


ЭНЕРГЕТИКА  
ENERGY  
ЭНЕРГЕТИКА

УДК 697.3

DOI 10.52167/1609-1817-2024-132-3-487-496

Е.Н.Кемпірбеков, С.К.Абильдинова   
Energо University, Алматы, Қазақстан  
E-mail: s.abildinova@aes.kz

**АУЫЛДЫҚ АЙМАҚТА ОРНАЛАСҚАН ОРТА МЕКТЕП ҮШІН БЛОКТЫ-  
МОДУЛЬДІ ҚАЗАНДЫҚТЫҢ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ РЕЖИМІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада жылу энергиясын желіге жіберуді реттеу режимдерінің зерттеу нәтижелері келтірілген. Моноблокты оттықтармен жабдықталған шағын және орта қазандық агрегаттары бар блокты-модульді қазандықтардың тиімді жұмысын қамтамасыз етуші бірнеше шаралар ұсынылған. Ұсынылған шаралар қазандықтың отын шығысын үнемдеуге және қолданушыларды жылумен сапалы түрде ұамтамасыз етуге бағытталған. Қолданыстағы (дәстүрлі) желіде орнатылған сорғылардың жұмысын талдау кезінде бірқатар кемшіліктер анықталды, соның ішінде тиімді режимдегі сорғылар жұмысы үшін энергия тұтынуының күрт артуы. Желіден жылу энергиясын жіберуінің ұсынылған режимі қазандық агрегаттарының, соның ішінде желілік сорғылардың ұзақ мерзімде тиімді жұмысын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар қазандықтың өз қажеттілігіне жұмсалатын электр энергиясын тұтынуды азайту арқылы оңтайландырады.

**Түйінді сөздер.** Блокты-модульді қазандық, автономды қазандық, қазандық агрегат, температура кестесі, газдың меншікті шығыны, желілік сорғылар, жиілік түрлендіргіш.

**Кіріспе.**

Мақалада қарастырылған қуаты 2000 КВт блокты-модульді қазандық ауылдық аймақта орналасқан орта мектеп қимаратын жылумен жабдықтау көзі міндетін атқарады. Қазандық сыртынан жылуоқшаулағыш материалдармен әрленген және ішінен жайлылығы қамтамасыз етілген модульдер жиынтығынан тұрады. Модульдер жиынтығына: металлоконструкция, қалыңдығы 100 мм сэндвич панелдерден құралған қабырғалар және шатыры, гидрооқшауланған бедерлі беттерден құрастырылған едені, жарықтандыру жүйесі, оңай алынатын және металлопластиктен жасалған терезелері, жылулық оқшауланған метал есіктері, желдету және таза ауамен баптау үшін қажет перделі терезелер, су және отын құбырларға арналған арнайы тесіктер кіреді.

Моноблокты оттықтармен жабдықталған шағын және орта қазандық агрегаттары бар блокты-модульді қазандықтардың біршама артықшылықтары және сонымен қатар кемшіліктері де бар. Артықшылықтарына ең алдымен жобалау және монтаждауға жұмсалатын уақыттың тиімділігі, басқару кезінде төмен инертілігі және жабдықтарды қолдану мүмкінділіктері және автоматтандырылған жүйелерді соның ішінде каскадты басқару жүйесін қолдану мүмкіндіктері жатады. Осы қазандықтардың ең бастысы кемшілігі болып паркті ресурсінің төменділігі яғни қолдану мерзімінің қысқалығы саналады.

Тиімділіктің үлестік көрсеткіштері (отынның үлестік шығыны, жылу және электр энергиясының меншікті шығыны, бастапқы судың шығыны) тұтастай алғанда қолданылатын технологияға, соның ішінде жылу схемасына, жылуды басқару әдістері мен жылу энергиясын өндірудің технологиялық процесіне байланысты [1,2]. Жылу схемалары

жалпы алғанда желіге жіберілген жылу тасымалдағыштың температурасын және қазандықтың өз қажеттіліктері үшін жылу және электр энергиясының шығының реттеу жүйелерінің заманауи дамуына сәйкес келеді. Атап айтқанда ауа райына байланысты жылутасымалдағыштын сапалық көрсеткіштерінің нәтижесінде жасалған жылу энергиясын желіге беру температуралық кестесі бойынша қазандық агрегаттарының параметрлерін реттеу кеңінен таралған. Алайда, жеке блокты-модульді қазандықтардың өндірістік көрсеткіштері әлі де біраз пысықтауларды талап етеді [3]. Бұл паркті ресурсы таусылуға жақын жабдықтарды уақтылы ауыстыруға жағдай туғызбайды. Жеке зерттеу нәтижелерін талдау негізінде [4,5] авторлары осы дербес жылумен жабдықтау жүйелерінің жұмысына арналған бірқатар ұсыныстар енгізген. Осы және басқа да ұсыныстарды ескере отырып бұл мақалада Алматы облысы, Енбекшіқазақ ауданы, Есік қаласында орналасқан 900 оқушыға арналған орта мектепті жылытуға және ыстық сумен қамтамасыз етуге арналған блокты-модульді қазандықтың гидравликалық режимін жетілдіру мәселесінің шешімдері ұсынылады.

