

неблагоприятных территорий республики казахстан // Наука и Здравоохранение. 2017. №5. С. 29-41.

5. Ермохин, Ю.И. Агроэкологическая оценка действия кадмия, никеля и цинка в системе почва – растение – животное: монография // Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2002. – 205 с.

6. Кургамбеков, Р.А. Экологические проблемы Актюбинской области/Р.А.Кургамбеков //Промышленная экология. - 2014. - 13(1). –С. 14.

7. Мукашев Р.А. Техногенное влияние металлургической промышленности на окружающую среду/ Р.А. Мукашев //Деловой экологический журнал. - 2010. –С.41-42.

8. Зайкина О.Н. Источники загрязнения окружающей среды/О.Н. Зайкина//Экология и жизнь. - 2012. – С. 46.

9. Газизулин, А.А. Экология/А.А. Газизулин // Экология и права человека. – 2012. – С. 3.

10. Баймухамбетова, Г.Т. Просвещение/Г.Т. Баймухамбетова //Экологический журнал. – 2014 С. 9.

11. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ Солопова В.А., Павлова Т.В., Косачёва К.А.Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

12. Summers J.K., Smith L.M., Case J.L., Linthurst R.A. A Review of the Elements of Human Well-Being with an Emphasis on the Contribution of Ecosystem Services. *Ambio* 2012;12:23-30.

ӘОЖ 697.53.25

РЕЦИРКУЛЯЦИЯЛЫ БАПТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ АУАНЫ ЖЫЛУ-ЫЛҒАЛДАНДЫРУМЕН ӨНДЕУ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Бакитжанова Нурила Саматовна

nurilabs@yandex.kz

7М07352 - «Инженерлік жүйедер және желілер» ББ 2-курс магистранты, «Құрылыс» кафедрасы, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан Республикасы
Ғылыми жетекшісі – т.ғ.к., доцент Искаков К.А.

Аңдатпа. Жыл сайын энергия тұтыну өсуде. Энергия ресурстарының көп мөлшерін тұтынатын инженерлік жүйелердің бірі – желдету және ауа баптау жүйелері. Қазіргі заманғы ғимараттардағы жалпы энергия тұтындан ауаны желдету және ауа баптау жүйелері арқылы дайындауға энергияның шамамен 25-50% жұмсалады.

Авторлар осы жүйелердегі энергия ресурстарын тұтынуды азайтудың мүмкін әдістерінің бірін, атап айтқанда ауа рециркуляциясын қолдану схемаларын қарастырды. Зерттеу аясында бөлмедегі микроклиматтың оңтайлы параметрлерін қамтамасыз ету үшін ауаны жылу мен ылғалдылықтың әртүрлі схемаларын ескере отырып және энергия шығынын бағалай отырып, ауаны салқындату жүйелерінің жұмысын салыстырмалы талдау мақсаты қойылды. Осы мақсатқа жету үшін ауаны дайындаудың ең көп таралған схемалары ұсынылды және энергияны тұтыну есептелді. Энергияны тұтынуды азайтудың кең таралған әдістерінің бірі рециркуляцияны қолдана отырып, ауаны салқындату жүйесінің әртүрлі схемалары келтірілген, және ауаны өңдеу ерекшеліктері, схемалардың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Қажетті ауа алмасуды есептеу әдісінің негізі ретінде мыналар қарастырылады: бөлменің жылу-ылғалдылық балансы, ылғалды ауаның I-d диаграммасында ауаны өңдеу процестерінің құрылысы, есептеуі. Жылу-ылғалды өңдеуді ескере отырып, схемаларды салыстырмалы бағалау үшін ұсынылған схемалардың толық энергия тұтынуы есептелді.

Жүргізілген есептеулер энергия тұтынуды үнемдеуді анықтауға және қарастырылған зерттеу объектісі үшін жылу-ылғалдылықты өңдеу ерекшеліктерін ескере отырып, ауаны рециркуляциялау схемаларын қолданудың орындылығы бойынша практикалық ұсыныстар беруге мүмкіндік берді.

