

№ 3 дәріс. Қайнау мен конденсация кезінде жылу беру.

Сұйықтықтардың қайнауы мен булардың конденсациясы кезінде жылу беру басқа заңдылықтарға бағынады. Қайнау процесі қыздыру бетінде бу көпіршіктерінің түзілуімен ерекшеленеді. Сұйықтықтардың қайнау режимі қыздыру бетіндегі температура мен сұйықтықтың орташа қайнау температурасының айырымына тәуелді:

(1.1)

Температуралар айырымының төмен мәнінде, соған сәйкес меншікті жылу ағынының төмен мәнінде көпіршікті қайнау режимі орнығады. Температуралар айырымы және меншікті жылу ағынының мәндері артқан сайын жылу беру қарқындылығы артады. Температуралар айырымы мен меншікті жылу ағынының белгілі бір мәнінде көпіршіктер бірігіп, қыздыру бетінде бу қабыршағы түзіледі де, қайнаудың қабыршақты режимі басталады. Бұл жағдайда сұйықтықтың қыздыру бетімен әсерлесуі нашарлап, жылу беру төмендейді. Ары қарай температуралар айырымы мәнін арттырғанда қабыршақты қайнау аймағында жылу беру арта түседі.

Қайнаудың көпіршікті режимінің қабыршақты режиміне ауысуына сәйкес келетін мәндері ауыспалы кезең мәндері деп аталады. Түрлі сұйықтықтар үшін бұл мәндер әртүрлі болады.

Мысалы, су үшін табиғи конвекция жағдайында және атмосфералық қысымда:

Конденсация кезінде жылу беру қарқындылығы конденсация түріне тәуелді. Конденсация түрлері: қабыршақты, тамшы түрінде, аралас конденсация. Жылу алмасу аппараттарында көбінесе, қабыршақты конденсация байқалады.

Конденсация процесінде анықтаушы температура ретінде конденсат қабыршағының орташа температурасы және бу конденсациясының температурасы алынады. Инженерлік есептеулерде осының екіншісі қолданылады. Бу жылдамдығы 10 м/с шамасынан кіші болған жағдайда ұқсастық сандар теңдеуі өрнектеледі:

(1.2)

K – фазалық ауысудың ұқсастық саны

(1.3)

мұндағы,

Анықтаушы температура ретінде қаныққан бу температурасы алынады.

A' және n' коэффициенттерінің мәні жылу алмасу бетінің геометриялық орналасуына тәуелді.

Сәулелі жылу алмасу

Сәулелі жылу алмасудың ерекшелігі денелер өзара түйіспей-ақ жылу алмасуға қатысады. Жылу алмасудың бұл түрі сәулелену арқылы жүзеге асырылады.

Жылулық сәулелену – ішкі атомдық процестердің нәтижесі. Температураны арттырған сайын бұл процестің қарқындылығы артады. Денені қыздырғанда оның температурасы артып, сәулелену энергиясының мөлшері тез артады. Сәулелі энергия бөлшектердің ағыны ретінде таралады. Бөлшектер ағыны квант немесе фотон деп аталады және электромагнитті толқындардың қасиетін көрсетеді.

Сәулелі жылу алмасуда дене жарық және инфрақызыл сәулелерін өзіне сіңіріп, олардың энергиялары жылу энергиясына айналады. Жарық және инфрақызыл сәулелерінің физикалық қасиеттері бірдей, алайда олар толқын ұзындықтары бойынша ерекшеленеді. Жарық сәулелері үшін 0,4-0,8 мк, инфрақызыл сәулелері үшін 0,8-400 мк.

Барлық денелер сәуле шығарумен қатар үздіксіз сәулелі энергияны сіңіріп отырады. Бірдей температура жағдайында денелердің бүкіл жүйесі қозғалмалы жылулық тепе-теңдік жағдайда болады.

Бірлік уақытта бірлік беттің сәулелену энергиясының мөлшері дененің сәуле беру қабілеттілігі деп аталады:

(1.1)

Денеге түсетін энергияның жалпы мөлшерінің бір бөлігі сіңіріледі , бір бөлігі шағылады , бір бөлігі дене арқылы өтеді . Энергия балансы жазылады:

$$(1.2)$$
$$(1.3)$$

мұндағы дененің сәулені сіңіру қабілеттілігін сипаттайды;
дененің сәулені шағылыстыру қабілеттілігін сипаттайды;
дененің сәулені өткізу қабілеттілігін сипаттайды.

Осы айтылғандарға сәйкес (1.3)-ші теңдеу жазылады:

$$(1.4)$$

Егер дене өзіне түскен энергияның барлығын сіңірсе, онда дене абсолютті қара дене деп аталады. Мұндай жағдайда $A=1$, $R=D=0$. Табиғатта абсолютті қара дене жоқ. Мұнай күйесінің сіңіру қабілеттілігі ең жоғары, оның мәні $A=0,9:0,96$.

Егер $R=1$, ал $A=0$, $D=0$ болса, онда денеге түскен энергияның барлығы шағылады. Мұндай дене абсолютті ақ дене немесе айналы дене деп аталады. Жылтыратылған металдар үшін $R=0,06:0,98$ аралығында болады.

Түскен энергияны түгел өткізіп жіберетін денелер абсолютті мөлдір немесе диатермиялық денелер деп аталады. Бұл жағдайда $D=1$, $A=R=0$. Бұған мысал таза ауа. A , R , D шамаларының мәні дененің физикалық қасиеттеріне, оның бетінің жағдайына, температураға және түскен сәуленің толқын ұзындығына тәуелді болады.

Кирхгоф барлық денелердің сәуле беру қабілеттілігінің сәулені сіңіру қабілеттілігіне қатынасы бірдей және тек қана температураға тәуелді болатындығын анықтады:

(1.5)

мұндағы A_0 абсолютті қара дене үшін.

Оның мәні $A_0=1$ болғандықтан, кез-келген температурада сәулелену мәні максимал болады.

Кез-келген дененің сәулелену қабілеттілігінің абсолютті қара дененің сәулелену қабілеттілігіне қатынасы қараю дәрежесі деп аталады:

(1.6)

Қараю дәрежесі 0-1 аралығында өзгереді және температураға, дене табиғатына, оның бетінің жағдайларына тәуелді.

Стефан-Больцман заңы бойынша абсолютті қара дененің сәуле шығару қабілеттілігі E_0 оның бетінің абсолютті температурасының төртінші дәрежесіне пропорционал:

(1.7)

мұндағы K_0 – абсолютті қара дененің сәулелену тұрақтысы.

Стефан-Больцман теңдеуі есептеулерде қолайлы болу үшін мына түрде қолданылады:

(1.8)

мұндағы C_0 абсолютті қара дененің сәуле шығару коэффициенті.

Газдардың сәуле таратуы

Газдар да сәуле шығаруға және сіңіруге қабілетті, алайда олардың сәуле тарату заңдылықтары қатты денелерге қарағанда өзгеше келеді.

Газдар қатты денелер сияқты барлық толқын ұзындығы диапазонында емес, тек белгілі бір толқын ұзындығы аралығында ғана энергия шығарады немесе сіңіреді. Басқа толқын ұзындықтарында немесе белгілі бір жолақтан тыс олар түссіз болады. Газдар сәулені бүкіл көлемімен шығарады және сіңіреді, ал қатты денелер тек қана бетімен сәуле шығарады, не сіңіреді.

Газдардың сәулені сіңіру қабілеттілігі сәуле жолындағы молекулалар көп болса, арта түседі. Сәуле жолдың ұзындығына, газдың тығыздығына (парциалды қысымына), немесе көбейтіндісіне тәуелді. Сондай-ақ газдардың сәулені сіңіру қабілеттілігі температураға да тәуелді. Газдардың сәулені сіңіру қабілеттілігін мынадай тәуелділікпен өрнектеуге болады:

(1.9)

Газдардың сәулелену қабілеттілігі Стефан-Больцман заңынан біршама ауытқиды, алайда практикалық есептеулерге қолайлы болу үшін қатты денелерге арналған формуланы қолданады.