

А.У. Байдуллаева<sup>1\*</sup>, А.Н. Аманбек<sup>2</sup>, А.Б. Абдрахманов<sup>1</sup>,  
К.Т. Шеров<sup>1</sup>, Ғ.К. Каленов<sup>1</sup>, Б.Т. Оразалиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,  
Астана, Қазақстан

<sup>2</sup>«Астанагенжоспар ғылыми-зерттеу жобалау институты,  
Астана, Қазақстан

E-mail: \*baidullayeva05@gmail.com, aidosha9225@gmail.com, andesh@list.ru  
shkt1965@mail.ru, kalenov\_gk@mail.ru, berik.orazali@mail.ru

## Көлік қозғалтқыштарын іске қосуды жеңілдететін жылу аккумуляторларының жұмыс үдерісін теориялық зерттеулер

**Аңдатпа.** Қоршаған ортаның төменгі температурасы қозғалтқыштың кейбір сипаттамаларының нашарлауына, бөлшектердің беріктігінің төмендеуіне әкеп соқтырады. Сондықтан зерттеу жұмыстың негізгі өзектілігі: жылу энергияны сақтаудың әдістері мен тәсілдеріне байланысты жылу аккумуляторды жобалау, өндіріс цикліндегі жылуды қолдану, қажетті тиімді материалдарды таңдау және оны жетілдіру өзекті. Осы тұрғыдан қондырғыны пайдалануда және қозғалтқыштар жұмысының дайындығына кеткен шығынының төмендеуі арқасында көлік өнімділігінің, көлік қозғалтқыш сипаттамаларының жоғарлауына қол жеткізілді. Бұл жұмыста жылу аккумуляторының қозғалтқышты қыздыруға жұмсалатын жылу мөлшері, жылу аккумуляторының қоршаған ортаға шығындайтын жылу мөлшерінің, қоршаған ортаға бөлінген жылу қуаты, қозғалтқышты қыздырудағы жылу аккумуляторының қоршаған ортаға шығындайтын жылу мөлшері анықталды.

**Түйін сөздер:** жылу аккумуляторы, жылу мөлшері, қоршаған ортаның төменгі температурасы.

DOI: [doi.org/10.32523/2616-7263-2023-143-2-237-247](https://doi.org/10.32523/2616-7263-2023-143-2-237-247)

### 1. Кіріспе

Көлік қозғалтқыштарының жылулық режимін қамтамасыз ететін, алдын ала іске қосуды жеңілдететін қондырғының құрылымын негіздеу үшін теориялық зерттеулер жүргізілді. Қоршаған ортаның төменгі температурасы қозғалтқыштың кейбір сипаттамаларының нашарлауына, бөлшектердің беріктігінің төмендеуіне әкеп соқтырады. Сондықтан зерттеу жұмыстың негізгі өзектілігі: жылу энергияны сақтаудың әдістері мен тәсілдеріне байланысты жылу аккумуляторды жобалау, өндіріс цикліндегі жылуды қолдану, қажетті тиімді материалдарды таңдау және оны жетілдіру өзекті мәселе болды. Осы тұрғыдан қондырғыны пайдалануда және қозғалтқыштар жұмысының дайындығына кеткен шығынының төмендеуі арқасында көлік өнімділігінің, көлік қозғалтқыш сипаттамаларының жоғарлауына қол жеткізілді.

Техникалық климатологияның негізгі климаттық факторына қоршаған ортаның температурасы жатады. Климаттық жағдайларды сипаттайтын негізгі көрсеткіштеріне, эксплуатациялық материалдардың физика-химиялық қасиеттеріне, әсіресе іске қосу және іштен жану қозғалтқышының (келесіде – ІЖК) жұмысына және көліктердің басқа агрегаттарына әсер ететін сыртқы ауаның температурасын жатқызуға болады. Республикамызда климаттық жағдай, негізінде, кенет континентті. Орташа температура қаңтар кезінде солтүстікте  $-18^{\circ}\text{C}$ -тан басталады, оңтүстікте  $-6^{\circ}\text{C}$ -қа дейін төмендеп, жаз айында  $+32^{\circ}\text{C}$ -қа дейін жоғарлайды. Елімізде жаз бірыңғай ыстық және құрғақ. Температура  $+50^{\circ}\text{C}$ -қа дейін жетуі мүмкін (оңтүстік Қазақстан облысы, Түркістан қаласында). Елде қыс аз қарлы және салқын, температура  $-40^{\circ}\text{C}$ -қа дейін жетуі мүмкін (Ақмола облысы, Атбасар қаласында).