Түйінді сөздер: ауаны баптау жүйелері; желдету; рециркуляция; калорифер; суару

камерасы; жылу-ылғалдық өңдеу; микроклимат; I-d диаграммасы.

Кіріспе. Бүгінгі таңда адам өмірі жыл сайын артып келе жатқан энергияны тұтынумен тығыз байланысты. Энергия тұтынудың артуымен отын мен энергия ресурстарының қажетті мөлшері артады.

Энергия ресурстарының көп мөлшерін тұтынатын инженерлік жүйелердің бірі – желдету және ауа баптау жүйелері.

Қазіргі уақытта суық мезгілде заманауи ғимараттарда ауаны жылытуға шамамен 25-50% жылу жұмсалады [1]. Жылдың жылы мезгілінде ауаны баптау жүйелерімен (АБЖ) жабдықталған ғимараттарда ауа ағынының салқындауы арқасында артылған жылу азаяды.

Белгілі бір микроклиматты құру арқылы адамның бөлмеде жұмыс істеуі үшін оңтайлы жағдайларды қамтамасыз етеміз. Микроклиматты сақтау кезінде ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, температурасы, ылғал құрамы, шаң мөлшері, өнеркәсіптік процестер кезінде бөлінетін адам денсаулығына қауіпті зиянды қоспалар мөлшері сияқты ауа параметрлері бақыланады [2].

Біңғайлы микроклимат бөлмелердегі ауа параметрлерінің белгілі бір үйлесімімен жасалады. Адамның әл-ауқатына ең көп әсер ететіндер бұл температура, салыстырмалы ылғалдылық және ауа қозғалысының жылдамдығы; ауадағы шаңның, улы будың, газдардың, аэрозольдердің болуы; технологиялық аппараттар мен бөлме қоршауларының адам жағына қараған беттерінің температурасы әсер етеді.

Микроклимат параметрлерін сақтау климаттық жүйелермен және бөлмеге құяр алдында ауаны дайындаудың әртүрлі схемаларын қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Қойылатын міндет. АБЖ желдету жүйелеріне қарағанда, адамдардың жұмыс істеуі үшін қолайлы орта параметрлерін қамтамасыз ету тұрғысынан қоғамдық ғимараттар үшін де, өндіріс үшін де – технологиялық процестердің талаптарына сәйкес қоршаған орта параметрлерін құру үшін белгіленген ылғалдылықты сақтауға мүмкіндік береді.

АБЖ ауаны бірнеше рет жылу-ылғалдықпен өңдеуді қамтамасыз етеді: салқындату, ауаны кептіру, кептірумен салқындату, ылғалмен жылыту, бұл жыл бойы бөлмеде микроклиматтың қажетті параметрлерін жасауға мүмкіндік береді.

Зерттеу аясында бөлмедегі микроклиматтың оңтайлы параметрлерін қамтамасыз ету үшін энергия шығынын бағалай отырып, жылдың жылы мезгілі үшін ауаны жылу және ылғалдылық өңдеудің әртүрлі схемаларында АБЖ жұмысын салыстырмалы талдау міндеті қойылды.