### Материалдар мен тәсілдер.

*Қазандықтың бастапқы деректері мен параметрлері.*

Есік қаласындағы блок-модульдік қазандық 2024 жылы пайдалануға беріледі. Осы қазандықтың жылумен жабдықтау жүйесі жылыту кезеңінде жылу энергиясын беру, ал жыл бойы ыстық сумен қамтамасыз ету мақсатында пайдаланылады. Қазандықта белгіленген қуаты 0,86 Гкал/сағ болатын екі ВВ-1000 қазандық агрегаты орнатылған. Сондай-ақ, гидравликалық режимге сәйкес үш дана DAB CP-G 65-2640/A/BAQE/4 IE3 маркалы 2 жұмыс және бір резервті сорғы орнатылған.

Пайдаланымға берілу алдында болашақта желіге берілген жылу энергиясына газ және электр энергиясының шығынын төмендету үшін отын мен электр энергиясының орташа есептік шығыстарын ескеру арқылы қазандықтың жұмысын оңтайландыру көзделген (қазандықта желіге және өз қажеттілігіне жіберілген жылу энергиясын коммерциялық есепке алу құрылғылары орналасқан). Өндірістік көрсеткіштердің орташа мәндері 1-кестеде көрсетілген.

1 кесте - Бір жыл көлемінде алынған қазандықтың өндірістік көрсеткіштердің орташа мәндері

Жалпы жылу энергиясының өндірісі, (Гкал)	Қазандықтың өз қажеттілігіне жұмсалатын жылу энергиясы, (Гкал)	Желіге берілетін жылу энергиясы, (Гкал)	Табиғи газ шығыны, (м <sup>3</sup> )	Электр энергиясының шығыны, (кВт/сағ)
7430,4	75,048	7355,11	486537,63	198,9

Осы өндірістік көрсеткіштерді ескеру негізінде жылумен жабдықтау жүйесінің тиімділігінің нақты көрсеткіштері анықталды:

1) Қазандықтың меншікті қажеттіліктеріне жылу энергиясының есептік шығыны қазандықтағы жалпы өндірілген жылу көлемінің 1,01% - және есептік нормативтердің 97,2% - ын құрайды.

2) Электр энергиясының меншікті шығыны желіге жіберілген жылу энергиясының 27,05 кВт-сағ/Гкал құрайды.

Қазандықтан орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесі үшін газ шығынын төмендету мәселесі қазандықтағы отынның нормативтік шығынын ұтымсыз төмендетуден

тұрады. Қазандық ПӘК 90,5% құраған кезде 157,74 кг.м.ж./Гкал құрайтын отынның нормативтік үлестік шығынын төмендету келесі аз шығынды және ұзақ мерзімді іс-шараларды қолдану арқылы мүмкін, олар:

- өз қажеттіліктеріне жылу энергиясын тұтынуды азайту;
- қазандық агрегаттарының жылу және гидравликалық жұмыс режимін оңтайландыру;
- қазандықтың режимдік картасын әзірлеу.

Жоғарыда аталған іс-шараларды іске асыру кезінде отынның нормативтік үлестік шығынын төмендету әлеуеті шамамен 6,5 кг.м.ж./Гкал құрайды.

Әдеби, патенттік және электрондық ақпарат көздерін, сондай-ақ орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесін пайдалану тәжірибесін талдау нәтижесінде орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесі үшін отын пайдалануды оңтайландыру тәсілдерінің жалпы тізбесі қалыптасты [6,7]. Бұл әдістер жылумен жабдықтау жүйелері элементтерінің тиімділігін арттыру шараларын оқшаулау бойынша шартты түрде келесідей топтастырылған:

1) Режимдерді, жылу тұтыну кестелерін, жылу тұтынатын жабдықты реттеу мен басқаруды оңтайландыру арқылы жылу тұтынатын жабдықтың тиімділігін арттыру.

2) Жылу энергиясын түрлендіру, беру, жылу энергиясы көзінен жылу тұтынатын жабдыққа тарату кезінде оның жоғалтуларын оңтайландыру.

3) Жылу көздерінде жылу энергиясын өндіру тиімділігін арттыру.

