

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Ш.ЕСЕНОВ атын КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ
ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ
«МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ» ИНСТИТУТЫ

«ЭНЕРГЕТИКА» КАФЕДРАСЫ

Епенова Ж.А

5B071700-«Жылуэнергетика» мамандықтарына
"Жылулық негіздері» пәнінен практикалық сабақтарына арналған
әдістемелік нұсқау

Ақтау-2010

УДК 621.039.534

Құрастырушы: Епенова Ж.А. 5В071700-«Жылуэнергетика» мамандықтарына "Жылулық негіздері» пәнінен практикалық сабақтарына арналған әдістемелік нұсқау. Ақтау: КМТЖИУ, 2011жыл, 9 бет.

Рецензент: к.т.н. доцент Ержанов Қ.Ш.

Әдістемелік нұсқау есептік жинақтан, шығарылу жолдарынан, әдістемелік ұсыныстардан, тапсырмалардан, қорытындылау сұрақтардан және әдебиеттер тізімімен тұрады. Бұл нұсқауды 5В071700- «Жылуэнергетика» мамандықтарында, сырттай және күндізгі оқитын студенттер пайдалана алады.

Ш.Есенов атандағы Каспий мемлекеттік технологиялар және инжиниринг университетінің Оқу әдістемелік кеңесінің шешімімен ұсынылды

Алғы сөз

Әдістемелік нұсқау есептік жинақтан, шығарылу жолдарынан, әдістемелік ұсыныстардан, тапсырмалардан, қорытындылау сұрақтардан және әдебиеттер тізімен тұрады. Бұл нұсқауды 5B071700- «Жылуэнергетика» мамандықтарында, сырттай және күндізгі оқитын студенттер пайдалана алады. Әдістемелік нұсқау типтік бағдарламаға сәйкес келеді.

№1 Практикалық сабақ.

Ыстық сумен жабдықтауға жұмсалатын жылу шығынын анықтау

Сабақтың мақсаты: Ыстық сумен жабдықтауға жұмсалатын жылу шығынын есептеу.

Негізгі сұрақтар

1. негіздік мазмұны және есептік әдістеме
2. Есептің шығару жолдары
3. Есептік тапсырма

Әдістемелік ұсыныстар

1. Негіздік мазмұны және есептік әдістеме

Өнеркәсіп орындарын жылумен жабдықтау жүйелердегі қазандықтардың Жылуэлектрорталықтарының жылу қолданатын құрылғылардың біріккен жұмысы.

Технологиялық өндірісте жылумен және ыстық сумен қамту жүйесінің шығындарын, судың шығындалу көлемін есептейтін теңдеулер төменде көрсетілген.

Шықты толығымен қайтарған кездегі жіберілген бумассасын былай анықтаймыз

$$G = \frac{Q}{h - ct_{\phi}};$$

Мұндағы, Q- берілген будың немесе судың жылуы, Дж;

h- бу-сулық энтальпия (кестеден немесе h-S диаграммасынан анықтаймыз), кДж/кг ;

c- судың сыйымдылығы, кДж/(кг•°C);

t- судың немесе шықтың ыстықтығы, °C;

Жылулық қондырғы қыздырғышының су шығынын былай анықтаймыз

$$G = \frac{\hat{I}^i}{\tilde{n}(t_1 - t_2)};$$

Q- берілген будың немесе судың жылуы, Дж;

c- судың сыйымдылығы, кДж/(кг•°С);

t- бастапқы және соңғы ыстықтықтардың айырмасы, °С;

Судың бөлінуін жылуын былай анықтаймыз:

$$G_1 = G \frac{t - t_{i2}}{t_1 - t_{i2}};$$

$$G_2 = G - G_1$$

Құбырдың көлемі

$$V = \frac{\pi d^2}{4};$$

Мұндағы, V- құбыр көлемі, м³;

d-құбыр диаметрі,м;

π- тұрақты шама 3,14 тең;

