

ӘОЖ 004.051

Е.П. Макашев, Ж.М. Нәлібаева

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
E-mail: makashev_yerlan@mail.ru, saya_moldakhmetkyzy@mail.ru

Атмосфералық ауа температурасының ылғалды термометр мәнін I-d диаграммасыз есептеу

Жұмыста компьютерлік бағдарламалар жасау кезінде атмосфералық ауа температурасының ылғалды термометр мәнін есептеудің ең тиімді жолдарының бірі ұсынылып отыр. Атмосфералық ауа температурасының ылғалды термометр мәнін есептеу осы уақытқа дейін I-d диаграмманың көмегімен жүзеге асырылып келді. Компьютерлік бағдарламалар жазу кезінде I-d диаграмманы есептеу көп уақытты және компьютер жадысынан көп орынды алатыны белгілі. Жүргізген зерттеулер нәтижесінде I-d диаграммасыз есептейтін формула құрастырылды. Формула бойынша есептеу уақыты және компьютер жадысынан алатын орны үнемделді.

Түйін сөздер: I-d диаграмма, термометр, ылғалдылық, атмосфералық ауа, энтальпия, температура.

E.P. Makashev, Zh.M. Nalybaeva

The calculation value temperature of atmospheric air on the damp thermometer without chart I-d

This article offers one of the most effective ways to calculate value of temperature with a wet thermometer during the creation of computer programs. Until today, the value's calculation of air temperature with wet thermometer was carried out using I-d chart. As you know, during the creation of computer programs calculating I-d chart takes time and places in the computer's memory. The studies were made up the formula that calculates without I-d chart. Calculating by this formula helps to save time and places in the computer's memory.

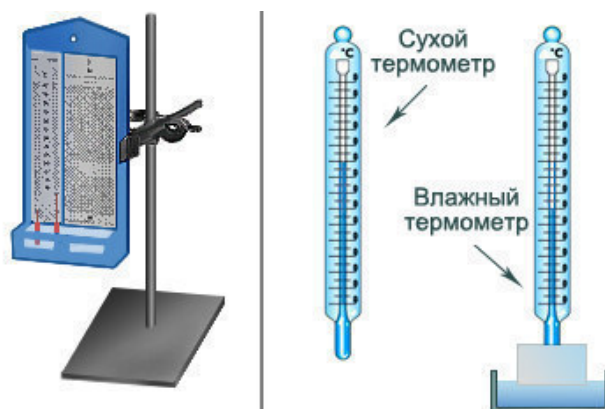
Key words: I-d chart, thermometer, humidity, air, enthalpy, temperature.

Е.П. Макашев, Ж.М. Нәлібаева

Вычисление значений температуры атмосферного воздуха по влажному термометру без I-d диаграммы

В работе предлагается один из самых эффективных путей вычисления значений температуры атмосферного воздуха влажным термометром при создании компьютерных программ. До сегодняшнего дня вычисление значений температуры атмосферного воздуха влажным термометром осуществлялось с помощью I-d диаграммы. Как известно, во время создания компьютерных программ вычисление I-d диаграммы занимает много времени и мест в памяти компьютера. В результате проведенных исследований была составлена формула, которая вычисляет без I-d диаграммы. Вычисление по этой формуле сэкономило время и место в компьютерной памяти.

Ключевые слова: I-d диаграмма, термометр, влажность, атмосферный воздух, энтальпия, температура.



Сурет 1. Психрометр

Атмосфералық ауа температурасының ылғалды термометр мәнін психрометрдің көмегімен есептеу.

Августтың статикалық психрометрі бір штативке бекітілген бір-бірінен 4-5 см қашықтықта орналасқан бірдей екі термометрден тұрады (1-сурет). Термометрлердің бірінің резервуары (ылғалды) кішкентай матаның кесегімен оралған, орауыш соңы ширақ жіппен байланып, иілген шыны түтік-пробирканың кеңейген ұшына салынған. Түтікті тазартылған (дистильденген) сумен толтырады. Капиллярлылығына байланысты, материал үнемі суланады да, термометр түйіршігінен су тұрақты буланып отырады. Бұл булану жылдамдығына пропорционалды жылу жоғалтуды туғызады. Ауа неғұрылым құрғақ болса, булану соғұрлым қарқынды жүреді. Осыған орай, дымқыл термометрде құрғақ термометрмен салыстырғанда температура көрсеткіші төмен болады. Екі термометрдің көрсеткіштерінің айырмашылығы есептеу негізіне алынады. өндірістік жағдайда ауаның салыстырмалы ылғалдылығын арнайы психрометрлік кестелер бойынша бағдарлап анықтауға болады. Ауаның абсолютті ылғалдылығын Август психрометрінің (статикалық) құрғақ және дымқыл термометрлерінің көрсеткіштері бойынша келесі формуламен есептейді:

