемдеу проблемаларын әкеліп тіреледі. Жылуалмасу процесі қарқындата отырып энергияны үнемдеуде бір саты алға ілгерілеуге болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 Амерханов Р.А. Теплотехника. / Р.А. Амерханов, Б.Х. Драганов – М.: Энергоатомиздат, 2006, 432 с.
- 2 Арутюнян А.А. Основы энергосбережения. - М., 2007
- 3 Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения. Учебник – М.: 2006. - 352 с.
- 4 Свидерская О.В. Основы энергосбережения. - Мн., 2008
- 5 Полонский В.М. Энергосбережение. - М., 2005
- 6 Самойлов М.В. Основы энергосбережения. - Мн., 2004