

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы, 2021, том 134, №1, 79-85 беттер
<http://bulphysast.enu.kz>, E-mail: vest_phys@enu.kz

ХҒТАР : 44.31.01, 44.37.29

А. Жамалов, А.О. Бердіғожа

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан
(E-mail: kz-zhamalov@mail.ru, b.akzhunis@mail.ru)

Батареяның автономды резервуарының жылу шығынын есептеу әдісі

Аннотация: аккумулятор ыдысындағы су температурасының өзгеруін және қоршаған ортаның орташа айлық температурасын ескере отырып, зарядтау процесінде және батареяны зарядтау кезінде ғимараттың жылу шығынын есепке алып, маусымдық аккумуляторды зарядтау және разрядтау алгоритмі мен бағдарламасы жасалды. Жүргізілген есептеулер бойынша жылыту кезеңінде ғимараттың жылу шығынын өтеу үшін аккумулятордың маусымдық бағын пайдалану мүмкіндігін растайтын қанағаттанарлық нәтижелер алынды.

Түйін сөздер: бак аккумулятор, жылуөткізгіштік коэффициенті, жылу шығыны, тығыздық, температура, көлем.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6836-2021-134-1-79-85>

Түсті: 18.02.2021 /Жарияланымға рұқсат етілді: 01.03.2021

Кіріспе. Бак-аккумулятордың қандай көлемін қажет ететінін, маусымдық бак аккумуляторымен ең аз жылу шығынын қамтамасыз ету үшін қандай оқшаулау қажет екенін білу және ғимараттың жылу шығынын жабу үшін біз келесі есептеу алгоритмін жасадық.

Алдымен, термодинамиканың бірінші Заңының теңдеуін қолдана отырып, жылыту кезеңіндегі ғимараттың белгілі жылу ысыраптарына сүйене отырып, аккумулятордың маусымдық резервуарының салқындатқышының массасын шамамен анықтау керек:

$$Q = C_p * M * (t_{max} - t_{min}) \quad (1)$$

мұндағы, $Q = \sum Q_{pz}$ - жылыту кезеңі ішінде ғимараттың жиынтық жылу шығындарына тең алдын ала қабылданатын жылу тасымалдағышы бар аккумулятордың маусымдық бағының жылу құрамы, кДж;

C_p - аккумулятордың маусымдық бағының жылу тасымалдағышының жылу сыйымдылығы, кДж / кг * К;

M - салқындатқыштың массасы, кг;

t_{max}, t_{min} - батареяны зарядтаудың соңында және басында салқындатқыштың температурасы, °С.

Содан кейін аккумулятордың маусымдық резервуарының салқындатқышының массасы теңдеу арқылы анықталады:

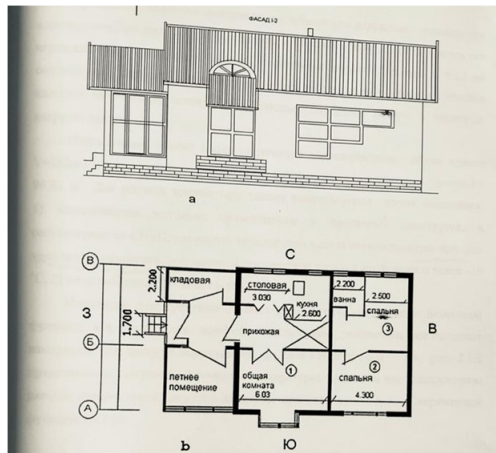
$$M = \frac{Q}{C_p * (t_{max} - t_{min})} \quad (2)$$

Салқындатқыштың массасын біле отырып, оның тығыздығын теңдеу арқылы батареяның маусымдық резервуарының V , м³ көлемін анықтауға болады:

$$V = M * \rho \quad (3)$$

Батарея ыдысының негізгі геометриялық өлшемдерін резервуардың пішініне байланысты анықтауға болады (сфералық, цилиндрлік, тікбұрышты).

Зерттеу әдістері. Оқшауланбаған резервуардың жылу шығынын резервуардағы салқындатқыштың максималды температурасында анықтағаннан кейін біз оқшаулағыш материалды таңдап, оның оңтайлы қалыңдығын анықтаймыз.



