

Б.Р.Нусупбеков, И.П.Куритник, Д.Ж.Карабекова,  
А.К.Хасенов, Г.М.Шаймерденова, А.К.Ахметова

*Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті  
(E-mail: karabekova71@mail.ru)*

## Жылу желілерін сынақтан өткізудің құрылғысы

Мақалада жылу желілеріндегі құбырларды сынақтан өткізуге арналған құрылғы зерттелген. Жылу өлшегіштің құрылымы мен жұмыс істеу тәртібі келтірілген. Ұсынылып отырған жылу ағынының өлшеуіші жер қыртысындағы орналасқан жылутасымалдағыш арналардың зақымданған бөлігін тез әрі қосымша зерттеулерсіз анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар құрылғы экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді болып табылады. Құрылғы жылу желілерін сынақтан өткізу үшін, мұнай-газ өндірісінде өткізгіштердің жылулық оқшауларының күйін бақылауда қолданыс табуы мүмкін.

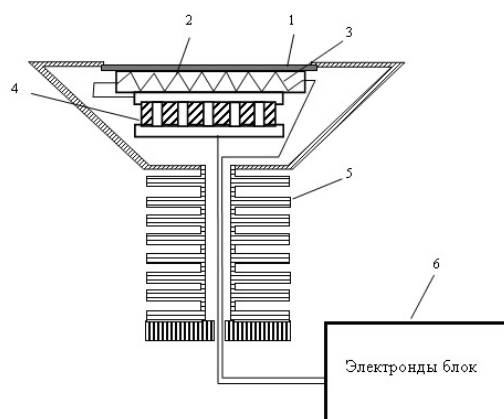
*Кілт сөздер:* жылу ағынын өлшеуіш, жылу желісі, термобатарея, жылутасымалдағыш, жылу жоғалу.

Жылумен қамтамасыздандыру халық шаруашылығының негізгі бір саласы болып табылады. Жылу орталықтарында өндірілген жылу энергиясы жер үсті және жер асты жылу тасымалдағыш желілердің құбырларымен қоғамдық, тұрғын ғимараттардың жылу тұтынатын инженерлік жүйелеріне, өндірістік кәсіпорындарының технологиялық қажеттіліктеріне тасымалданады. Жылу тасымалдағыш желілерде жылу оқшаулағыш қабаты арқылы жоғалатын жылуды анықтау үшін арнайы сынақтар жүргізіліп, әр түрлі әдістер мен құрылғылар қолданыс табуда. Жер астында төселген желілерде жылу жоғалтуын анықтау құбырды қоршаған топырақтың температурасының сынақтың берілген режимінде тұрақтанған кезде іске асады. Мұндай жағдайларда қолданылатын құралдар мен құрылғылардың дәлдік класы мен өлшеу сезімталдығы жоғары болуы қажет. Сонымен қатар қазіргі уақытта көптеген өндіріс компаниялары, сонымен бірге жеке кәсіпкерлер өндірістік процестің өтуінің оңтайлы жағдайларын қарастыруда. Өндірістік жүйелер мен ғимараттарды жылу режимімен қамтамасыздандыру сапалы жылуды сақтаумен тікелей байланысты. Осыған орай жылуды сақтау энергия ресурстарының басты сұрақтардың бірден-бір маңыздысы болып табылады. Жылу шығармайтын құбырлар әр түрлі негізгі материалдар есебінен дайындалуы мүмкін: бейорганикалық шикізат (пенополиуретан, шыны талшықтар, пеношыны және минералды мақта); органикалық шикізат (өңделген ағаш немесе ағаш өңдеу процесінің қалдықтары). Сонымен қатар қазіргі таңда көп таралған жылу сақтау материалдары ретінде келесілер пайдаланылады: пенополиуретан, көпіршікті полиэтилен, көпіршікті каучук, минералды мақта [1–4].