## 2. Методтар

Қоршаған ортаның төмендеген температурасында мотор майының тұтқырлығы кенеттен өсуіне алып келеді. Нәтижесінде майдың өтуімен қозғалуы баяулап, кенеттен майлау сапасы төмендеп, құрғақ және жартылай құрғақ үйкелісті тудырады. Біздің ғылыми жұмысымызда іске қосуды жеңілдететін құрылғы ретінде жылу аккумуляторлары (келесіде - ЖА) таңдалды. ЖА бірнеше цилиндрлі жылу оқшауланған бөліктерден тұрады. Ұсынылып отырған қондырғы қоршаған ортаның төменгі температурасында, аралық ауысым кезінде және ашық гаражсыз сақталған кезде автотрактор қозғалтқыштарын жеңіл іске қосуды қамтамасыз етеді. Қозғалтқыш жұмысы тоқтағаннан кейін оның салқындату жүйе блогындағы қызған жоғарғы температурадағы салқындатқыш сұйық ЖА-на құйылып, сол жерде бірнеше тәулік жылудың сақталуын қамтиды[1].

Жылудың таралуы жылуөткізгіштігімен қатар жүреді. Жылуөткізгіштік теориясы жылудың таралу үрдісіне ғана емес, энергияның сақталу заңына, Фурье заңына негізделген [2].

Физикалық шарт жылуөткізгіштіктің дифференциалдық теңдеуіне кіретін дененің физикалық көрсеткіштерінің сандық мәндерін береді.

Шектік шарт дененің шектік үрдісінің маңыздылығын көрсетеді және келесі түрде берілуі мүмкін. Шектік шарт бірінші жағдайда дененің бетінде температураның таралуын төмендегі формула арқылы қарастырылады:

$$t_c = f(x, y, z, \tau), \quad (1)$$

Функция үрдіс кезінде бірнеше аралықта берілген. Беткі температура әрқашан тұрақты болғанда  $t_c = \text{const}$ , бұл жағдай қоршаған ортамен жылдамырақ жылу алмасуы байқалады.

Шектік шарт екінші жағдайда дене бетіндегі жылулық ағымның тығыздығын қарастырады.

$$q_c = f(x, y, z, \tau), \quad (2)$$

Шектік шарт үшінші жағдайда былай жазылады:

$$-\lambda \left( \frac{\partial t}{\partial n} \right)_c = \alpha (t_{\text{ж}} - t_c), \quad (3)$$

Шектік шарттың үшінші жағдайы тәжірибеде өте кең қолданылған.

Орындалған талдау негізінде ЖА-ры көліктерді пайдалануда жылу энергиясын сақтап, қозғалтқышты іске қосу барысында тиімді, қолайлы қондырғы болып есептелінеді.

Жылу аккумуляторының жылу балансы келесі түрде өрнектеледі:

$$Q_{акм} = Q_{а.о} + Q_{қ.қ} + Q_{қ.о}, \quad (4)$$

мұндағы,

$Q_{акм}$  – жылу аккумуляторының толық жылу мөлшері, Дж;

$Q_{а.о}$  – жылу аккумуляторының қоршаған ортаға шығындалатын жылу мөлшері, Дж;

$Q_{қ.қ}$  – қозғалтқышты қыздыруға жұмсалатын жылу мөлшері, Дж;

$Q_{қ.о}$  – қозғалтқышты жылыту барысында қоршаған ортаға кететін жылу мөлшері, Дж.

Қозғалтқыштың сыртқы жылу балансы қозғалтқышқа енген отын жылуының таралуы бойынша жұмыс жасаудың маңызды сипаттамасын көрсетеді [3].

$$Q_p = Q_e + Q_{с.о} + Q_m + Q_{п.г} + Q_{т.ж} + Q_{қал.}, \quad (5)$$

мұндағы,

$Q_p$  – қозғалтқышқа енген отынның толық жылу мөлшері (жеткілікті жылу), квт;

$Q_e$  – қозғалтқыштың тиімді жұмысының эквиваленті жылу мөлшері, квт;

$Q_{с.о}$  – салқындату сұйығынан алынған жылу мөлшері, квт;

$Q_m$  – моторлы майға кеткен жылу мөлшері, квт;

$Q_{п.г}$  – қозғалтқыштан пайдаланылған газдардан кеткен жылу мөлшері, квт;

$Q_{т.ж}$  – толық жанбаған кезінде кеткен отын жылуының бір бөлігі, квт;

$Q_{қал.}$  – жылу балансының құраушысымен ескерілмеген шығындарды анықтайтын жылу мөлшері, квт.