Сурет 1 – Тұрғын үйдің типтік жобасының схемасы: а-ғимараттың сырт келбеті, б-ғимараттың жоспары

Жоғарыда айтылған әдістеме бойынша орындалған алдын ала есептеулер негізінде 1-суретте көрсетілген ғимараттың жылу шығындарын өтеу үшін маусымдық бак-аккумулятордың мынадай маусымдық сипаттамалары алынды:

- аккумулятор багының көлемі $V = 100 \text{ м}^3$;
- салқындатқыштың массасы $M = 100 \text{ т}$.

Салқындатқыштың тығыздығы $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ болатын су салқындатқыш ретінде қабылданады.

Ұсынылған алгоритмді және маусымдық резервуарды зарядтау және разрядтау әдістемесін тексеру үшін бірінші нұсқа ретінде өлшемдері бар резервуардың тікбұрышты пішіні қабылданады:

Биіктігі $h = 2 \text{ м}$; ені $a = 5 \text{ м}$; ұзындығы $b = 10 \text{ м}$;

Резервуардың барлық жақтарының беті $F = 160 \text{ м}^2$.

Оқшаулау қалыңдығын анықтау кезінде оқшауланған бактың жылу шығыны бактағы жылу тасымалдағыштың ең жоғары мәні кезінде оқшауланбаған бактың жылу шығынының екі пайызына тең (жалаңаш) болып қабылданды. Біз теңдеу бойынша есептейміз:

$$\delta_{iz} = \left[\frac{t_{zh1} - t_{zh2}}{q_0} - \left(\frac{1}{a_1} + \frac{\delta_\tau}{\lambda_\tau} + \frac{1}{a_2} \right) \right] * \lambda_{iz} \quad (4)$$

Алдын ала есептеулер бойынша жоғарыда аталған шарттар жылу өткізгіштік коэффициенті $\lambda = 0,037 \text{ Вт/м}^*\text{К}$ болатын изовердің оқшаулағыш материалын қанағаттандырады, оның қалыңдығы $\delta = 0,25 \text{ м}$ құрайды.

Сыртқы қаптама ретінде жылу өткізгіштік коэффициенті $\lambda = 0,76 \text{ Вт/мК}$, қалыңдығы $\delta = 0,025 \text{ м}$ болатын құм-цемент сылағы алынды. Оқшауланған аккумулятор ыдысының жоғарыда келтірілген параметрлері зарядтау және разрядтау процесінде батареяның маусымдық багының жылу шығынын есептеуге негіз болды. Осы есептеулердің нәтижелері қосымшаларда келтірілген. Аккумулятордың маусымдық бағын зарядтау және разрядтау әдістемесі алгоритмі төменде келтірілген.

Зерттеу нәтижесі. Ұсынылып отырған әдістеме бойынша есептеу тәртібі мынадай ретпен жүзеге асырылады:

1. Бак-аккумулятордағы жылу тасымалдағыштың бастапқы температурасын t_{zh} деп белгілейміз.

2. Ауаның физикалық қасиеттері қоршаған ауаның бастапқы температурасында таңдалады:

а) жылу өткізгіштік коэффициенті $\lambda = f(t)$;

б) тұтқырлық коэффициенті $\nu = f(t)$;

в) Прандтль саны $Pr = f(t)$;

3. Біз Грасгофтың өлшемін анықтаймыз. Батарея ыдысының оқшаулауының сыртқы қабырғасының температурасын алдын-ала орнатыңыз.

$$Gr = \frac{\beta * g * (t_c - t_{vozd}) * t^3}{\nu^2} \quad (5)$$

мұндағы β - көлемдік кеңеюдің температуралық коэффициенті, $1/K$;

$$\beta = \frac{1}{t_{vozd} + 273.15} \quad (6)$$

g -еркін құлау жылдамдығы, $g = 9,8 \text{ м}^2 / \text{с}$;

4. Нуссельт өлшемін анықтау үшін критериалды теңдеудің түрін таңдаңыз.

$$Nu = C(Gr * Pr)^n \quad (7)$$

5. Жылу беру коэффициентін анықтаймыз, $Вт/м^2 * K$:

$$\alpha_2 = \frac{Nu * \lambda}{1} \quad (8)$$

6. Жылу кедергісін теңдеу арқылы анықтаймыз.

$$R_0 = R_{x1} + \sum R_{x0} + R_{x2} \quad (9)$$

елеулі шамалар α_1 үшін $R_{x1} \rightarrow 0$ қабылдаймыз.