Осы бағыттардың әрқайсысы назар аударуға тұрарлық және стандартты (типтік) шешімдердің кең спектріне ие, мысалы, жылу тұтынатын жабдықты оңтайландыру жылу тасымалдағыштың айналымы әдісі бойынша жаңа шешімдерді қолдану, жылу тарататын беттерді орналастыру, жергілікті реттеуші және басқару жүйелерін қолдану және т.б. атап кетуге болады. Тасымалдау кезінде жылу энергиясының шығынын оңтайландыру заманауи жылу оқшаулағыш материалдарды қолдану, жылу желісінің диаметрлерін (беткі қабатын) оңтайландыру арқылы жылу желісінің оңтайлы сызбаларын, төсеу түрі мен әдісін, жылу энергиясын берудің, түрлендірудің инновациялық әдістерін қолдану арқылы жасалады.

Ендігі кезекте жылу энергиясының көздерін қамтитын шараларды қарастырайық, оларға: жылу тасымалдағыштың газ және сұйықтық ағындарын турбулизациялаудың әртүрлі әдістерін қолдану арқылы қазандық элементтеріндегі жылу алмасуды күшейту; жану өнімдерін әртүрлі жылу алмастырғыштарда (қайта өңдеу қазандықтарында) терең салқындату (шық нүктесінен төмен); қазандықтың жеке қажеттіліктері үшін жылу энергиясының шығынын оңтайландыру; энергия өндірудің когенерациялық режимін ұйымдастыру; жану режимдерін оңтайландыру, «отын-ауа» қатынасы; қазандықтағы қазандық қондырғыларының топтық жұмысының режимдері мен кестелерін оңтайландыру; қазандық қондырғысының қуат коэффициентін оңтайландыру және жану сатысында қыздырғыштың қуатын реттеуді жатқызуға болады.

Белгілі бір жағдайларда отынды пайдалануды оңтайландырудың осы немесе басқа тәсілдері қолайлы жағдай жасау үшін отынның бірлігіне 20% немесе одан да көп төмендеуін қамтамасыз ете алады [8].

Бұл жұмыста жылу энергиясын өндіруді қамтитын іс-шараларды жүзеге асыруды зерттеу сондай-ақ қазандықтағы қазандық қондырғыларының топтық жұмысының режимдері мен кестелерін оңтайландыру нәтижелері келтірілген.

Бұл шараны жүзеге асыру үшін қазандықтың жылу және гидравликалық режимдері әзірленді. Ұсынылған режимдерді жүзеге асырудың техникалық құралдары есептеліп, таңдалды. Жоғарыда айтылғандай, қазандыққа сәйкесінше қуаты 0,86 Гкал/сағ екі қазандық қондырғысы кіреді. Қазандықтың белгіленген қуаты 1,72 Гкал/сағ. Қол жетімді режим карталарының қуаты - 1,38 Гкал/сағ. Қуат қоры 25% асады. Қазандықтың

қолданыстағы жылу схемасына сәйкес қазандық қондырғыларының температуралық режимін қамтамасыз ету қазандықтың рециркуляциялық сорғылары арқылы жүзеге асырылады. Желіге температуралық кестеге сәйкес жеткізілетін салқындатқыштың температурасын реттеу қазандық қондырғыларын қосу арқылы жүзеге асырылады.

### Нәтижелер мен талқылаулар.

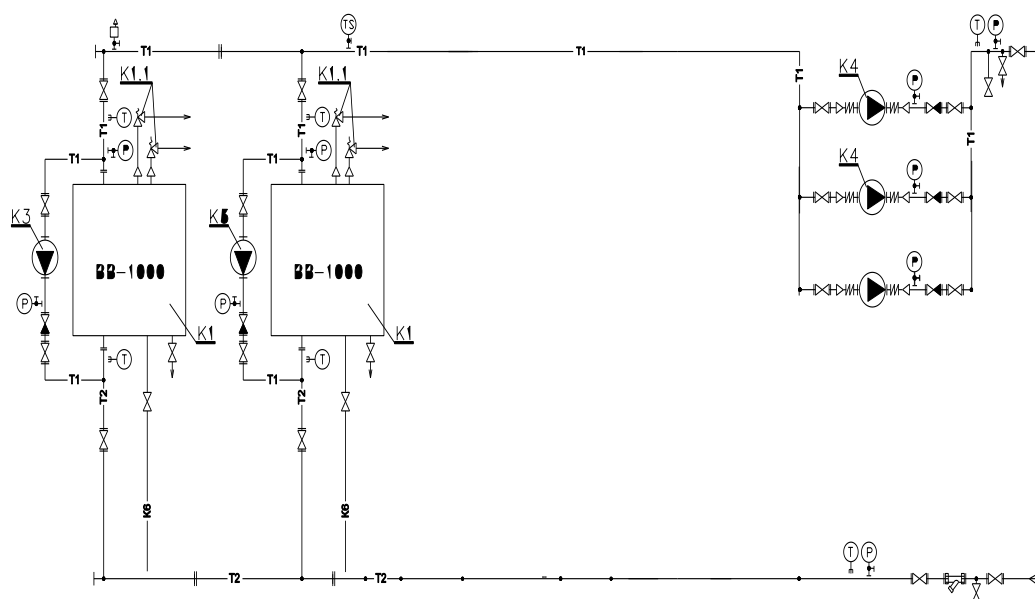
*Желілік сорғыларға жиілік түрлендіргіштерін орнату арқылы қазандықтың гидравликалық режимін оңтайландыру.*