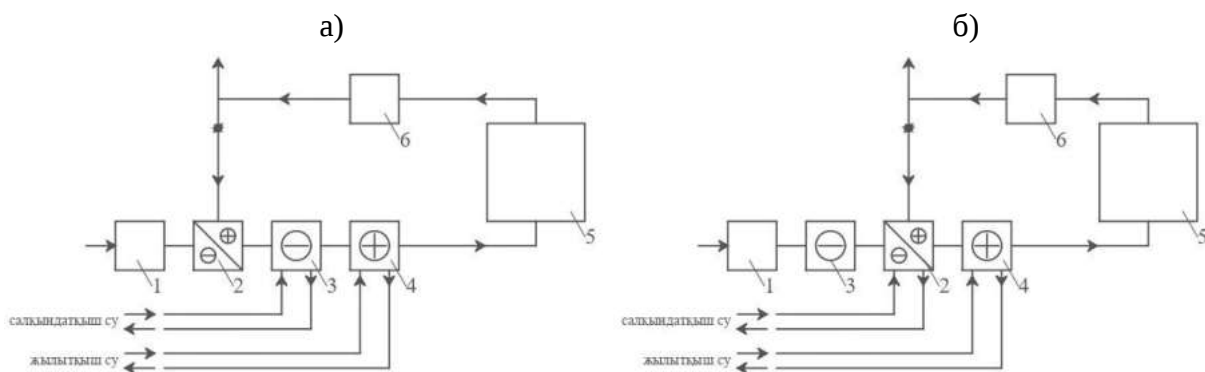
Әдістері. АБЖ-да энергияны үнемдеудің көптеген бағыттары бар: рециркуляция; рекуперация; аралас дайындау схемалары; үзіліссіз жұмыс режимі. Рециркуляция – энергияны үнемдеудің ең көп таралған әдістерінің бірі. Бірақ айта кету керек, рециркуляцияны қолдану мүмкіндігі бөлменің мақсатына байланысты, мысалы, зиянды немесе жарылғыш заттардың көп мөлшерін шығаратын бөлмелерде рециркуляцияны қолдану мүмкін болмайды.

Ауаны дайындауда рециркуляцияны қолдану сыртқы ауаны бөлмеден шығарылған ауамен араластыру арқылы қажетті параметрлерге жеткізу арқылы энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді (рециркуляция). Суық және жылы кезендерде энергияны үнемдеудің бұл әдісі әртүрлі тәсілдермен жүзеге асырылуы мүмкін.

Суық мезгілде рециркуляцияны ауа жылытқыштың алдында және одан кейін, ал жылы кезеңде – суару камерасының алдында және одан кейін ауаны араластыру арқылы қолдануға болады. Үнемдеу сыртқы және бөлмеден шығарылатын ауаны араластыру кезінде сыртқы ауаны жылыту есебінен және салқындату есебінен болады [3].

Жылдың жылы мезгілінде рециркуляцияны пайдалану ауаны жылыту энергиясын ғана емес, сонымен қатар суару камерасында салқындатуға да үнемдеуге мүмкіндік береді.

Тікелей ағынды схемамен салыстырғанда рециркуляцияны қолдану ауаны салқындату және ылғалдандыру үшін суару камерасындағы энергия мөлшерін үнемдеуге мүмкіндік береді [4]. Бұл схема 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Рециркуляцияны пайдалана отырып, АБЖ ауасын жылу-ылғалдық өндеудің негізгі технологиялық қондырғылары бар принципіалды схемасы: а) рециркуляция суару камерасына дейін; б) рециркуляция суару камерасынан кейін

1 – құю блогы; 2 – рециркуляциялық камера; 3 – суару камерасы; 4 – жылу алмастырғыш; 5 – бөлме; 6 – шығару блогы

Жоғарыда келтірілген схемаларды салыстыру үшін біз негізгі нұсқа ретінде – қосымша энергия үнемдейтін элементтерін пайдаланбай тікелей ағынды АБЖ қабылдаймыз.

Зерттеу аясында жылдың жылы мезгілінде рециркуляцияны пайдалана отырып, әртүрлі схемаларды салыстыру жүргізілді: тіке ағынды схема, суару камерасынан кейін және оған дейін рециркуляцияны пайдалана отырып дайындау схемасы.

Схемаларды салыстыру олардың энергия тұтынуына негізделген.