Абсолютті бірліктегі сыртқы жылу балансының теңдеуі болып табылады. Теңдеудің оң жақ бөлігі дизельді жетілдіру деңгейінің жұмыс үрдісі мен құрылысы бойынша айқындайтын құраушысы болып табылады. Дизельді қозғалтқыштардың салқындату сұйығынан кеткен жылуды жинақтау мақсатында теориялық негіздерді құру негізін құрайтын  $Q_{с.о}$  және  $Q_{п.г}$  жылуды пайдалану мүмкіндіктерін анықтап, дизельді қозғалтқыштардың жылулық тиімділігінің атқаратын оңтайлы шешімдерді құруға қол жеткіздік.

Жылу балансы теңдеуінің инженерлік есептеулерін жүргізген кезінде салыстырмалы бірлікте көрсетіледі:

$$q_e + q_{с.о} + q_m + q_{п.г} + q_{т.ж} + q_{қал.} = 100\%, \quad (6)$$

Мұнда:  $q_e = \frac{Q_e}{Q_p} * 100$ ;  $q_{п.г} = \frac{Q_{п.г}}{Q_p} * 100$

$q_{с.о} = \frac{Q_{с.о}}{Q_p} * 100$ ;  $q_{т.ж} = \frac{Q_{т.ж}}{Q_p} * 100$

$q_m = \frac{Q_m}{Q_p} * 100$ ;  $q_{қал.} = \frac{Q_{қал.}}{Q_p} * 100$

Қолданылатын жылу  $Q_p$  мына формуламен беріледі:

$$Q_p = H_u * G_t, \quad (7)$$

мұнда  $G_t$  – жанармайдың секундық шығыны, кг/с,

$H_u$  – отынның жылу бөлу мүмкіндігі, қдж/кг.

Қозғалтқыштың эквивалентті тиімді жұмысының жылуы:

$$Q_e = N_e, \quad (8)$$

Цилиндр қабырғалары мен цилиндр блогының бас тиегі, поршень және поршень сақиналары арқылы салқындату сұйығынан алынған жылу мөлшері келес өрнекпен беруге болады:

$$Q_{c.o} = G_{c.o} * c_{c.o} (t_{шық} - t_{кір}), \quad (9)$$

мұнда:  $G_{c.o}$  – қозғалтқыш арқылы өтетін салқындату сұйығының массалық шығыны, кг/с;

$c_{c.o}$  – салқындату сұйығының салыстырмалы жылу сыйымдылығы, қдж/(кг °С);

$t_{шық}, t_{кір}$  – қозғалтқышқа шыққан және кірген салқындатқыш сұйықтың температурасы, °С.

Қозғалтқыштан пайдаланылған газдар мен кеткен мөлшерін  $Q_{п.г}$  келесідей өрнекпен беруге болады:

$$Q_{п.г} = G_t * [M_2 * (\mu_{c.p.g})t_{п.г} * M_1(\mu_{c.p.g})t_{ш.п}], \quad (10)$$

мұнда  $M_2, M_1$  – жанған заттың және жаңа зарядтың жалпы өнімі 1 кг отын үшін, кмоль/кг;

$\mu_{c.p.g}, \mu_{c.p.g}$  – жанған заттың және жаңа зарядтың жалпы өнімі бойынша мольдік жылу сыйымдылығы, қдж/(кмоль °С);

$t_{п.г}, t_{ш.п}$  – құбырында өлшенген, пайдаланылған газ бен қозғалтқыш цилиндріндегі енгізу жүйесінде жаңа зарядтың температурасы, °С;

Дизельді қозғалтқыштар үшін  $a > 1$  болғанда  $Q_{қал.}$ , ал  $Q_{т.ж} = 0$ , нолге тең болады немесе қалған мүшеге қосылады, өйткені өте көп мөлшерде шығындалады [4].