Қазандықтың гидравликалық режимін оңтайландырудың тағы бір жолы бұл желілік сорғылардың айналу жылдамдығын өзгерту. Айналу жылдамдығын өзгертудің көптеген жолдары бар: ауыспалы беріліс коэффициенті бар редукторларды пайдалану, гидравликалық муфттарды пайдалану, жиілік түрлендіргішінің көмегімен айналу жиілігін өзгерту. Қондырғыны жобалау кезінде оның барлық ерекшеліктерін ескере отырып, осы нұсқалардың кез келгені қолданылуы мүмкін. Алайда, қолданыстағы қондырғылардың ерекшеліктерін ескере отырып жетектің айналу жиілігін өзгерту ең өзекті тәсіл болып табылатының атап айту қажет. Бұл жағдайда механикалық бөлік өзгеріске ұшырамайды.

Электр жетектерінің ең көп таралған түрі - айнымалы ток қозғалтқыштары. Көп жағдайда бұл қысқа тұйықталған роторы бар үш фазалы асинхронды айнымалы ток қозғалтқышы. Айнымалы ток қозғалтқышының роторының айналу жылдамдығын кернеу жиілігін өзгерту, қозғалтқыштардағы полюстерді ауыстыру, тоқ күшін өзгерту, Штаге-Рихтер сияқты арнайы қозғалтқыштарды пайдалану арқылы өзгертуге болады.

Тұрақты ток қозғалтқыштарының жылдамдығы кең ауқымда реттеледі, бірақ олар өндіріс пен техникалық қызмет көрсетудің қымбаттығына байланысты сирек қолданылады. Бүгінгі таңда қозғалтқыш роторының айналу жиілігін түрлендіргіштерді қолдану арқылы реттеу ең тиімді тәсіл болып саналады. Әсіресе, бұрыннан бар қондырғылардың жиілігін реттеу туралы сөз болғанда [9].

Бұл жұмыста қазандықты жобалау кезінде алынған мәліметтерге сүйене отырып, желілік сорғыға жиілік түрлендіргіштерін орнату арқылы оңтайландыру тәсілі ұсынылады.



1 сурет - Қолданыстағы қуаты 2,0 МВт блокты модульді қазандықтың дәстүрлі жылулық сұлбасы

1-ші суреттегі сұлбада қолданыстағы үш дана DAB CP-G 65-2640/A/BAQE/4 IE3 маркалы 2 жұмыс және бір резервті сорғылардың қазандық қондырғылармен өзара жұмыстық байланысы көсетілген.

Сорғылардың қажетті өнімділігін есептеу үшін келесі формула қолданылады:

$$G_{cy} = Q / \Delta t, \quad (1)$$

мұнда  $Q$  – қазандықтың қуаты, (Ккал/сағ);  
 $\Delta t$  – температуралар айырмасы, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Яғни :

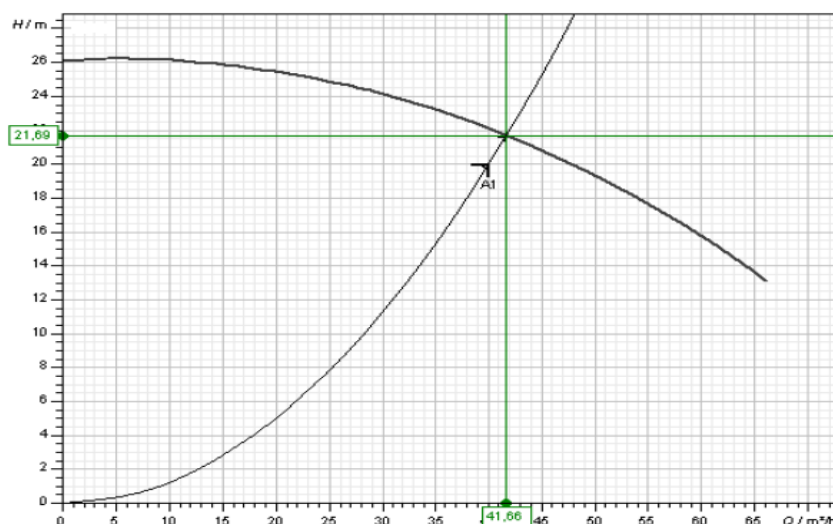
$$G_{cy} = 1719690.4 / (90-70) = 85984.52 \text{ кг/сағ} \approx 86 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

Жұмыс қысымын жылу желілерінің тегеурінін, оның есептелген мәндері бойынша яғни объект паспортында берілген мәліметтер негізінде аламыз бұл жерде  $H = 20$  м.