Ауа жылытқыштағы ауаны жылытуға қажетті энергия мөлшерін есептеу келесі формула бойынша жүзеге асырылады [5]:

$$Q_{\text{ж}} = 0,278 \cdot G_{\text{а.ж.}} \cdot (I'_{\text{а.ж.}} - I_{\text{а.ж.}}), \quad (1)$$

мұндағы,

$G_{\text{а.ж.}}$ – ауа жылытқыш арқылы өтетін ауа шығыны, кг/сағ;

$I'_{\text{а.ж.}}$ – ауа жылытқышқа кіре берістегі ауа қоспасының энтальпиясы, кДж/кг;

$I_{\text{а.ж.}}$ – ауа жылытқыштан шығатын ауа қоспасының энтальпиясы, кДж/кг.

Суару камерасында ауаны ылғалдандыруға қажетті энергия мөлшерін есептеу мына формула бойынша жүргізіледі [5]:

$$Q_{\text{с}} = 0,278 \cdot G_{\text{с.к.}} \cdot (I'_{\text{с.к.}} - I_{\text{с.к.}}), \quad (2)$$

мұндағы,

$G_{\text{с.к.}}$ – суару камерасы арқылы өтетін ауа шығыны, кг/сағ;

$I'_{\text{с.к.}}$ – суару камерасына кіре берістегі ауа қоспасының энтальпиясы, кДж/кг;

$I_{\text{с.к.}}$ – суару камерасынан шығатын ауа қоспасының энтальпиясы, кДж/кг.

Таңдалған бөлме үшін қажетті ауа алмасу мөлшері көптеген факторларға байланысты: ауа айналымы схемалары, бөлменің мақсаты, жылу түсуі, ылғал мен газдың бөлінуіне және т.б. [6].

Қажетті ауа алмасуды анықтау үшін бөлмеге жылудың түсуі мен ылғалдың бөлінуімен жылу-ылғалдылық балансын құру керек, I-d диаграммасында желдету ауасы күйінің өзгеру процестерін құру қажет. Желдету ауасы күйі өзгеру процесі сәулесінің бұрыштық коэффициенті шамасы және шығарылатын ауаның температурасы алдын ала анықталады [7]. Құйылатын ауаның температурасы ішкі ауа температурасынан 4 °С төмен қабылданады [9]. I-d диаграммасы бойынша бөлмеге құйылатын және шығарылатын ауаның

меншікті энтальпиялары I_k , I_w және ылғалдылықтары d_k , d_w анықталады.

Қажетті ауа алмасуды анықтау үшін толық жылу түсуді $+Q^*$ ассимиляциялау үшін құйылатын ауаның массалық шығыны келесі формула бойынша есептеледі [5]:

$$G_k = \frac{3,6 \cdot Q}{I_w - I_k} \quad (3)$$

Сондай-ақ, ылғалдың толық бөлінуін W^T ассимиляциялау үшін ауаның массалық шығыны келесі формула бойынша есептеледі [5]:

$$G'_k = \frac{W^T \cdot 10^3}{d_w - d_k} \quad (4)$$

Жоғарыда келтірілген формулалар бойынша анықталған массалық шығындар шамалас болуы керек, нәтижелер арасындағы сәйкессіздік 5% аспауы керек.

ШРК бойынша көмірқышқыл газын ерітуге қажетті ауа шығыны келесі формуламен анықталады [5]:

$$G''_k = \frac{M_{CO_2} \cdot \rho}{c_w - c_c} \quad (5)$$

мұндағы,

c_w — шығарылатын ауадағы көмірқышқыл газының концентрациясы, л/м³ (ШРК-ға тең қабылдаймыз: адамдар қысқа мерзімді болатын көрермендер залы үшін $c_w = 2,0$ л/м³);

c_c — сыртқы ауада CO_2 мөлшері, л/м³ (қала шегінде 0,5 л/м³, қала сыртындағы аймақта 0,4 л/м³);

ρ — құйылатын ауа тығыздығы, кг/м³.