Жылу балансының құраушысымен ескерілмеген шығындарды анықтайтын қалған мүше:

$$Q_{қал.} = Q_p - (Q_e + Q_{c.o} + Q_m + Q_{п.г} + Q_{т.ж}), \quad (11)$$

Қазіргі таңдағы ғылыми-техникалық әдебиеттерде стандарттық климаттық жағдайдағы түрлі қозғалтқыштардың сыртқы жылулық балансты құраушылардың мәліметтері берілген. Кесте 1-де стандарттық климаттық жағдайдағы номиналды режимде дизельдің сыртқы жылулық балансын құраушысының мәндері көрсетілген.

**Кесте 1.** Стандартты климаттық жағдайдағы номиналды режимде дизельдің сыртқы жылулық балансын құраушысының мәндері (%)

Дизель түрі	$Q_e$	$Q_{c.o}$	$Q_m$	$Q_{п.г}$	$Q_{т.ж}$	$Q_{қал.}$
Наддувсыз	29-42	20-35	2-4	25-40	0-5	2-7
Біркелкі наддувпен	35-15	10-25	3-7	25-15	0-5	2-7
Жоғарғы наддувпен	40-18	10-18	4-8	20-40	0-7	2-5

### 3. Нәтижелер мен талқылау

Қоршаған ортаның төменгі температурасында дизельдің тиімді көрсеткіштерінің өзгерісі стандарттық климаттық жағдайдағы мәндерге байланысты екені байқалады. Сонымен қатар  $Q_e = N_e(8)$  өрнегінің  $Q_e$  шамасына тең  $\eta_e = Q_e$  болатын Пайдалы Әсер Коэффициентінің  $\eta_e$  өзгерісі жүреді. Сондықтан салыстырмалы бірліктегі сыртқы жылу баланс теңдеуінің қалған құраушылары мәндері жоғарғы 1-кестеде келтірілген. Берілген қорытынды анық екені мәлім, қоршаған ортаның төменгі температурасында нақты термодинамикалық циклдің өтуі елеулі ерекшеліктермен негізделген [5]. Дизельдің сыртқы жылулық балансының құраушысының мәндеріне сыртқы ортаның температурасы  $T_0$  және оның жылулық режимі сипаттайтын салқындату жүйесінен шығатын салқындату сұйығының температурасы  $T_{шығ.}$  әсер етеді. Сондықтан қозғалтқыштың эквивалентті тиімді жұмысының жылу бөлігі азаяды. Дизельдің температурасы мен жылулық режимінің өзгеруі жылулық балансының қайта бөлінуіне әкеліп соқтырады. 2 - кестеде жылу балансының құраушылары көрсетілген.

Кесте 2. Жылу балансының құраушылары

Жылу балансын құраушылар	$Q_{вт}$	$q, 100\%$
Қозғалтқыштың тиімді жұмысының эквивалентті жылу мөлшері	60800	27,4
Қозғалтқыштан пайдаланылғандар мен кеткен мөлшері	69620	31,5
Салқындату сұйығынан алынған жылу мөлшері	52360	23,8
Толық жанбаған кезіндегі кеткен отын жылуының бір бөлігі	9346	4,2
Жылу балансының құраушысымен ескерілмеген шығындарды анықтайтын қалған мүше	28986	13,1
Қозғалтқышқа енген отынның толық жылу мөлшері	221112	100,00

ЖА-ы салқындату сұйығымен толтырғаннан кейін, оның салқындауы байқалады. Салқындау жылдамдығына көптеген факторлар әсер етеді: жылу шоғырлаушы материалдың түрі, салқындау бетінің ауданы, жылу тасығыш массасы мен температурасы, сыртқы орта температурасы, жел жылдамдығы. Осындай факторлардың көптігі жылу аккумуляторының салқындау үрдісін зерттеу кезінде қиындықтар туғызады. Сондықтан жылу аккумуляторының салқындау уақытымен оған әсер ететін факторларлар арасындағы тәуелділіктердің анықтау мәселелері туындайды.

Салқындау үрдісі кезінде уақыттың  $\Delta t$  артқан сайын, температура 0-ге түсуге ұмтылады, яғни жылулық тепе-теңдіктің қоршаған ауа мен қол жеткізуі болып есептеледі. Барлық салқындау үрдісін үш кезеңге: тұрақсыз режим, тұрақты режим және стационарлық режим деп бөлуге болады. Біздің жағдайда тұрақсыз режимнің болмауына жылу аккумулятор материалдардың жылу физикалық сипаттамалары әртүрлі болады, сәйкесінше уақыттың бастапқы кезеңінде  $\Delta t=0$  температура түсуі әртүрлі екенін көрсетеді. Жылу аккумулятордың салқындау үрдісінің тұрақсыз режимін ескермеуге болады, себебі зерттеулер нәтижесі бойынша ол қысқа мерзімді.

