

№ 4 дәріс

Стационар режимде жылудың өтуі

Бөліп тұратын қабырға арқылы екі орта аралығындағы жылу алмасу жылу өту деп аталады. Жылу өту – екі орта мен дене қатысатын жылу алмасудың күрделі түрі. Жылу өтуде жылу алмасудың барлық түрлері (жылу өткізгіштік, конвекция, сәулелену) бірлесіп, бір мезгілде қатысады.

Көбінесе есептеулерде жылу алмасудың бір түрі негізгі, ал басқа түрі қосалқы болады. Мысалы, егер конвективті жылу алмасу түрі сәулеленуге қарағанда басымырақ болса, ол негізгі болып саналады да, жалпы жылу алмасуды есептеу үшін келесі тәуелділікті қолданады:

(1.1)

мұндағы

Стационар жағдайда жылу өту арқылы берілетін жылу мөлшері жылу өтудің негізгі теңдеуімен анықталады:

(1.2)

мұндағы

K – жылу өту коэффициенті, өлшем бірлігі негізгі теңдеуден анықталады:

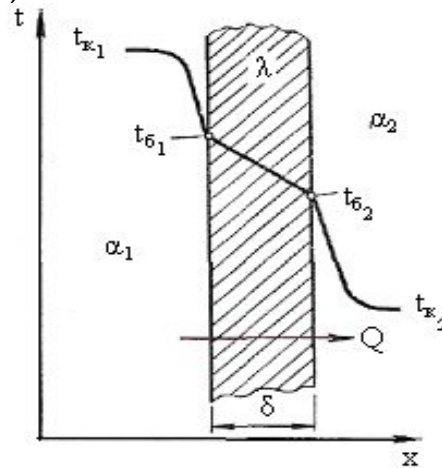
(1.3)

Жылу өту коэффициенті жылу өту процесінің сандық сипаттамасы, ол температуралар айырымы бір градус болатын бір тасымалдағыштан екінші тасымалдағышқа бірлік бет арқылы бірлік уақытта берілетін жылу мөлшерін көрсетеді.

Жылу өту коэффициенті өзара жылу өткізгіштік және жылу беру коэффициенттерімен байланысты.

Жазық қабырға арқылы жылу өту

Стационарлы режим жағдайында бір өлшемді температуралық өрістегі жылу ағынын қарастырайық (1-сурет).



1-сурет. Жазық қабырға арқылы жылу өту

Ыстық жылу тасымалдағыштан берілетін барлық жылу қабырға арқылы өтіп, суық жылу тасымалдағышқа беріледі, яғни көрсетілген жылу мөлшерлері өзара тең. Осы жағдайда жылу ағыны үшін үш теңдеулер жүйесін жазуға болады:

(1.3)

мұндағы

Теңдеулер жүйесінен жеке температуралық тегеурін анықталады:

(1.4)

Алынған (1.4)-ші теңдеудің сол және оң жақтарын қоссақ, толық температуралық тегеурінді өрнектейтін теңдеу аламыз:

(1.5)

бұдан меншікті жылу ағынының мәні анықталады:

(1.6)

(1.6)-шы теңдеуге сәйкес жылу ағыны – екі жылу тасымалдағыш аралығындағы температуралар айырымына тура, ал термиялық кедергілер қосындысына кері пропорционал.

δ/λ – қабырғаның термиялық кедергісі, $1/\alpha_1$, $1/\alpha_2$ – ыстық жылу тасымалдағыштан суық жылу тасымалдағышқа жылу берудің термиялық кедергілері.

(1.6)-шы теңдеудегі кедергілерді K арқылы белгілейміз:

(1.7)

бұдан (1.6)-шы теңдеу жазылады:

(1.8)

K шамасы жылу өту коэффициенті деп аталады. Бұл коэффициент жылу өткізгіштік коэффициенті мен жылу беру коэффициенті арқылы жылу алмасу түрлері арасындағы байланысты орнатады.