Сыртқы ауаның ең аз массалық шығыны мына формула бойынша анықталады [5]:

$$G_{min} = l_{min} \cdot n \cdot \rho, \quad (6)$$

мұндағы,

l_{min} — бір жұмыс орнына шаққандағы сыртқы ауаның ең аз шығыны, м³/с·ағ;

n — бөлмедегі жұмыс орындарының саны;

ρ — құйылатын ауа тығыздығы, кг/м³.

Өндірістік бөлмелер үшін қажетті ауа алмасуды анықтау технологиялық процеске байланысты барлық зиянды факторларды неғұрлым толық ескеруді талап етеді.

Жылдың жылы және суық мезгілі үшін жылу алмасудың қажетті мөлшері құйылатын ауа шығынының ең үлкен мәні алынады.

Рециркуляцияны қолданатын схемалар үшін сыртқы ауаның шығыны сыртқы ауаның минималды массалық шығынына тең болады $G_c = G_{min}$. Рециркуляциялық ауаның мөлшері құйылатын және сыртқы ауаның шығыны арасындағы айырмашылық ретінде анықталады.

Сондай-ақ АБЖ онтайлы схемасын таңдауға күрделі шығындардың көлемі, бөлменің мақсаты, сәулеттік және конструкциялық шектеулер, адамдармен бөлмедегі шудың қолайлы деңгейі, жылдық пайдалану шығындары мен техникалық қызмет көрсету шығындары әсер етуі тиіс [8].

Зерттеу нәтижелері

Авторлар ең тиімді схеманы анықтау үшін таңдалған бөлмелер үшін АБЖ жұмысына зерттеу жүргізді.

Нұр-Сұлтан қаласында орналасқан қоғамдық ғимарат зерттеу нысаны ретінде АБЖ

схемаларын талдау үшін қабылданды. Зерттеулер жылдың жылы кезеңі үшін жүргізілді. Сыртқы ауа параметрлері [10] жылы кезең үшін: температура $t_c = 28,6 \text{ } ^\circ\text{C}$, салыстырмалы

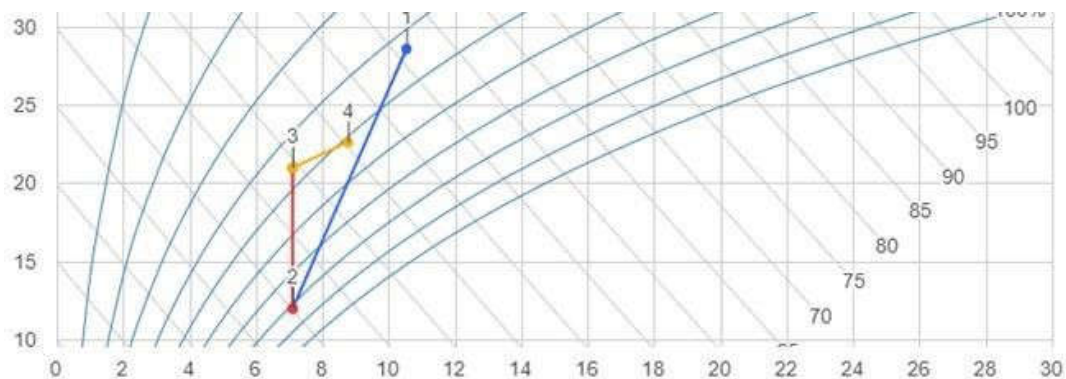
ылғалдылық $\varphi_c = 43\%$, ылғалдылық $d_c = 6,40$ г/кг; суық кезең үшін: температура $t_c = -31,2$ °C, салыстырмалы ылғалдылық $\varphi_c = 74\%$, ылғалдылық $d_c = 0,40$ г/кг. Ішкі ауа параметрлері, жылы кезең үшін: температура $t_i = 19$ °C, салыстырмалы ылғалдылық $\varphi_i = 53\%$; суық кезең үшін: температура $t_i = 20$ °C, салыстырмалы ылғалдылық $\varphi_i = 60\%$.