Тұрақты режим ( $\tau > \tau_1$ ) бастапқы шарттар екінші кезекке түсіп, үрдіс толығымен салқындау жағдайының дене шегінде, дененің физикалық сипаттамаларында, оның геометриялық пішіні және өлшемдері анықталды.

Үшінші режим (стационарлық) жылу аккумуляторының барлық нүктелеріндегі температурасы қоршаған ортаның температурасына тең болатыны қарастырылудан шығарылып, шектік мән температурасынан төмен болатын ауаның теріс температурасындағы жылу аккумуляторының салқындауы температуралық күйден бас тартуға әкеледі және жұмыс жағдайына мүмкін болмайды.

Сондықтан дизельдің іске қосу дайындығының «іріктемелі» критеріін эксперимент іс жүзінде қолданған абзал, ал қарастырылатын жағдайдағы дизельдің жылудық күйін сипаттау үшін оның температурасы бойынша орташа көлем шамасын енгізсек,  $T_{қоз}$ , уақыт бойынша өзгереді, яғни:

$$T_{қоз} = T_{қоз}(\tau) [5].$$

Қозғалтқыштың орташа температурасын келесі формуламен анықтаймыз:

$$T_{қоз.орт.} = \frac{T_{сал.} + T_{ыст.}}{2}, \quad (12)$$

мұнда  $T_{сал.}$  - қозғалтқыштың салқын нүктесінің температурасы, К;

$T_{ыст.}$  - қозғалтқыштың ыстық нүктесінің температурасы, К.

Қоршаған ортаның төменгі температурасы, дизельді іске қосу кезінде оның ыстық нүктесі блоктың бас тиегі және цилиндр блогының жоғарғы бөлігі болып есептелінеді -  $T_{ыст.} = 80^\circ\text{C} = 353\text{K}$ . Дизельдің бірқалыпсыз жылуына байланысты, оның салқын нүктесіндегі температураны  $T_0 - \text{ге}$  тең деп аламыз. Дизельдің іске қосу дайындығының жалпылама критеріне оның қызуының соңғы температурасы  $T_{қоз} = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}$  тең болады. Сондай-ақ, қозғалтқыштың орташа температурасы  $T_{қоз}$  және оның қабырғасының температурасы  $T_{қоз.қ}$  шамасы бойынша бір-біріне тең болады, сондықтан  $T_{қоз} = T_{қоз.қ}$  деп жорамалдаймыз [5].

Дизельдің жылу сыйымдылығын жеке массасының жылу сыйымдылығы ретінде есептелінеді:

$$C_{қоз.} = M_{мет.} \cdot C_{мет.} + M_{м.} \cdot C_{м.} + M_{с.} \cdot C_{с.}, \quad (13)$$

Мұнда:  $C_{қоз.}$  - қозғалтқыш жылу сыйымдылығы, Дж/К;

$C_{мет.}$  - металлдан жасалған дизельдің салыстырмалы жылу сыйымдылығы, Дж/(кг К);

$C_{м.}$  - дизельде орналасқан майдың жылу сыйымдылығы, Дж/(кг К);

$C_{с.}$  - дизельде орналасқан сұйық жылу тасығыштың жылу сыйымдылығы, Дж/(кг К);

$M_{мет.}, M_{м.}, M_{с.}$  - дизельдің сұйық жылу тасығыш пен майсыз массалары, кг.

Жылу аккумуляторының қозғалтқышты қыздыруға жұмсалатын жылу мөлшері  $Q_{қ.қ}$ ; жылу аккумуляторының қоршаған ортаға шығындайтын жылу мөлшерінің  $Q_{а.о}$ , қоршаған ортаға бөлінген жылу қуаты  $Q_{қ.о}$ , қозғалтқышты қыздырудағы жылу аккумуляторының қоршаған ортаға шығындайтын жылу мөлшері  $Q_{қ.о}$  келесі формуламен анықталады [6]:

$$Q_{к,к} = \frac{1}{2} G_v \rho_c C_{ж} \left\{ \sum_{\tau=1}^{\tau=m} [T_{кпр.}(\tau_{i+1}) + T_{кпр.}(\tau_i)] \Delta\tau_i - \sum_{\tau=1}^{\tau=m} [T_{шығ.}(\tau_{i+1}) + T_{шығ.}(\tau_i)] \Delta\tau_i - [T_{шығ.}(\tau_{i+1}) + T_{шығ.}(\tau_i)] \Delta\tau_i \right\} \quad (14)$$

мұнда:  $G_v$ - жиналған жылу кезіндегі сұйықтың көлемдік шығыны, м<sup>3</sup>/с;

$\rho_c$ - сұйықтың тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{ж}$ - сұйықтың салыстырмалы жылу сыйымдылығы, кДж/(кг °С);

$T_{кпр.}, T_{шығ.}$ - жылу аккумуляторына енген және шыққан сұйықтың температурасы, °С;

$m$  - уақыт интервал саны  $\Delta\tau_i = \tau_{i+1} - \tau_i$

Жылу аккумуляторының қоршаған ортаға шығындайтын жылу мөлшері  $Q_{а,о}$  келесі формуламен беріледі:

$$Q_{а,о} = C_{ж} V_{шк.} \rho_c (T_{кпр.} - T_{шығ.}), \quad (15)$$

мұнда:  $V_{шк.}$ - ЖА ішкі көлемі, м<sup>3</sup>,

$T_{кпр.}, T_{шығ.}$ - ЖА-на енген және шыққан сұйықтың температурасы, °С

$$q_{а,о} = \frac{Q_{а,о}}{\tau_{а,о}}, \quad (16)$$

мұнда:  $\tau_{а,о}$ - қоршаған ортаға жылудың кеткен уақыты, с.

Қозғалтқышты қыздырудағы жылу аккумуляторының қоршаған ортаға шығындайтын жылу мөлшері  $Q_{к,о}$  келесі алынған формулалармен анықталады [5]:

$$Q_{к,о} = \frac{1}{2} G'_v \rho_c C_{ж} \left\{ \sum_{\tau=1}^{\tau=m} [T_{шығ.}(\tau_{i+1}) + T_{шығ.}(\tau_i)] \Delta\tau_i - \sum_{\tau=1}^{\tau=m} [T_{кпр.}(\tau_{i+1}) + T_{кпр.}(\tau_i)] \Delta\tau_i - [T_{шығ.}(\tau_{i+1}) + T_{шығ.}(\tau_i)] \Delta\tau_i \right\} \quad (17)$$

Мұнда:  $G'_v$ - ортаға кеткен сұйықтың көлемдік шығыны, м<sup>3</sup>/с;

$$q_{к,к} = \frac{Q_{к,к}}{\tau_{к,к}}, \quad (18)$$

Келесі 3-кестеде қозғалтқышты қыздыру бойынша ЖА түрлендіретін жылу мөлшерлері берілген.

**Кесте 3.** Болжам арқылы алынған өлшемдер бойынша қозғалтқышты қыздыру ЖА түрленетін жылу көлемдері [5,6,7].

Жылу тасығыш түрі	Су	Антифриз
$G_{c,v}, \text{м}^3/\text{с}(\text{л}/\text{мин})$ минималды максималды		0,000167(10) 0,000333(10)
$C_{ж}, \text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$	4,195	2,093
$\rho_c, \text{кг}/\text{м}^3$	971,8	901,54
$T_{\text{кір}}, \text{K}(^\circ\text{C})$ минималды максималды		353(80) 363(90)
$T_{\text{шығ}}, \text{K}(^\circ\text{C})$ минималды максималды		351(78)
$\tau, \text{с}(\text{мин})$		2100(35)
$Q_{\text{қ.қ}}, \text{кДж}$ минималды максималды	2859 34210	1323 15834

#### 4. Қорытынды

Қозғалтқышты іске қосудағы жылудың тұрақтануы жайлы теориялық зерттеу бойынша анықталған қорытынды:

- Изоляциялық материалдардың типі, оның қолжетімдігі қарастырылды;
- Қоршаған ортаның температурасына байланысты материалдардың керекті қалыңдығын, пішінін таңдауға болатыны анықталды;
- Төменгі температурада ДЖҚ-ның бірінші іске қосуына уақытын және эксплуатациялық материалдардың шығынын төмендетуге мүмкіндік береді.