Құбырдағы судың салмағын былай анықтайды:

$$G_{cy} = V * \rho_{cy}$$

Судың жылулық мөлшері:

$$Q_{\tilde{n}o} = G_{\tilde{n}o} \tilde{n}_{\tilde{n}o} (t - t_c)$$

2. Есептің шығару жолдары

№1 Есеп

Берілгені:

Абсолютты қысымы 0,5 МПа, тұтынушыға қаныққан құрғақ бу түрінде $Q=1$ ГДж жылу берілді. 1) Табу керек берілген бу массасын егерде, тұтынушыдан $t_{ш}=100^{\circ}\text{C}$ ыстықтықта шық толығымен қайтып келсе. 2) Табу керек жіберілген бу массасын, егерде тұтынушыдан 50% шық толығымен қайтса. Есептеу кезінде жылумен қамту көзін және тұтынушының салқын су ыстықтығы $t_c=10^{\circ}\text{C}$ деп алатын болсақ.

Шешуі:

Су буын $h^* = 2748$ кДж/кг кесте бойынша табамыз. $Q=1$ ГДж $=10^6$ кДж шықты толығымен қайтарған кездегі жіберілген бумассасын былай анықтаймыз

$$G = \frac{Q}{h - ct_{ш}} = \frac{10^6}{2748 - 4,19 \cdot 100} = 429 \text{ кг}$$

$$429 \text{ кг} = 0,429 \text{ т}$$

Мұндағы, c - судың сыйымдылығы- $4,19$ кДж/(кг \cdot °C);

$t_{ш}$ - шықтың ыстықтығы- °C

$G_{ш}=0,5G$ және $Q=1$ ГДж шықты бөлшектеп қайтару үшін, жіберілген бу массасын келесі теңдеуден табамыз

$$Q = G(h - ct_c) - G_{ш}c(t_{ш} - t_c)$$

$$G = \frac{Q}{h - ct_c - 0,5c(t_{ш} - t_c)} = \frac{10^6}{2748 - 4,19 \cdot 100 - 0,5 \cdot 4,19(100 - 10)} = 397 \text{ кг}$$

$$397 \text{ кг} = 0,397 \text{ т}$$

3. Тапсырма

Берілген кестедегі нұсқа бойынша сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша тапсырманы орындайды.

Нұсқа/ №	Q, ГДж	t _ш , °C	t _с , °C
1	2	101	20
2	4	102	15
3	6	99	16
4	8	105	21
5	10	106	11
6	12	103	12
7	14	100	13
8	3	104	14
9	5	107	19
10	7	100	18

h* - бұл мәнді h-S диаграммасынан немесе h-S бусулық кестесінен аламыз.

№2 Есеп.

Берілгені:

Тұтынушыны ыстық сумен қамтуда, параллель қосылған жабық және ашық жылулық желінің су шығынын анықтау қажет.

Жылулық шығынның максималды мәні $Q=1\text{МВт} = 1000\text{кВт} = 1000\text{Вт}$. Екі жағдайда құбыр бойымен ағып өткен судың ыстықтығы есептік шарт бойынша $t_1 = 70^\circ\text{C}$ тең. Ыстық суды қыздырғыштан кейінгі судың ыстықтығы $t_{\text{б}2} = 30^\circ\text{C}$. Ашық жылулық желі нұсқауы бойынша ыстық су бөлігі ыстықтығы $t_{02} = 41,7^\circ\text{C}$ кері құбыр арқылы жылулық жүйе арқылы жиналады. Ыстық сумен қамту жүйесіне келетін судың ыстықтығы $t_{\text{ы}} = 70^\circ\text{C}$, салқын су ыстықтығы $t_c = 70^\circ\text{C}$