Pump selector бағдарламасы мен сорғы паспортын сәйкестендіру арқылы 2-ші суретте CP-G 65-2640/A/BAQE/4 IE3 сорғысының жұмыс графигі келтірілген [10].

Сорғының жұмыс графигінде  $A_1$  жұмыс нүктесі анықталған. Жұмыс нүктесінің орынын анықтау үшін сорғының  $\frac{H}{m} = f(Q)$  мінездемелік сипаттамасы тұрғызылады.

Сипаттамадан сорғының өндірулігі  $A_1$  нүктесіне сәкес мәнінен артқанда, оның тегеурінінің төмендей бастағаны байқалады. Ал желінің сипаттамасы сорғының сипаттамасымен қиылысқан кезде, яғни  $A_1$  нүктесінде желі үшін сорғы ең жоғары қысымды туындататыны көрінеді. Сондықтан  $A_1$  нүктесі желінің жұмыстық нүктесі деп аталады, осы нүктеге сәйкес сорғының туындататын қысымы мен өндірулігі желі үшін оңтайлы режимді анықтайды.



$H$  – Сорғының су қысымының биіктігі, м  
 $Q$  – Сорғының өндірулігі, м<sup>3</sup>/сағ  
 $A_1$  – Сорғының жұмыс нүктесі, МПа

2 сурет - CP-G 65-2640/A/BAQE/4 IE3 сорғысының жұмыс графигі

2-ші кестеде оңтайландырылған гидравликалық жұмыс режиміне сәйкес су сорғысының техникалық көрсеткіштері келтірілген.

2 кесте - CP-G 65-2640/A/BAQE/4 IE3 сорғысының сипаттамалары

№	Параметр	Диапазоны	
		-10°C	+110°C
1	Сұйықтық температурасы, t	-10°C	+110°C
2	Сұйықтықтың максималды рұқсат етілген соңғы қысымы, P	10 Бар	16 Бар
3	Максималды жұмыс өндірулігі, Q	50 м <sup>3</sup> / сағ	Тегеурін H=28 м
4	Номиналды жұмыс өндірулігі, Q	40 м <sup>3</sup> / сағ	Тегеурін H=20 м

Кестедегі деректерді ескерсек, сорғының жұмыс нүктесі сорғының номиналды қуат диапазонында орналасқанын көреміз. Яғни сорғылар дұрыс таңдалған.

Ұсынылып отырған сұлбада сорғылар санын екі данаға дейін қысқартылып, жиілік түрлендіргіштер (K10.1 және K10.2) орнатылады.

Жиілік түрлендіргішті таңдау үшін сорғының параметрлеріне жүгінеміз.

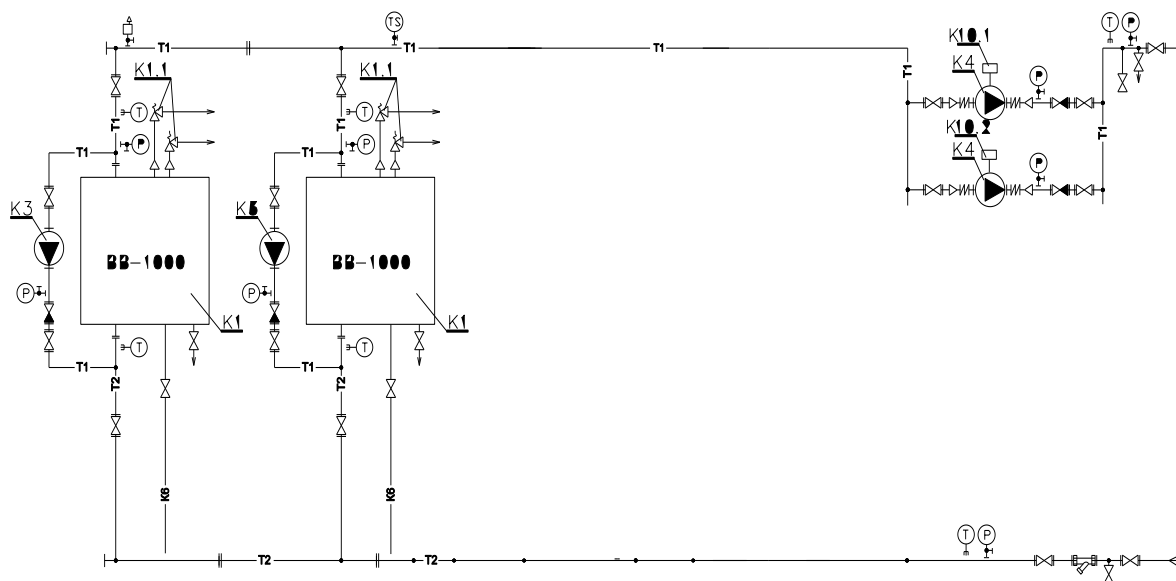
3 кесте - CP-G 65-2640/A/BAQE/4 IE3 сорғысының параметрлері