$$A = E - \alpha * (T_1 - T_2) * B \quad (1)$$

мұнда: A - ауаның абсолютті ылғалдылығы, $г/м^3$; E — дымқыл термометрдің көрсеткіші бойынша ауаның максималды ылғалдылығы; α - ауа қозғалысы жылдамдығына тәуелді психрометрлік коэффициент; T_1 — құрғақ термометр бойынша температура, $^{\circ}C$; T_2 — дымқыл термометр бойынша температура, $^{\circ}C$; B — анықтау кезіндегі барометрлік қысым, мм. сын. бағ.

Атмосфералық ауа температурасының ылғалды термометр мәнін I-d диаграмманың көмегімен есептеу.

Ылғалды ауаның негізгі параметрлерінің байланысын графикалық формада келтіруге болады. Кең қолданылатын түрі I-d диаграмма болып табылады. Ол салыстырмалы ылғалдылық пен температураның тұрақты мәндер сызықтарымен келтірілген ылғал сақтауға тәуелді энтальпияны көрсетеді. $\phi = Const$ сызықтары анығырақ көріну үшін координата осьтерінің арасындағы бұрышты 135° деп аламыз. Диаграммалар 500, 740,

1— Кесте. Нақты мәлімет пен формула бойынша есептеулердің салыстырмалы қателігі

Қала атауы	Құрғақ термо метр бойынша температура, θ , °С	Салыстырмалы ауа ылғалдылығы, ϕ	Ылғалды термо метр бойынша температура, τ , °С	Эмпирикалық формула бойынша температура, τ , °С	Салыстырмалы қателік, x
Архангельск	23.3	58	18	17,17586	0,046
Астрахань	30.4	52	23.2	23,17692	0,0008
Волгоград	31	33	20	19,81970	0,009
Вологда	24.5	56	18,8	18,01429	0,042
Грозный	29.8	43	21	20,82442	0,009
Дудинка	22.9	59	17.9	16,95508	0,05
Екатеринбург	25.8	49	18.8	18,00918	0,04
Иркутск	22	63	17.6	16,76270	0,05
Мончегорск	24.6	53	18.5	17,56321	0,05
Мәскеу	27	55	20.8	20,33182	0,022
Мурманск	22	58	17	15,87586	0,066
Нижний Новгород	26.8	48	19.6	18,81667	0,04
Новосибирск	25.4	54	19.3	18,54815	0,039
Омск	27.4	44	19.4	18,62727	0,04
Петрозаводск	24.5	58	19.1	18,37586	0,038
Ростов - на - Дону	29.2	37	19.5	18,94730	0,028
Салехард	23.7	57	18.3	17,39561	0,049
Самара	28.5	44	20.2	19,72727	0,023
Санкт - Петербург	26	56	20.1	19,51429	0,029
Сыктывкар	25.1	49	18,3	17,30918	0,054
Тобольск	26.5	53	20	19,46321	0,027
Томск	24.3	60	19.2	18,53333	0,034
Тула	25.5	56	19.6	19,01429	0,03
1-6 Уфа	27.6	44	19.5	18,82727	0,034
Ханты - Мансийск	26.5	55	20.3	19,83182	0,023
Челябинск	26	51	19.4	18,58922	0,042
Чита	25	48	18	17,01667	0,054
Якутск	26.3	40	17.8	16,70000	0,062
Ярославль	24.8	53	18.7	17,76321	0,05

1000 мм. сын. бағ. және т. б. анықталған барометрлік қысымдар үшін салынады. 2 - суретте, мысал ретінде, қысымы 740 мм. сын. бағ. ылғалды ауаның I-d диаграммасы көрсетілген. Ылғалды ауаның күйі I-d диаграмма бойынша берілген қысым үшін кез — келген екі параметр арқылы анықталады. Қалған параметрлерді $i = Const$, $t = Const$, $\phi = Const$, $d = Const$ сызықтары арқылы анықтауға болады. Будың парциалды қысымын табу үшін диаграмманың төменгі жағында қосымша қисық жүргізілген. Осы қисық—қа $d = Const$ сызығын түсіру арқылы парциалды қысымның мәнін диаграмманың оң жақ координатасынан көруге болады. Ауаның парциалды қысымын (2) формуласына сәйкес:

$$P_{B,C} = P_b - P_{II} = Const \quad (2)$$

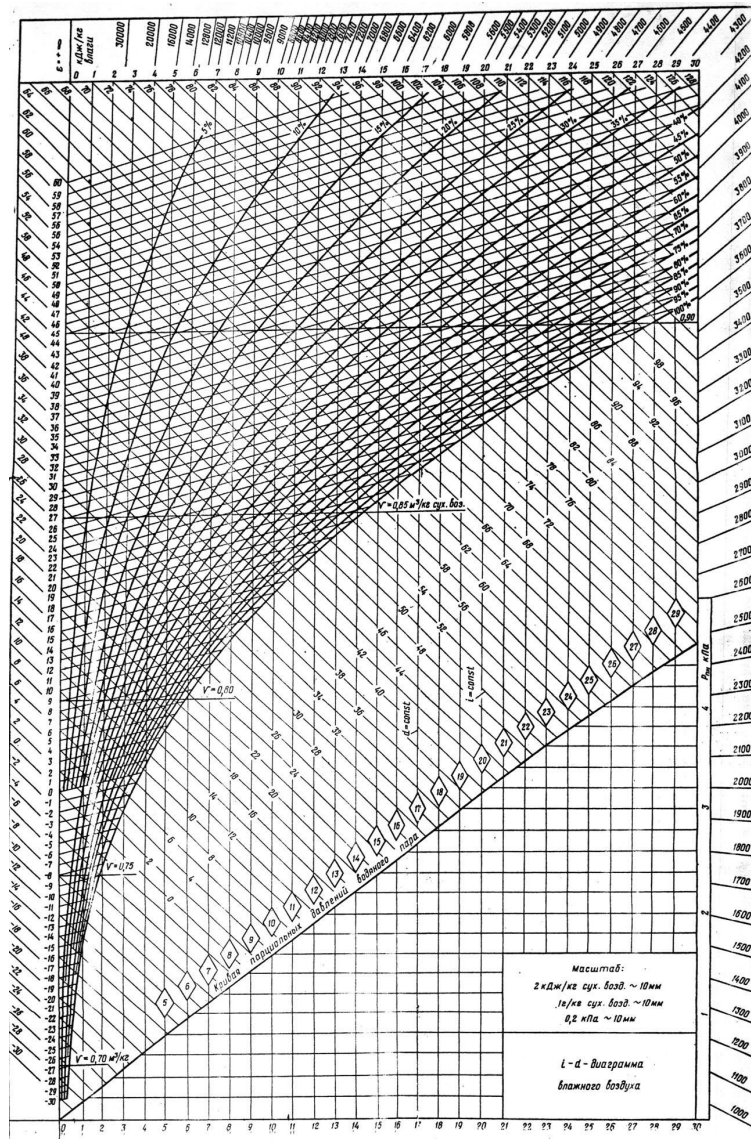
жалпы қысымның айырмасы ретінде табады. Жалпы қысым үшін диаграмма құрылған және сол диаграмма арқылы будың парциалды қысымы анықталған. I-d диаграмма арқылы ауа көлеміндегі бу конденсациясының басталуы мен судың ауа арқылы сууының теория жүзіндегі шегін сипаттайтын ылғалды ауа параметрлерінің көрінісін алуға болады. Су буының ауадағы конденсациясы (тұманның пайда болуы) оның температурасының шық нүктесінен төмен болған жағдайда пайда болады. Шық нүктесі деп ылғалсақтауы мен қысымы белгілі ауаның қаныққан күйге жеткендегі температурасын айтады. Ол I-d диаграммада $d = Const$ ылғалды ауа күйін сипаттайтын сызығы мен $\phi = 100$ сызығының қиылысында анықталады. Судың ауа арқылы сууының теориялық шегі - суланған термометр бойынша анықталған ауаның температурасы болып табылады. Ол ауаға қосымша жылу беру немесе алусыз қаныққан күйге жеткенше ($\phi = 100$) ылғалдау арқылы жасалады, яғни адиабатикалық булану кезінде. I-d диаграммада ϕ - дің мәні ылғалды ауаның күйін сипаттайтын нүкте арқылы өтетін $i = Const$ сызығы мен $\phi = 100$ сызығының қиылысымен анықталады. Бұдан, ϕ -дің мәні арқылы энтальпия мен ылғалсақтаудың (влагосодержание) мәнін табуға болады.