7. Теңдеу бойынша жылу беру коэффициентін анықтаймыз.

$$K = \frac{1}{R_0} \quad (10)$$

Теңдеулер теңдігі шартынан резервуар-батарея оқшаулауының сыртқы қабырғасының температурасын нақтылаймыз $q_a = q_b$

$$q_a = K * (t_{zhi} - t_{vozd}) \quad (11)$$

$q_b = \alpha_2 * (t_{sutoch} - t_{vozd})$ бұл жерден $t_{sutoch} = t_B + q_a \frac{1}{\alpha_2}$ аламыз;

$$t_{sutoch} \leq t_c \pm 0,01 \quad (12)$$

t теңсіздігімен цикл қайталаңады. Егер $t_c = t_{sutoch} \pm 0,01$ циклден шығады.

8. Батарея ыдысындағы судың температурасы анықталды.

$$t_{zhi+1} = t_{zhi} + \frac{Q_{\tau}}{C_p M} \quad (13)$$

мұндағы, Q_{τ} - күн радиациясынан түсетін жылудың тәуліктік түсімі;

C_p - салқындатқыштың меншікті массалық жылу сыйымдылығы;

M - аккумулятор бағындағы жылу тасымалдағыштың салмағы;

9. Батареядағы жылу шығынын анықтаймыз.

$$Q_{pa} = KF(t_{zhi+1} - t_B) * 24 * 3600 * 10^3 \quad (14)$$

Маусымдық резервуарда жинақталған жылуды анықтаймыз.

$$Q_{Ai} = Q_{\tau} - Q_{pa} - Q_{p3} \quad (15)$$

Температураны көрсетіңіз t_{zhi+1} :

$$t_{zhi+1}' = \frac{t_{zhi} + Q_{pa}}{C_p M} \quad (16)$$

10. Бак аккумуляторының шығынын анықтау:

$$Q_{pa}' = KF(t_{zhi+1}' - t_{Bi}) * 24 * 3600 * 10^{-3} \quad (17)$$

$t_{zhi+1}' \leq t_{zhi+1} \pm 0,5^{\circ}$ шарты орындалған кезде біз циклден шығамыз және белгілі бір уақыт кезеңінде маусымдық резервуармен жинақталған жылу анықталады.

$$Q_{Ai} = Q_{\tau} - Q_{pa}' - Q_{p3} \quad (18)$$

Аккумулятор бағын зарядтау кезеңінде ғимаратпен жылу шығындары $Q_{p3} = 0$ нөлге тең деп қабылданады.

Ғимаратты жылыту кезеңінде аккумулятордың маусымдық бағында жинақталған жылу Q_{p3} ғимаратының шығынын ескере отырып анықталады:

$$Q_{Ai-1} = Q_{A7} + (Q_{\tau} - Q_{pa}' - Q_{p3}) \quad (19)$$

мұндағы, Q_{Ai-1} - бұл күн радиациясының тәуліктік түсуін, бактағы шығынды және ғимараттан айырылуды ескере отырып, жинақтау кезеңінен кейін бактағы жинақталған жылудың қалдығы;

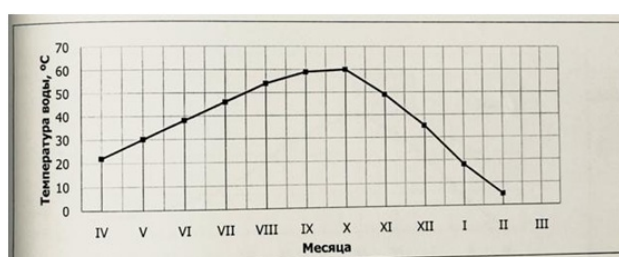
Q_{A7} - жылымау кезеңінде (сәуірден қазанға дейін) жинақталған жылу мөлшері. Есептеу негізіне 1-суретте келтірілген ғимараттың жылу шығындарының деректері салынған. Бішкек қаласы үшін жылыту кезеңіндегі және аккумуляторды зарядтау кезеңіндегі қоршаған ауаның орташа тәуліктік температурасы сәуір-қазан (1-кестені қараңыз)