Сорғының қуаттылығы, (кВт)	5,5
Кернеу, (В)	380

Осы параметрлер арқылы сәйкес келетін маркасы ESQ-760-4T0055G/0075P жиілік түрлендіргішті таңдадық.

4 кесте - ESQ-760-4T0055G/0075P жиілік түрлендіргіштің параметрлері

Қуаттылығы, (кВт)	5.5 / 7.5
Кернеу, (В)	380
Шығыс тоғы, (А)	13/17
Қорғау дәрежесі, (IP)	20



3 сурет – Ұсынылып отырған қуаты 2,0 МВт блокты модульді қазандықтың оңтайландырылған жылулық сұлбасы

Таңдалып отырған оңтайландыру түрінің экономикалық тиімділігін білу үшін алдымен берілген схемадағы сорғылардың жұмысына жұмсалатын электр энергиясының шығының есептеу қажет. Рециркуляция арқылы реттеу кезінде сорғы су ағынына қарамастан максималды (оңтайлы) өнімділікте оңтайлы режимде жұмыс істейді. Электр энергиясын тұтыну қозғалтқыштың номиналды қуатына тең, бірақ қозғалтқыштың тиімділігі мен  $\cos(\phi)$  ескеріледі. Энергияны тұтынуды төлқұжат деректеріне сүйене отырып келесі формула арқылы есептеуге болады [11]:

$$\begin{aligned} P_{\text{реп}} &= P_{\text{опт}} = U \cdot I \cdot \sqrt{3}, \\ P_{\text{реп}} &= 400 \cdot 8 \cdot \sqrt{3} = 5.54 \text{ кВА}. \end{aligned} \quad (2)$$

Дроссельмен реттелген кезде сорғының жұмыс нүктесі жоғары қысым мен аз ағын аймағына ауысады, энергия шығыны азаяды, бірақ сорғының тиімділігі күрт төмендейді. Энергияны тұтынудың төмендеуін сорғының сипаттамалық қисықтарының графиктері бойынша немесе шамамен формула бойынша бағалауға болады:

$$P_{\text{др}} = \frac{P_{\text{опт}}}{2} \cdot \left(1 + \frac{Q}{Q_{\text{опт}}}\right); \quad (3)$$

$$Q = \frac{V_{\text{шығ}}}{730} = \frac{28800}{730} = 39,4 \text{ м}^3/\text{сағ}; \quad (4)$$

$$P_{\text{др}} = \frac{5,54}{2} \cdot \left(1 + \frac{39,4}{86}\right) = 4.03 \text{ кВА}.$$

Сорғы роторының айналу жиілігін өнімділік пен қысымның төмендеу жағдайларына сүйене отырып есептеу қажет:

$$n_Q = n \cdot \frac{Q}{Q_{\text{опт}}}; \quad (5)$$

$$n_Q = 2920 \cdot \frac{39,4}{86} = 1337, \frac{1}{\text{мин}};$$

$$n_H = n \cdot \sqrt{\frac{H}{H_{\text{опт}}}}; \quad (6)$$

$$H = (p_{\text{шығ}} - p_{\text{кір}}) \cdot g = (1,3 - 0,3) \cdot 9,8 = 9,8 \text{ м};$$

$$n_H = 2920 \cdot \sqrt{\frac{9,8}{20}} = 2044, \frac{1}{\text{мин}}.$$

Қажетті өндірулікті қамтамасыз ететін жұмыс нүктесі сорғының  $n_H$  и  $n_Q$  арасындағы айналу жиілігіне тең. Ротордың айналу жиілігінің үлкен мәнін қабылдай отырып, келесі формула арқылы есептеуге болады:

$$P_{\text{рег}} = P_{\text{опт}} \cdot \left(\frac{n_H}{n}\right)^3; \quad (7)$$

$$P_{\text{ре}} = 5.54 \cdot \left(\frac{2044}{2920}\right)^3 = 1.9 \text{ кВА}.$$