Уақыт өте келе жылу желілеріне арналған құбырлар мен олардың белгілі бір бөліктері (құбырлардың бір-бірімен байланысқан бөліктеріндегі төсемдері) тозып, жаңасына ауыстыруды талап етеді. Әрі тұтынушыларды жылумен қамтамасыздандыру кезінде қажетті жылуды жоғалуды азайту мақсатында арнайы жобалаулар жүргізу қажеттілігі туындайды. Соңғы жылдары жылу желілерін тексерістен өткізу үшін жылу өлшегіш индикаторлы жылу ағынын өлшеуіш кең көлемде пайдаланылуда [5]. Аспаптың көрсеткіштері қоршаған орта параметріне тәуелді және құрылымындағы арнайы блоктардың жұмыс істеуі кезінде бір-бірінен 5 м қашықтықта орналасу салдарынан өлшеу қарқындылығы төмен болғандықтан, алынған нәтижелер тек жуықтап келтірілген.

Қолданыстағы жылу желілерінде жер астында оқшауланған құбырларды сынақтан өткізу кезінде қосымша жұмыстарды жүргізбей, жылу желісінің немесе оның оқшауының ақауланған бөлігін бірден анықтау экономикалық және экологиялық тұрғыдан қолайлы жаңа әдістер мен құралдарды жасауды талап етеді. Жылу желілеріне уақытында тексеріс жасап, тек ақау пайда болған бөлігін ауыстыру мақсатында арнайы зерттеулер жүргізіліп, жылу ағынын өлшеуіштің жаңа түрі жобаланып, құрастырылды.

Жылу ағынын өлшеуіш қабылдау пластинасының қызметін атқаратын қабылдағыш элементпен (1), термобатареямен (2), жылу ағынын түрлендірудің термоэлектрлік батареясымен (3), термоэлектрлік суытқыштан (4), радиатормен (5), дабылды түрлендіру және өлшеу электронды блогымен (6) жабдықталды.



1-сурет. Жылу ағынын өлшеуіш

Қабылдағыш элемент (1) термоэлектрлік суытқыштың (4) активті түйінімен жылулық байланыстағы бейтарап түйінді түрлендіргіш термоэлектрлік батареяның (2) активті түйінімен жылулық байланыста, ал термоэлектрлік суытқыштың бейтарап түйіндері радиатормен (5) жылулық байланыста. Термобатареяның активті түйіндері қабылдағыш элементтің және түрлендіргіш термоэлектрлік батареясының арасында орналасқан. Термобатареяның (2) бейтарап түйіні қоршаған ортаның температурасындағы аспаптың қорабымен жылулық байланысқа келтірілді. Термобатареяның жылу ағынын термоэлектрлік түрлендіргіш батареяның, қабылдағыш элементтің және термоэлектрлік суытқыштың шығыс дабылдары дабылды түрлендіру және өлшеу электронды блогына беріледі.

Аспап келесі түрде жұмыс істейді. Қабылдағыш элемент арқылы зерттелетін нысанның жылулық ағына қарағанда бөлінетін қуаты жоғары болатындай электр тоғы жіберілгенде, термобатареяның шығысында дабыл туындайды. Ал термоэлектрлік суытқыш арқылы термобатареяның шығысындағы дабыл нөлге тең болатындай электр тоғы беріледі. Осы жағдайда термоэлектрлік түрлендіргіш батареяның шығысындағы дабыл термоэлектрлік суытқыштан алынатын жылу ағынына тура пропорционалды болып, қабылдағыш элементтің температурасы қоршаған ортаның температурасына тең болады.

Аспап алдымен зерттелетін нысанның ақауланбаған аймағына орналастырылғаннан кейін, термобатареяның шығысында дабыл туындайды. Қабылдағыш элементтің тоғы термобатареяның шығысындағы дабыл қайтадан нөлге теңескенге дейін төмендеп, термоэлектрлік түрлендіргіш батареяның шығысындағы дабыл қалпына келгеннен кейін, жылу ағынын өлшегішті зерттелетін нысанның ақаулануы мүмкін бөлігіне орналастырамыз. Термоэлектр түрлендіргіш батареяның шығысындағы дабылдың өзгерісіне қарай ақауды сипаттайды.

Құрылғы Қарағанды қаласы Қазыбек би ауданы Ермекова, 52 мекенжайы бойынша орналасқан тұрғын үйде жылу тасымалдағыштардағы жылудың жоғалуын азайту мақсатында зерттеу жұмыстарында қолданылды. Алынған мәліметтер негізінде жылулық желілерде, ғимараттардағы жердің беттері мен төсемелеріндегі жылулық энергияның нормативтік шығындары, жылыту кезінде (қысқы мерзімде) және жаз мезгілінде мекеме бойынша жүргізілген құбыр өткізгіштердің оқшаулануы бойынша жылудың нормативтік орташа жылдық жоғалулары анықталды.