Шешуі: Жылулық қондырғыға параллель қосылған жабық жүйе қыздырғышымен желілік судың шығыны былай анақтаймыз

$$G_{\dot{0}} = \frac{\hat{I}_{\dot{0}}^i}{\tilde{n}(t_1 - t_{\dot{0}2})} = \frac{10^3}{4,19(70 - 30)} = 5,97 \hat{e} \tilde{a} / \tilde{n}$$

$$5,97 \text{ кг/с} = 21,5 \text{ т/ч}$$

Ашық жүйе кезіндегі желілік судың ағып өту және кері құбырмен өту

жүйесін есептейміз:

$$G_{\dot{0}} = \frac{Q_{\dot{0}}^i}{\tilde{n}(t_{\dot{0}} - t_{\tilde{N}})} = \frac{10^3}{4,19(60 - 5)} = 4,34 \hat{e} \tilde{a} / \tilde{n}$$

$$4,34 \text{ кг/с} = 15,6 \text{ т/ч}$$

Судың бөлінуін жылулық және ағыстың материалды баланста араласу теңдеуімен анықтаймыз:

$$G_{\dot{0}1} = G_{\dot{0}} \frac{t_{\dot{0}} - t_{i2}}{t_1 - t_{i2}} = 4,34 \frac{60 - 41,7}{70 - 41,7} = 2,81 \hat{e} \tilde{a} / \tilde{n}$$

$$2,81 \text{ кг/с} = 10,1 \text{ т/ч};$$

$$G_{\dot{0}2} = G_{\dot{0}} - G_{\dot{0}1} = 4,34 - 2,81 = 1,53 \hat{e} \tilde{a} / \tilde{n}$$

$$1,53 \text{ кг/с} = 5,5 \text{ т/ч}.$$

Тапсырма

Берілген кестедегі нұсқа бойынша сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша тапсырманы орындайды.

Нұсқа/ №	Q, МВт	t _ы , °С	t _с , °С
1	2	75	60
2	3	80	50
3	4	85	70
4	5	90	80
5	6	70	75

6	7	65	65
7	8	95	85
8	2	70	60
9	3	80	50
10	4	75	70

№3. Есеп

Берілгені:

Аккумулятивтіріленген судың ыстықтығы $t = 150^{\circ}\text{C}$, сумен толтырылған құбырдың диаметрі $d=514$ мм және оның ұзындығы $l= 1$ км болатын жылу мөлшерін анықтау және осындай құбырда орналасқан қанығу ыстықтығы $t = 150^{\circ}\text{C}$ болатын аккумулятивтіріленген қаныққан құрғақ буды жылулық мөлшермен салыстыру қажет.

Аккумулятивтіріленген жылу мөлшерін есептеу үшін салқын су құбырының ыстықтығын $t_c = 10^{\circ}\text{C}$ аламыз.

Шешуі:

Сулық бу кестесі бойынша мыналарды анықтаймыз: $c_{cy}=4,3$ кДж/(кг·°C); $\rho_{cy}=918$ кг/м³; $h=2746$ кДж/кг; $\rho_{by}=2,55$ кг/м³.

$$\text{Құбырдың көлемі: } V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l = \frac{3,14 \cdot 0,514^2}{4} \cdot 1000 = 207 \text{ м}^3$$

Құбырдағы судың салмағы $G_{cy}=V \cdot \rho_{cy}=207 \cdot 918=190\ 000$ кг.

Аккумулятивтіріленген судың жылулық мөлшері

$$Q_{no} = G_{no} \cdot \tilde{c}_{no} \cdot (t - t_c) = 190000 \cdot 4,3 \cdot (150 - 10) = 114 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 27,2 \text{ МДж}$$

Құбырдағы бу салмағы

$$G_{\text{áo}} = V\rho_{\text{áo}} = 207 \cdot 2,55 = 528 \text{ т}$$

Аккумуляирленген будың жылулық мөлшері

$$Q_{\text{áo}} = G_{\text{áo}}(h - ct_{\bar{n}}) = 528 \cdot (2746 - 4,19 \cdot 10) = 1,43 \cdot 10^6 \text{ кДж} = 0,34 \text{ Гкал}$$

Қорыта келе аккумуляирленген судың жылулық мөлшері, аккумуляирленген буға қарағанда 78 есе көп болады.