Атмосфералық ауа температурасының ылғалды термометр мәнін I-d диаграммасыз есептеу

Ылғалды термометр бойынша температура атмосфералық ауа қаныққанға дейін жұта алатын қосымша ылғалдың мөлшерін көрсетеді. Практикалық есептің ыңғайлылығы мен көрнекілігі үшін ылғалды ауаның негізгі параметрлері арасындағы қатынастары графикалық формада келтірілген. Кең қолданылатын түрі I-d диаграмма (Молье диаграммасы) болып табылады. Ол салыстырмалы ылғалдылық пен температураның тұрақты мәндеріндегі (сызықтармен көрсетілген) энтальпияның ылғал сақтауға тәуелділігін көрсетеді (2 - сурет). Біздің есептеулер бойынша қорытылып шығарылған атмосфералық ауа температурасының ылғалды термометр мәнін ($\tau, ^\circ C$) I-d диаграммасыз есептейтін эмпирикалық формула:

$$\tau = \theta + \frac{0.15 * \phi^2 - 100}{\phi} - 13.1 \quad (3)$$

Мұндағы: θ - атмосфералық ауаның құрғақ термометр бойынша температурасы, $^\circ C$, ϕ - атмосфералық ауаның ылғалдылығы, Зерттеулер кезінде интернет көздерінен нақты мәліметтерге сүйене отырып өз формуламыздың каншалықты дұрыс екеніне көз жеткіздік. Оның мысалы ретінде мына мәліметті көрсетуге болады[1]. Мұнда қалалардың



Сурет 2. Ылғалды ауаның I-d диаграммасы

ылғалды термометр мәні I-d диаграмма арқылы есептелінген. Мысал ретінде Астрахань қаласын алайық. Нақты мәлімет бойынша [1] Астрахань қаласының ылғалды термометр мәні 18°C -қа тең. Біздің эмпирикалық формула бойынша ылғалды термометр мәні $17,17586^{\circ}\text{C}$ -қа тең. Салыстырмалы қателікті есептеу үшін:

$$x = \left| \frac{\tau - \tau_1}{\tau_1} \right| \quad (4)$$

Мұнда: x - салыстырмалы қателік; τ - нақты мәлімет бойынша ауа температурасының ылғалды термометр мәні; τ_1 - эмпирикалық формула бойынша ауа температурасының ылғалды термометр мәні. Есептеу нәтижесінде:

$$0,0008 = \left| \frac{23.17692 - 23.2}{23.2} \right| \quad (5)$$

Салыстырмалы қателік 0,0008-ге тең.

Қорытынды. Жұмыс кезінде атмосфералық ауа температурасының ылғалды термометр мәнін есептейтін эмпирикалық формула арқылы жақсы нәтижелер алдық. Нәтижесінде қорытылып шығарылған формуланың дұрыстығына және қателігінің өте аз мөлшерде екеніне көз жеткіздік. Бұл формуланы есептеп шығаруымыздың негізгі себебі компьютерлік бағдарламалар жасау кезінде компьютер жадысынан алатын орынды және уақытты үнемдеу болып табылады. Болашақта осы формуланы нақты компьютерлік бағдарлама жасау арқылы жүзеге асырамыз.

Қолданылған әдебиеттер:

- [1] http://www.evromash.ru/articles/Methodika_podbora_gradirni
- [2] *Сребницкий Б.Н.* Примеры расчета систем кондиционирования воздуха: учеб. для вузов. – Киев: Будивельник, 1970. – 116 с.
- [3] *Аверкин А.Г.* Примеры и задачи по кондиционированию и холодоснабжению: учеб. для вузов. – М: АСВ, 2003. – 126 с.
- [4] *Максимов Г.А.* Проектирование процессов кондиционирования воздуха: учеб. для вузов. – М: Высшая школа, 1961. – 51с.

References

- [1] http://www.evromash.ru/articles/Methodika_podbora_gradirni
- [2] *Srebnitsky B.N.* Primery rascheta system kondicionirovaniya vozdukha: ucheb. dlya vuzov. – Kiev: Budivel'nik, 1970. – 116 s.
- [3] *Averkin A.G.* Primery i zadachi po kondicionirovaniu i kholodosnabzheniu: ucheb. dlya vuzov. – M: ACB, 2003. – 126 s.
- [4] *Maksimov G.A.* Proektirovanie processov kondicionirovaniya vozdukha: ucheb. dlya vuzov. – M: Visshaya shkola, 1961. – 51 s.