Келесі кезекте жиілік түрлендіргіш орнатылған сорғының энергия тұтынуын есептеу керек. Қозғалтқыштың айналу жиілігін реттеу жиілік түрлендіргішінің көмегімен жүзеге асырылады. Қабылданған жиілік түрлендіргіштің ПӘК-і 85% кем емес. Осыны ескере отырып, тұтынылатын қуат келесі формуламен есептеледі:

$$P_{\text{ЖТ}} = \frac{P_{\text{рег}}}{\eta}; \quad [10]$$

$$P_{\text{ЖТ}} = \frac{1,9}{0,85} = 2,23 \text{ кВА}.$$

Реттеудің үш нұсқасын салыстыра отырып, электр энергиясының құнын есептеу үшін электр энергиясының бағасын 32 теңге/кВт·сағ деп қабылдайық. Жұмыс уақытын

730 сағ.  $\cos(\phi) > 0,9$  қуатты электр қозғалтқыштары үшін белсенді қуатты қабылдаймыз.

5 кесте – Электр энергиясының құнын реттеудің үш тәсілі арасында салыстыру

Өнімділікті реттеу әдісі	Тұтынылатын қуат, кВт	Бір айда тұтынылатын қуат кВт*сағ	Айына электр энергиясының бағасы, теңге
Рециркуляция	5,54	4044,2	129414,4
Дроссельдеу	4,03	2941,9	94140,8
ЖТ	2,23	1627,9	52092,8

ESQ-760-4T0055G/0075P жиілік түрлендіргіштің бағасы 113530 тенгені құрайды. Осылайша, ЖТ енгізудің өтелу мерзімі 2 ай болады. Монтаж және дисконттау мерзімдерін ескере отырып, өтелу мерзімі өседі, бірақ 3-6 айдан аспайды. Кейіннен жылына 900 000 тенге үнемдеуге болады. Қосымша бастапқы сұлбадан алынып тастаған бір дана сорғының бағасы 700000 мың шамасында.

Жиілік түрлендіргішті автоматикалық қалқанға қосу диспетчерлеу орталығынан сорғы станциясын жедел бақылауға және басқаруға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде қызметкерлердің жұмысын жеңілдетеді.

### Қорытынды.

Жиілік түрлендіргіштерін электр жетегі жүйесіне енгізу энергияны үнемдеуге ғана емес, сонымен қатар басқаруды автоматтандыруға және тұтастай алғанда жүйенің қызмет ету мерзімін ұзартуға айтарлықтай экономикалық әсер етуі мүмкін. Ең бастысы, шешімді әзірлеу кезеңінде оңтайлы техникалық шешімді таңдап, нәтижені дұрыс есептеу. ЖТ есептеулерсіз енгізу, керісінше, өтелу мерзімінің ұлғаюына немесе тіпті шешімнің шығынына әкелуі мүмкін.

### ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Ениватов А.В., Артемов И.Н., Савонин И.А. Оптимизация тепловой схемы котельной с утилизатором тепла дымовых газов. - Инженерный вестник Дона, 2018.- №1. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4746](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4746).

[2] Ениватов А.В. Артемов И.Н., А.В. Неясов А.С. Оптимизация топливоиспользования в блочно-модульных котельных.- Инженерный вестник Дона, 2019.- №1. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2019/5672](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2019/5672).

[3] Левцев А.П., Кручинкина О.А., Ениватов А.В. Оценка среднего удельного расхода топлива по котельным АО «МЭК». – Саранск, 2017. – С.380-384.

[4] Прохоренков А.М., Качала Н.М. Оптимизация режимов работы систем теплоснабжения объектов коммунальной энергетики методами ситуационного управления.- Фундаментальные исследования. 2012. – № 9 (3) – С. 672-677.

[5] Гогенко А.Л., Матичук В.Н., Вирченко Д.В. Обеспечение эффективной эксплуатации водогрейных котлов. - Электрические станции. 2000.- № 7. - С.8-11.

[6] Шарапов В.И., Ротов П.В. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения.- М.: Изд-во «Новости теплоснабжения». - 2007. -164 с.

[7] Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. – Ульяновск: УлГТУ.-2000. – 139 с.

[8]. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов. – 7 – е издание. Издательство МЭИ., - 2001.- 472 с.



[9] Keil R.H., Baird M.N. Enhancement of Heat Transfer by Flow Pulsation. - Industrial Engineering Chemistry Process Design and Development USA., -1971, vol.10., №4, pp.473-478.

[10] Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник для теплоэнергетических специальностей вузов.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 2014. - 416 с.