Кесте 1. Жылы кезең үшін есептеу нәтижелері

	Өлш. бірл.	Схема:		
		тіке ағындағы	рециркуляция суару камерасына дейін	рециркуляция суару камерасынан кейін
Салқындатуға тұтынылатын энергия, Q	кВт	130	125	80
Жылытуға тұтынылатын энергия, $Q_{ж}$	кВт	46,5	46,6	19,6
Жалпы энергия, Q	кВт	176,5	171,6	99,6
Энергия экономиясы, Q_k	кВт	0	4,9	76,9
	%	0	2,7	43,56

Кесте 2. Тіке ағынды ауаны дайындау процесі

Атауы	Бастапқы нүкте								Соңғы нүкте								Q, кВт	W, кг/сағ	tx, °C
	№	t, °C	твт, °C	тгр, °C	φ , %	d, г/кг	I, кДж/кг	G, кг/сағ	№	t, °C	твт, °C	тгр, °C	φ , %	d, г/кг	I, кДж/кг	G, кг/сағ			
Салқындату	1	28,6	19,6	14,8	43	10,5	56,1	18000	2	12	10,3	8,9	81,4	7,1	30,1	18000	-130	-62	6
Жылыту	2	12	10,3	8,9	81,4	7,1	30,1	18000	3	21	14	8,9	45,9	7,1	39,4	18000	46,5		
Бұрыштық коэф	3	21	14	8,9	45,9	7,1	39,4	18000	4	22,6	16,1	12	51,1	8,8	45,4	18000	30	30	

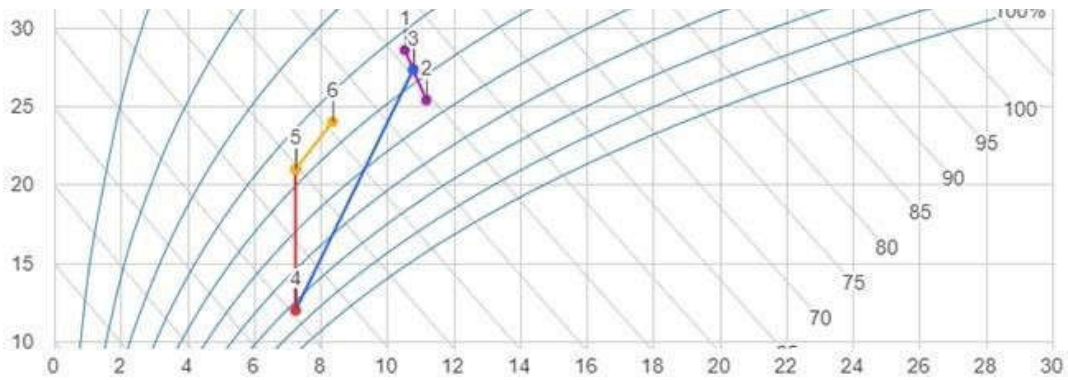


Сурет 2. Тіке ағынды ауаны дайындау процесі I-d диаграммада

Кесте 3. Суару камерасына дейін рециркуляцияны пайдалана отырып ауаны дайындау процесі

Атауы	Бастапқы нүкте								Соңғы нүкте								Q, кВт	W, кг/сағ	tx, °C
	№	t, °C	твт, °C	тгр, °C	φ , %	d, г/кг	I, кДж/кг	G, кг/сағ	№	t, °C	твт, °C	тгр, °C	φ , %	d, г/кг	I, кДж/кг	G, кг/сағ			
Рециркуляция	1	28,6	19,6	14,8	43	10,5	56,1	11000	3	27,4	19,4	15,2	47,3	10,8	55,5	18000			
	2	25,4	19	15,7	55	11,2	54,5	7000											
Салқындату	3	27,4	19,4	15,2	47,3	10,8	55,5	18000	4	12	10,4	9,2	83	7,2	30,4	18000	-125	-64	6
Жылыту	4	12	10,4	9,2	83	7,2	30,4	18000	5	21	14,1	9,2	46,8	7,2	39,7	18000	46,6		