Тапсырма

Берілген кестедегі нұсқа бойынша сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша тапсырманы орындайды.

Нұсқа/ №	t, °C	d ,мм	l, км
1	160	500	1,1
2	155	510	1,5
3	140	520	2
4	170	530	2,1
5	145	505	2,5
6	165	540	3
7	150	550	3,1
8	160	530	1
9	155	505	2
10	140	500	3

Бақылау сұрақтары

- 1. Ыстық сумен қамту жүйесі қалай орындалады?**
- 2. Аккумуляторленген су дегеніміз не?**
- 3. Ыстық сумен қамту жүйесінде қандай қондырғылар қолданылады?**
- 4. Жылулық қондырғы қыздырғышының су шығынын қалай анықтайды?**

Әдебиеттер:

- 1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник (под общей ред. В.А.Григорьева и В.М.Зорина)- М.:Энергоатомиздат,1991**
- 2. Соколов.Е.Я. Теплофикация и тепловые сети.-М.: Издательства МЭИ, 2001.**

№2 Практикалық сабақ.

Жылутехнологиялық өндірістің шығынын анықтау

Сабақтың мақсаты: Өнеркәсіптік және жылутехнологиялық өндірісте энергияны қолдану. Өндірістік жылу шығынын есептеу.

Негізгі сұрақтар

1. Негіздік мазмұны және есептік әдістеме
2. Есептің шығару жолдары
3. Есептік тапсырма

Әдістемелік ұсыныстар

1. Негіздік мазмұны және есептік әдістеме

Жылутехнологиялық өндірістің шығынын анықтау дегеніміз жылутехнологиялық өндірісте қолданылатын жылу тасымалдағыштардың сипаттамасы, өнеркәсіп орындарда жылумен жабдықтау жүйесі және жылыту көзі болып табылады. Бұл жылулар құбырмен жеткізу арқылы жүзеге асады. Ал құбырдың ұзақ жылдар бойы жұмыс жасауынан тозығы жеткендіктен тетіктер пайда болады. Сол құбырлар арқылы жеткізілетін бу, сулар тетіктер салдарынан далаға ысыраптап ағып немесе шығып кетеді. Соның салдарынан бу немесе су шығыны пайда болады.

Тетіктен ағып өтетін су шығыныны $p_{\text{шығ}} = p - p_0$, Па;

$$G_{\text{ш}} = 1,41 f \sqrt{\frac{p - p_0}{\rho_{\text{ш}}}}$$

Мұндағы, $p - p_0$ – жылу өткізгіштің шығындалу қысымы, Па;

f – тетіктің ауданы, м²;

G – су шығыны, кг/с;

$\rho_{\text{ш}}$ – судың ыстықтыққа байланысты тығыздығы, м³/кг;

Құбырдан ағып өтетін будың шығынын мына теңдеумен анықтаймыз.

$$G_{\dot{a}\dot{o}} = 0,65 f \sqrt{\dot{\delta}_{\dot{a}\dot{o}} / \nu_{\dot{a}\dot{o}}};$$

2. Есептің шығару жолдары

№1 Есеп

Авария салдарынан құбырда пайда болған тетіктің ауданы $f = 1 \text{ см}^2$, бір секундта қандай жылу тасығыш салмағын жоғалтады?

Есепті сулық желі үшін судың ыстықтығын $t = 100^\circ\text{C}$ ($\nu_{\text{cy}} = 0,001 \text{ м}^3/\text{кг}$) және қаныққан бу өткізгіш үшінде осылай есептеледі. Екі жағдайда да жылу өткізгіштің шығындалу қысымын $P_{\text{шығ}} = 0,4 \text{ МПа}$ және тетіктің шығындалу коэффициенті 1 тең.