#### REFERENCES\*

[1] Enivatov A.V., Artemov I.N., Savonin I.A. Optimizacija teplovoj shemy kotel'noj s utilizatorom tepla dymovyh gazov. - Inzhenernyj vestnik Dona, 2018.- №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4746.

[2] Enivatov A.V. Artemov I.N., A.V. Nejasov A.S. Optimizacija toplivoispol'zovaniya v blochno-modul'nyh kotel'nyh.- Inzhenernyj vestnik Dona, 2019.- №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2019/5672.

[3] Levcev A.P., Kruchinkina O.A., Enivatov A.V. Ocenka srednego udel'nogo rashoda topliva po kotel'nyh АО «МЖК». – Saransk, 2017. – S.380-384.

[4] Prohorenkov A.M., Kachala N.M. Optimizacija rezhimov raboty sistem teplosnabzheniya ob'ektov kommunal'noj jenergetiki metodami situacionnogo upravleniya.- Fundamental'nye issledovaniya. 2012. – № 9 (3) – S. 672-677.

[5] Gogenko A.L., Matichuk V.N., Virchenko D.V. Obespechenie jeffektivnoj jekspluatacii vodogrejnyh kotlov. - Jelektricheskie stancii. 2000.- № 7. - S.8-11.

[6] Sharapov V.I., Rotov P.V. Regulirovanie nagruzki sistem teplosnabzheniya.- М.: Izdvo «Novosti teplosnabzheniya». - 2007. -164 s.

[7] Kudinov, A.A. Jenergosberezenie v teplogenerirujushhих ustanovkah. – Ul'janovsk: UIGTU.-2000. – 139 s.

[8]. Sokolov E.Ja. Teplofikacija i teplovye seti: Uchebnik dlja vuzov. – 7 – e izdanie. Izdatel'stvo MJeI., - 2001.- 472 s.

[9] Keil R.H., Baird M.N. Enhancement of Heat Transfer by Flow Pulsation. - Industrial Engineering Chemistry Process Design and Development USA., -1971, vol.10., №4, pp.473-478.

[10] Cherkasskij V. M. Nasosy, ventiljatory, kompressory: uchebnik dlja teplojenergetiches-kih special'nostej vuzov.- 2-e izd., pererab. i dop. - М.: Jenergoatomizdat, 2014. - 416 s.

**Ернұр Кемпірбеков**, магистрант, Energo University, Алматы, Қазақстан, ye.kempirbekov@aes.kz

**Сауле Абильдинова**, PhD, ассоциированный профессор, Energo University, Алматы, Қазақстан, s.abildinova@aes.kz

### ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования режимов регулирования передачи тепловой энергии в сеть. Предложен ряд мероприятий, обеспечивающих эффективную работу блочно-модульных котлов с котлоагрегатами малой и средней мощности, оснащенные моноблочными горелками. Предлагаемые мероприятия направлены на экономию расхода топлива котла и обеспечение потребителей качественной тепловой защитой. В ходе анализа работы насосов, установленных в существующей (традиционной) сети, выявлен ряд недостатков, в том

числе резкое увеличение энергозатрат на работу насосов в эффективном режиме. Предлагаемый режим передачи тепловой энергии из сети обеспечивает длительную эффективную работу котельных агрегатов, в том числе сетевых насосов. При этом происходит оптимизация за счет снижения потребления электроэнергии, используемой на собственные нужды котла.

**Ключевые слова.** Блочно-модульный котел, автономный котел, котельный агрегат, таблица температур, удельный расход газа, сетевые насосы, преобразователь частоты.

**Yernur Kempirbekov**, master's student, Energo University, Almaty, Kazakhstan, ye.kempirbekov@aes.kz

**Saule Abildinova**, PhD, associate professor, Energy University, Almaty, Kazakhstan, s.abildinova@aes.kz

### **OPTIMIZATION OF THE HYDRAULIC MODE OF A BLOCK-MODULAR BOILER FOR A SECONDARY SCHOOL LOCATED IN A RURAL AREA**

**Abstract.** This article presents the results of the study of the modes of regulation of the transmission of heat energy to the network. Several measures are proposed to ensure efficient operation of block-module boilers with small and medium-sized boiler units equipped with monoblock burners. The proposed measures are aimed at saving the boiler's fuel consumption and providing the users with high-quality heat protection. During the analysis of the operation of the pumps installed in the existing (traditional) network, a number of shortcomings were identified, including a sharp increase in energy consumption for the operation of the pumps in the efficient mode. The proposed mode of transmission of heat energy from the network ensures long-term efficient operation of boiler units, including network pumps. At the same time, it optimizes by reducing the consumption of electricity used for the boiler's own needs.

**Keywords.** Block-module boiler, autonomous boiler, boiler unit, temperature table, specific gas consumption, network pumps, frequency converter.

\*\*\*\*\*