Кесте 1 – Бак-аккумулятордағы процестерді зерттеуге арналған бастапқы деректер

Айлар	ҚДЖ, ғимараттың жылу шығындары	Ауаның орташа айлық температурасы	Күн радиациясының тәуліктік түсімі, Q_i
Сәуір	0	11,7	158145
Мамыр	0	17	162589,4
Маусым	0	21,5	185637
Шілде	0	24,4	184308
Тамыз	0	22,8	171275,8
Қыркүйек	0	17,5	170718
Қазан	0	10,5	137525,8
Қараша	223344	2,5	91794
Желтоқсан	264470,4	-2,7	93010,64
Қаңтар	365212,8	-5	100701,3
Ақпан	327221,8	-2,9	136221,43
Наурыз	222048	4	155160

Кесте 2 – Бак-аккумулятор қабырғасының жылу кедергісін анықтауға арналған бастапқы деректер

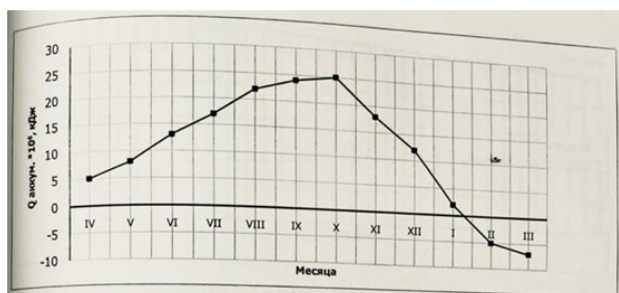
№	і қабаттың атауы	Қалыңдығы δ , м	Жылу өткізгіштік коэффициенті λ , Вт/м*К	δ/λ
1	Цемент-құм ерітіндісімен сылау	0,025	0,76	0,032895
2	Металл қабырға	0,005	45	0,000111
3	Оқшаулағыш материал «Isover»	0,25	0,037	6,756757
4	Оқшаулағыш материал «Базальт талшығы»	0,25	0,03	8,33333
5	Бетон қабырға	0,1	1,28	0,0782
6	Оқшаулағыш материал «Пенобетон»	0,25	0,41	0,6097



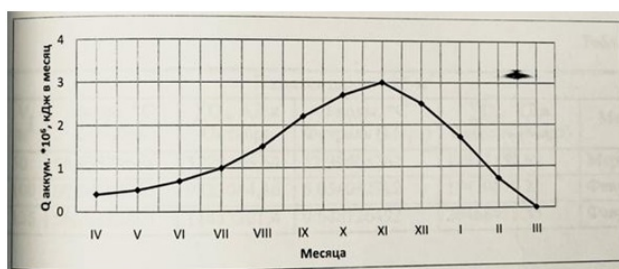
СУРЕТ 2 – Батарея ыдысындағы судың температурасы айлар бойынша ($F = 15 \text{ м}^2$, $V_{бак} = 100 \text{ м}^3$, бак оқшаулауы - 15 см)

2 суретте және 4 графикте көлемі 15 м^2 және көлемі 100 м^3 болатын бактағы жылу тасығыштың температурасының өзгеруі көрсетілген.

3-4 суретте 12 айдағы жинақталған жылу және 15 м^2 ауданы және 100 м^3 көлемі бар батарея ыдысының жылу шығыны көрсетілген.



Сурет 3 – 12 айда аккумуляторда жинақталған жылу



Сурет 4 – Батарея ыдысының жылу шығыны айлар бойынша

Алынған диаграммалардан көріп отырғанымыздай, резервуардың жоғалуы таңдалған материалдардың жылу оқшаулау қасиеттеріне және олардың жылу техникалық параметрлеріне айтарлықтай байланысты.