Шешуі: Тетіктен ағып өтетін су шығыны $p_{\text{шығ}} = p - p_0 = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Па}$

$$G_{\dot{n}\dot{o}} = 1,41 f \sqrt{\frac{\dot{\delta} - \dot{\delta}_0}{\nu_{\dot{n}\dot{o}}}} = 1,41 \cdot 0,0001 \cdot \sqrt{\frac{0,4 \cdot 10^6}{0,001}} = 2,82 \hat{e}\hat{a} / \hat{n}$$

$$2,82 \text{ кг/с} = 10,2 \text{ т/ч.}$$

Құбырдан ағып өтетін будың шығынын мына теңдеумен анықтаймыз.
Бу қысымының бастапқы өлшемдері $p_{\text{бу}} = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ МПа}$ және $\nu_{\text{бу}} = 0,375 \text{ м}^3/\text{кг}$

$$G_{\dot{a}\dot{o}} = 0,65 f \sqrt{\dot{\delta}_{\dot{a}\dot{o}} / \nu_{\dot{a}\dot{o}}} = 0,65 \cdot 0,0001 \cdot \sqrt{0,5 \cdot 10^6 / 0,375} = 0,075 \hat{e}\hat{a} / \hat{n}$$

Келтірілген есептердің көрсеткіштері бойынша тетіктен ағып өтетін су мөлшері, буға қарағанда 37 есе көп ағып өтеді.

3. Тапсырма

Берілген кестедегі нұсқа бойынша сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша тапсырманы орындайды.

Нұсқа/ №	f, см ²	t, °C	P _{шығ} , МПа
1	1	110	0,5
2	1,5	120	0,55
3	2	130	0,6
4	2,5	140	0,65
5	3	150	0,7
6	3,5	160	0,75
7	4	170	0,45
8	1	140	0,5
9	2	150	0,55
10	3	160	0,6

Бақылау сұрақтары

- 1. Тетіктен ағып өтетін су шығыны қандай болады?**
- 2. Тетіктен ағып өтетін бу шығыны қалай анықталады?**
- 3. Екі шығынды салыстырғанда қандай тұжырым жасауға болады?**
- 4. Өндірістің жылу шығынына қандай шығындар жатады?**

Әдебиеттер:

- 1. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. –М.: Энергоатомиздат.1985.**
- 2. Соколов.Е.Я. Теплофикация и тепловые сети.-М.: Издательства МЭИ, 2001.**

№3 Практикалық сабақ.

Өнеркәсіп орынның қосынды жылдық жылу жүктемесін есептеу.

Сабақтың мақсаты: Өнеркәсіп орынның қосынды жылдық жылу жүктемесін есептеу.

Негізгі сұрақтар

1. Негіздік мазмұны және есептік әдістеме
2. Есептің шығару жолдары
3. Есептік тапсырма

Әдістемелік ұсыныстар

1. Негіздік мазмұны және есептік әдістеме

Бір өндірістің технологиялық процесінің белгілі энергетикалық сипаттамалары және

басқа өндірістің берілген жылулық жүктемелері бойынша өнеркәсіп орнының жылумен жабдықтау жүйесін есептеу.

Жылулық жүктемені есептеу теңдеуі:

$$\bar{Q}_0 = Q_0 / Q'_0 = (t_{3,\bar{n}} - t_{\bar{n}}) / (t_{3,\bar{n}} - t_{\bar{n},\alpha});$$

Мұндағы, $t_{i,c}$ - ылытатын ғимараттың ішкі ыстықтығы, °С;

t_c – құбырдағы су ыстықтығы, °С;

$t_{c,ж}$ - жылу үшін сыртқы ауа ыстықтығы, °С;

Жылулық желідегі, құбырындағы су ыстықтығын анықтаймыз:

$$t'_{i1} = t_{3,\bar{n}} + (t_{i1} - t_{3,\bar{n}}) \bar{Q}_0;$$

$$t'_{i2} = t_{3,\bar{n}} + (t_{i2} - t_{3,\bar{n}}) \bar{Q}_0;$$

Мұндағы, $t_{0,2}$, $t_{0,1}$ -- құбырындағы су ыстықтығын, °С;