#### Әдебиеттер тізімі

1. Косенков И.А. Көлік құралдарының іштен жанатын қозғалтқыштарын іске қосуға дейін дайындау жүйелеріне қойылатын талаптар // П.В. Дружинин, А.А.; Коричев, И.А. Косенков. Мотор құрылысы, Санкт-Петербург, №4, 2009. – 15 б.
2. Боровских А.М. Төмен температурада орман шаруашылығы көліктерінің дизельдік қозғалтқыштарын іске қосу мүмкіндігін зерттеу, Екатеринбург: Монография, 2008 ж.
3. Карнаухов Х.Н., Бахмат Г.В., Конев В.В. Жылу аккумуляторының параметрлерін оңтайландыру.//abs. есеп беру «Интерстроймех 2001» халықаралық ғылыми-техникалық кешені. Петербург: СПбГТУ, 2001. – б.
4. Конев В.В., Бахмат Г.В. Жылу аккумуляторын салқындату процесін модельдеу. // университетаралық. Сенбі. ғылыми «Көлік және технологиялық машиналарға қызмет көрсету, техникалық пайдалану». Түмен: Түмен мемлекеттік университеті, 2001. – 128–131 б.
5. Шароглазов, Б.А. Іштен жану қозғалтқыштары: процестер теориясы, модельдеу және есептеу: «Іштен жанатын қозғалтқыштардағы жұмыс процестерінің теориясы және процестерді модельдеу» курсына арналған оқу құралы / А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев. - Челябинск: Ред. SUSU, 2004. – 344 б.



6. Есен М.Терман. Жылу сорғысы арқылы кеңістікті жылыту үшін пайдаланылатын күн энергиясын пайдаланатын жасырын жылу аккумуляторының сипаттамалары // Күн энергиясы. Т.69.– Н 1. 2004. – 15–25 б.

7. Ибрахим Динсир, Марк А.Розен. Жылу энергиясын сақтау: жүйелер және қолданбалар./ Онтарио университеті. Канада. 2-ші басылым, 2011 ж. қараңыз.

8. Феликс Регин, С.С. Соланки, Дж.С. Белгі. РСМ капсулалары арқылы кеш оралған жылу энергиясын сақтау жүйесін талдау: сандық зерттеу / Жаңғыртылатын энергия механикасы және өнеркәсіптік инженерия бөлімі, Үндістан технологиялық институты, Рурк, БА, Үндістан, 2009. – 1765–1773 б.

А.У. Байдуллаева<sup>1</sup>, А.Н. Аманбек<sup>2</sup>, А.Б. Абдрахманов<sup>1</sup>, К.Т. Шеров<sup>1</sup>,  
Г.К. Каленов<sup>1</sup>, Б.Т. Оразалиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Научно-исследовательский проектный институт «Астанагенплан», Астана, Казахстан

### Теоретические исследования рабочего процесса тепловых аккумуляторов, облегчающих запуск двигателей транспортных средств

**Аннотация.** Более низкая температура окружающей среды приводит к ухудшению некоторых характеристик двигателя, к снижению долговечности деталей. Поэтому основная актуальность научно-исследовательской работы: проектирование теплоаккумулятора способами хранения тепловой энергии, использование тепла в производственном цикле, подбор необходимых эффективных материалов и его усовершенствование являются актуальными. С этой точки зрения, благодаря уменьшению затрат на эксплуатацию агрегата и подготовку двигателей, достигнуто повышение производительности автомобиля и характеристик двигателя автомобиля. В этой работе количество теплоты, используемое тепловым аккумулятором для нагрева двигателя, определяли количество теплоты, потребляемой тепловым аккумулятором в окружающую среду, отдаваемую в окружающую среду тепловую мощность, количество теплоты, потребляемой тепловым аккумулятором в окружающую среду при прогреве двигателя.