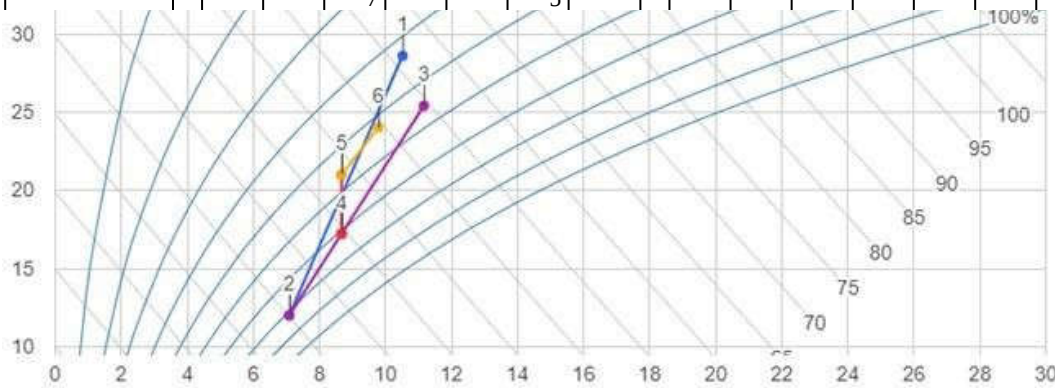
Бұрыштық коэф	5	21	14,1	9,2	46,8	7,2	39, 7	18000	6	24	16,3	11,3	44, 8	8,3	45,7	18000	30	20	
------------------	---	----	------	-----	------	-----	----------	-------	---	----	------	------	----------	-----	------	-------	----	----	--



Сурет 3. Суару камерасына дейін рециркуляцияны пайдалана отырып ауаны дайындау процесі I-d диаграммада

Кесте 4. Суару камерасынан кейін рециркуляцияны пайдалана отырып ауаны дайындау процесі

Атауы	Бастапқы нүкте									Соңғы нүкте									Q, кВт	W, кг/сағ	t _x , °C
	N _ө	t, °C	t _{вт} , °C	t _{гр} , °C	φ, %	d, г/кг	I, кДж/кг	G, кг/сағ	N _ө	t, °C	t _{вт} , °C	t _{гр} , °C	φ, %	d, г/кг	I, кДж/кг	G, кг/сағ					
Салқындату	1	28,6	19,6	14,8	43	10,5	56,1	11000	2	12	10,3	8,9	81,4	7,1	30,1	11000	-80	-38	6		
Рециркуляция	2	12	10,3	8,9	81,4	7,1	30,1	11000	4	17,2	14	11,9	70,9	8,7	39,5	18000					
	3	25,4	19	15,7	55	11,2	54,5	7000													
																	3000	19,6			
																	3000	30	20		



Сурет 4.. Суару камерасынан кейін рециркуляцияны пайдалана отырып ауаны дайындау процесі I-d диаграммада

Қарастырылып отырған объект үшін есептеу әдісіне сәйкес жылдың жыл кезеңі үшін қажетті ауа алмасу мөлшері анықталды $G = 18000$ кг/сағ.

Жылы кезең үшін I-d диаграммада ауаны дайындау процестерін құру кезінде алынған мәліметтерге сәйкес, суару камерасына дейін (3-сурет) және суару камерасынан кейін (4-сурет) рециркуляцияны қолдана отырып, АБЖ үшін олардың энергия тұтынуы есептелді. Есептеу нәтижелері 1-кестеде ұсынылған.

Негізгі тікелей ағын схемасы үшін толық тұтыну 100% қабылданады. Есептеулерден айта кету керек, суару камерасынан кейін рециркуляцияны қолдана отырып, ауаны дайындау схемасындағы энергияны үнемдеу пайызы 43,56% құрады.

Есептеулер нәтижелері мен ұсынылған кестеге сәйкес, жылы мезгілде энергияны үнемдеу тұрғысынан тиімді схема суару камерасынан кейінгі рециркуляцияны қолдана отырып ауаны дайындау схемасы екенін атап өтуге болады, өйткені ол тікелей ағынды

схемамен салыстырғанда үнемдеудің үлкен пайызын қамтамасыз етеді.

Қорытындылар. Осылайша, зерттеу нәтижелері АБЖ-де ауа рециркуляциясын қолданудың сөзсіз артықшылығын көрсетеді.

Ұсынылған санаттағы және сыртқы ауа параметрлері жақын климаттық аймақтарда орналасқан ғимараттар үшін келесі ұсыныстарды беруге болады:

1. Жылы мезгілде ауаны дайындаудың оңтайлы схемасы суару камерасынан кейінгі рециркуляцияны қолдану схемасы болып табылады, бұл тікелей ағынды схемамен салыстырғанда энергияны 40% дейін үнемдеуге мүмкіндік береді.

2. Жүйені жобалаудың алдында климаттық аймақтар үшін әртүрлі АБЖ схемаларын қолданудың үнемділігін бағалау зерттеулерін орындаған жөн.

Рециркуляцияны қолдану мәселелері өндірістік ғимараттар үшін де өзекті екенін атап өткен жөн, бірақ бұл жағдайда рециркуляция көлеміне қосымша шарттар қойылады: әрбір жұмыс орны үшін таза ауаның қажетті мөлшерін, қажетті ауа алмасу еселігін қамтамасыз ету және жалпы ауаның шаңмен, газбен ластануына, шығарылатын ауа құрамында зиянды және қауіпті заттардың булары болуына байланысты рециркуляцияны пайдалану мүмкіндігі.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Ананьев В.А. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. 2003. – 416 с.
2. Стефанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – СПб.: Авок. 2005. – 399 с.
3. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях / Е.М. Белова. – М.: ЕВРОКЛИМАТ, 2006. – 639 с.
4. Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. 2003, 400 с.
5. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирования воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства: Учебник для вузов. – 2-е изд. – СПб.: Политехника, 2007. – 423 с.: ил.
6. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. – М.: Стройиздат, 1982. – 273 с.
7. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. – М.: Издательство физико-математической литературы. 2003. – 272 с.
8. Росс Д. Проектирование ОВК высотных общественных многофункциональных зданий [Текст] / Дональд Росс. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2004. – 166 с. – Перевод изд.: HVAC Design Guide for Tall Commercial Buildings / Donald E. Ross. Atlanta, 2004.
9. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. 01.01.89.
10. ҚР ҚЖ 2.04-01-2017 Құрылыстық климатологиясы. 2017. – 42 б. (43 с.).

ӘОЖ 624

БҮРҒЫЛАП ҚҰЙЫЛАТЫН ҚАДАЛАРДЫ ЕКІ БАҒЫТТЫ СТАТИКАЛЫҚ ЖҮКТЕМЕМЕН «O-CELL ӘДІСІМЕН» ЗЕРТТЕУ

Батырәлі Ақжол

ahajali007@gmail.com

7М07329 - «Құрылыс» ББ 1-курс магистранты, «Құрылыс» кафедрасы, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан Республикасы

Исакулов Абулхаир

Issakulov.abilkhair@gmail.com

7М07329 - «Құрылыс» ББ 1-курс магистранты, «Құрылыс» кафедрасы, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан Республикасы

Ғылыми жетекші – PhD, аға оқытушы Омаров А.Р.

Қазіргі таңда биік ғимараттарды жаппай тұрғызу темпі қарқынды жүріп жатқан Астана қаласында қадалы іргетастардың ролі аса маңызды. Қадалы іргетастардың