Жылу өту коэффициентіне кері шама жылу өтудің толық термиялық кедергісі деп аталады:

(1.9)

Цилиндрлі қабырға арқылы жылу өту

Температуралары ыстық және суық сұйықтықтар цилиндрлі қабырға арқылы бөлініп тұрсын. Стационар режим жағдайында ыстық сұйықтықтан берілетін және суық сұйықтықта таралатын жылу мөлшері бірдей. Осы жағдайда жылу мөлшері өрнектеледі:

(1.1)

Алынған теңдеуден температуралар айырымын анықтаймыз:

(1.2)

(1.2)-ші теңдеуді өзара жинақтап, толық температуралық тегеурінді анықтайтын теңдеуді аламыз:

(1.3)

Бұдан жылу ағыны тең:

(1.4)

Келесі белгілеуді енгізсек, (1.4)-ші теңдеу жазылады:

(1.5)

(1.6)

K_l – құбырдың бірлік ұзындығына келетін жылу өту коэффициенті.

Орташа температуралық тегеурін

Жылу алмасу процесінде ыстық және суық жылу тасымалдағыш температуралары қабырға беті мен уақыт бойынша өзгермесе, онда температуралық тегеурін ыстық және суық жылу тасымалдағыш температураларының айырымына тең

(1.1)

Алайда, мұндай жағдай жылу алмасуға қатысатын заттардың бірі қайнаған сұйықтық болса, ал екіншісі конденсирленген бу болса ғана орындалады. Басқа жағдайларда жылу алмасу процесінде жылу тасымалдағыштардың температуралары қабырға беттері бойында өзгереді, демек температуралық тегеурін де өзгереді. Сондықтан жылу өтудің негізгі теңдеуіндегі температуралық тегеуріннің орташа мәні алынуы қажет:

(1.2)

Екі сұйықтық температураларының жазық бет бойынша өзгерісін аналитикалық зерттеу арқылы алынатын формула бойынша орташа температуралық тегеурін мәнін анықтауға болады.

Орташа температуралық тегеуріннің мәнін анықтайтын формула өрнектеледі:

(1.3)

Жылулық изоляция

Жылу беруді төмендету үшін термиялық кедергілерді жоғарлату қажет. Көптеген жағдайларда мұны қабырғаға жылулық изоляция қабатын жасау арқылы жүргізеді. Жылулық изоляция дегеніміз қоршаған ортаға жылудың шығынын азайтатын қосымша кез-келген жабу түрі. Изоляцияны таңдау мен есептеу экономикалық тұрғыдан тиімді, технология мен санитария талаптарына сай жүргізіледі.

Изоляция ретінде 50-100 °C температурада жылу өткізгіштік коэффициенті 0,2 ккал/м·сағ·K мәнінен кіші материалдар қолданылады. Мұндай материалдарға: асбест, слюда, ағаш, шымтезек, шыны мақтасы, ағаш үгінділері жатады. Алайда, толық изоляция жағдайын материалдың жылу өткізгіштік коэффициенті емес, практика үшін маңызы зор жалпы қондырғының жылу өткізгіштік коэффициенті айқындайды.

Изоляцияның сыртқы бетіндегі мен оның астыңғы бөлігіндегі температураларды және жылу өткізгіштік коэффициенттерін біле отырып, изоляцияға қажетті қалыңдықты анықтайды. Изоляцияланған құбырлар үшін жылу шығыны изоляция қалыңдығы артқан сайын пропорционал кемімейді. Себебі құбыр қалыңдығы артқан сайын изоляция қабатының термиялық кедергісі артып,

(1.1)

қоршаған ортаға жылу берудің термиялық кедергісі кемиді

(1.2)

Сондықтан изоляция қабатының қалыңдығын арттырмау үшін, жылу өткізгіштік коэффициенті тым аз материалдарды қолданады. Себебі изоляция қабатының қалыңдығын арттырған сайын қоршаған ортаға жылу шығыны керісінше кемімей, арта түседі.

Изоляция қалыңдығының белгілі бір мәнінде жылу шығынының максимал мәні байқалады. Осы кездегі құбыр диаметрі (изоляция қалыңдығы) изоляцияның ауыспалы диаметрі деп аталады. Оның мәнін ұзындығы 1 метр цилиндрлі қабырғаның жылу өткізгіштік коэффициентін анықтайтын формуладан есептеуге болады:

(1.3)