Жылу желілерінің құбырлары арқылы нормативті жылулық энергия жоғалуы келесі теңдеумен анықталады:

$$Q = Q_{ж}^{aй} + Q_{a}^{aй}, \text{ Гкал/ай},$$

мұндағы  $Q_{ж}^{aй}$  — есептік айға арналған, жылу желілері құбырларының оқшаулануы арқылы жылу энергиясының нормаланған жоғалуы, Гкал/ай;  $Q_{a}^{aй}$  — есептік айға арналған, желілік судың нормативті ағып кетуі кезіндегі жылулық энергияның жоғалуы, Гкал/ай.

Жылу желілері құбырларын оқшаулау кезінде жылу энергиясының қалыптастырылған жылулық жоғалулары келесі формулалар арқылы анықталды:

а) жер асты төсемелерінің аумақтары үшін:

$$Q_{ж} = j \cdot q_n \cdot L \cdot 24 \cdot n \cdot K, \text{ Гкал/ай};$$

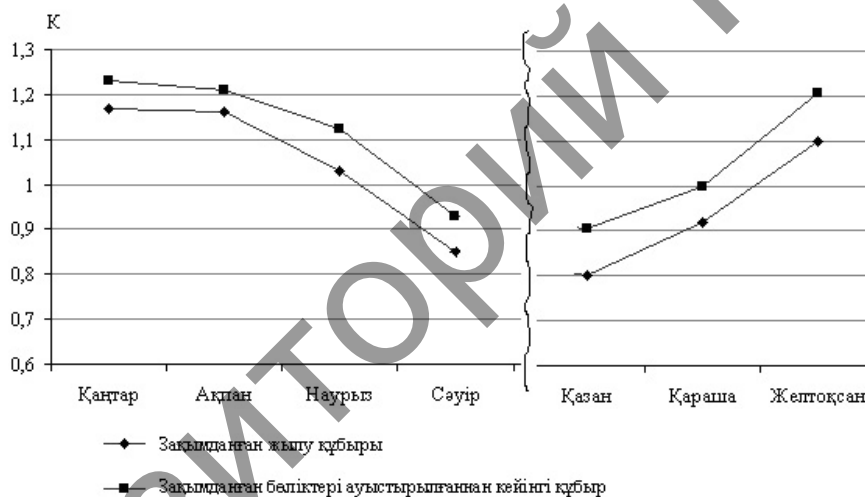
ә) жер үсті төсемелерінің аумақтары үшін:

$$Q_{\text{жт}} = j \cdot q_{\text{жт}} \cdot L \cdot 24 \cdot n \cdot K_{\text{жт}}, \text{ Гкал/ай};$$

$$Q_{\text{жк}} = j \cdot q_{\text{жк}} \cdot L \cdot 24 \cdot n \cdot K_{\text{жк}}, \text{ Гкал/ай},$$

мұндағы  $Q_{\text{ж}}$ ,  $Q_{\text{жт}}$ ,  $Q_{\text{жк}}$  — жылу желілері құбырларын оқшаулау үшін, жылу энергиясының нормаланатын жойылуына сәйкес жер асты төсемелерінің аумақтары мен жер үсті төсемелерінің берілетін және қайтымды құбырларындағы жылу мөлшері, Гкал/ай;  $q_n$  — жер асты төсемелерінде сулы жылу торларының берілетін және қайтымды құбырларының салыстырмалы жылу жоғалуларының нормативті мәні, ккал/сағ м;  $q_{\text{жт}}$ ,  $q_{\text{жк}}$  — сулы жылу желілерін жер үстінде орналастырғанда беріліс және қайтымды құбырлардағы меншікті жылулық жоғалулардың нормативті мәндері, ккал/сағ, м;  $L$  — бірдей диаметрлі құбырлар мен төсемелер түрлерін сипаттайтын жылу құбырлары аумақтарының ұзындығы, м;  $j$  — компенсатор және арматураларда жылу жоғалуларын есепке алатын жергілікті коэффициент. Құбырлардың диаметрлері 150 мм дейін болғанда  $j = 1,2$ ; құбырлардың диаметрлері 150 мм артық болғанда  $j = 1,15$ ;  $n$  — есептеу кезіндегі айдың ұзақтығы, күн;  $K$  — жер асты төсемелеріне арналған түзету коэффициенті;  $K_{\text{жк}}$ ,  $K_{\text{жт}}$  — беріліс және қайтымды құбырларға сәйкес жер үсті төсемелерінің түзету коэффициенттері [6–9].