Қорытынды. Ұсынылған әдістеме мен әзірленген есептеу алгоритмі негізінде аккумулятор бағының жылу оқшаулағышының ұтымды қалыңдығын 30 см-ге тең таңдау жүзеге асырылды және коллекторлық алаңның ауданы 20 м^2 -ге тең ұсынылды. Бұл жағдайда аккумулятордың резервуарындағы температура $t = 100^\circ \text{C}$ аспаған жағдай қарастырылады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Бекман У., Клейн С., Даффи Дж. Расчет систем солнечного теплоснабжения. – Москва: Энергоиздание, 1982. – 80 с.
- 2 Evans B.L., Klein S.A., Duffie J.A. A Design Method' of Activ-Passive Hibrid Space Heating Systems // – Solar Energy. – 1985. – Vol. 35. – № 2. – P. 89–197.
- 3 Аvezов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. – Ташкент: ФАН, 1988. – 285 с.
- 4 Табунчиков Ю.А. Расчеты температурного режима помещения при требуемой мощности для его отопления или охлаждения. – Москва: Стройиздат, 1981. – 85 с.
- 5 Казанджан Б.И. Современные системы солнечного теплонабежения // Энергия: экономика, техника, экология. – 2005. – № 12. – С. 3.
- 6 Жамалов А., Скакова А. Комбинированные гелиосистемы для горячего водоснабжения и теплоснабжения. – Алматы: Нұр принт, 2016. – 215 с.

А.А. Жамалов, А.О. Бердигожа

Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан

Методика расчета теплотери автономного бака аккумулятора

Аннотация. Разработаны алгоритм и программа для определения зарядки и разрядки сезонного бака аккумулятора с учетом изменения температуры воды в баке аккумуляторе и среднемесячной температуры окружающей среды, в процессе зарядки и с учетом тепловых потерь здания в процессе разрядки аккумулятора. По выполненным расчетам получены удовлетворительные результаты, подтверждающие возможность использования сезонного бака аккумулятора для компенсации тепловых потерь здания в отопительный период.

Ключевые слова: бак аккумулятора, коэффициент теплопроводности, теплотери, плотность, температура, объем.

A. Zhamalov, A.O. Berdigozha

Kazakh national women's teacher training university, Almaty, Kazakhstan

Method of calculating the heat loss of an autonomous battery tank

Abstract. There have been developed an algorithm and a program to determine the charging and discharging of the seasonal battery tank, considering the change in the water temperature in the battery tank and the average monthly ambient temperature during charging and considering the heat losses of the building during the battery discharge process. According to the calculations, there have been obtained satisfactory results which confirm the possibility of using a seasonal accumulator tank to compensate for the heat losses of a building during the heating period.

Keywords: battery tank, thermal conductivity coefficient, heat loss, density, temperature, volume.

References

- 1 Bekman U., Klejn S., Daffi Dzh. Raschet sistem solnechnogo teplosnabzheniya [Calculation of solar heating systems] (Moscow: Energoizdanie, 1982, 80 p.). [in Russian]
- 2 Evans B.L., Klein S.A., Duffie J.A. A Design Method of Activ-Passive Hibrid Space Heating Systems, Solar Energy, 2(35), 89-197 (1985).
- 3 Avezov R.R., Orlov A.Yu. Solnechnye sistemy otopleniya i goryachego vodosnabzheniya [Solar heating and hot water systems] (Tashkent: FAN, 1988, 285 p.). [in Russian]
- 4 Tabunshchikov Yu.A. Raschety temperaturnogo rezhima pomeshcheniya pri trebuemoj moshchnosti dlya ego otopleniya ili ohlazhdeniya [Calculations of the room temperature at the required power for heating or cooling] (Moscow: Strojizdat, 1981, 85 p.). [in Russian]
- 5 Kazandzhan B.I. Sovremennye sistemy solnechnogo teplonabzheniya, Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya [Modern solar heat supply systems, Energy: economics, technology, ecology], 12, 3 (2005). [in Russian]
- 6 Zhamalov A., Skakova A. Kombinirovannye geliosistemy dlya goryachego vodosnabzheniya i teplosnabzheniya [Combined solar systems for hot water supply and heating] (Almaty: Nur print, 2016, 215 p.). [in Russian]

Авторлар туралы мәлімет:

Жамалов А.А. - негізгі автор, техника ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан.

Бердігожа А.О. - «7М01502-Физика» мамандығының 2 курс магистранты, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан.

Zhamalov A. - **The main author**, doctor of technical sciences, professor, Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan.

Berdigozha A.O. - The 2nd year master's student in Physics at Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan.