

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

ЎЗБ
621.03
11822



«ИССИҚЛИК ТЕХНИКАСИНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ»
фанидан тажриба ишлари тўплами

УСЛУБИЙ ИШЛАНМАСИ

2-қисм

Т о ш к е н т 2 0 0 7

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

УЗБ
Б21.03
И822

«ИССИҚЛИК ТЕХНИКАСИНING НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ»
фанидан тажриба ишлари тўплами

УСЛУБИЙ ИШЛАНМАСИ

2-қисм

1538844

Тошкент 2007

«Иссиқлик техникасининг назарий асослари» фанидан тажриба ишлари тўплами услубий ишланмаси. 2-қисм. Алимова М.М., Мавжудова Ш.С., Исаходжаев Х.С., Рахимжонов Р.Т., Умаржонова Ф.Ш.- Тошкент, ТошДТУ, 2007. -79 б.

Услубий ишланмада “Иссиқлик техникасининг назарий асослари” фанидан иссиқлик сиғими, буғланиш иссиқлиги, нам ҳаво ва иссиқлик бериш мавзуларига оид тажриба ишлари келтирилди.

Бакалавр таълим йўналиши талабаларига мўлжалланган.

Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети илмий-услубий кенгаши қарорига биноан чоп этилди.

Тақризчилар:

Физика-техника институти
“Селектив қоплаш ва қуёш иссиқлик
қурилмалари” лаборатория мудир, проф.
ТошДТУ ИЭ кафедраси
доценти, т.ф.н.

Р.Р.Авезов

Х.А.Алимов

1- тажриба иши

ЎТА ҚИЗИГАН СУВ БУҒИНИНГ ЎЗГАРМАС БОСИМДАГИ ИССИҚЛИК СИҒИМИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади: тажриба ўтказиш, ўлчаш натижаларига ишлов бериш ва олинган маълумотларни умумлаштириш бўйича талабалар малакасини ошириш.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Иш давомида берилган t_1 , t_2 ҳарорат оралиғида ўртача солиштирма массавий изобар иссиқлик сиғими $C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2}$ аниқланади.

Солиштирма массавий изобар иссиқлик сиғими $P=\text{const}$ босимда 1 кг модданинг ҳароратини 1 °С га ошириш учун керак бўладиган иссиқлик миқдорига тенгдир. Берилган ҳарорат оралиғи иссиқлик учун иссиқлик сиғимининг ўртача қиймати:

$$C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{q_p}{t_2 - t_1}, \frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot \text{гР}} \quad (1.1)$$

Бу ифода: q_p - ўзгармас босим ($P=\text{const}$) 1 кг моддага берилган иссиқлик миқдори ;
 t_1 - бошланғич ҳарорат, °С;
 t_2 - охириги ҳарорат, °С;

Солиштирма иссиқлик сиғимининг ўлчов бирлиги қуйидаги тенгликни ҳисобга олиш натижасида олинган: $(t_1 - t_2)^\circ\text{C} = (T_2 - T_1)\text{К}$.

$C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2}$ нинг қиймати ҳароратлар фарқига боғлиқ (умумий ҳолда босимга ҳам боғлиқ, лекин бу ишда бундай масала кўрилмади).

Ўлчашлар атмосфера босимида ўта қизиган сув буғи учун ўтказилади. Ўта қизиган сув буғи – берилган босимда қайнаётган сувнинг ҳарорати $t_{\text{кай}}$ га қараганда катта ҳароратга эга бўлган бугдир. Атмосфера босими одатда Тошкент шаҳри учун 720-730 мм сим.уст. (0,96-0,973 бар) га тенг; бунга эса қайнаш ҳарорати $t_{\text{кай}} = 99^\circ\text{C}$ тўғри келади.

«Иссиқлик техникасининг назарий асослари» фанидан тажриба ишлари тўплами услубий ишланмаси. 2-қисм. Алимова М.М., Мавжудова Ш.С., Исаходжаев Х.С., Рахимжонов Р.Т., Умаржонова Ф.Ш.- Тошкент, ТошДТУ, 2007. -79 б.

Услубий ишланмада “Иссиқлик техникасининг назарий асослари” фанидан иссиқлик сиғими, буғланиш иссиқлиғи, нам ҳаво ва иссиқлик бериш мавзуларига оид тажриба ишлари келтирилди.

Бакалавр таълим йўналиши талабаларига мўлжалланган.

Абу Райҳон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университети илмий-услубий кенгаши қарорига биноан чоп этилди.

Тақризчилар:

Физика-техника институти
“Селектив қоплаш ва қуёш иссиқлик
қурилмалари” лаборатория мудири, проф.
ТошДТУ ИЭ кафедраси
доценти, т.ф.н.

Р.Р.Авезов

Х.А.Алимов

ЎТА ҚИЗИГАН СУВ БУҒИНИНГ ЎЗГАРМАС БОСИМДАГИ ИССИҚЛИК СИҒИМИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади: тажриба ўтказиш, ўлчаш натижаларига ишлов бериш ва олинган маълумотларни умумлаштириш бўйича талабалар малакасини ошириш.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Иш давомида берилган t_1 , t_2 ҳарорат оралиғида ўртача солиштирма массавий изобар иссиқлик сиғими $C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2}$ аниқланади.

Солиштирма массавий изобар иссиқлик сиғими $P=\text{const}$ босимда 1 кг модданинг ҳароратини 1 °С га ошириш учун керак бўладиган иссиқлик миқдорига тенгдир. Берилган ҳарорат оралиғи иссиқлик учун иссиқлик сиғимининг ўртача қиймати:

$$C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{q_p}{t_2 - t_1} \cdot \frac{\text{кЖ}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \quad (1.1)$$

Бу ифода: q_p - ўзгармас босим ($P=\text{const}$) 1 кг моддага берилган иссиқлик миқдори ;

t_1 - бошланғич ҳарорат, °С;

t_2 - охириги ҳарорат, °С;

Солиштирма иссиқлик сиғимининг ўлчов бирлиги қуйидаги тенгликни ҳисобга олиш натижасида олинган: $(t_2 - t_1) \text{°С} = (T_2 - T_1) \text{К}$.

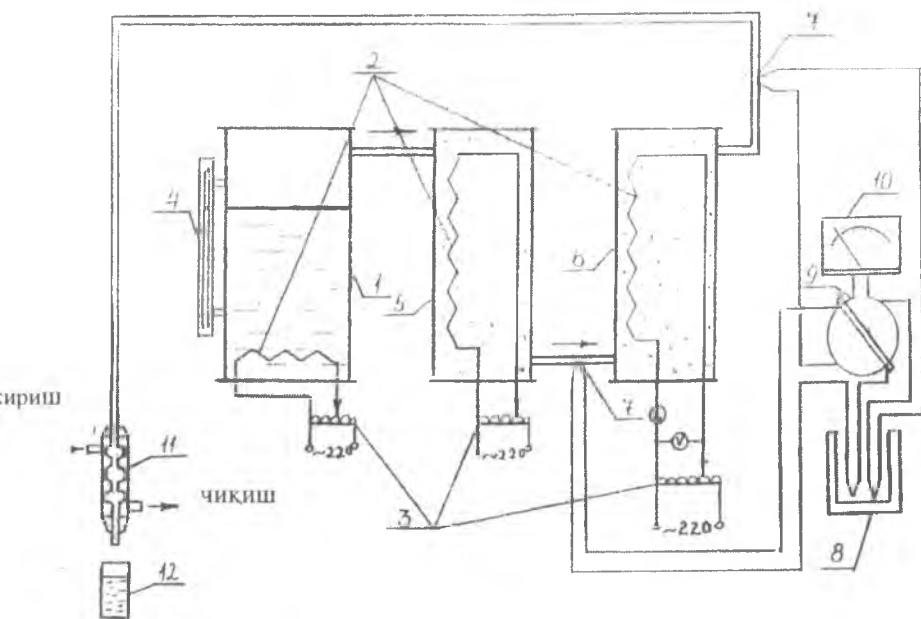
$C_{p_m} \Big|_{t_1}^{t_2}$ нинг қиймати ҳароратлар фарқига боғлиқ (умумий ҳолда босимга ҳам боғлиқ, лекин бу ишда бундай масала кўрилмади).

Ўлчашлар атмосфера босимида ўта қизиган сув буғи учун ўтказилади. Ўта қизиган сув буғи – берилган босимда қайнаётган сувнинг ҳарорати $t_{\text{қай}}$ га қараганда катта ҳароратга эга бўлган буғдир. Атмосфера босими одатда Тошкент шаҳри учун 720-730 мм сим.уст. (0,96-0,973 бар) га тенг; бунга эса қайнаш ҳарорати $t_{\text{қай}} = 99 \text{°С}$ тўғри келади.

Ўта қизиган буғ тўйинган буғга иссиқлик беришни давом эттириш натижасида ҳосил бўлади. Тўйинган буғ эса берилган босимда, қайнаётган сув билан мувозанат ҳолатида бўлиб, у билан бир хил ҳароратга эга бўлади. Қайнаётган сувнинг томчиларини ўзида сақлаган буғга нам тўйинган буғ дейилади. Қуруқ тўйинган буғнинг таркибида қайнаётган сув томчилари бўлмайди.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ

Ўта қизиган сув буғининг ўзгармас босимидаги массавий иссиқлик сизими $C_{p_m} \left| \frac{t_2}{t_1} \right.$ ни аниқлайдиган тажриба қурилмасининг чизмаси тасвири 1.1-расмда кўрсатилган.



1.1-расм.

Тажриба ўтказиш учун керак бўладиган буғ буғ генератори 1 да сувнинг ўзгармас атмосфера босими остида

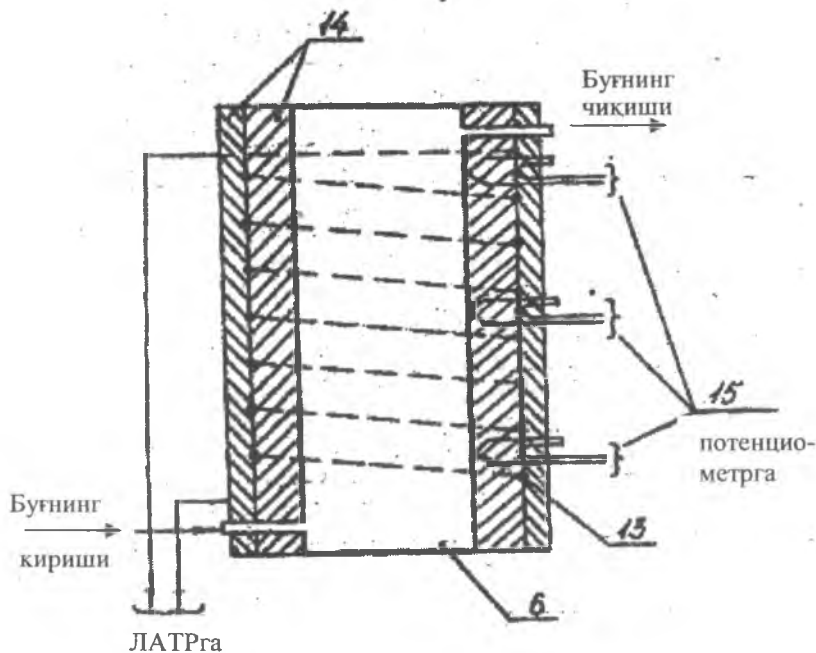
қайнаши туфайли ҳосил бўлади. Иссиқлик миқдори занжирида ЛАТР-3 бўлган электр қиздиргичларлардан ажралиб чиқади. ЛАТР электр қиздиргичларнинг қувватини сошлаш, қайнашнинг зарур бўлган жадаллигини ҳосил қилиш учун, яъни тажриба қурилмасидан вақт бирлигида ўтаётган буғнинг миқдорини сошлашга имкон беради. Сувнинг сатҳини назорат қилиб туриш учун буғ генератори сув сатҳини кўрсатувчи шиша найча 4 билан жиҳозланган. Буғ генераторда ҳосил бўлган нам тўйинган буғ қиздиргичга ўтади. Бу ерда $P = \text{const}$ босимда электр қиздиргич 2 дан ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори ҳисобига қуруқ тўйинган буғга айланади (яъни қуритилади). Қуруқ тўйинган сув буғининг ҳарорати ва электр қиздиргичнинг қуввати ЛАТР-3 орқали бошқарилади. Сўнгра t_1 ҳароратга эга бўлган қуруқ тўйинган буғ калориметр 6 га ўтади. Бу ерда у ўзгармас босимда электр қиздиргичдан ажралган иссиқлик миқдори ҳисобига маълум бир t_2 ҳароратигача қизитилади ва ўта қизиган буғга айланади. t_2 ҳароратни ЛАТР ёрдамида калориметр қизитгичининг қувватини бошқариш натижасида ҳосил қилиш мумкин. Занжирдаги ток кучи ва кучланиш амперметр ҳамда вольтметр орқали ўлчанади.

Калориметрға киришдаги қуруқ буғ ҳарорати t_1 ва ундан чиқишдаги ўта қизиган буғнинг ҳарорати t_2 ларни ўлчаш учун туташтирувчи найчалардан терможуфт 7 нинг иссиқ учлари ўрнатилган бўлиб, уларнинг совуқ учлари эриётган музти (0°C) Дьюар идиш 8 га жойлаштирилган. Терможуфт қўшгич 9 орқали градусда даражаланган милливольтметрға уланган.

Ўта қиздирилган сув буғи калориметрдан чиқиб конденсаторға ўтади. Буғ иссиқлигини совитувчи сувға беради ва конденсатға айланади, ҳосил бўлган конденсат эса ўлчагич идиши 12 га ййғилади. Ййғилган конденсатнинг массаси тажриба вақтида калориметр орқали ўтган буғнинг массасига тенгдир.

Буғ генератори, буғ ўта қиздиргичи, калориметр ва туташувчи найчалар изоляцион материаллар билан қопланган. Калориметр 8 қиздиргич 2 дан буғни ўта қиздириш учун берилаётган иссиқликни ташқи муҳитға сочилиб кетмаслиги учун ушбу калориметр қўшимча компенсацион электр қиздиргич 13 билан таъминланган. 3-расмда кўрсатилаётгандек, у иккала иссиқликни изоляция қилувчи қатламлар 14 нинг орасида жойлашган ва ЛАТР орқали электр тармоғига уланган (1.2-расм). Биринчи изоляция қатламида юзасида учта дифференциал

терможуфтлар 15 ўрнатилган (калориметрнинг паст, ўрта ва юқори қисмида) ва уларга улагич 9 орқали потенциалметр 10 га чиқарилган.



1.2-расм

Умуман компенсацион электр қиздиргични ўрнатишдан мақсад калориметр ичидаги электр қиздиргич ажратиб чиқараётган иссиқликни ташқи муҳитга чиқиб кетишга тўсқинлик қилувчи иссиқлик майдон яратишдир. Маълумки, бундай тўсиқда иссиқлик оқимларининг ҳарорати бир-бирига тенг бўлади. Буни ЛАТР ёрдамида компенсацион электр қиздиргичнинг қувватини бошқариш (мослаш) натижасида рўёбга чиқариш мумкин. Бошқача айтганда, калориметр орқасига ўтаётган буғни ўта қиздириш жараёни давом эттирилган пайтда дифференциал терможуфтлардаги иссиқлик электр юритувчи кучнинг (термоЭЮК) нолга тенг бўлишига эришиш керак (бу пайтда потенциалметр нолни кўрасатади), яъни изоляциянинг ички ва ташқи ҳарорати фарқи мавжуд эмас (иссиқлик оқими

йўқ) ва калориметрнинг қиздиргичида ажралиб чиқаётган иссиқлик бутунлай буғга берилаётганидан далолат беради.

III. ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ УСУЛИ ВА ТАРТИБИ

Тажириба вақти τ (сек) давомида калориметрнинг электр қиздиргичи маълум миқдорда иссиқликни ажратиб чиқаради:

$$Q = W \cdot \tau, \text{ кЖ} \quad (1.2)$$

Электроқиздиргичнинг қуввати

$$W = I \cdot \Delta U \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (1.3)$$

Бу ерда I – электр қиздиргичнинг занжирдаги ток кучи, (амперметр ёрдамида ўлчанади);

ΔU – кучланиш, В (вольтметр ёрдамида ўлчанади).

Агар тажириба давомида буғ қиздиргич орқали M кг буғ ўтган (идишда M кг конденсатор йиғилган) бўлса, унда 1 кг буғга $P = \text{const}$ босимда берилган иссиқлик :

$$q_p = \frac{Q}{M}, \quad \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}} \quad (1.4)$$

олинган q_p нинг қийматини (1.1) ифодага қўямиз.

IV. ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ

1. Буғ генераторининг электр қиздиргичини электр тармоғига улаймиз. Сув қайнаши билан буғ қиздиргич, калориметр ва компенсацион электр қиздиргичларига ЛАТР ёрдамида 110 В кучланиш берамиз.
2. ЛАТР ёрдамида t_1 ҳароратни 105-110 °С га, t_2 ҳароратни 145-150 °С гача кўтарамиз.
3. Потенциометрга ҳар бир дифференциал термोजуфтни қайта улаб, уларнинг термоЭЮК ни ўлчаймиз. Компенсацион қиздиргич ЛАТРи ёрдамида потенциометрнинг кўрсатишини нолга яқинлаштирамиз. Хатолик 0,5 мВ бўлиши мумкин.
4. I , ΔU , t_1 ва t_2 ларнинг қийматлари вақт ўтиши билан ўзгармаётганлигига, яъни қурилма барқарор ҳолатда ишлаётганига ишонч ҳосил қиламиз.
5. Секундомерни ишга тушириб, 12-15 дақиқа давомида конденсатнинг ўлчагич идишга йиғилиши кузатилади. Ҳар 3

минут давомида асбоблардан I , ΔU , t_1 ва t_2 ларнинг қийматини олиб жадвалга ёзилиб борилади.

- 12 ёки 15 дақиқа ўтиши билан йиғилган конденсатнинг массаси M кг да аниқланади.

Асбоблар кўрсатиши ва тажриба натижалари жадвали

N/ N	Вақт мин. τ	Буғнинг ҳарорати		Ток кучи I , А	Кучланиш ΔU , В
		t_1 , °С	t_2 , °С		
1	0				
2	3				
3	6				
4	9				
5	12				

Ҳ. ҲИСОБЛАШ ТАРТИБИ

Қуйидагилар ҳисобланади:

1. (1.3) – ифода ёрдамида калориметр электр қиздиргичнинг қуввати W ҳисобланади.
2. (1.1) – ифода ёрдамида ўта қизиган сув буғининг солиштира иссиқлик сиғими ҳисобланади.
3. Ўзгармас атмосфера босимидаги ўта қиздирилган буғнинг солиштира массавий иссиқлик сиғимининг ҳақиқий қиймати микдорда аниқликка эга бўлган ифода ёрдамида топилади.

$$C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} = 1,8401 + 0,000586 \cdot t_{\text{ур}}$$

4. Тажриба ёрдамида аниқланган ва ҳақиқий иссиқлик сиғими ўртасидаги нисбий хатолик топилади:

$$\delta C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} \text{ хак} - C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} \text{ таж}}{C_{pm} \Big|_{t_1}^{t_2} \text{ хак}} \cdot 100\%$$

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

ЖИСМ ҚАЙНАГАНДА БОСИМИ ВА ҲАРОРАТИ ОРАСИДАГИ БОҒЛАНИШНИ ТАЖРИБА ЙЎЛИ БИЛАН АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади: Фазавий ўтишдаги билимларни мустахкамлаш, жисмни бир фазадан иккинчи фазага ўтишдаги ҳолат ўзгаришларини ўрганишдан иборат.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

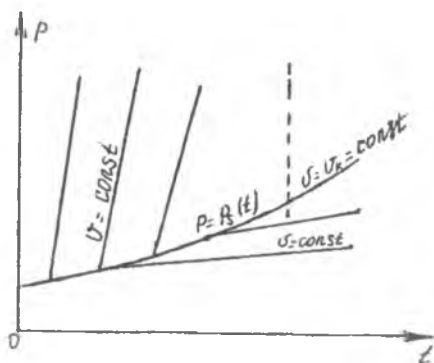
Бизга маълумки, жисм бир фазадан иккинчи фазага ўтишда унинг ҳолати ўзгариши ўз навбатида параметрларининг, яъни босим ва ҳароратининг ўзгариши билан амалга оширилади. Шунинг учун фазавий ўтиш ҳолатини, унинг диаграммаларини кўриб чиқиш жуда аҳамиятлидир. Фазавий ўтиш - бу суюқ, қаттиқ ва газсимон ҳолатларни бир-бирига ўтишининг оқибатидир. Жисм қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга, суюқдан газ ҳолатига ўтиши мумкин, лекин ҳар қандай ўтиш ҳолатида ҳам улар бир-бири билан мувозанат ҳолатида бўлади. Фазанинг массаси ўзгарса ҳам, унинг мувозанат ҳолати бузилмайди. Шунинг учун икки ҳолат исталган ҳарорат ва босимда мувозанат ҳолатида бўлмай, балки ҳарорат ва босимнинг аниқланган ҳолатида бўлади, бунда бу параметрлардан бири иккинчисига боғланган ҳолда бир-бирининг қийматини аниқлайди. Улар ўзаро фазавий диаграмма бўйича бир-бирига боғланади. Техникада жуда кўп шундай саволлар учрайдики, бунда жисмларни қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга, суюқдан газ ҳолатга ўтишдаги жараёнларни билиш зарур бўлади.

Тажриба шуни кўрсатадики, жисмлар босим ва ҳароратга боғлиқ равишда бир вақтнинг ўзида икки ёки уч ҳолатда бўлиши мумкин.

Қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиш – эриш, суюқ ҳолатдан газ ҳолатга ўтиш – бугланиш, қаттиқ ҳолатдан газ ҳолатга ўтиш-сублимация ҳолатлари дейилади.

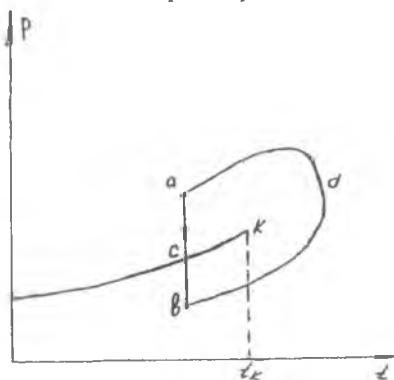
Бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш фазавий ўтиш дейилади. Бундай ўтиш берилган ҳароратда ва берилган босимда амалга ошиши мумкин.

Фазавий мувозанат ҳолати деб, жисм бир фазадан иккинчисига ўтаётгандаги ҳолатининг мувозанатда бўлишига айтилади. Мувозанат ҳолатини $P-t$ диаграммада график равишда жуда қулай ҳолда чизиб кўрсатса бўлади (2.1-расм).



2.1-расм.

2.2-расмда жисмнинг фазавий ўтишни $P-t$ диаграммаси келтирилган. ac - эгри чизиғи жисмнинг қаттиқ ва газсимон фазаси мувозанат ҳолатини характерловчи; ab – жисмнинг суюқ ва қаттиқ фазаларни мувозанат ҳолатини характерловчи эгри чизиғи; ad - жисмнинг суюқ ва газсимон фазаларни мувозанат ҳолатини характерловчи эгри чизиғини характерлайди.



2.2- расм

cad – эгри чизигидан ўнгрқда жисмнинг газсимон ҳолати жойлашади. *ab* ва *ad* – жисмнинг суюқлик фазаси; *cab* эгри чизикдан чапроқда – жисмнинг қаттиқ фазасини характерлайди.

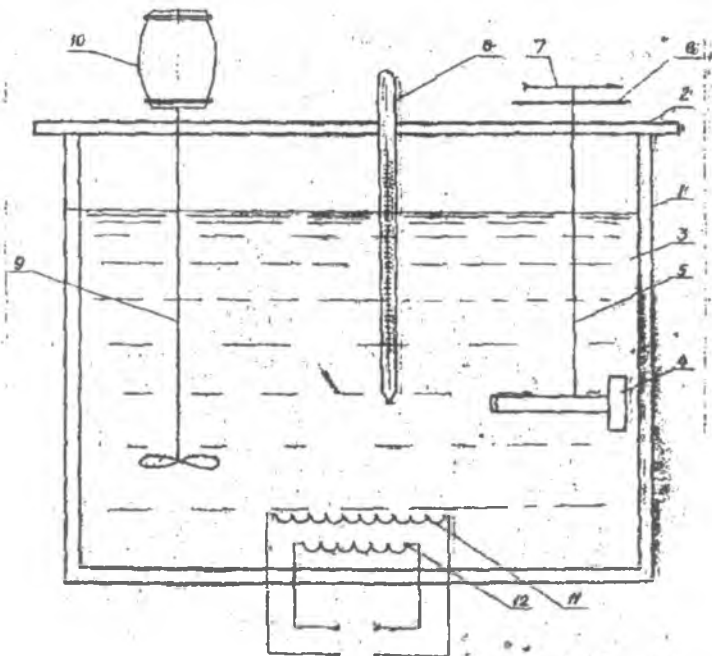
Диаграммада *ad* эгри чизиги, суюқ ҳолатдан буғ ҳолатга фазавий ўтишдаги босим билан ҳарорат орасидаги боғланиш $P=f(t_n)$ ни ифодалайди. Бу эгри чизиги К критик нуктада тугайди. Босим критик нуктадаги босимдан юқори бўлганда суюқ ҳолатдан буғланиш ҳолатига фазавий ўтиш ҳолати бўлмайди, чунки бундай босимда суюқлик билан газнинг фарқи бўлмайди. Агар суюқликдан $P=\text{const}$ бўлганда иссиқликни олиб кетилса, суюқлик қаттиқ ҳолатга ўтади. Бу ҳароратни эриш ҳарорати – $T_{\text{эриш}}$ дейилади, иссиқлик миқдори эса, эриш иссиқлиги дейилади. Эришда жисм иккита фазада бўлади. Диаграммадаги *ab* эгри чизиги қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга фазавий ўтишдаги босим билан ҳарорат $P=f(T_{\text{эп}})$ орасидаги боғланишни характерлайди.

2.1-расмда кўрсатилганидек, жисмнинг суюқ ҳолати бўлиб, фазалар мувозанати эгри чизиги ҳисобланади. Бу эгри чизик критик изотермик чизиги ёки критик изохора чизиги билан чекланган бўлади. Қолган қисми бир фазали газ фазаси билан характерланади.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ

Ҳар хил босимда қайнаш ҳароратларини аниқлаш бир неча усуллар билан олиб борилади. Ушбу ишда ацетон газни қайнаганда унинг босими билан ҳарорати орасидаги боғланишни аниқлаш усули келтирилган, унинг қурилмаси 2.3-расмда келтирилган.

Термостат – бу узоқ вақт давомида ҳароратни бир хил ушлаб туриш учун мўлжалланган қурилмадир. Термостатни ичига трансформатор мойи солиниб, унинг ичига назорат термометри, аралаштиргич, контактли термометр ҳамда ичига ацетон газни тўлдирилган Бурдон трубкаси солинади.



2.3- расм.

1-термостат; 2-термостат қопқоғи; 3- трансформатор мойи; 4-Бурдон найчаси; 5-манометр ўқи; 6-манометр шкаласи; 7- манометр стрелкаси; 8-назорат термометри; 9-аралаштиргич; 10-двигатель; 11-қўшимча иситгич,12- асосий иситгич.

Термостатнинг ичидаги мой асосий ва қўшимча иситгичлар билан иситилади. Термостат ичидаги контактли термометрнинг (унинг тузилиши билан бевосита биринчи ишни ўтилганда танишилган) шишали найчасимон учига кичик найча ўрнатилган бўлиб, унга бир учи капиллярга кирадиган мениск ўрнатилган, унинг винти буралганда найча винт бўйича туширилади ёки кўтарилади ва капиллярдаги қўзғалувчан менискни юрғазади. Шунинг учун ҳам унинг учини иситгичнинг релесига улаб қўйилади. Бизга керак бўлган ҳарорат ҳосил бўлганда, уни назорат термометри орқали аниқлаб оламиз. Бу қурилмада аралаштиргич

термостатни ҳамма томонидан ҳароратни бир хил ушлаб туриш учун хизмат қилади.

III. ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ УСУЛИ ВА УНИ ҲИСОБЛАШ

1. Контактли термометрда керакли ҳароратни ўрнатиш ва термостатдаги иккита иситгични улаш.
2. Ҳароратларнинг ўзгариши $50 \div 80^{\circ}\text{C}$ да бўлади, чунки ацетон газининг қайнаши ва буғланиши шу ҳароратлар оралиғида (760 мм сим.уст.) $56,6^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этади; 80°C ҳарорат эса тўйинган буғнинг босимига тўғри келади.
3. Иситгичнинг ўчирилишини тасдиқлаш (тавсифли овоз бўйича), назорат термометри бўйича ҳароратни ёзиш.
4. Манометр шкаласи бўйича ортикча босимни ёзиб олиш.
5. Барометр ёрдамида атмосфера босими қийматини ёзиб олиш.
6. Барча кўрсаткичларни кузатишлар жадвалига ёзиш (2.1-жадвал).

2.1-жадвал

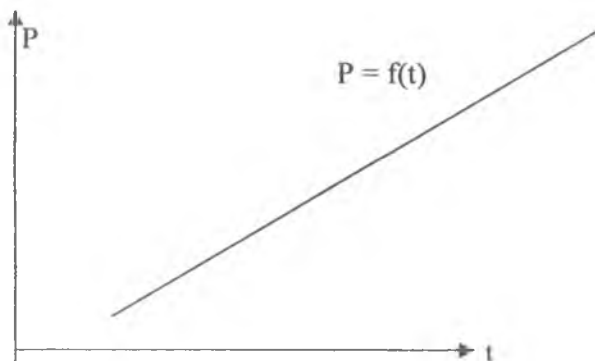
Асбоблар кўрсатиши ва тажриба натижалари

№	$t, ^{\circ}\text{C}$	$P_{\text{орт}}, \text{кг/см}^2$	$P_{\text{атм}},$ мм сим.уст.	$P_{\text{мут}},$ атм.
1				
2				
3				
4				
5				
6				

7. Мутлақ босимни ҳисоблаш:

$$P_{\text{мут,атм}} = \frac{P_{\text{ман}} \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{К}}{\text{см}^2}}{1,033} + \frac{P_{\text{бар-мм свл уст}}}{760}, \quad (2.1)$$

8. Олинган қийматларнинг P-t диаграммада масштаб ёрдамида босим ва ҳарорат орасидаги боғланиш чизиғини ҳосил қилиш.



9. Тажриба орқали олинган маълумотлар ва берилган бизга маълум бўлган қийматларни солиштириш натижасида тажриба хатолигини аниқлаш.

$$\delta = \frac{P - P_{\text{маъл}}}{P_{\text{маъл}}} \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

КОНДЕНСАЦИЯ УСУЛИДА БУҒЛАНИШ ИССИҚЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади: Буғланиш иссиқлигини тажриба орқали аниқлашда янгиликларни ўрганиш.

I. НАЗАРИЙ КИСМ

1 кг модданинг бир фазадан бошқасига изотермик мувозанатли ўтишида ютилган (ёки ажралиб чиққан) иссиқлик миқдорига солиштирма фазавий ўтиш иссиқлиги дейилади. Модданинг суюқ ҳолатдан газ ҳолатига ўтишидаги иссиқлик миқдори буғланиш (буғ ҳосил бўлиш) иссиқлиги дейилади. Изотермик мувозанатли ўтиш бир вақтнинг ўзида изобарик бўлиб, (мувозанатли икки фазали система шартига асосан) буғланиш иссиқлигини қайтувчан жараёнлар учун термодинамиканинг II қонуни тенгламасига асосланган ҳолда қуйидагича:

$$q_T = T \Delta S$$

Термодинамиканинг I қонуни тенгламасига асосан:

$$q_p = \Delta h$$

Бундан

$$r = T(S'' - S') \quad \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}} \quad (3.1)$$

$$r = h'' - h' \quad (3.2)$$

Бу ерда: битта штрих ва иккита штрих белгилари мос равишда мувозанатдаги суюқлик ва буғнинг параметрларидир.

(3.2) ифодадан $h = u + p v$ ни ҳисобга олиб

$$r = u'' - u' + P_s(V'' - V') \quad (3.3)$$

бу ерда P_s – берилган ҳароратдаги тўйиниш босими.

Шундай қилиб, буғланиш иссиқлиги модданинг суюқ ҳолатига ўтишда $u'' - u' = \varphi$ ички энергиясининг ўзгаришига (бу катталиқ ички буғланиш иссиқлиги ҳам дейилади) ва модданинг ҳажми V' дан V'' иш бажаришга $P_s(v'' - v') = \psi$ (ташқи

буғланиш иссиқлиги) сарфланади. Ички буғланиш иссиқлиги молекулаларнинг бир-бирига тортишиш кучига боғлиқ ва у миқдор жиҳатдан ишга тенг. Бу иш ҳажмининг V' дан V'' га ўзгаришида молекуляр тортишиш кучига қарши иш бажариш керак.

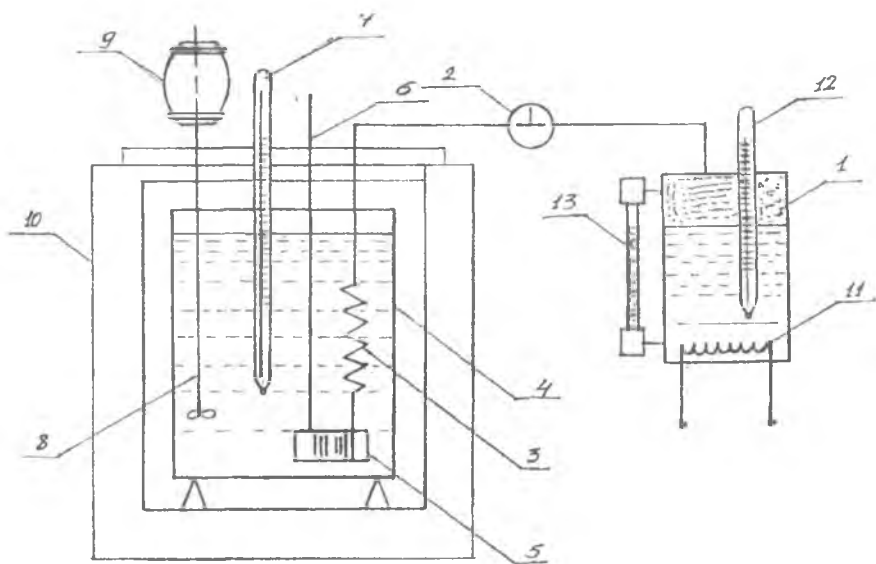
(3.3) ифоданинг ўнг қисмидаги ҳамма параметрлар ҳароратнинг функциясидир, шунинг учун τ ҳам ҳарорат T_s функциясидир (ёки буғ ҳосил бўлишидаги босим, чунки P бир пайтда T_s ни аниқлайди).

Ҳарорат ортиши билан буғланиш иссиқлиги камаяди ва критик нуқтада нолга тенглашади.

III. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ

Калориметр ёрдамида конденсация усулида буғланиш иссиқлиги аниқланади.

Тажриба қурилмасининг чизмаси 3.1-расмда келтирилган.



3.1-расм.

Буғлатгич 1 да атмосфера босими остида сув жойлашган. Электр иситгич ёрдамида сув қайнаб буғга айланади. Мунтазам қайнаш ҳолати ўрнатилгунча, буғ уч йўлли кран 2 орқали калориметрдан сўнг кран 2 ни бураб, ҳосил бўлган қуруқ тўйинган буғ калориметрдаги илонсимон қувурга юборилади. Калориметрдаги ҳарорат қайнаётган сув ҳароратидан паст бўлгани учун буғ конденсатга айланиб идиш 5 га йиғилади. Бу идиш атмосфера қувури 6 га уланган.

3.1-расмда юқоридагилардан ташқари термометр 7, айлантиргич 8, электр двигатель 9, иссиқлик изоляция идиши 10, электр иситгич 11, буғлатгич термометри 12 ва сув белгиловчи найча 13 берилган.

IV. ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ ВА УСУЛИ

Тажриба ўтказишдан олдин буғлатгичга сув белгиланган сатҳгача қуйилади. Иситгич улангандан кейин ва мунтазам буғ ҳосил бўлгунча уч йўлли кранни атмосфера билан уланади. Илонсимон қувурга буғ келгунча, калориметрдаги t_1 ҳарорат ўлчанади. Буғлатгичдаги сув сатҳи 2 см-га камайганда буғнинг берилиши тўхтатилади ва иситгич ўчирилади.

Калориметрда буғнинг конденсацияланиши давомида ортиб бораётган t_2 ҳарорат ўлчанади. Тажриба охирида конденсат оғирлиги ўлчанади.

V. ҲИСОБЛАШ ТАРТИБИ

Буғнинг конденсатга айланишида калориметрдан ажралган иссиқликни аниқлаш ва конденсат оғирлигини билган ҳолда буғланиш иссиқлигини қуйидаги тенгламадан ҳисоблаш мумкин.

$$Q = c(t_2 - t_1) = M_r + M c_p (t_k - t_2) \quad (3.4)$$

бу ерда: Q – буғнинг конденсатга айланишда калориметрда берилган иссиқлик миқдори, кЖ.

c – калориметрнинг тўлиқ иссиқлик сифими,

$$c = \sum_{i=1}^n M_i c_{pi} = 25,98 \text{ кЖ/град}$$

M_i ва c_{pi} – мос равишда калориметрик системадаги ҳамма жисмнинг оғирлиги, кг ва солиштирма иссиқлик сиғими, кЖ/кг⁰С (6 л сув, калориметр, илонсимон қувур, аралаштиргич термометр)

t_1 ва t_2 – калориметрнинг бошланғич ва охириги ҳарорати, ⁰С;

M – конденсат оғирлиги, кг;

c_{pc} – конденсатнинг иссиқлик сиғими, у 4,187 кЖ/кг⁰С тенг деб олинади.

t_k – атмосфера босимида қайнаш ҳарорати, ⁰С.

(3.4) ифодадан

$$r = \frac{Q}{M} - c_{pc} (t_k - t_2) = \frac{c}{M} (t_2 - t_1) - c_{pc} (t_k - t_2) \quad \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}. \quad (3.5)$$

Атмосфера босими Тошкент шаҳрида 720-730 мм сим.уст.да ўзгариб туради.

$t_k = 99^{\circ}\text{C}$ ва $r_{жал} = 2258 \frac{\text{кЖ}}{\text{кг}}$ қийматлар орқали тажрибада қилинган хатолик аниқланади:

$$\delta r = \frac{r_{жал} - r}{r_{жал}} \cdot 100\%. \quad (3.6)$$

Асбоблар кўрсатиши ва тажриба натижалари жадвали

№	$P_{бар}$	$t_k,$ ⁰ С	$t_1,$ ⁰ С	$t_2,$ ⁰ С	$M,$ кг	$r,$ кЖ/кг	$\delta_r,$ %
1							
2							
3							

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

СТАНДАРТ ДИАФРАГМА ОРҚАЛИ ҲАВО САРФИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади: Қувур бўйлаб ҳаракатланаётган моддаларнинг сарфини аниқлашнинг бир тури билан танишиш ва шу бўйича тасаввурга эга бўлиш ҳамда тажриба ўтказиш ва ҳисоблашдан иборат.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Суюқлик, газ ва буғларнинг сарфини аниқлашнинг ва кенг тарқалган ва ўрганилган усулларида бири бўлиб, дроссель қурилмаларда босим ўзгариши бўйича сарфни аниқлаш усули ҳисобланади. Суюқлик, газ ва буғларнинг сарфини аниқлаш босимнинг ўзгаришига асосланган дроссель - стандарт диафрагмалар, Вентури қувурлари, сопло қурилмалари ёрдамида олиб борилади.

Улар қувурларда ўрнатилиб, у ерда маҳаллий торайиш ҳосил қилади, бунинг оқибатида модданинг тезлиги торайган кесимдан ўтишда дроссель қурилмасидан олдинги тезликка нисбатан ошади.

Торайган кесимда тезликнинг ва кинетик энергиянинг ошиши шу кесимда оқимнинг потенциал энергияси камайишига олиб келади. Торайган кесимда статик босим дроссель қурилмасигача бўлган босимдан кам бўлади.

Дроссель қурилмалардан модданинг оқиб ўтишида оқим тезлиги ва сарфига боғлиқ бўлган босимлар фарқи ҳосил бўлади.

Дроссель қурилмасидаги босимлар фарқи дифференциал манометр ёрдамида ўлчанади ва модданинг сарфланиши қиймати босимлар фарқи орқали ҳисоблаш йўли билан аниқланади.

Энг содда тузилишга эга бўлган дроссель қурилмаларидан бири стандарт диафрагмадир. Бу диафрагмани қувур ичига осон ўрнатиш мумкин. Стандарт диафрагма доиравий тешикли юпқа дискдан иборат ва унинг маркази қувур кесимининг маркази

билан мос келади. Диафрагма тешиги оқим кириши томонида цилиндрик, чикишида конуссимон кенгаювчи шаклда ясалган.

Диафрагмадан олдинги ва кейинги статик босимларни олиш учун ҳалқавий камералар ўрнатилган.

Кувурлардаги ҳалқавий камерали диафрагманинг чизмаси 4.1- расмда кўрсатилган.

Оқиб ўтган модданинг сарфи қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$G = 0,004 \alpha \varepsilon K_t d^2 \sqrt{\Delta p \cdot \rho}, \text{ кг / соат} \quad (4.1)$$

бу ифодада α – сарфий коэффициент, тажриба йўли билан аниқланади; (1-илова);

ε – муҳитнинг иссиқликдан кенгайишини характерлайдиган тузатма коэффициенти (4.1-илова);

K_t – диафрагма ва қувур қўндаланг кесимининг иссиқликдан кенгайишини характерлайдиган тузатма коэффициенти (агар ўлчанаётганда модданинг ҳарорати 100°C дан ошмаса $K=1$ бўлади)

d – диафрагма тешигининг диаметри, мм;

Δp – оқиб ўтувчи жисмнинг диафрагмагача ва ундан кейинги босимлар фарқи, Н/м^2

ρ – дроссель қурилмасидан оқиб ўтувчи модданинг зичлиги, кг/м^3 .

Бу ишни бажаришда нам ҳавонинг зичлигини ҳам аниқлаш зарур, у қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$\rho = \frac{1}{T} \left(\frac{P_{\text{мут}}}{287} - 0,00131 \varphi P_m \right), \quad \text{кг/м}^3 \quad (4.2)$$

бу ерда $P_{\text{мут}}$ – нам ҳавонинг мутлақ босими, Н/м^2 ;

T – ҳавонинг мутлақ ҳарорати, К;

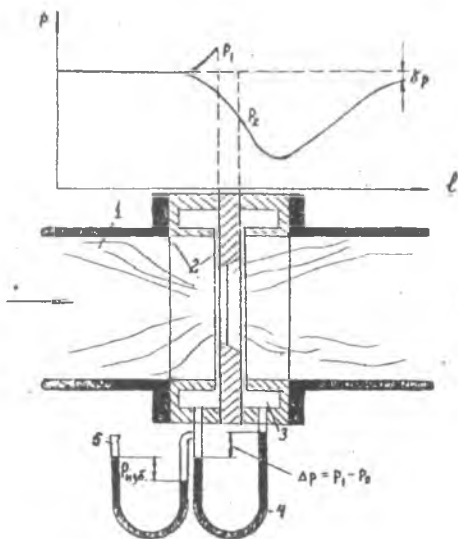
P_m – нам ҳавонинг ҳароратидаги тўйинган сув буғининг босими;

φ – ҳавонинг нисбий намлиги.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ

Ҳаво вентилятор ёрдамида қувур (1) бўйлаб ҳаракатланади (4.1-расм). Статик босимни ўлчаш учун ҳалқавий камерали (3) диафрагма (2) шу қувурга ўрнатилган. Ҳалқавий камералардаги диафрагмадан олдин ва кейин босимлар фарқи U-симон дифференциал манометр (4) билан ўлчанади. Диафрагмадан олдинги ортиқча босим $P_{орт}$ U-симон манометр (5) билан ўлчанади.

Ўзгармас ток двигатели ёрдамида вентилятор ҳаракатга келтирилади. Вентиляторнинг айланишлар сонини ўзгартириш натижасида ҳавонинг сарфи ўзгариши содир бўлади.



4.1-расм.

III. ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ УСЛУБИ ВА ТАРТИБИ

Вентиляторнинг двигатели ишга туширилади. Унинг айланишлар сони тахометр билан ўлчанади. Реостат ёрдамида двигателнинг айланишлар сони ўзгартирилади ва у иш давомида 3 мартаба ўзгартилади.

Ҳар бир ҳолат учун $P_{орт}$, ΔP ва ундан ташқари барометрик босимни (P - мм сим.уст.), ҳавонинг ҳароратини ($t, ^\circ C$) ва психрометр билан нисбий намлик (ϕ , %) ни аниқлаймиз. Охириги учта катталик ҳамма ҳолатлар учун бир хил бўлиб қолади.

Асбоблар кўрсатиши ва тажриба натижалари жадвали

№ / №	n айл/ мин	$P_{орт}$ мм сув уст.	$P_{орт}$ Н/м ²	$P_{бар}$ мм сим. уст.	$P_{бар}$ Н/м ²	$P_{мут}$ Н/м ²	ΔP мм сув уст.	ΔP Н/м ²	T, К	G кг/ соат

V. ҲИСОБЛАШ ТАРТИБИ

$P_{бар}$, ϕ , t катталиклари ҳамма ҳолатлар учун ўзгармас бўлади. $P_{орт}$, $P_{бар}$ қийматлари бўйича $P_{мут}$ ни қиймати Н/м² да топилади.

$$P_{мут} = P_{орт} + P_{бар}$$

Сарфий коэффициент α ни аниқлаш учун (4.1-иловадан) қуйидаги катталик керак бўлади.

$$m = \left(\frac{d}{\delta} \right)^2$$

Бунда $d = 57,55$ – диафрагма тешигининг диаметри, мм;

$\delta = 100$ – қувур диаметри, мм.

ε катталиги 4.2-иловадан аниқланади. 4.3-иловадан P_n нинг қиймати ҳавонинг ҳарорати бўйича аниқланади ва 4.2-иловадан ҳаво зичлиги ρ ни ҳисоблаймиз.

Кейин ифодадан ҳавонинг сарфини ҳисоблаб топамиз. G нинг учта ҳолат учун қийматини ҳисоблаб бўлгач, вентилятор сарфи G ва вентилятор айланишлар сони n га боғлиқлик графигини қурамиз.

4.1-илова

Стандарт диафрагма учун сарфий коэффициент - α

$m = \left(\frac{d}{\varnothing}\right)^2$	Д=50 мм	Д=100 мм	Д=200 мм	Д=300 мм
0,05	0,613	0,609	0,604	0,601
0,10	0,616	0,612	0,607	0,604
0,20	0,629	0,624	0,618	0,615
0,30	0,649	0,643	0,637	0,634
0,40	0,676	0,669	0,663	0,660
0,50	0,713	0,706	0,699	0,695
0,60	0,761	0,752	0,744	0,740
0,65	0,791	0,782	0,773	0,768
0,7	0,827	0,817	0,808	0,802

4.2-илова

Ўлчанаётган мухитнинг иссиқликдан кенгайиш коэффициенти

$m = \left(\frac{d}{D}\right)^2$	0,05	0,4	0,7
$\frac{\Delta P}{P_{\text{мут}}}$			
0,02	0,994	0,993	0,990
0,06	0,981	0,978	0,972
0,10	0,968	0,963	0,955

4.3-илова

Сув буғи тўйиниш босимининг ҳароратга боғлиқлиги

$t, ^\circ\text{C}$	$P_m, \text{H}/\text{M}^2$
10	1228
15	1704
20	2337
25	3166
30	4241
35	5622
40	7375

$$1 \text{ мм сим.уст.} = 133,3 \text{ Н/м}^2$$

$$1 \text{ мм сув уст.} = 9,8 \text{ Н/м}^2$$

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

НАМ ҲАВОНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади:

1. Тажриба ўтказиш бўйича малака орттириш ва h-d диаграммадан мисоллар ечишда фойдаланиш.
2. Тажриба натижаларининг таҳлили.
3. Хулосалар.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Жуда кўп технологик жараёнларда ишчи жисм сифатида ҳаво қўлланилади (материалларни қуритиш ва намлашда, пневмотранспортда, механизмларнинг пневматик узатмаларида ва ҳоказо). Жараёнларнинг ҳисоботи учун шу ишчи жисмнинг хусусиятлари ва параметрларини билиш зарур. Атмосфера ҳавосида ҳар доим намлик бўлади. Атмосфера ҳавоси қуруқ ҳаво ва сув буғининг аралашмасидан иборат.

Ўзининг физик хусусиятлари бўйича нам ҳаво идеал газдан унча фарқ қилмайди. Бунинг сабаби шундаки, ҳаводаги намлик буғ ҳолатида бўлиб, у унча катта бўлмаган парциал босимга эга (бир неча мм сим.уст.). Ундан ташқари, нам ҳаводаги жараёнлар кўпинча атмосфера босимига яқин босимларда кечади. Шу сабабларга кўра нам ҳавога идеал газ қонуларини қўллаш мумкин.

Ҳавода сув буғи ўта қизиган ёки тўйинган бўлиши мумкин. Бу шароитда ҳавонинг берилган ҳароратида буғнинг ҳолати унинг парциал босими билан белгиланади.

Ҳавонинг намлиги ҳаводаги сув буғининг миқдори билан ифодаланади.

Нам ҳаво таркибидаги сув буғининг массасини шу нам ҳаво ҳажмига нисбати унинг мутлақ намлиги ρ_6 деб аталади.

Ҳавонинг нам сақлами (d) деб, нам ҳаводаги 1 кг қуруқ ҳавога нисбатан олинган сув буғининг массасига айтилади. Нисбий намлик (ϕ) деб, тўйинган ҳавонинг ҳақиқий мутлақ намлигини (ρ_6) мазкур t даги тўйинган ҳавонинг мутлақ намлигига (ρ'') нисбати айтилади.

$$\varphi = \frac{\rho_{\delta}}{\rho''} = \frac{P_{\delta}}{P_x} \quad (5.1)$$

бу ерда: P_{δ} – сув буғининг парциал босими;
 P_x – нам ҳаводаги тўйинган буғнинг парциал босими.

Ҳавонинг нисбий намлиги φ ни аниқлаш учун ҳар хил усуллар ва ўлчаш асбоблари қўлланилади. Шу усуллардан бири психрометрлик усул бўлиб, у бир хил иккита симобли термометрларнинг кўрсатишлари фарқига асосланган, бу ерда битта термометрнинг термобаллони сув билан ҳўлланиб турилади. Шу асосда қурилган асбоблар – психрометрлар деб аталади. Ҳавонинг нисбий намлиги $\varphi=0$ дан (қуруқ ҳаво) $\varphi = 1$ (ҳаво намлик билан тўйинган) оралиғида ўзгариши мумкун.

Ўзгармас босимда тўйинган нам ҳавонинг ($0 < \varphi < 1$) ҳароратини камайтириб, уни тўйинган ҳолатига ($\varphi=1$) келтириш мумкин. Бунинг учун тўйинган нам ҳавонинг ҳарорат таркибидаги буғнинг парциал босимига тўғри келувчи қуруқ тўйинган буғнинг ҳароратига тенглашиши керак. Бу ҳароратни шудринг нуқтаси ҳарорати $t_{ш}$ деб аталади. Нам ҳавони совитиш давом этирилса, ундан намлик шудринг ёки туман кўринишида ажрала бошлайди.

Нам ҳавонинг асосий параметрларини қуйидаги тенгламалардан аниқланади:

Нам ҳавонинг газ доимийси

$$R = \frac{8314}{28,96 - 10,94 \frac{P_{\delta}}{P}} \cdot \left[\frac{Ж}{к2.к} \right] \quad (5.2)$$

бу ерда: $P_{\delta} = \varphi \cdot P$, / мм сим.уст./

P_{δ} – нам ҳаво таркибидаги буғнинг парциал босими;

P , – аралашма босими (нам ҳавонинг босими), /мм сим.уст./.

Нам ҳавонинг зичлиги:

$$\rho = \frac{28,96 \cdot \rho - 10,94 \cdot P_{\delta}}{8314 \cdot T} \quad , \quad \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right] \quad (5.3)$$

бу ерда: T – нам ҳавонинг мутлақ ҳарорати, $/\text{K}/$.

(5.3) тенгламадан келиб чиқадики, ҳавонинг намлиги қанча кўп бўлса, яъни ҳаводаги сув буғининг парциал босими катта бўлса, ҳаво зичлиги шунча кам бўлади.

НАМ ҲАВОНИНГ ЭНТАЛЬПИЯСИ

$$h = t + d(2501 + 1,93 \cdot t), \quad \left[\frac{\text{Ж}}{\text{кг}} \right] \quad (5.4)$$

ёки

$$h = 0,24 t + d(597 + 0,46 t), \quad \left[\frac{\text{ккал}}{\text{кг}} \right] \quad (5.5)$$

(5.4) ва (5.5) тенгламалардан нам ҳавонинг энтальпияси босимга боғлиқ эмаслиги келиб чиқади ва бу табиий, чунки аралашма компонентларини биз идеал газлар деб ҳисоблаймиз.

Тенглама (5.4) ва (5.5) даги катталиқ h 1 кг қуруқ ҳаво учун ёки $(1 + d)$ (кг) нам ҳаво учун келтирилган.

Нам ҳавонинг параметрларини 1918 йилда проф. Рамзин томонидан таклиф қилинган h - d диаграмма ёрдамида график йўли билан аниқланади.

Бу диаграммада ордината ўқи бўйича нам ҳавонинг энтальпияси h (кЖ/кг), абсцисса ўқи бўйича эса – нам сақлами d (г/кг) келтирилган. h - d диаграммасидаги ҳар қил чизиклар қулайроқ жойлашиши учун ордината ўқи вертикал, абсцисса ўқи унга нисбатан 135° га тенг бўлган бурчак остида ўтказилган.

Диаграммада кўрсатилган чизиклар: ўзгармас энтальпия ($h = \text{const}$) чизиклари (ордината ўқи билан 45° бурчак ҳосил қилинган тўғри чизиклар), ўзгармас нам сақлами ($d = \text{const}$) чизиклари, нам ҳавонинг ўзгармас ҳарорати ($t = \text{const}$) чизиклари; ҳавонинг нисбий намлиги ($\varphi = \text{const}$) чизиклари.

Одатда h - d диаграмма ўзгармас барометрик босим учун қурилиб, унинг ёрдамида маълум t ва φ бўйича h ҳамда d ни

аниқлаш мумкин. d бўйича сув бугининг парциал босими P_6 ни диафрагмадан t – шудринг нуқтасини аниқлаш мумкин, бунинг учун ҳаво ҳолатини тавсифлайдиган нуқтадан $\varphi=100\%$ чизиги билан кесишадиган вертикал чизик ўтказиш лозим ва шу нуқтадан ўтган изотерма шудринг ҳароратини кўрсатади.

Нам ҳавонинг иситиш (совитиш) жараёнларини ўзгармас нам сақламида ($d=\text{const}$) содир бўлади. $h-d$ диаграммада бу жараён вертикал тўғри чизик билан тасвирланган. Нам ҳавонинг совитиш жараёни фақат ҳавонинг бутунлай тўйинишигача, яъни $\varphi=100\%$ гача бўлади. Ҳавони янада совитиш ундан намликнинг шудринг (конденсат) сифатида тушишига олиб келади.

Конденсация жараёнини $\varphi=100\%$ чизиги бўйича боради, ҳавонинг нам сақлами эса d_1 дан d_2 гача камаяди деб ҳисоблаш мумкин. Конденсация натижасида ҳосил бўлган сув миқдори ҳавонинг нам сақлами фарқига $d_1 - d_2$ (г/кг) га тенг бўлади.

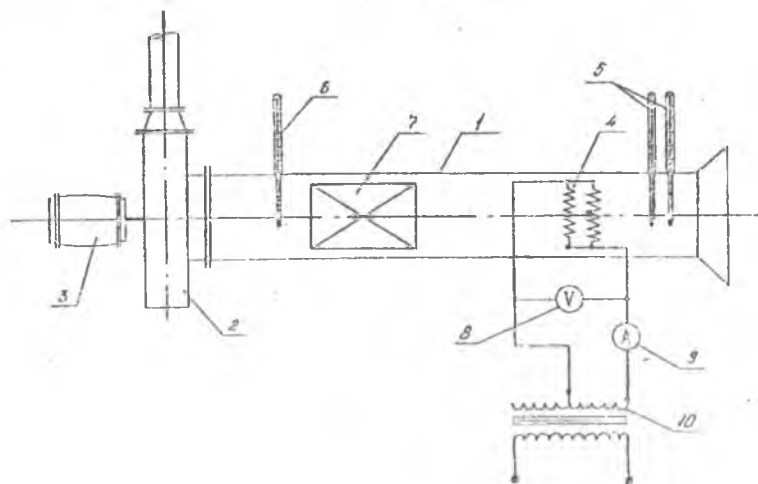
Техникада нам ҳавонинг $h-d$ диаграммаси кенг қўлланилади. Унинг ёрдамида бирон бир жисмни қуритиш жараёнини ҳисоблаш осондир. Қуритиш учун фойдаланилган ҳаво материалдаги намни буғлатади ва ўзи намланади. Қуритиш жараёни учун фақат тўйинмаган ҳаво зарур ва унинг бошланғич нам сақлами қанча кам бўлса шунча яхши.

Ҳавонинг $P=\text{const}$ даги нам билан тўйиниш идеал жараёни деб шундай жараёнга айтиладики, унда ҳавонинг иссиқлиги фақат қуритилаётган материаллардан намни буғлатишга сарф бўлиб, атроф муҳитга сарф бўладиган иссиқлик йўқотиш ва суюқликни қиздиришга сарф қилинган иссиқлик ҳисобига олинмайди. Буғланишга сарфланган иссиқлик эса буғ билан яна ҳавога қайтади, яъни жараёнда иссиқликнинг умумий баланси nolга тенг бўлади

Намликни буғлатиш жараёнида ҳавонинг намлиги ортиб боради, лекин қуруқ ҳавонинг миқдори ўзгармайди. Унда нам ҳаво таркибидаги 1 кг қуруқ ҳавога нисбатан олинадиган нам ҳавонинг энтальпияси ўзгармайди. Шунинг учун ҳавонинг намланиш жараёни ўзгармас энтальпияда содир бўлади дейиш мумкин ва бу жараён $h-d$ диаграммада ордината ўқига 45° бурчакда бўлган тўғри чизик сифатида тасвирланади.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ

5.1-расмда тажриба қурилмасининг принципиал чизмаси кўрсатилган.



5.1-расм.

Қурилмада ҳавонинг қизиш ва намланиш жараёнларини тадқиқ қилиш мумкин. Қурилма аэродинамик қувур I, вентилятор 2 ва электр двигатель 3 дан иборат. Аэродинамик қувур ичида калорифер (электр иситгич) 4, намлаш камераси 7, психрометр 5 ва термометр 6 жойлашган. Электр иситгич 4 автотрансформатор 10 орқали 220 вольтли ўзгарувчан ток манбаига уланган. Занжирдаги ток кучи амперметр 9, кучланиш - вольтметр 8 ёрдамида ўлчанади.

Намлаш камераси 7 қалин симдан ясалган рамкадан иборат бўлиб, намлик алмашув юзасини ошириш учун махсус мато билан ўралган.

Намлаш камерасини аэродинамик қувурдан чиқариб олиш мумкин. Ундан қувурдаги тешикни махсус қопқоқ билан беркитилиб, болтлар билан маҳкамланади.

Психрометр 5 ҳавонинг аэродинамик қувурга киришдаги ҳарорат t_1 ни ва нисбий намлик φ_1 ни аниқлаш учун керак (бу ерда қайси бир жараён - ҳавонинг қизитилиши ёки намланишига қараб калорифер 4 ёки намлаш камераси 7 олдида ўлчовлар ўтказилади).

Термометр 6 ҳавонинг ҳарорати t_2 ни ўлчаш учун, яъни калорифер 4 дан кейин (ҳавонинг қиздириш жараёнида) ёки намлаш камераси 7 дан кейин (намланиш жараёнида) ишлатилади.

III. ҲАВОНИ ҚИЗДИРИШ ЖАРАЁНИНИНГ ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ УСЛУБИ ВА ТАРТИБИ

1. Аэродинамик қувур 1 дан намланиш камера 7 ни олиб, тешикни қопқоқ билан ёпиш керак.

2. Вентилятор 2 ни электр мотори 3 ни ишлатиб, хона ҳавосини аэродинамик қувур 1га сўриш жараёни бошлайди. Ҳаво қувур бўйича оқади, ундан кейин атроф-муҳитга чиқиб кетади. Берилган (ўзгармас) тезликда ҳаракатланаётган ҳаво кетма-кет психрометр 5, калорифер 4 ва термометр 6 лардан ўтади.

3. Калорифер 4 (электр иситгич) ўзгарувчан электр манбаига уланиб, калорифердан ўтаётган ток кучи (амперметр 9 бўйича) ҳамда кучланиш (вольтметр 8 бўйича) ростланади. Бутун тажриба жараёнида амперметр 8 ва вольтметр 9 кўрсатишлари ўзгармаслиги керак.

4. 15 минут ўтгандан кейин барқарор ҳолат бўлади Шу дақиқадан бошлаб, психрометр 5 ва термометр 6 ларнинг кўрсатмалари ўзгармайди. Психрометр 5, термометр 6 ва вольтметр 8 ларнинг кўрсаткичлари биринчи бор ёзиб олинади. 10 минутдан кейин ҳамма асбобларнинг кўрсатмаларини ўлчаб, 1-жадвалга ёзилади.

5. Электр иситгич ўчирилади ва қурилмалардан 5-10 минут мобайнида ҳаво ҳайдалади.

6. Иккинчи ўлчов натижаларидан фойдаланиб, ҳароратлар психрометрик фарқини $\Delta t = t_k - t_{x_{\text{ўл}}}$ [°C] топиш ва психрометрик жадвал бўйича ҳавонинг калорифер олдидаги нисбий намлиги φ ни аниқлаш керак

7. φ_1 ва $t_1=t_k$ [$^{\circ}\text{C}$] бўлган ҳолда, h-d диаграммада 1-нуқта белгиланади. Бу нуқта нам ҳавонинг калориферга киришдан олдинги ҳолатини кўрсатади ва ҳавонинг параметрлари $h_1, d_1, \varphi_1, P_{61}$ ни аниқлайди. h-d диаграммада 1-нуқтадан $t_2=\text{const}$ чизигигача вертикал тўғри чизик 1-2 ўтказамиз (5.2-расм), кесишув нуқтаси – 2-нуқта бўлади. 2-нуқта калорифердан чиқаётган нам ҳавонинг ҳолатини кўрсатади ва ҳавонинг параметрлари $h_2, d_2, \varphi_2, P_{62}$ ни аниқлайди. Кўриниб турибдики, $d_1=d_2=\text{const}$.

8. h-d диаграммада 1-нуқтадан бу нуқта нам ҳавонинг ҳавонинг калориферга киришдан олдинги ҳолатини кўрсатади ва ҳавонинг h, d, p параметрларини аниқлайди.

5.1-жадвал

Ҳисоб	Психрометр(5)		Термометр(6)	Калорифер (4)	
	$t_k, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{ҳўл}}, ^{\circ}\text{C}$	$t_2, ^{\circ}\text{C}$	I, A	U, B
Биринчи					
Иккинчи					

ҲАВОНИНГ НАМЛАНИШ ЖАРАЁНИНИ ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ УСЛУБИ ВА ТАРТИБИ

1. Намлаш камераси 7 ни сув билан яхшилаб ҳўллаб, кейин аэродинамик қувур 1 га ўрнатилади.
2. Вентилятор 2 нинг электр мотори 3 ишга туширилади.
3. 15 минутдан кейин барқарор ҳолат ҳосил бўлади. Шу дақиқадан бошлаб, психрометр 5 ва термометр 6 кўрсатмалари ўзгармайди. Психрометр ва термометр кўрсатмаларини биринчи бор ёзиб қўйиш керак. 10 минутдан кейин яна бир бор ҳамма асбобларнинг кўрсатмалари 2-жадвалга ёзилади.
4. Электр мотори 3 ни электр манбаидан ўчириб, аэродинамик қувурдан намлаш камераси 7 ни олиш керак.
5. Иккинчи ўлчов натижаларидан фойдаланиб, ҳароратлар психрометрик фарқини $\Delta t = t_k - t_n$ [$^{\circ}\text{C}$] топиш ва психрометрик

жадвал бўйича намлаш камераси 7 олдидаги ҳавонинг нисбий намлиги φ_1 [%] ни аниқлаш керак.

6. φ_1 ва $t=t_k$ [°C] бўйича h-d диаграммада 1-нуқтани (5.3-расм) белгилаш керак, бу нуқта нам ҳавонинг намлаш камераси 7 олдидаги ҳолатини кўрсатади ва ҳаво параметрлари h, d, P_{6r} аниқланади.
7. h-d диаграммада 1-нуқтадан ордината ўқига нисбатан 45° бурчакда изотерма $t_2=\text{const}$ чизигига тўғри чизиқ 1-2 ўтказамиз (3-расм), кесишув нуқтаси - 2 намланган ҳаво ҳолатини кўрсатади ва ҳавонинг параметри h₂, d₂, 4₂, P₆₂ ларни аниқлайди. Кўриниб турибдики h₂=h₁=const.

IV. ҲИСОБЛАШ

1. Хўл термометр (t_x) ва ҳароратлар психрометрик фарқи $\Delta t=t_k-t_x$ бўйича жадвалдан ҳавонинг нисбий намлиги φ_1 ни калориферга киришда (ҳавони қизитиш жараёнида) ҳамда намлаш камерасига киришда (ҳавони намлаш жараёнида) аниқлаш керак.

2. h-d диаграмма бўйича нам ҳавонинг калорифердан олдинги ва кейинги (ҳавони қизитиш жараёни, 5.2-расм) ҳамда намлаш камерасидан олдинги ва кейинги (ҳавони намлаш жараёни, 5.3-расм) параметрларни аниқлаш керак.

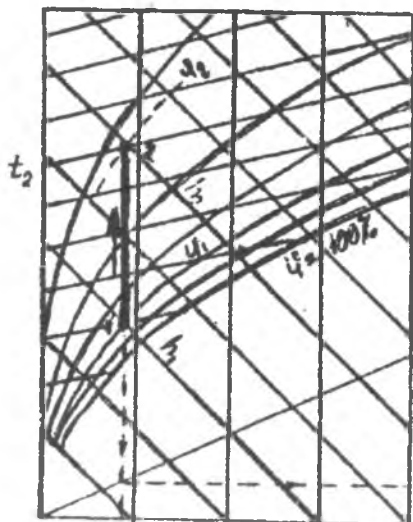
3. Ифодалар (2) ва (3) бўйича нам ҳавонинг газ доимийси R ва зичлиги рни I-нуқта (қиздириш жараёни) ҳамда 2-нуқта (намлаш жараёни) ҳисоблаб чиқиш керак.

5. Қиздириш ва намлаш жараёнларида нам ҳаво ҳолатининг ўзгаришини таҳлил қилиб чиқинг ва хулосалар чиқаринг.

5.2- жадвал

Ҳисоб	Психрометр(5)		Термометр (6)	Калорифер (4)	
	$t_k, ^\circ\text{C}$	$t_{x\text{ва}}, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	I, A	U, B
Биринчи					
Иккинчи					

h, кЖ/кг

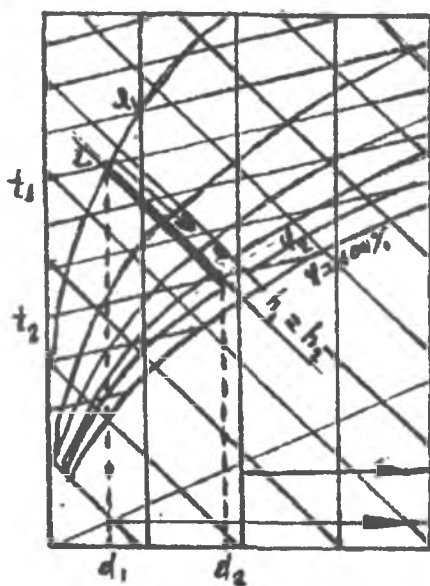


5.2-рasm

$$d_1 = d_2$$

$$P_n = P_{n2} \quad d = \frac{z}{\kappa z}$$

h, кЖ/кг



5.3-рasm

1538844

ҲАВОНИНГ ҚИЗИШ ЖАРАЁНИ

5.3-жадвал

Нукта лар №	φ, %	t, °C	d, г/кг	P _б , мм сим.уст.	R, Ж/кг·К	ρ, кг/м ³	h, кЖ/кг
1							
2							

ҲАВОНИНГ НАМЛАНИШ ЖАРАЁНИ

5.4-жадвал

Нукта лар №	φ, %	t, °C	d, г/кг	P _б , мм сим.уст.	R, Ж/кг·К	ρ, кг/м ³	h, кЖ/кг
1							
2							

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

7. φ_1 ва $t_1=t_k$ [$^{\circ}\text{C}$] бўлган ҳолда, h-d диаграммада 1-нуқта белгиланади. Бу нуқта нам ҳавонинг калориферга киришдан олдинги ҳолатини кўрсатади ва ҳавонинг параметрлари $h_1, d_1, \varphi_1, P_{61}$ ни аниқлайди. h-d диаграммада 1-нуқтадан $t_2=\text{const}$ чизигигача вертикал тўғри чизиқ 1-2 ўтказамиз (5.2-расм), кесишув нуқтаси – 2-нуқта бўлади. 2-нуқта калорифердан чиқаётган нам ҳавонинг ҳолатини кўрсатади ва ҳавонинг параметрлари $h_2, d_2, \varphi_2, P_{62}$ ни аниқлайди. Кўриниб турибдики, $d_1=d_2=\text{const}$.

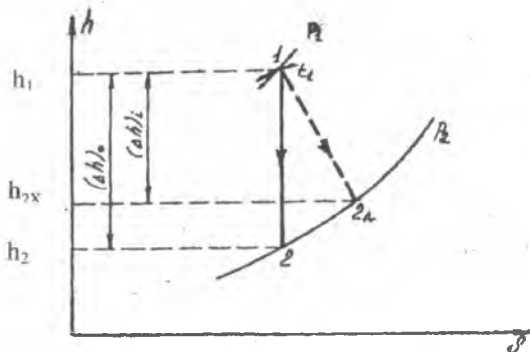
8. h-d диаграммада 1-нуқтадан бу нуқта нам ҳавонинг ҳавонинг калориферга киришдан олдинги ҳолатини кўрсатади ва ҳавонинг h, d, p параметрларини аниқлайди.

5.1-жадвал

Ҳисоб	Психрометр(5)		Термометр(6)	Калорифер (4)	
	$t_k, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{хўл.}}, ^{\circ}\text{C}$	$t_2, ^{\circ}\text{C}$	I, A	U, B
Биринчи					
Иккинчи					

ҲАВОНИНГ НАМЛАНИШ ЖАРАЁНИНИ ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ УСЛУБИ ВА ТАРТИБИ

1. Намлаш камераси 7 ни сув билан яхшилаб ҳўллаб, кейин аэродинамик қувур 1 га ўрнатилади.
2. Вентилятор 2 нинг электр мотори 3 ишга туширилади.
3. 15 минутдан кейин барқарор ҳолат ҳосил бўлади. Шу дақиқадан бошлаб, психрометр 5 ва термометр 6 кўрсатмалари ўзгармайди. Психрометр ва термометр кўрсатмаларини биринчи бор ёзиб қўйиш керак. 10 минутдан кейин яна бир бор ҳамма асбобларнинг кўрсатмалари 2-жадвалга ёзилади.
4. Электр мотори 3 ни электр манбаидан ўчириб, аэродинамик қувурдан намлаш камераси 7 ни олиш керак.
5. Иккинчи ўлчов натижаларидан фойдаланиб, ҳароратлар психрометрик фарқини $\Delta t = t_k - t_n$ [$^{\circ}\text{C}$] топиш ва психрометрик



6.1-расм

Соплодан 1 сек вақт ичида ўтаётган буғ сарфи “m” ни куйидаги ифода орқали ҳисоблаш мумкин:

$$m = \frac{f_2 W_2}{g_2} \quad \text{кг/сек} \quad (6.2)$$

бу ерда: f_2 – соплонинг чиқишдаги кесим юзаси, м²;

g_2 – чиқиш кесимининг солиштирма ҳажми, м³/кг.

h_2 , g_2 катталикларни топиш учун буғни соплодан чиқиш кесимидаги мутлақ босим P_2 ни билиш керак. У оқиб чиқаётган муҳитнинг мутлақ босими P_M га тенг ва юқори бўлиши мумкин. Агар ишлаётган тораювчан соплота P_M P_1 дан бирмунча кичик

бўлса, унда $P_2 = P_{yp}$ бўлади. P_{yp} камайиши (яъни $\beta = \frac{P_{yp}}{P_1}$)

катталигини камайиши) W_2 ва m нинг ортишига олиб келади. P_M қийматини аниқлашда ($P_2 = P_M$ тенгликни тўғри деб ҳисоблаб) оқим тезлиги товуш тезлиги a га етади, яъни соплодан чиқиш кесимида P_2 ва T_2 катталикларга эга бўлган товуш тезлигига тенглашади.

Бу ҳолда оқиш тезлиги критик тезлик деб аталади $W_2 = W_{кр} = a$. Чиқиш кесимидаги шу тезликка тўғри келувчи катталиклар критик босим ва критик ҳарорат дейилади. $P_2 = P_{кр}$, $T_2 = T_{кр}$. Бундай ҳолда тораювчан соплодан оқиб чиқаётган буғнинг сарфи – m ҳам максимал қийматга эга бўлади, $m = m_{max}$.

Соплодан ташқаридаги босим P_M нинг камайиши чиқиш кесимидаги босимни ўзгартирмайди. $P_2 = P_{кр} > P_M$. Соплодан кейин буғ босими кичик бўлган муҳитга чиққанда тез кенгайди ва оқимнинг кинетик энергияси заррачаларнинг тартибсиз ҳаракатига айланади. Бунда P_2 нинг ўзгармаслиги буғ сарфининг куйидаги $m = m_{max}$ тенглигига боғлиқлигини кузатиш мумкин,

$$\frac{P_{кр}}{P_1} = \beta_{кр} \text{ нисбат босимнинг критик нисбати бўлиб, мазкур}$$

газнинг адиабата кўрсаткичи k га боғлиқдир. Масалан, 3 атомли газлар учун $K = 1,29$ ва $\beta_{кр} = 0,546$, бунда $P_{кр} = \beta_{кр} \cdot P_1 = 0,546 \cdot P_1$. Шундай қилиб ўзгармас мутлақ босим P_1 да тораювчи соплода учта иш ҳолати бўлиши мумкин:

1. $\beta > \beta_{кр}$, $w_2 < w_{кр}$, $m < m_{max}$, $P_2 = P_{ўр} < P_{кр}$
2. $\beta = \beta_{кр}$, $w_2 = w_{кр}$, $m = m_{max}$, $P_2 = P_{ўр} = P_{кр}$
3. $\beta < \beta_{кр}$, $w_2 = w_{кр}$, $m = m_{max}$, $P_2 = P_{кр} < P_{кр}$

Адиабатик оқиб чиқишнинг жараёни ишқаланиш билан бўлиб, 6.1-расмдаги 1-2 ҳақиқий жараёни ўзгармас қилиб қўяди.

Шунинг учун оқиб чиқиш тезлиги ҳар доим назарийсидан кичик:

$$W_2 = 44,72 \sqrt{h_1 - h_{2x}} \text{ , м/с} \quad (6.3)$$

Бу ерда ишлатилган (ҳақиқий) иссиқлик йўқолиши (Δh) кўрилади.

Оқиб чиқиш тезлигининг назарийсига нисбати соплонинг тезлик коэффициенти дейилади:

$$\varphi = \frac{W_{2x}}{W_2} \quad (6.4)$$

Соплонинг ФИК

$$\eta_1 = \frac{(\Delta h)_i}{(\Delta h)_o} = \varphi^2 \quad (6.5)$$

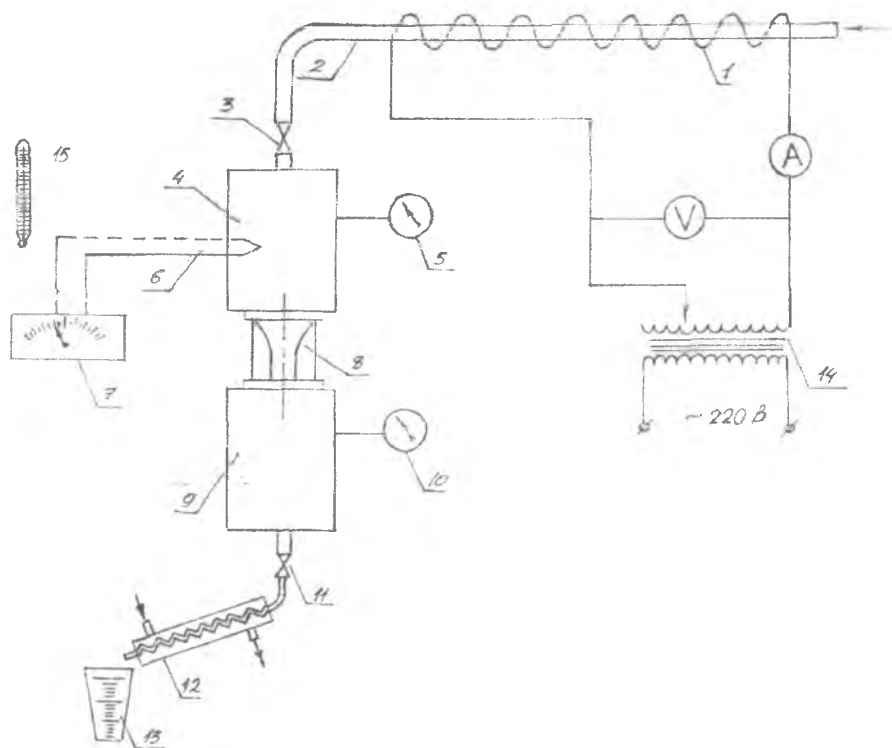
Буғнинг ҳақиқий сарфининг назарий сарфига нисбати сарфланиш коэффициенти дейилади:

$$\mu = \frac{m_r}{m} \quad (6.6)$$

φ , η_1 ва μ катталиклари соплонинг тузилишига ва сиртининг тозалик даражасига боғлиқ.

III. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ.

Тажриба қурилмаси 6.2-расмда тасвирланган бўлиб, қозондан келадиған сув буғида ишлайди, қозондан ортиқча босими $2 \pm 6 \text{ кг·к/см}^2$ бўлган нам буғ ҳолда тушади. Буғ ўтказувчи қувур 2 да ўрнатилган электр иситгич (буғ иситгич) 1 ёрдамида, буғни қуритиш ва берилган ҳароратгача ўта қиздириш мумкин (электр иситгич қуввати ЛАТР 14 ёрдамида ўзгартирилади, ток кучи ва кучланиш амперметр ва вольтметр билан текшириб турилади.



6.2-расм.

Буғ биринчи ўлчаш камераси 4га келиб тушади, у ерда соплога киришдан олдинги буғнинг параметрлари - ортиқча босим $P_{\text{орт}}$ ва ҳарорати t_1 ўлчанади. Босим манометр 5 билан, ҳарорат эса хромель-копель терможуфт 6 билан ўлчанади.

Терможуфт милливольтметр 7 га уланган терможуфтнинг иссиқ учи ўлчаш камерасида, совуқ учи асбобнинг ичида жойлашган ва ҳароратга тузатма киритиш кераклигини кўрсатади (яъни атроф-муҳитнинг ҳароратини). Шунинг учун милливольтметр яқинида симобли термометр 15 ўрнатилган, унинг кўрсатишини милливольтметр кўрсатишига қўшиш керак бўлади. Келаётган буғнинг босимини юқори вентил 3 билан сошлаш мумкин. Оқиб чиқиш жараёни чиқиш кесими $f_2=8,04 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ га эга бўлган тораювчан сопла 8 орқали соплодан кейинги камера 9 гача содир бўлади, буғнинг босими иккинчи манометр 10 билан ўлчанади. Соплодан ўтган буғнинг тезлиги катта бўлгани учун оқиб чиқиш жараёни адиабатик жараёнга яқин. Сопла кейинги камерада буғ қувур орқали совитгич 12 га келади, у ерда совуқ водопровод суви ёрдамида конденсатга айланади. Конденсат қувурдан оқиб, конденсат йиғувчи идиш 13 га тушади. Камерада оқиб чиқиш содир бўлганда пастки жўмрак 11 ёрдамида буғнинг ўтиш кесимини ўзгартириб, ҳар хил босим $P_{\text{орт}}$ ни ўрнатиш мумкин.

Курилманинг ҳамма элементлари атроф-муҳитга иссиқликнинг йўқолишини камайтириш учун иссиқлик изоляцияланган, бу эса оқиб чиқишнинг адиабатик жараёнининг амалга ошишига олиб келади.

III. ТАЖРИБАНИ ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ ВА УСУЛИ

Курилмага буғ қозонидан буғ берилгандан кейин (биринчи камерага ўрнатилган манометр бирор ортиқча босим кўрсатганда) совитувчи совуқ сув юбориладиган жўмрак очилади. ЛАТР ёрдамида электр қизитгичга кучланиш берамиз, бунда амперметр кўрсаткичи 3 А га тенг бўлиши керак.

Тажрибани барқарор шароит ўрнатилгандан кейин бошлаш керак, бу дегани t ҳарорат, ундан ташқари манометрдаги $P_{\text{Орт1}}$ ва $P_{\text{Орт2}}$ босимлар ҳам вақт ўтиши билан ўзгармасдан туриши керак.

Тажрибада совитгичдан оқиб чиқаётган суюқлик (сув) миқдори, буғнинг соплосига киришдаги қийматлари ва соплодан кейинги босими ўлчанади. Ўлчашлар босимлар нисбати турли шароитларда олинади, катта қиймати 1 да, кичик қиймати 0 гача ўлчанади.

Биринчи ўлчашни биринчи камерада буг ҳарорати 140-160°C ларга етганда бошлаш мумкин. $P_{\text{ОРТ}}$ ва $P_{\text{ОРТ,М}}$ босимлар ўзгармаслиги керак. Совитгичдан оқиб чиқаётган суюқлик учун ўлчагич идиш қўйилади ва оқиб чиқиш вақти белгиланади ва шу вақтдан бошлаб ҳарорат t ва соплодан олдинги $P_{\text{ОРТ}_1}$ ва кейинги $P_{\text{ОРТ,М}}$ босимлар ўлчанади. Бу ўлчашлар ҳар бир минутда амалга оширилади ва ёзиб борилади. Суюқлик йиғиш тўхтатилиб (ўлчовли идишни олиб), вақт τ ва йиғилган суюқлик миқдори M ўлчанади ва жадвалга ёзилади.

Тажриба шароитини ўзгартириб, тажрибани давом эттирамыз, бунда соплодан кейинги $P_{\text{ОРТ,М}}$ босимини олдингига нисбатан 0,5 ат га камайтирамыз, яъни пастки жўмакни соат милага тескари бураб босимни пасайтирамыз. P_1 босим ўзгармасдан доимий бўлиб туриши керак, ҳамда ЛАТР ёрдамида электр қизитгич ростлаб турилади (t ҳарорат ўзгармаслиги учун).

Барқарор шароит ўрнатилгандан кейин, иккинчи тажриба натижалари олинади: $P_{\text{ОРТ}}$ ва $P_{\text{ОРТ,М}}$, t_1 , m_2 , τ_2).

Учинчи тажриба яна соплоташқарисидаги босимни 0,5 ат камайтириш билан олдинги тажриба каби амалга оширилади.

6.1-жадвал

№	t_1 C	$P_{\text{ор } 1}$ кг·к/ см ²	$P_{\text{ор } \text{ўр}}$ кг·к/ см ²	τ м	M кг	P_6 бар	$P_{\text{ўр}}$ бар	$t_1 \text{ ўр}$ °C	$\beta = \frac{P_{\text{ўр}}}{P_1}$	$m_A = \frac{M}{\tau \cdot 60}$ кг/сек
1										
2										
3										

IV. НАТИЖАЛАРНИ ҲИСОБЛАШ ТАРТИБИ

Босимлар нисбати $\beta = \frac{P_m}{P_1}$ ни аниқлашда ва бошқа натижаларни ҳисоблашда мутлақ босимни билиш керак бўлади.

Бу босим қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$P = \frac{P_{бар}}{750} + \frac{P_{орт}}{1,02} \quad \text{бар} \quad (6.7)$$

бу ерда $P_{бар}$ – барометрик босим (мм сим.уст.)
 $P_{орт}$ – манометрларда ўлчанувчи буғнинг босими,
 кг·к/см².

(6.7) ифодадаги $P_{орт}$ га тажрибалар бўйича ўртача қиймати олинади. Олинган натижалар бўйича $m=f(\beta)$ график чизилади.

(6.2) ифода орқали сув буғининг назарий сарфи m ни $\beta > \beta_{кр}$ ва $\beta < \beta_{кр}$ бўлган ҳолда аниқланади ва тажрибада олинган натижалар билан солиштириб, (6.6) ифода орқали μ сарфий коэффиценти топилади. Ҳисоблашда h - S диаграммадан фойдаланилади.

Олинган бирор тажриба учун W_{2x} ҳақиқий оқиб чиқиш тезлигини аниқлаш мумкин.

$$W_{2x} = \frac{m_x \cdot V_{2x}}{f_2}, \quad \text{м/с} . \quad (6.8)$$

Оқиб чиқиш тезлиги (6.3) ва (6.8) ифодалари орқали ҳисобланганда бир хил, яъни бир-бирига тенг чиқиши керак.

h_2 ва h_{2x} қийматлари h - s диаграммадан фойдаланиб топилади (6.1-расм).

P_2 ўзгармас босим чизигидаги $2g$ нуқта номаълум, бу нуқтани шундай олиш керакки, бунда W_{2x} оқиб чиқиш тезликлари (6.3) ва (6.8) ифодалар билан бир хил чиқиши керак. Шунинг учун $2x$ нуқтани бир неча марта танлаб ҳисоблаш керак.

Оқиб чиқишнинг ҳақиқий тезлиги топилгандан кейин соплонинг тезлик коэффиценти (6.4) ифодадан 2 шароит $\beta > \beta_{кр}$ ва $\beta < \beta_{кр}$ учун топилади. $\beta < \beta_{кр}$ шароит учун W_{2x} ҳисоблашда $P_2 = P_{кр} = \beta_{кр} \cdot P_1$ деб олинади, бунда h - S диаграммадан фойдаланиш қулайдир.

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

АДИАБАТИК ДРОССЕЛЛАНИШ ЁРДАМИДА СУВ БУҒИНИНГ ЭНТАЛЬПИЯСИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади:

Адиабатик дросселланишга асосланган сув буғининг энтальпиясини аниқлаш усулини ўрганиш. Адиабатик дросселланиш жараёнининг хусусиятлари ва сув буғининг хоссалари ҳақидаги назарий билимларни мустаҳкамлаш (жадваллар, $h-s$ диаграмма).

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Сув буғининг энтальпияси қийматини тўғри аниқлашда, буғнинг дросселланиш жараёнларини тадқиқ қилишга асосланган усул қўлланилади. Ушбу ишда босими 6 атм ва ҳарорати 220°C гача бўлган сув буғининг энтальпияси аниқланади.

Агар қувурда (ёки каналда) ҳаракатланаётган суюқлик ёки газ оқимининг йўлида оқим кўндаланг кесимини кичрайтириб, яна бошланғич ҳолатига катталаштирадиган тўсиқча учраса, оқаётган газнинг (суюқликнинг) тўсиқ ортидаги босими тўсиққача бўлган босимдан ҳамиша кичик бўлади.

Газнинг катта босимдан кичик босимга ўтишида, ташқарига иш бажармасдан номувозанатли кенгайиш жараёни дросселланиш (ғижимланиш, эзилиш) деб аталади.

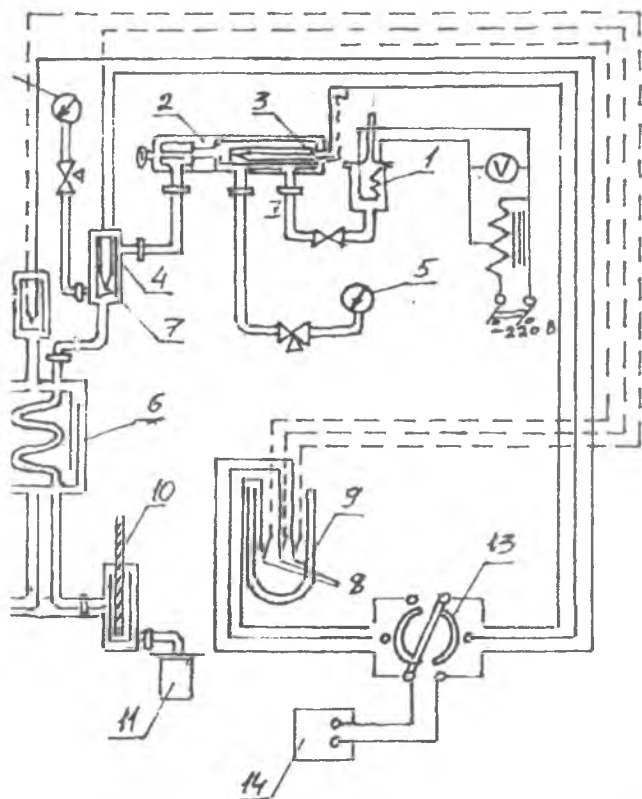
Атроф-муҳит билан иссиқлик алмашинувисиз содир бўладиган дросселланиш адиабатик дросселланиш деб аталади. Адиабатик дросселланишда 1 ва 2 кесимларда (дроссель қурилмасигача ва ундан кейинги кесимлар) газ оқимининг тезликларини қийматлари яқин бўлгани учун, оқим учун термодинамиканинг I қонунидан қуйидаги тенглик келиб чиқади:

$$h_1 = h_2 \quad (7.1)$$

Яъни, шу жисмнинг дросселланишгача ва дросселланишидан сўнг энтальпиялари бир хил бўлади. Бу ҳулоса сув буғининг энтальпиясини ўлчаш усули асосида келтириб чиқарилган бўлиб, сув буғи атмосфера босимига яқин босимгача дросселлантирилади, сўнгра унинг энтальпияси аниқланади.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ

7.1-расмда тасвирланган тажриба қурилмаси қозондан келадиган (йўналтириладиган) сув буғида ишлайди. Бевосита қозондан келадиган нам буғнинг босими $2,5-6 \text{ кг·к/см}^2$ га тенг. Электр қиздиргич ёрдамида буғни қуритиш ва белгиланган ҳароратгача ўта қизитиш мумкин.



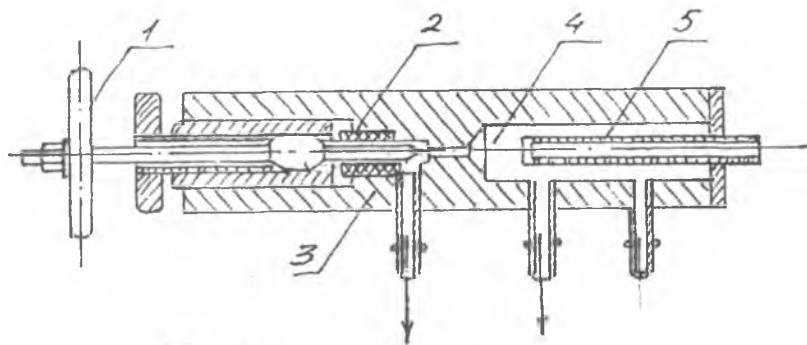
7.1-расм

1-иситгич; 2-дрессель жўмраги; 3-биринчи ўлчаш камераси; 4-иккинчи ўлчаш камераси; 5-манометр; 6-конденсатор-калориметр; 7-терможуфтларнинг иссиқ учлари; 8-терможуфтларнинг совуқ учлари; 9-Дьюар идиши; 10-термометр; 11-ўлчов идиши; 12-совуқ сувни ўлчаш идиши; 13-алмаштирилиб улагич; 14-потенциометр.

Буг аввал ўлчаш камерасига кирази ва унинг дросселланишига қадар бўлган параметрлари – босими P_1 , ҳарорати t_1 ўлчанади. Бу ерда ҳарорат хромель-копелли терможуфт (термопара) ёрдамида ўлчанади. Терможуфтнинг ҳарорат ўлчайдиган томони ўлчаш камерасида бевосита буг оқимида жойлашган гильзага ўрнатилади. Бугнинг босими манометр ёрдамида ўлчанади.

Сўнгра буг вентил (жўмрак)ка келиб тушади ва унда атмосфера босимига яқин босимгача сув бугининг дросселланиши содир бўлади. Дросселланиш вентилининг биринчи ўлчаш камераси билан биргаликдаги конструкцияси 7.2-расмда кўрсатилган. Дросселланиш жўмрагидан кейин буг иккинчи ўлчаш камерасига ўтади ва бу ерда унинг дросселланишидан сўнгги параметрлари босими P_2 , ҳарорати t_2 ўлчанади.

Иккинчи ўлчаш камерасидан буг конденсатор-калориметрга ўтиб қайтадан сувга айланади ва ҳосил қилинган конденсат хона ҳароратигача совитилади. Олинган иссиқлик ва унинг миқдорини ўлчаш учун оддий сув қувуридан олинадиган сувдан фойдаланилади. Совитадиган сув ҳароратининг ортиши ва сув сарфини билган ҳолда, бугнинг қайтадан сувга айланишида ва совишида берадиган иссиқликни аниқлаш мумкин.



7.2-расм

1 кг бугнинг қайтадан сувга айланишида ажраладиган иссиқликни ҳисоблаш учун чиқадиган конденсатнинг оғирлигини ўлчаш керак.

Совитадиган сувнинг киришдаги t^* ва қурилмадан чиқадиган конденсатнинг t_k ҳароратларини ўлчаш учун симобли термометрлар ўрнатилган.

Совитиладиган сувнинг конденсат-калориметрдан чиқишдаги ҳарорати эса t'' терможуфт (термопара) билан ўлчанади. Юқорида кўрсатилган хромель-копелли терможуфтларнинг совуқ учлари эриётган муз солинган идишга жойлаштирилади (0°C). Терможуфтлар навбати билан алмаштирилиб улагич (переключатель) орқали иссиқлик э.ю.к.ни ўлчайдиган потенциометрга уланади.

Қурилманинг буғ ўтадиган ҳамма қисмлари иссиқлик исрофини камайтириш мақсадида, бир-бирига яқин жойлаштирилган ва иссиқлик изоляция материали билан ҳимояланган. Бунинг натижасида дросселланиш жараёнини адиабатик деб ҳисоблаш мумкин. Дросселланиш қурилмасида ва ўлчаш камераларида буғ тезлигининг юқори бўлиши ҳам адиабатик жараён ҳосил бўлишини таъминлашга имкон беради.

Буғни ўта қиздириш учун хизмат қиладиган қиздиргичдаги ток кучини амперметр ёрдамида назорат қилиш ва лаборатория автотрансформатори (ЛАТР) орқали ростлаш мумкин.

Конденсатор орқали ўтадиган совитувчи сувнинг микдорини ўлчашда шкалали идишдан фойдаланилади. Шкала литрда даражаланган. Ҳосил бўлган конденсатнинг микдори ўлчов идиши ёрдамида аниқланади.

III. ТАЖРИБАНИ ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ ВА УСУЛИ

Қурилма қозонга улангандан сўнг (биринчи ўлчаш камерасига ўрнатилган бирор қийматни кўрсатади) жўмрак тўлиқ очилиб, сув калориметр қурилмасига келтирилади. Сўнгра дросселланиш жўмрагининг ғилдираги (маховик) $1/8$ қисмга айлантеририлиб буғ ўтказилади. Буғнинг қурилмадан эркин ўтиши юзага келгач, иккинчи ўлчов камерасидаги босим кузатиб борилади ва дросселланиш жўмраги аста-секин очилади. Иккинчи ўлчов камерасидаги босим $0,2$ атм. га етгач, меъёрдаги ҳолат (нормал режим) юзага келади.

Лаборатория автотрансформаторининг бурагичи орқали қиздиргич ишга туширилади ва $2-2,5$ А ток ўрнатилади. Токни

даражаси X ни бирор микдорга ошириш учунгина хизмат қилади холос.

III. ТАЖРИБАНИ ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ ВА УСУЛИ

Тажрибалар худди ўта қизиган буғдаги каби ўтказилади. Бунда битта тажриба қиздиргич ажратилган ҳолда ўтказилади, яъни қозондан келаётган нам тўйинган буғнинг энтальпияси h_x , сўнгра куруклик даражаси қиздиргич ишга туширилган ҳолда ўтказилади. Бунинг учун автотрансформатор (ЛАТР) ёрдамида занжирда 1-1,5 А ток ҳосил қилинади. Натижада биринчи ўлчов камерасига кираётган НТБнинг куруклик даражаси X бирор микдорга оширилади.

IV. ҲИСОБЛАШ ТАРТИБИ

НТБ энтальпиясини аниқлаш тажрибасидаги (8.4) тенгламадан топилган энтальпия, дросселланиш вентили олдидаги буғнинг энтальпияси h_x га тенг бўлади. Бу ҳолат учун куйидаги муносабатдан X ни аниқлаймиз:

$$h_x = h' + rX \quad (8.5)$$

бундан

$$X = \frac{h_x - h'}{r} \quad (8.6)$$

h' ва r нинг қийматлари сув ва сув буғининг хоссалари жадвалларидан P_1 ёки t_1 катталикларга асосан олинади. Ҳисобларда ҳарорат ва босимнинг тажриба учун ўртача қийматлари ишлатилади.

Агар дросселланишдан сўнг буғ ўта қизиган буғга айланса, P_2 ёки t_2 бўйича h - S диаграмма ёрдамида текширилади, X ни калориметр усулисиз аниқланади. Бунинг учун h - S диаграммада 2 нуқтадан горизонтал чизик P_1 изобара кесишгунга қадар давом эттирилади. (Бу усул жуда оддий бўлиб, одатда ишлаб чиқаришда кўпроқ ишлатилади). Ушбу ишда (8.6) ифода

Мутлақ босим бар бирлигида қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$P_{\text{мут}} = \frac{P_{\text{орт. атм}}}{1,02} + \frac{P_{\text{бар, мм. с.м. уст.}}}{750}, \quad \text{бар} \quad (7.2)$$

бунда: $P_{\text{орт}}$ – манометр кўрсаткичи;

$P_{\text{бар}}$ – барометр бўйича атмосфера босими.

Тажрибани ўлчов идиши совитувчи сувга тўлгунга қадар давом эттириш керак (5-7 минут).

Тажриба тўхтатилгандан сўнг ўлчов идишларида тўпланган конденсат миқдори (M_K , кг) ва совитувчи сувнинг миқдори (M_c , кг) ўлчанади.

Иккинчи марта тажриба буғнинг бошқа ҳарорати t_1 да ўтказилади, бунинг учун қиздиригич занжиридаги ток кучи автотрансформатор (ЛАТР) ёрдамида 3 А гача оширилади. Қурилмада янги иссиқлик ҳолати ўрнатилгач, тажриба яна қайта такрорланади.

IV. ҲИСОБЛАШ ТАРТИБИ

Конденсатор-калориметрнинг иссиқлик баланси тенгламаси:

$$M_K(h_2 - h_K) = M_B C_{p_c} (t'' - t'), \quad \text{кЖ} \quad (7.3)$$

бунда: h_2 – конденсаторга кираётган буғнинг энтальпияси, кЖ/кг;

h_K – конденсатордан чиқаётган конденсатнинг энтальпияси, кЖ/кг; сув учун t_K ва атмосфера босимида жадвалдан аниқланади ёки тахминан $h_K = 4,19 t_K$ га тенг бўлади.

C_{p_c} – ўзгармас босимда сувнинг солишгирма массавий иссиқлик сифими, 4,19 кЖ/кг °С қабул қилинади.

(7.3) тенгламанинг чап қисмидаги иссиқлик, изобарик жараёнда буғнинг қайтадан сувга айланиши ва конденсатнинг

совишидаги ажралиб чиққан иссиқликни ифодалайди. Унг қисмидаги ифода эса, $P=\text{const}$ жараёнида совитувчи сув оладиган иссиқликка тенг бўлади.

(7.3) тенгламадан қуйидагини ёзиш мумкин:

$$h_2 = \frac{M_B C_{P_2} (t'' - t')}{M_K} + h_K, \quad \text{кЖ/кг} \quad (7.4)$$

Агар (7.1) тенгламани эътиборга олсак, топилган энтальпиянинг қиймати дросселланиш вентили олдидаги бугнинг энтальпиясига тенгдир, яъни $h_1 = h_2$.

Ҳисобларда тажриба мобайнида ҳарорат ва босимларнинг ўртача қийматлари ишлатилади. Ўтказилган иккита тажриба орқали ўта қизиган бугнинг энтальпиялари ҳисобланади ва P_1, t_1 ва P_2, t_2 лар орқали h -s диаграмма ёрдамида топилган энтальпия қийматлари билан таққосланади.

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

НАМ ТҮЙИНГАН БУҒНИНГ ҚУРУҚЛИК ДАРАЖАСИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади:

Нам тўйинган буғнинг қуруқлик даражасини аниқлаш услубини ўрганиш.

Бу ишда кўлланиладиган усул адиабатик дросселланиш ёрдамида буғнинг энтальпиясини аниқлашга асослангани учун тажриба олдинги ишнинг қурилмасида бажарилади. Шунинг учун тажриба қурилмасининг тавсифи қайта ўрганиб чиқилади.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Нам тўйинган буғнинг (НТБ) қуруқлик даражаси X , ҳарорати ва босими сингари унинг ҳолатини аниқлайди. Нам тўйинган буғ деб аталадиган икки фазали «суюқлик-буғ» аралашмасининг қуруқлик даражаси X , аралашма таркибидаги қуруқ буғ массасининг аралашма умумий массасига нисбатига тенгдир.

НТБнинг қуруқлик даражасини аниқлаш иссиқлик электр марказлари ва қозонхоналардан ишлаб чиқаришга ва иситишга буғ юбориш билан боғлиқ масалаларни ечишда муҳим аҳамиятга эга. Ҳозирги вақтда X ни аниқлашда энг кўп ишлатиладиган услуб НТБнинг адиабатик дросселланишига асослангандир.

НТБ атмосфера босимига яқин босимгача дросселлантирилгач, унинг энтальпияси h_x калориметр усули билан аниқланади (ёки h - S диаграмма ёрдамида). Сўнгра сувнинг тўйиниш чегарасидаги энтальпиясининг h' жадвал қийматлари ва буғ ҳосил бўлиш иссиқлиги (r) ёрдамида қуруқлик даражаси X ҳисобланади (ёки h - S диаграмма ёрдамида аниқланади).

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ

Тажриба қурилмаси (7.1-расм) бу ишда бевосита қозондан келадиган ва қиздиргичда қуритилган нам тўйинган буғда ишлайди. Демак, бу тажрибада қиздиргич НТБнинг қуруқлик

даражаси X ни бирор микдорга ошириш учунгина хизмат қилади холос.

III. ТАЖРИБАНИ ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ ВА УСУЛИ

Тажрибалар худди ўта қизиган буғдаги каби ўтказилади. Бунда битта тажриба қиздиргич ажратилган ҳолда ўтказилади, яъни қозондан келаётган нам тўйинган буғнинг энтальпияси h_x , сўнгра қуруқлик даражаси қиздиргич ишга туширилган ҳолда ўтказилади. Бунинг учун автотрансформатор (ЛАТР) ёрдамида занжирда 1-1,5 А ток ҳосил қилинади. Натижада биринчи ўлчов камерасига кираётган НТБнинг қуруқлик даражаси X бирор микдорга оширилади.

IV. ХИСОБЛАШ ТАРТИБИ

НТБ энтальпиясини аниқлаш тажрибасидаги (8.4) тенгламадан топилган энтальпия, дросселланиш вентили олдидаги буғнинг энтальпияси h_x га тенг бўлади. Бу ҳолат учун қуйидаги муносабатдан X ни аниқлаймиз:

$$h_x = h' + gx \quad (8.5)$$

бундан

$$X = \frac{h_x - h'}{g} \quad (8.6)$$

h' ва g нинг қийматлари сув ва сув буғининг хоссалари жадвалларидан P_1 ёки t_1 катталикларга асосан олинади. Ҳисобларда ҳарорат ва босимнинг тажриба учун ўртача қийматлари ишлатилади.

Агар дросселланишдан сўнг буғ ўта қизиган буғга айланса, P_2 ёки t_2 бўйича h - S диаграмма ёрдамида текширилади, X ни калориметр усулисиз аниқланади. Бунинг учун h - S диаграммада 2 нуктадан горизонтал чизиқ P_1 изобара кесишгунга қадар давом эттирилади. (Бу усул жуда оддий бўлиб, одатда ишлаб чиқаришда кўпроқ ишлатилади). Ушбу ишда (8.6) ифода

ва h - S диаграмма орқали топилган X нинг қийматлари таққосланади. Агарда буғ дросселланишдан сўнг намлигича қолса, у ҳолда қуруқлик даражасини калориметр усули билан аниқлаш зарур. Сўнгра қуруқлик даражаси X (8.6) ифода ёки h - S диаграмма ёрдамида аниқланади: (8.4) ифода орқали топилган h_x қийматиға мос келадиган горизонтал чизик P_1 изобара билан кесишгунча давом эттирилиб, 1 нукта топилади.

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

ҲАВОНИНГ ЭРКИН ҲАРАКАТЛАНИШИДА ВЕРТИКАЛ ҚУВУРНИНГ ИССИҚЛИК БЕРИШИ

Ишнинг мақсади:

1. Ҳавонинг эркин ҳаракатланишида иссиқлик бериш назарияси бўйича билимни мустаҳкамлаш ва тажриба ўтказишга кўникма ҳосил қилиш.

2. Ишни бажариш натижасида ҳаво (сууюқлик)нинг катта ҳажмда эркин ҳаракатланишида конвектив иссиқлик алмашинуви ўрганилиши, шунингдек иссиқлик бериш коэффицентининг ҳароратга боғлиқлиги аниқланиши керак.

Вазифа: Вертикал қувур атрофидаги ҳавонинг эркин ҳаракатланишида иссиқлик бериш коэффицентининг қийматини аниқлаш ва критериял ҳолатда тажриба натижаларини ишлаб чиқиш.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Қиздирилган ва совуқ заррачаларнинг зичликлари фарқи ҳисобига сууюқликнинг ҳаракатланиши эркин ҳаракатланиш деб аталади.

Ҳавонинг ҳаракатланиш тезлиги қанча юқори бўлса ва шунингдек девор ва атроф-муҳит ҳароратлари фарқи қанчалик катта бўлса, узатилаётган иссиқлик миқдори ҳам шунча кўп бўлади.

Демак, иссиқлик бериш биринчи навбатда девор ва атроф-муҳит ҳароратлари фарқига кўра аниқланади. Бундан ташқари, иссиқлик бериш жадаллиги муҳитнинг иссиқлик физик хусусиятларига, қаттиқ сиртнинг шаклига, юзанинг катталигига, ҳаракат ҳолатига ҳамда тезлигига ва бошқа омилларга боғлиқ.

Иссиқлик бериш жадаллиги Ньютон-Рихман қонуни бўйича аниқланади:

$$Q_k = \alpha F (t_d - t_m), \quad \text{Вт} \quad (9.1)$$

бу ерда: Q_k – қиздирилган қувурдан атроф-муҳитга берилаётган иссиқлик миқдори, Вт;

F – қувур сирти юзаси, м²;

t_d – қаттиқ сирт ўртача ҳарорати, °С;
 t_m – муҳитнинг (суяқлик ёки ҳаво) ҳарорати, °С,
 α – қувурнинг узунлиги бўйича ўртача иссиқлик бериш коэффициентини, Вт/м²К.
 α қийматини топиш учун (9.1) дан фойдаланамиз:

$$\bar{\alpha} = \frac{Q_k}{F(t_c - t_{жк})}, \quad \text{Вт/м}^2 \cdot \text{К} \quad (9.2)$$

бунинг учун F ни билиш ва t_d , t_m , Q_k қийматларни тажриба йўли билан аниқлаш керак.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИ БАЁНИ

Тажриба қурилмаси (9.1-расм) вертикал жойлашган ташқи диаметри $d_t = 50$ мм ва узунлиги $l = 2626$ мм-ли қалин деворли мис қувур 7 дан иборат. Қувур ичида чинни қувурчага ўралган нихром лентасидан ишланган электр иситгич ўрнатилган. Электр иситгич қуввати тажриба автотрансформатори ЛАТР-1М 4 билан ростланади ва амперметр 5 ва вольтметр 6 кўрсатишига қараб ҳисобланади.

Иссиқлик бериш юзаси ҳарорати t_d ни ўлчаш учун 12 мис-константа терможуфтларининг иссиқ учлари қувур деворига қалайланган, совуқ учлари эриётган музли Дьюар идишига солинган. Терможуфтнинг ЭЮК потенциометр 3 билан ўлчанади. ЭЮКни жадвалдан градусга айлантирилади.

Ҳавонинг ҳарорати t_m қувурдан узоқроқдаги суяқлик шишали термометр билан ўлчанади.

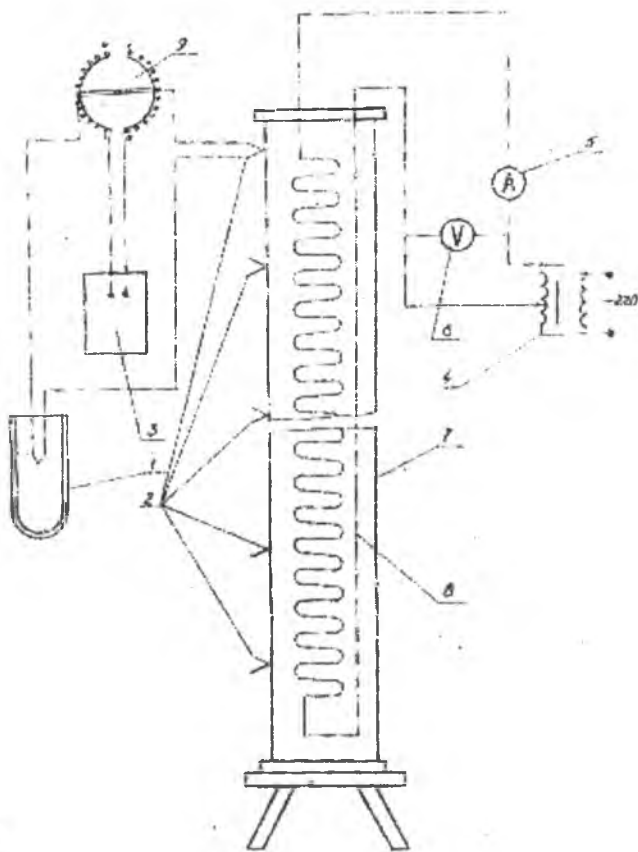
Қувурнинг учлари иссиқлик йўқолишини камайтириш мақсадида изоляция қилинган.

III. ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ

Ишнинг назарий асослари ва тажриба қурилмаси билан танишгандан сўнг асбоблар кўрсаткичларини ва топиладиган катталикларни ёзиш учун жадвал тузилади.

Ўқитувчи текширгандан кейин қурилма ишга туширилади. Тажриба автотрансформатори билан тажриба вақтида ўзгармайдиган иссиқлик ҳолати ўрнатилади. Бу ҳолат ҳар 5 дақиқада 3-4 ўлчовларда асбоблар кўрсаткичлари ўзгармаслигини характерлайди ва тажриба қурилмаси ишга тушгандан сўнг 30-40 дақиқада ёки иш ҳолатини камаййтиришда вужудга келади.

Янги ҳолатга ўтиш учун автотрансформатор билан иситгичдаги кучланишни ўзгартириш керак. Иш ҳолати 4-5 мартаба ўзгартирилади. Қувур девори ҳарорати 50 дан 120 °С гача ўзгаради. Ҳавонинг иссиқлик беришига таъсир этмаслик учун тажриба вақтида қувур атрофида юришлар ва тез ҳаракатланишдан сақланиш керак.



9.1-расм

IV. ТАЖРИБА НАТИЖАЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Тажриба қувуридан атрофдаги ҳавога конвекция усулида иссиқлик берилиши қуйидаги тенгликдан аниқланади:

$$Q_k = Q - Q_H, \quad \text{Вт} \quad (9.2)$$

бу ерда: Q – қувур ичидаги электр иситгичдан ажралган атроф-муҳитга конвекция ва иссиқлик нурланиши орқали берилган тўлиқ иссиқлик миқдори, Вт;

$$Q = I \Delta U \quad (9.3)$$

I – ток кучи, А;

ΔU – кучланиш пасайиши, В;

Q_H – қувурдан нурланиш усулида иссиқлик миқдорининг ажралиши, Вт.

$$Q_H = \varepsilon_k C_k \left[\left(\frac{T_{к.с}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_M}{100} \right)^4 \right] F, \quad \text{Вт} \quad (9.4)$$

бу ерда: C_k – мутлақ қора жисмнинг келтирилган нурланиш коэффициентини, Вт/м²·К⁴.

$$C_k = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4.$$

$T_{к.с}$, T_M – тажриба қувури деворининг ва атроф-муҳитнинг мутлақ ҳароратлари.

ε_k – тизим жисмларининг келтирилган қоралик даражаси (қувур ва унинг атрофи), газ-ҳаво иссиқлик нурланиши, $\varepsilon_k = 0,75$

Тажриба қувури юзаси ҳарорати t_d 12 та нуқталардаги ҳароратларнинг ўртачасига тенг.

Қурилманинг 4-5 иш ҳолати учун $\bar{\alpha}$ (9.2) тенгламадан аниқланиб, график қурилади:

$$\alpha = f(\Delta t)$$

Ҳавонинг (суюқлик) эркин ҳаракатланишида иссиқлик алмашинуви жадаллиги қуйидаги мезонли тенглама билан ёзилади:

$$Nu_{c,\ell} = C (Gr \cdot Pr)_{c,\ell}^n \left(\frac{Pr_c}{Pr_d} \right)^{0,25}, \quad (9.6)$$

Аниқланадиган ҳарорат t_c – суюқлик ҳарорати, аниқланадиган ўлчов қувур баландлиги ℓ бўлади. Прандтль мезонида ҳавонинг

хароратдан кам боғлиқ бўлгани учун $\frac{Pr_c}{Pr_o} = 1$ деб олсак (9.6)

тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Nu_{ж, \ell} = c (Gr \cdot Pr)^n_{ж, \ell} \quad (9.7)$$

Логарифмик координаталарда (6.7) тенглама тўғри чизик тенгламаси ҳолида бўлади.:

$$\lg Nu = \lg C + n \lg (Gr \cdot Pr) \quad (9.8)$$

C ва n қийматларини аниқлаш учун тажрибада топилган Nu ва (Gr·Pr) ларни логарифмик координаталарга қўйиб, тўғри чизик чизиш керак. Бурчак тангенси (9.7) тенгламадаги даража кўрсаткичи n га тенг. C нинг қиймати қуйидаги тенгламадан ҳисоблаб топилади:

$$C = \frac{Nu_{ж, \ell}}{(Gr \cdot Pr)^n_{ж, \ell}} \quad (9.9)$$

Тажрибада топилган C ва n қийматлари фақат текшириляётган иссиқлик беришгагина тааллуқли.

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар, $\alpha = f(\Delta t)$ графиги бўлиши керак.

9.1-жадвал

Мис–константа терможуфтларининг градиловкаси

$^{\circ}C$	0	1	2	3	4	5	6
30	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42
40	1,58	1,62	1,66	1,70	1,74	1,78	1,81
50	1,97	2,01	2,05	2,09	2,13	2,17	2,22
60	2,41	2,46	2,51	2,56	2,61	2,66	2,71
70	2,90	2,95	3,00	3,05	3,10	3,14	3,19
80	3,39	3,44	3,49	3,54	3,58	3,63	3,68
90	3,88	3,93	3,97	4,02	4,07	4,12	4,17
100	4,36	4,41	4,46	4,51	4,56	4,60	4,65
110	4,85	4,90	4,94	4,99	5,04	5,09	5,14
120	5,33	5,38	5,43	5,48	5,52	5,57	5,62

ЙЎЛАКЛИ ЖОЙЛАШГАН ҚУВУРЛАР БОҒЛАМИДАН КЎНДАЛАНГ ОҚИБ ЎТАЁТГАН ҲАВОНИНГ ИССИҚЛИК БЕРИШ КОЭФФИЦИЕНТИНИ АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади: кўндаланг қувурлар боғлаמידан оқиб ўтаётган газларнинг иссиқлик бериш назарияси бўйича олинган билимларни мустаҳкамлаш ва тажриба олиб боришда кўникмага эга бўлиш.

Топширик:

1. Йўлакли жойлашган қувурлар боғлаמידан кўндаланг оқимнинг иссиқлик бериш коэффицент катталигини аниқлаш ва ҳаво оқимини тезликдан ўзгариш қонуниятини ўрнатиш.
2. Тажриба натижаларини қайта ишлаш ва уларни умумлаштирилган ҳолда бериш.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Рейнольдснинг кичик сонларида (бирга тенглигида) суюқлик оқими билан қувурлар сиртининг узлуксиз ювилиши кузатилади. Рейнольдснинг катта сонларида эса фақат юза қисми бир текисда ювилади. Қувурларнинг орти қисмида, сиртдан суюқликни чегарадош қатламининг силжиши туфайли, мураккаб уюрмали ҳаракат вужудга келади. Шу сабабли цилиндрнинг периметри бўйича иссиқлик бериши шиддатлилиги текис бўлади. Қувур боғламининг иссиқлик бериш қувур диаметрига, уларнинг кўндаланг ва бўйлама қадамига, қувурлар жамланишига, суюқликнинг ҳароратига ва физик хусусиятларига боғлиқ ҳам бўлади.

Суюқлик оқими қувурлар боғламининг кўндаланг ювилишида иссиқлик бериш шароитлари мезонли боғлиқлик билан таърифланади:

$$\overline{Nu} = f \left(Re, Pr, \frac{S_1}{d}, \frac{S_2}{d}, n, \right) \quad , \quad (10.1)$$

бунда:
$$Nu = \frac{\alpha d}{\lambda}; \quad Re = \frac{wd}{\gamma}; \quad Pr = \frac{\gamma}{\alpha};$$

$\bar{\alpha}$ – n қатори учун ўртача иссиқлик берувчанлик коэффициентини, Вт/м²К;

d – қувур диаметри, м;

W – боғламнинг торайган кесимидаги суюқликнинг ҳаракат тезлиги, м/с;

α – суюқликнинг иссиқлик берувчанлик коэффициентини, Вт/мК;

$\frac{S_1}{d}, \frac{S_2}{d}$ – қувурлар орасидаги бўйлама ва қўндаланг нисбий қадамлар;

n – тўпламдаги қувурлар қатори сони.

Нисбий қадамлар берилган қувурлар тўплами учун доимий катталиқ эканлигини ҳисобга оламиз:

$$\frac{S_1}{d} = const, \quad \frac{S_2}{d} = const.$$

Ҳаво учун ҳарорат кам ўзгарганда $Pr = const$ деб олсак, (10.1) боғлиқликни соддалаштириш мумкин:

$$\overline{Nu} = f(Re)^n \quad (10.2)$$

$$\overline{Nu} = cRe^n$$

Тажриба кўрсаткичларига асосланиб, ўртача иссиқлик берувчанлик коэффициентини қуйидаги тенгликдан аниқлаймиз:

$$\alpha = \frac{Q_k}{F(t_c - t_x)}, \quad \text{Вт/м}^2 \text{ К} \quad (10.3)$$

бу ерда Q_k – F юзали учинчи қаторнинг битта қувурдан конвекция усулида берилаётган иссиқлик миқдори, Вт;

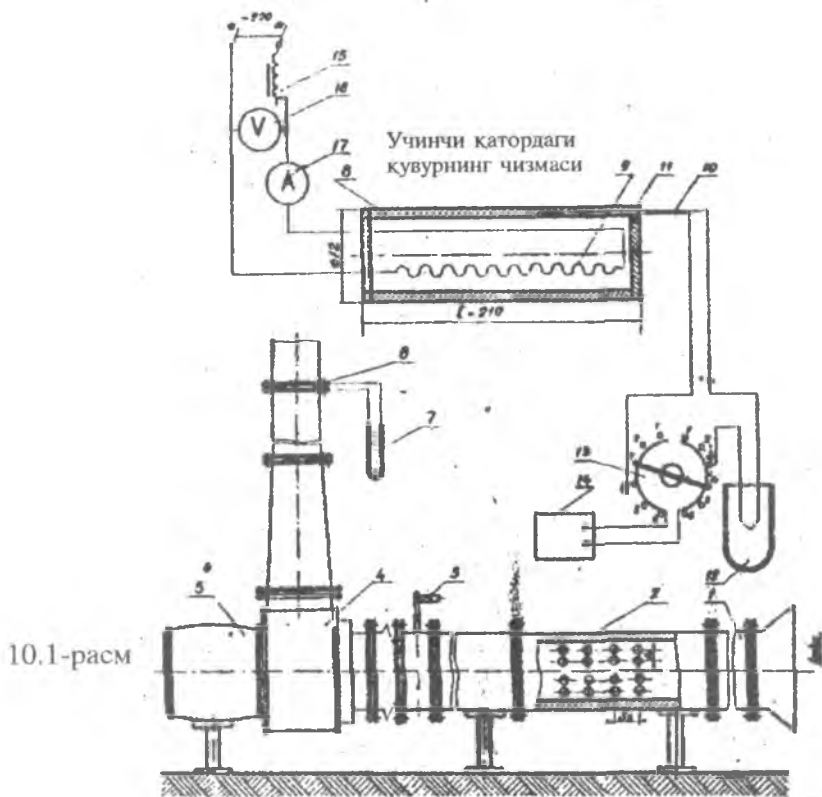
F – қувур сирти юзаси, м²;

t_c – иссиқлик алмашинув юзаси ҳарорати, °С;

t_m – муҳит (ҳаво) нинг ҳарорати, °С.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИНИНГ БАЁНИ

Қувур тўпламининг иссиқлик беришини аниқлаш тажриба қурилмаси (10.1-расм) аэродинамик қувур 1, йўлакли жойлашган қувурлар боғлами жойлашган тўғри бурчакли кўндаланг кесими 210x155 мм, узунлиги 2,85 м бўлган ишчи қисм 2, вентилятор 4 ва ўлчов асбобларидан иборат. Ишчи қисм аэродинамик қувур 1,42 м да жойлашган. Ҳаво оқимининг тезлиги шибер 3 билан ўзгартирилади, вентилятор ва аэродинамик қувур орасидаги ўтувчи патрубкок стандарт диафрагма 6 ўлчанади, диафрагмадаги босим ўзгариши микроанометр 7 билан ўлчанади. Диафрагма тарировкаси 10.1-жадвалда келтирилган. Вентилятор электр двигателъ билан ҳаракатга келтирилади.



Тўплам бўйлама ва кўндаланг қадамлари $S_1=S_2=30$ мм, диаметри $d=12$ мм, узунлиги $l=210$ мм-ли 4 қатор мис қувурлардан тузилган.

Иссиқлик берувчанлик коэффициенти уч қатордаги ҳар бир қувурлар тўплами учун алоҳида аниқланади. Бунинг учун ҳар қатордаги қувур 8 электр иситгич 9 нинг қуввати автотрансформатор 15 билан ростланади ва вольтметр 16, амперметр 17 кўрсаткичларидан аниқланади. Иссиқлик йўқолишининг олдини олиш учун қувур учлари иссиқлик изоляцион материаллар 11 билан ёпилган. Қувурлар сирти ҳарорати мис-константа термोजуфтлари 10 билан ўлчанади, унинг тарировкаси 10.2-жадвалда келтирилган.

Термोजуфтнинг иссиқлик э.ю.к.и потенциометр 14 билан ўлчанади. Термोजуфтнинг совуқ учи эриётган музли Дьюар идиши 12 га жойлаштирилган. Оқим ҳарорати хонадаги симобли термометр билан ўлчанади.

III. ТАЖРИБАНИ ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ ВА УСУЛИ

Қурилма баёни билан танишиб, тажриба натижаларини ёзиш учун жадвал тайёрланади. Ўқитувчи бошчилигида ўлчаш асбобларининг тўғри ёқилганлиги ва идишда муз борлиги текшириб кўрилади. Шиберни очиб, ҳавонинг максимал сарфи ўрнатилади. Вентилятор ишга туширилади, қувурлар тўпламининг учинчи қаторида ўрнатилган электр иситгичга уланган вольтметр, амперметр орқали ток кучи ва кучланиш берилади. Электр иситгич қувватининг ўзгариши автотрансформатор билан ростланади.

Қувурлар сирти ҳарорати қурилма ишга тушгандан 5 минутдан кейин ўлчанади. Қувурлар сиртида 15-20 минутдан кейин ҳарорат ўзгармаганда барқарор ҳолат вужудга келади. Барқарор ҳолатгача ҳамма ўлчаш асбобларидан 5 минут оралиғида 3-4 марта кўрсаткичларни ёзиб олиш керак. Кейин шибер ҳолатини ўзгартириб, қурилманинг иш ҳолатини ўзгартирамиз ва тажрибани такрорлаймиз. Иш ҳолатини 4-5 марта ўзгартириш керак.

Иш охирида олдин электр иситгич ўчирилади, вентилятор эса 3 минутдан кейин ўчирилади.

IV. ҲИСОБЛАШ ТАРТИБИ

Тажриба қувиридан атрофдаги ҳавога конвекция усулида иссиқлик берилиши қуйидаги тенгликдан аниқланади:

$$Q_k = Q_0 - Q_n, \quad \text{Вт} \quad (10.4)$$

бу ерда: $Q_0 = I \Delta U$ – конвекция ва нурланиш ёрдамида қувурдан ажралган тўлиқ иссиқлик миқдори, Вт;

I – ток кучи, А;

ΔU – кучланишнинг пасайиши, В;

Q_n – қувурдан нурланиш усулида иссиқлик миқдорининг ажралиши, Вт.

$$Q_n = C_k \left[\left(\frac{T_{к.с.}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{м.}}{100} \right)^4 \right] F, \quad \text{Вт} \quad (10.5)$$

бу ерда: C_k – келтирилган нурланиш коэффициентини, Вт/м²К⁴.

Атрофдаги жисмлар сирти тажриба қувири сиртидан бир неча баробар катта, шунинг учун келтирилган нурланиш коэффициентини тажриба қувурининг нурланиш коэффициентига тенг деб олиш мумкин.

$$C_k = C = 4,25 \text{ Вт/м}^2\text{К}^4.$$

$T_{к.с.}$, $T_{м.}$ – тажриба қувири сиртининг ва атроф муҳитнинг мутлақ ҳарорати.

4-5 ҳаво оқими тезликлари учун ҳисобланган иссиқлик берувчанлик коэффициентлари билан $\overline{\alpha} = f(w)$ график чизилади. Кейин Нуссельт ва Рейнольдс мезонлари аниқланади. Бу мезонларга кирган ҳавонинг физик параметрлари (логарифм координаталарида) $\overline{Nu} = f(Re)$ боғлиқлиги графикига қўйилади. Ҳосил қилинган тўғри чизик қуйидаги тенглама билан ёзилади:

$$\overline{Nu} = f(Re)^n \quad (10.6)$$

Даража кўрсаткичи n тўғри чизик тангенсини билан аниқланади, доимий C эса қуйидагича топилади:

$$C = \frac{\overline{Nu}}{Re^n}$$

(10.6) тенглама учинчи ва кейинги қатор қувурлар тўпламининг топилган Re сонларининг оралиғида иссиқлик берувчанлик коэффициентларини аниқлашда тўғри келади.

Ўртача иссиқлик берувчанлик коэффициентларини аниқлашда тўпламнинг биринчи $\overline{\alpha}_1$ ва иккинчи $\overline{\alpha}_2$ қаторларида шу қувурларни қўшган ҳолда тажриба ўтказишни такрорлаш керак.

Иссиқлик берувчанлик коэффициентлари $\overline{\alpha}_1$ ва $\overline{\alpha}_2$ куйидаги шартдан аниқланиши мумкин:

$$\overline{\alpha}_1 = \varepsilon_1 \cdot \overline{\alpha}_3 \quad (10.9)$$

$$\overline{\alpha}_2 = \varepsilon_2 \cdot \overline{\alpha}_3$$

$$\varepsilon_1 = 0,6 ; \quad \varepsilon_2 = 0,9.$$

Хамма тўпламнинг ўртача иссиқлик берувчанлик коэффициентлари барча қувурлар сиртлари тенг бўлган шароитда куйидаги тенглама билан топилади:

$$\overline{\alpha} = \frac{\overline{\alpha}_1 + \overline{\alpha}_2 + (n-2)\overline{\alpha}_3}{n}$$

$\overline{\alpha}$ – тўпламнинг ўртача иссиқлик берувчанлик коэффициенти, Вт/м²К;

$\overline{\alpha}_2 + (n-2)\overline{\alpha}_3$ – биринчи, иккинчи ва учинчи қаторлар тўплами ўртача иссиқлик берувчанлик коэффициентлари, Вт/м²К;

n – тўпламдаги қаторлар сони.

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар, $\overline{\alpha} = f(w)$ ва $\overline{Nu} = f(Re)$ боғлиқлик графиклари бўлиши керак.

10.1-жадвал

Стандарт диафрагманинг тарировкаси

ΔP , мм сув.уст.	W, м/с	ΔP , мм сув уст.	W, м/с	ΔP , мм сув уст.	W, м/с
1	0,42	11	1,3	21	1,8
2	0,59	12	1,36	22	1,84
3	0,69	12	1,41	23	1,88
4	0,79	14	1,47	24	1,92
5	0,88	15	1,52	25	1,96
6	0,96	16	1,57	26	2,00
7	1,03	17	1,62	27	2,03
8	1,10	18	1,67	28	2,07
9	1,17	19	1,71	29	2,10
10	1,24	20	1,76	30	2,13

10.2-жадвал

Мис-константа терможуфтларининг градировкаси

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	1,18	1,22	1,26	1,30	1,34	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54
40	1,8	1,62	1,66	1,70	1,74	1,78	1,81	1,85	1,89	1,93
50	1,97	2,01	2,05	2,09	2,13	2,17	2,22	2,27	2,32	2,36
60	2,41	2,46	2,51	2,56	2,61	2,66	2,71	2,76	2,80	2,85
70	2,90	2,95	3,00	3,05	3,10	3,14	3,19	3,24	3,29	3,34
80	3,39	3,44	3,49	3,54	3,58	3,63	3,68	3,73	3,78	3,83
90	3,88	3,93	3,97	4,02	4,07	4,12	4,17	4,22	4,26	4,31
100	4,36	4,41	4,46	4,51	4,56	4,60	4,65	4,70	4,75	4,80
110	4,85	4,90	4,94	4,99	5,04	5,09	5,14	5,19	5,23	5,28
120	5,33	5,38	5,43	5,48	5,52	5,57	5,62	5,67	5,72	5,77

Асбоблар кўрсатиши ва тажриба натижалари жадвали

n			
C			
Nu			
Re			
$\bar{\alpha}$, Вт/м ² ·К			
α_{II} , Вт/м ² ·К			
α_I , Вт/м ² ·К			
α_{III} , Вт/м ² ·К			
Q _к , Вт			
Q _л , Вт			
W, м/с			
ΔP , мм сув уст.			
t _в , °С			
t _с °С			
мВ			
Q, Вт			
ΔU , В			
I, А			
Ўлчов			
Ҳолат			

ЭРКИН КОНВЕКЦИЯДА ҚАЙНАЁТГАН СУВНИНГ ИССИҚЛИК БЕРИШИ

Ишнинг мақсади:

1. Суяқликларнинг қайнашида иссиқлик бериш назарияси бўйича олинган билимларни мустақамлаш ва тажриба олиб боришда кўникмага эга бўлиш.

2. Иссиқлик берувчанлик коэффициентини иссиқлик кучланишига боғлиқлигини аниқлаш.

Вазифа:

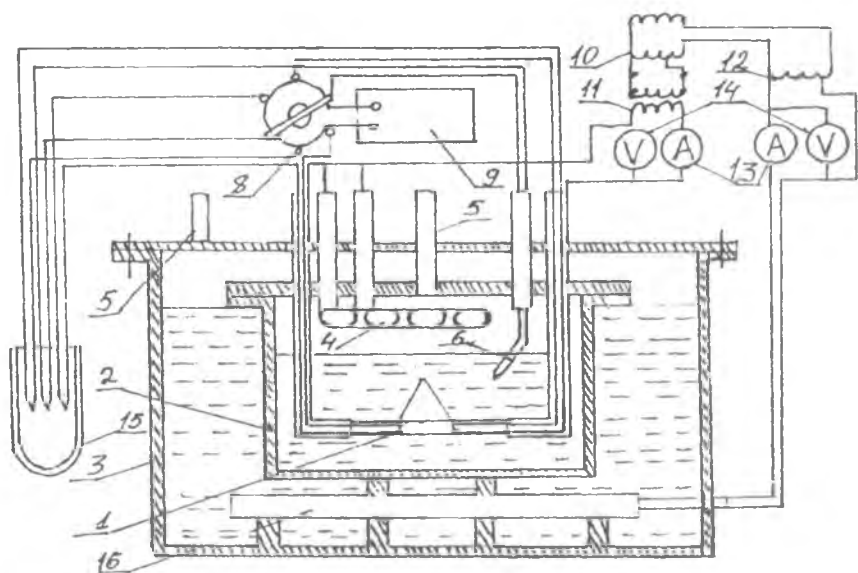
Катта ҳажмда қайнаётган сувнинг иссиқлик берувчанлик коэффициенти қийматини ва иссиқлик берувчанлик коэффициенти ва иссиқлик кучланиши боғлиқлигини аниқлаш.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Бу иш пуфакчали қайнаётган суяқликнинг иссиқлик берувчанлигини тажриба йўли билан аниқлашга асосланган. Иссиқлик алмашинув юзасида буғ фазаси алоҳида буғ пуфакчалари кўринишида ҳосил бўлишига суяқликнинг пуфакчали қайнаши дейилади. Буғ фазасининг ҳосил бўлиш асосий шартларидан бири – иситиш юзасидаги қайнаётган суяқлик ҳар доим берилган босимдаги тўйиниш ҳароратидан нисбатан қизиган бўлади. Иккинчи керакли шарт – буғ ҳосил бўлиш марказлари юзасида микроскопик тирқиш (дарз), кумлар бўлиши керак. Буғ ҳосил бўлиш марказларида маълум қиздириш натижасида буғ пуфакчалари ҳосил бўлади. Суяқликнинг буғланиши натижасида пуфакчалар сони ортади. Пуфакчалар маълум диаметрга эга бўлса, улар ўрнига янги пуфакчалар ҳосил бўлади.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИ БАЁНИ ВА ТАЖРИБА ЎТКАЗИШ ТАРТИБИ

Катта ҳажмда суюқликнинг қайнаши юққа деворли диаметри $d_r = 7,5$ мм, девор қалинлиги $\delta = 0,5$ мм ва узунлиги $l = 280$ мм горизонтал зангламайдиган пўлат қувурда содир бўлади. Қувур ундан паст кучланишли ўзгарувчан токни ўтказиш билан қиздирилади. Қувурнинг ток ўтказадиган қисмлари кучланишнинг пасайишини камайтириш учун мисдан ишланган. Электр қиздиргичнинг ишчи қисмидан қайнаётган сувга ўтаётган иссиқлик оқими амперметр (13) ва вольтметр (14) кўрсаткичлари орқали аниқланади. Қайнаётган суюқликнинг ҳарорати кўчувчан мис-константа термोजуфти (6) билан ўлчанади. Иссиқлик бераётган юзанинг ҳароратини ўлчаш учун қувур ичига иккита мис-константа термोजуфти (7) ўрнатилган.



11.1-расм

Қувур ичидаги ҳаво ҳарорати қувурнинг ички юзаси ҳароратига тенг. Девордаги ҳарорат ўзгариши ички иссиқлик манбалари мавжуд бўлгандаги цилиндрик девор иссиқлик ўтказувчанлиги тенгламасидан аниқланади:

$$\delta t = \frac{q d_m}{2\lambda} \left[0,5 - \frac{d_{uc}^2}{d_m^2 - d_{uc}^2} \ln \frac{d_m}{d_{uc}} \right], \quad (11.1)$$

бу ерда q – солиштирма иссиқлик оқими, Вт/м²;

$$q = \frac{I \Delta U}{F}, \quad \text{Вт/м}^2 \quad (11.2)$$

I – ток кучи, А;

ΔU – кучланишнинг пасайиши, В;

F – қувур юзаси, м²;

D_t, d_{uc} – электр қиздиргич қувурининг ташқи ва ички диаметрлари, мм;

$\lambda = 16 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ – иситгич ишланган материалнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари (зангламайдиган пўлат).

Қувурнинг ташқи юзаси ҳарорати

$$t_o = t_{uc} - \delta t$$

Иссиқлик берувчанлик коэффициентлари Ньютон-Рихман тенгласидан ҳисоблаб топилади:

$$\alpha = \frac{q}{t_c - t_x}, \quad \text{Вт/м}^2\text{К} \quad (11.3)$$

Ўлчанаётган ва ҳисобланадиган катталиқлар жадвалга ёзилади. Ҳамма ўлчовлар барқарор иссиқлик ҳолатида 4-5 иссиқлик юктамаларида ўтказилади. Кучланишни РНО-250-10 кучланиш ростлагичи билан ўзгартирилади.

V. ТАЖРИБА НАТИЖАЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Олинган тажриба натижалари турли иссиқлик оқимларидаги иссиқлик берувчанлик коэффициентларини даражали тенглама билан умумлаштириш керак:

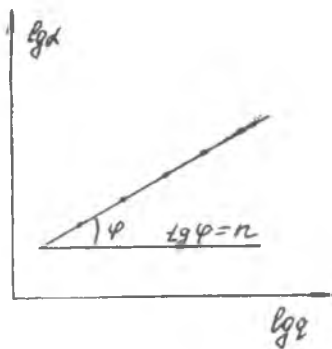
$$\alpha = Aq^n \quad (11.4)$$

Логарифмик координатада $\ln \alpha - \ln q$ тенглама тўғри чизик тенгласи бўлиб ҳисобланади.

Тенгламадаги n даража курсаткичи туғри чизик бурчак тангенсидан аниқланади, A қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$A = \frac{\alpha}{q^n} \quad (11.5)$$

11.2-расм.



Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар бўлиши керак.

Асбоблар кўрсатиши ва тажриба натижалари жадвали

Хо- лат №	Ўл- чов №	I, A	ΔU , B	Q, BT	q, BT/m ²	t _{пч} °C		δt , °C	$\Delta t_{д}$, °C	t _д °C		Δt , °C	α , BT/m ² K
						MB	°C			MB	°C		

12 - тажриба иши
ҚАТТИК ЖИСМНИНГ НУРЛАНИШ КОЭФФИЦИЕНТИНИ
КАЛОРИМЕТРИК УСУЛ БИЛАН АНИҚЛАШ

Ишнинг мақсади:

1. Тажриба ўтказишдаги янгиликларни ўзлаштириш.
2. Қаттиқ жисмнинг нурланиш коэффицентини тажриба нули билан аниқлаш.
3. Нурланиш коэффицентининг ҳароратга боғлиқлигини аниқлаш.

Вазифа: Текширилаётган жисмнинг нурланиш коэффицентини топиш ва унинг ҳароратга боғлиқлигини аниқлаш.

I. НАЗАРИЙ ҚИСМ

Иссиқлик нурланиши бу - нур тарқатаётган жисм ички энергиясининг электромагнит тўлқин тарқатиш жараёнидир.

Иссиқлик оқимининг катталигини аниқлаш учун нурланиш коэффицентини билиш зарур. Нурланиш коэффиценти нурланувчи жисмнинг табиатига, ҳароратига, сирт юзасининг тузилишига, металл учун эса - юзасининг оксидланиш даражасига ҳам боғлиқ бўлади.

Қандайдир қаттиқ жисмдан уни ўраб турган қобиғига берилаётган иссиқлик миқдори қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$Q_{\text{н}} = C_{1,2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F_1, \text{ Вт} \quad (12.1)$$

бу ерда: T_1 – нурланаётган жисм ҳарорати, К;

T_2 – атроф-муҳит ҳарорати, К;

F_1 – нурланаётган сирт юзаси, м^2 ;

$C_{1,2}$ – жисмлар системаси (металл тола ва шиша қобиғи)нинг келтирилган нурланиш коэффицентига тенг:

$$C_{1,2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0} \right)}, \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4} \quad (12.2)$$

бу ерда: C_1, C_2, C_0 – мос равишда металл тола, шиша қобиғи ва мутлақ қора жисмнинг нурланиш коэффициентлари, Вт/м²К₄;

F_1 ва F_2 – жисм ва қобиғининг сирт юзаси, м²; нурланиш юзаси F_1 қобиғи юзаси F_2 дан кичик бўлгани ($F_1 \ll F_2$) деб қабул қилиш мумкин.

Бу ишда нурланиш коэффициентининг ҳароратга боғлиқлигини калориметрик усулда топиш керак. Калориметрик усул нурланаётган жисмнинг нурланиш оқимини, ҳароратини ва қобиғининг ҳароратини ўлчашга асосланган. Нурланиш коэффициентини (1) тенгламага асосан қуйидаги тенгликдан топиш мумкин:

$$C_1 = \frac{Q_n}{F_1 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]}, \frac{BT}{m^2 K^4} \quad (12.3)$$

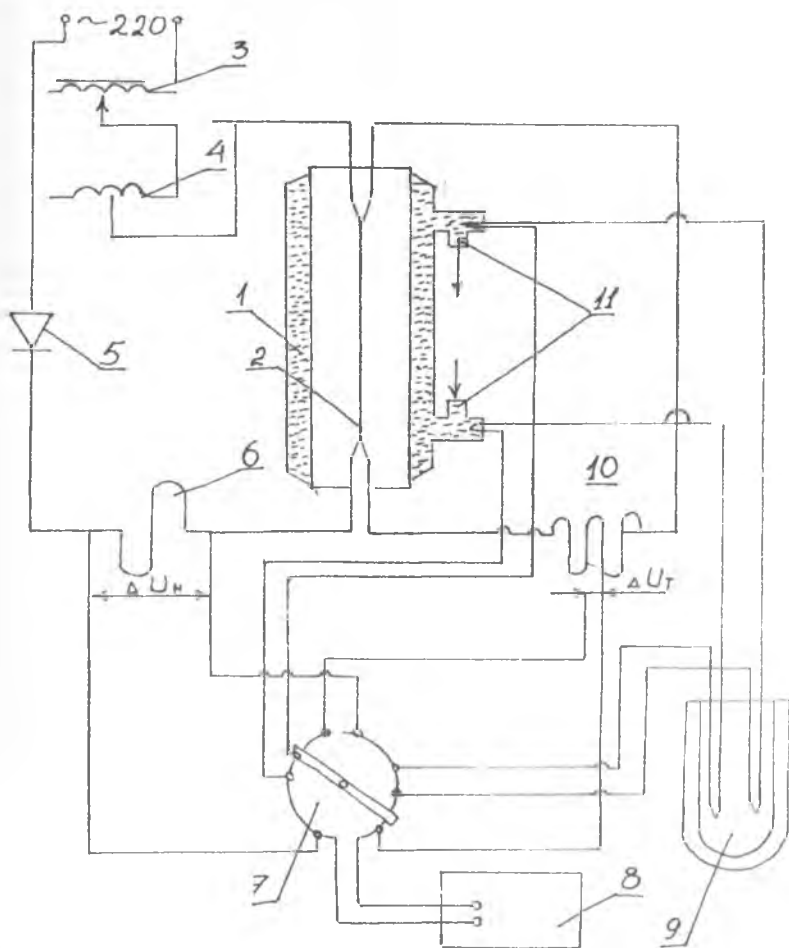
Демак, (3) тенгламадаги C_1 ни топиш учун F_1 ни билиш керак ва тажриба йўли билан Q_4, T_1, T_2 ларни аниқлаш керак.

II. ТАЖРИБА ҚУРИЛМАСИ БАЁНИ

Нурланиш коэффициентини аниқлайдиган тажриба қурилмаси калориметр, автотрансформатор, ток тўғрилагич ва ўлчайдиган асбоблардан тузилган (12.1-расм).

Текшириляётган жисм – диаметри $d = 0,5$ мм, узунлиги $l = 280$ мм бўлган молибден толаси иккала девори совуқ сув билан совитиб туриладиган шиша идишга ўрнатилган. Конвектив иссиқлик алмашинуви ва иссиқлик ўтказувчанлик содир қилмаслик учун шиша идиш ичида 10^{-5} мм сим.уст.га тенг вакуум ҳосил қилинган.

Металл тола ўзидан ўзгармас электр токи ўтказиш йўли билан қиздирилади. Автотрансформатор орқали қувват созланади.



12.1-расм.

1-калориметр; 2-молибден тола; 3-лаборатория автотрансформатори; 4-реостат; 5-ток тўғрилагич; 6-нормал қаршилик; 7-улагич; 8-потенциометр; 9-Дьюар идиши; 10-кучланиш тақсимлагичи; 11-совитувчи сувнинг кириши ва чиқиши.

Толани киздириш учун керак бўлган қувват ўлчанаётган жойдаги кучланишнинг пасайиши ва ток кучи бўйича аниқланади.

Ўлчанаётган жойдаги текширилаётган толадаги кучланишнинг пасайиши потенциометр ПП-1 билан ўлчанади, у ўлчанаётган чизма тасвирига кучланиш тақсимлагичи ёрдамида уланган.

Ток кучи чизма тасвирига уланган нормал қаршилик ёрдамида аниқланади. Унинг катталиги ўзгармас ва $R_n = 0,01 \text{ Ом}$ га тенг. Нормал қаршиликдаги кучланиш пасайиш ΔU_n ни ўлчаб, Ом қонуни ёрдамида занжирдаги ток кучини аниқлаймиз.

Текширилаётган толанинг ҳарорати унинг омик қаршилиги бўйича аниқланади. Жадвалда (12.1-илова) толанинг омик қаршилигининг ҳароратга боғлиқлиги $R=f(t)$ келтирилган. Чунки иссиқлик оқими толанинг иссиқлигидан унча катта эмас, калориметрдаги сувнинг сарфланиши эса катта, шунинг учун идишнинг ички юзасидан ҳароратни совитувчи сувнинг ҳароратига тенг деб олса бўлади. Калориметрдан чиқаётган сувнинг ҳароратини термометр ёрдамида ўлчаб олинади.

IV. ТАЖРИБАНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ

Тажриба қурилмаси (12.1-расм) билан танишиб бўлгандан кейин тажрибадан олинган натижаларни ёзиб олиш учун 12.1-жадвални чизиш керак.

Системада барқарор иссиқлик ҳолати бошлангандан кейин ўлчашлар ёзиб борилади. Бу ҳолатда вақт ўтиши билан ҳамма ўлчов асбобларининг кўрсаткичи ўзгармайди. Бу ҳолат қурилмага электр токини, совуқ сувни берилгандан кейин ҳар 8-10 минутда ўрнатилади. Барқарор ҳолатда 5 минут оралиғи билан 3-4 марта ҳамма ўлчов асбобларининг кўрсаткичи ёзиб олинади. Агар асбобларнинг кўрсаткичи ўзгармаса, тажриба ўтказишни тугатиб, иккинчи ҳолатга ўтиш мумкин. Кейинги тажриба системанинг бошқа ҳарорат ҳолатида ўтказилади. Тажрибани тола ҳарорати 100°C оралиғида 4-5 марта ҳарорат ҳолатида ўтказиш мумкин.

V. ТАЖРИБА НАТИЖАЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Тажриба натижаларини ишлаб чиқишда фақат барқарор иссиқлик ҳолатида олинган қийматлар ишлатилади. Ҳар бир ҳарорат ҳолатида олган асбоб кўрсаткичларнинг ўртача арифметик қиймати аниқланади. Текширилаётган нурланиш коэффициентини (3) тенглама ёрдамида аниқланади. Шиша идишдаги текширилаётган толанинг чиқаётган нурланиш иссиқлигини оқими қуйидаги тенглама оркали аниқланади.

$$Q_n = J \Delta U, \text{ Вт} \quad (12.4)$$

бу ерда: J – занжирдаги ток кучи, А;

ΔU – ўлчанаётган жойдаги кучланиш пасайиши, В;

Ўлчанаётган жойдаги текширилаётган толанинг кучланиш пасайиши қуйидаги боғланишдан аниқланади:

$$\Delta U = \Delta U_T \frac{R_{\text{т.ум}}}{R_{\text{т.улч}}}, \text{ В} \quad (12.5)$$

бу ерда: ΔU_T – тақсимлагичдан кучланиш пасайиши, В.

$R_{\text{т.ум}}$ – умумий омик қаршилик, 10^4 Ом га тенг.

$R_{\text{т.улч}}$ – ўлчанаётган жойдаги тақсимлагичнинг қаршилиги, 200 Ом га тенг.

Ток кучи қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$J = \frac{\Delta U_n}{R_n}, \quad \text{А} \quad (12.6)$$

бу ерда: ΔU_n – нормал қаршиликдаги кучланиш пасайиши, В;

R_n – нормал қаршилик, 0,01 Ом га тенг.

Толанинг ҳарорати унинг омик қаршилиги бўйича аниқланади:

$$R = \frac{\Delta U}{J}, \text{ Ом} \quad (12.7)$$

Текширилаётган толанинг сирт юзасидаги ҳар хил ҳарорати учун нурланиш коэффициентини аниқлаб, чизмасини чизамиз:

$$C = f(t_1)$$

Иш юзасидан ёзилган ҳисоботда ишнинг қисқа баёни, тажриба чизмаси, тажриба натижалари ёзилган жадвал, ҳисоблар, $\sigma = f(t_1)$ график бўлиши керак.

12.1-илова

Молибден толасининг омик қаршилигининг ҳароратга боғлиқлиги $R \cdot 10^2$ Ом

градуслар 10 талиқ градуслар	0	2	4	6	8
60	8,22	8,29	8,36	8,42	8,49
70	8,56	8,63	8,70	8,76	8,83
80	8,69	8,97	9,04	9,10	9,17
90	9,24	9,31	9,38	9,84	9,50
100	9,56	9,63	9,70	9,76	9,83
110	9,90	9,97	10,04	10,10	10,17
120	10,23	10,30	10,37	10,44	10,51
130	10,57	10,64	10,71	10,78	10,85
140	10,90	10,97	11,04	11,10	11,17
150	11,24	11,31	11,38	11,44	11,51
160	11,58	11,65	11,72	11,78	11,85
170	11,91	11,98	12,05	12,12	12,19
180	12,25	12,32	12,39	12,46	12,53
190	12,58	12,65	12,72	12,78	12,85
200	12,92	13,00	13,06	13,12	13,19
210	13,26	13,33	13,40	13,47	13,53
220	13,59	13,66	13,73	13,80	13,87
230	13,93	14,00	14,07	14,14	14,21
240	14,26	14,33	14,40	14,47	14,54
250	14,60	14,67	14,74	14,80	14,87
260	14,94	15,01	15,08	15,14	15,21
270	15,27	15,34	15,41	15,48	15,55
280	165,61	15,68	15,75	15,82	15,89
290	15,94	16,01	16,08	16,19	16,21
300	16,28	16,31	16,42	16,49	16,56

Асбоблар кўрсатиши ва тажриба натижалари жадвали

Ҳолат	Ўлчов	$I,$ А	$\Delta U_n,$ мВ	$\Delta U_d,$ мВ	$\Delta U,$ В	$Q_n,$ Вт	$R_1,$ Ом	$t_1,$ °C	$t_2,$ °C	$C,$ Вт/м ² К ⁴
I	1									
	2									
	3									
II	1									
	2									
	3									
III	1									
	2									
	3									

АДАБИЁТЛАР

1. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е.. Техническая термодинамика. - М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Александров А.А., Григорьев Б.А.. Термодинамические свойства воды и водяного пара. - М.: МЭИ, 1999.
3. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. -М.: Энергия, 1979.
4. Исаченко В.П. , Осипова В.А. , Сукомел А.С. Теплопередача. -М.: Энергоиздат, 1981.
5. http://dhes.ime.mrsu.ru/studies/tot/tot_lit.htm
6. http://rbip.bookchamber.ru/description.aspx?product_no=854
7. <http://energy-mgn.nm.ru/progr36.htm>

МУНДАРИЖА

1- лаборатория иши. Ўта қизиган сув буғининг ўзгармас босимдаги иссиқлик сиғимини аниқлаш	3
2- лаборатория иши. Жисм қайнаганда босими ва ҳарорати орасидаги боғланишини тажриба йўли билан аниқлаш	9
3- лаборатория иши. Конденсация усулида буғланиш иссиқлигини аниқлаш	15
4- лаборатория иши. Стандарт диафрагма орқали ҳаво сарфини аниқлаш	19
5- лаборатория иши. Нам ҳаво параметрларини аниқлаш	24
6- лаборатория иши. Сув буғини тораювчан соплодан адиабатик оқиб чиқиш жараёнини текшириш	35
7- лаборатория иши. Адиабатик дросселланиш ёрдамида сув буғининг энтальпиясини аниқлаш	41
8- лаборатория иши. Нам тўйинган буғнинг қуруклик даражасини аниқлаш	49
9- лаборатория иши. Ҳавонинг эркин ҳаракатланишида вертикал қувурнинг иссиқлик бериши	52
10- лаборатория иши. Йўлакли жойлашган қувурлар боғламидан кўндаланг оқиб ўтаётган ҳавонинг иссиқлик бериш коэффициентини аниқлаш	58
11- лаборатория иши. Эркин конвекцияда қайнаётган сувнинг иссиқлик бериши	66
12- лаборатория иши. Қаттиқ жисмнинг нурланиш коэффициентини калориметрик усул билан аниқлаш	71
Адабиётлар	78

Муҳаррир: М.М.Ботирбекова

Босишга рухсат этилди 12.02.2007 й. Бичими 60x84 1/16.
Шартли босма табағи 5 Нусхаси 50 дона. Буюртма № 138.

ҒДТУ босмахонасида чоп этилди. Тошкент ш.
Талабалар кучаси 54. тел: 396--63--84.