**Ключевые слова:** тепловой аккумулятор, количество тепла, более низкая температура окружающей среды.

A. Baidullayeva<sup>1</sup>, A. Amanbek<sup>2</sup>, A. Abdrakhmanov<sup>1</sup>, K. Sherov<sup>1</sup>, G. Kalenov<sup>1</sup>, B. Orazaliyev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup>Scientific-Research Design Institute «Astangenplan», Astana, Kazakhstan

### Theoretical study of the working process of thermal accumulators facilitating the start of vehicle engines

**Abstract.** A lower ambient temperature leads to a deterioration in some engine characteristics, to a decrease in the durability of parts. Therefore, the main relevance of research work: the design of a heat accumulator by methods of storing thermal energy, the use of heat in the production cycle, the selection of the necessary effective materials and its improvement are relevant. From this point of view, by reducing the cost of operating the unit and preparing engines, an increase in vehicle performance and vehicle engine performance has been achieved. In this work, the amount of heat used by the heat accumulator to heat the engine was determined by the amount of heat consumed by the heat accumulator into the environment, the thermal power released into the environment, the amount of heat consumed by the heat accumulator into the environment when the engine warms up.

**Keywords:** thermal accumulator, amount of heat, lower ambient temperature.

## References

1. Kosenkov I.A. Requirements for the systems of pre-launch preparation of internal combustion engines of vehicles // P.V. Druzhinin, A.A; Korichev, I.A. Kosenkov. Engine building, St. Petersburg, No. 4, 2009. – 15 p.
2. Borovskikh A.M. Study of the possibility of facilitating the start of diesel engines for forestry vehicles at low temperatures. Ekaterinburg: Monograph, 2008.
3. Karnaukhov H.N., Bakhmat G.V., Konev V.V. Optimization of the parameters of the heat accumulator.//abs. report international scientific and technical complex “Interstroyekh 2001”. Petersburg: SPbGTU, 2001. – 145 p.
4. Konev V.V., Bakhmat G.V. Simulation of the process of cooling the heat accumulator. // interuniversity. Sat. scientific “Service, technical operation of transport and technological machines”. Tyumen: Tyumen State University, 2001. – 128–131 p.
5. Sharoglazov, B.A. Internal combustion engines: theory, modeling and calculation of processes: A textbook for the course “Theory of work processes and modeling of processes in internal combustion engines / A. Sharoglazov, M.F. Farafontov, V.V. Klementiev. - Chelyabinsk: Ed. SUSU, 2004. – 344 p.
6. Esen M. Therman performance of a solar- aided latent heat store used for space heating by heat pump // Solar Energy. V.69.– N 1. 2004. – 15–25 p.
7. Dinceer I., Rosen M.A. Thermal energy storage: systems and applications./ University of Ontario.Canada. 2nd ed.p.cm., 2011.
8. Regin F., Solanki S.C., Saini J.S. An analysis of a packed bed late heat thermal energy storge system using PCM capsules: numerical investigation/ Renewable Energy Mechanical and Industrial Engineering Department, Indian Institute of Technology Roorke, UA, India, 2009. – 1765–1773 p.

## Авторлар туралы мәліметтер:

*А.У. Байдуллаева* – докторант, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғ., 62, Астана, Қазақстан.

*А.Н. Аманбек* – маман, «Астанангенплан» ғылыми-зерттеу жобалау институты» ЖШС, Әзірбайжан Мамбетов көшесі, 22, Астана, Қазақстан.

*А.Б. Абдрахманов* – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғ., 62, Астана, Қазақстан.

*К.Т. Шеров* – техника ғылымдарының докторы, профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғ., 62, Астана, Қазақстан.

*Ғ.К. Каленов* – техника ғылымдарының кандидаты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғ., 62, Астана, Қазақстан.

*Б.Т. Оразалиев* – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Жеңіс даңғ., 62, Астана, Қазақстан.

*A. Baidullayeva* – PhD student, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

*A. Amanbek* –Specialist, Scientific-Research Design Institute «Astanagenplan» LLP, 22 Azerbaijan Mambetov str., Astana, Kazakhstan.

*A. Abdrakhmanov* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

*K. Sherov* – Doctor of Technical Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

*G. Kalenov* – Candidate of Technical Sciences, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

*B. Orazaliyev* – Candidate of Technical Sciences, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, 62 Zhenis ave., Astana, Kazakhstan.

**А.У. Байдуллаева** – докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

**А.Н. Аманбек** – специалист, ТОО «Научно-исследовательский проектный институт «Астанагенплан», ул. Азербайжан Мамбетова, 22, Астана, Казахстан.

**А.Б. Абдрахманов** – кандидат технических наук, доцент, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

**К.Т. Шеров** – доктор технических наук, профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

**Ғ.К. Каленов** – кандидат технических наук, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

**Б.Т. Оразалиев** – кандидат технических наук, доцент, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.