2. Есептің шығару жолдары

№1 Есеп

Жылу үшін есептік сыртқы ауа ыстықтығы бойынша $t_{c.ж} = -32^{\circ}\text{C}$ жылулық желідегі құлап ағып өту құбырындағы су ыстықтығы жүйедегі $t_{o,2} = 70^{\circ}\text{C}$, $t_{o,1} = 150^{\circ}\text{C}$. Жылытатын ғимараттың есептік ішкі ыстықтығы $t_{i,c} = 18^{\circ}\text{C}$. Жылулық желідегі қайту құбырындағы су ыстықтығын анықтау $t_c = -7^{\circ}\text{C}$, егер бұл жылужүйесінің ауаны сапалы реттеу орталығының графигімен жұмыс істесе, жылу беру коэффициентінің қыздырғыш қондырғыларын су ыстықтығына қатысты емес деп алатын болсақ

Шешуі: $t_H = -7^{\circ}\text{C}$ жылулық жүктеме

$$\bar{Q}_0 = Q_0 / Q'_0 = (t_{3,\bar{n}} - t_{\bar{n}}) / (t_{3,\bar{n}} - t_{\bar{n},av}) = (18 + 7) / (18 + 32) = 0,5$$

құлап ағып өту және кері ағу құбырындағы судың ыстықтығы: $t_H = -7^{\circ}\text{C}$

$$t'_{i1} = t_{3,\bar{n}} + (t_{i1} - t_{3,\bar{n}}) \bar{Q}_0 = 18 + (150 - 18) 0,5 = 84^{\circ}\text{C}$$

$$t'_{i2} = t_{3,\bar{n}} + (t_{i2} - t_{3,\bar{n}}) \bar{Q}_0 = 18 + (70 - 18) 0,5 = 44^{\circ}\text{C}$$

3. Тапсырма

Берілген кестедегі нұсқа бойынша сынақ кітапшасының соңғы саны бойынша тапсырманы орындайды.

Нұсқа/ №	$t_{c.ж}, ^{\circ}\text{C}$	$t_c, ^{\circ}\text{C}$
1	-25	7
2	-27	8
3	-30	9

4	-35	10
5	-32	7
6	-24	8
7	-25	9
8	-25	6
9	-27	7
10	-30	8

Бақылау сұрақтары

- 1. Кәсіпорынның жылулық жүктемелерінің жыл бойлық графигі қалай тұрғызылады?**
- 2. Жылулық жүктеме деген не?**
- 3. Өнеркәсіп орындарын жыумен жабдықтау көздерін қалай топтайды?**
- 4. Жылу беру коэффициенті дегеніміз не?**
- 5. Қыздырғыш қондырғыларындағы су ыстықтығы қалай өзгереді?**

Әдебиеттер:

- 1. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. –М.: Энергоатомиздат.1985.**
- 2. Соколов.Е.Я. Теплофикация и тепловые сети.-М.: Издательства МЭИ, 2001.**
- 3. Немцев З.Ф., Арсеньев Т.В. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение,- М.: Энергоиздат, 1982,**

Пайдаланган әдбиеттер тізімі

1. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник (под общей ред. В.А.Григорьева и В.М.Зорина)- М.:Энергоатомиздат,1991
2. Соколов.Е.Я. Теплофикация и тепловые сети.-М.: Издательства МЭИ, 2001.
3. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. – М.: Энергоатомиздат.1985.
4. Немцев З.Ф., Арсеньев Т.В. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение,- М.: Энергоиздат, 1982,

Мазмұны

1. №1 Практикалық сабақ. Ыстық сумен жабдықтауға жұмсалатын жылу шығынын анықтау.....4
2. №2 Практикалық сабақ. Жылу технологиялық өндірістің шығынын анықтау.....12
3. №3 Практикалық сабақ. Өнеркәсіп орынның қосынды жылдық жылу жүктемесін есептеу.....14
4. Әдебиеттер тізімі.....18