Жылу желілері арқылы жылудың жоғалуларын есептегенде жылыту маусымында жерасты құбырларының оқшаулағыштары арқылы жылудың жоғалуларына қатысты түзету коэффициенті ескеріледі (1-сур.).



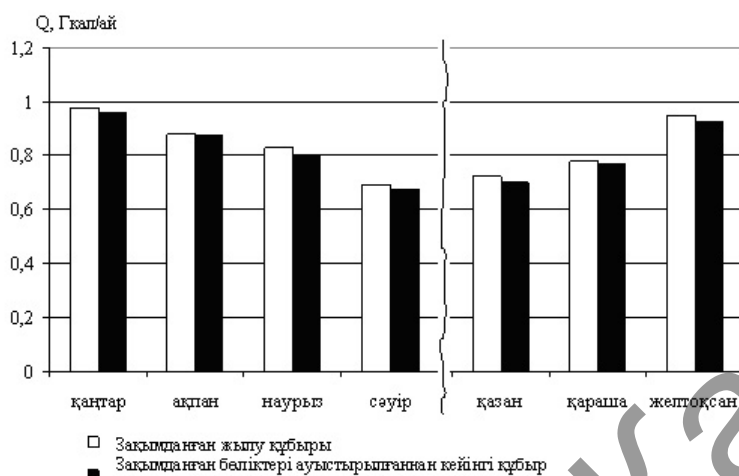
1-сурет. Жылыту маусымы кезінде жерасты құбырларының оқшаулағыштары арқылы жылудың жоғалуларына түзету коэффициентінің (K) тәуелділігі

Қысқы мерзімде жерасты құбырларының оқшаулағыштарының тозуы салдарынан жылудың жоғалуларының түзету коэффициенттері диаграммасынан жыл мезгілінің қаңтар, ақпан және желтоқсан айларында жылудың жоғалуы жоғары болатыны байқалды және ол аталған айларда орта температурасының төмен болатындығымен түсіндіріледі (2014 ж.): қаңтарда сыртқы орта температурасы орташа есеппен  $-14,50$  °С, ақпанда  $-14,10$  °С, наурыз айында  $-8,20$  °С, сәуірде  $-4,10$  °С, қазанда  $-3$  °С, қарашада  $-6,6$  °С, желтоқсанда  $-12,8$  °С. Сыртқы ортаның әр айдағы орташа температурасы берілетін және қайтымды құбырлардың желілік суының орташа айлық температурасы «Қарағанды Теплоэнергетика» ЖШС мен №1 ЖЭО температуралық графиктерге сәйкес қабылданады. Жылыту және жаз маусымында мекеме бойынша жүргізілген құбыр өткізгіштердің оқшаулануы бойынша жылудың нормативтік орташа жылдық жоғалуын есептеу үшін алдыменен ғимараттың жылыту жүйесін ескере отырып, мекеменің сыртқы қоршаулары арқылы жылу жоғалуларын білу қажет. Ғимаратта керекті температураны қалыптастыруға арналған жылыту жүйесінің қуаты мекеменің жылу шығынына тең мәнде есептелінеді.

Жылыту маусымында зерттеулер жүргізілген арналардың оқшаулары арқылы жылу жоғалуын анықтау кезінде 89 мм диаметрлі, ұзындығы 30,5 м құбыр қарастырылып, жылу тармағының

сәйкесінше беріліс және кері қайту желілерін сынау барысындағы төселімнің түріне және диаметріне сай меншікті жылудың жоғалу мәндері анықталды.

Алынған мәліметтер арқылы құбырлардың оқшауларының зақымданған бөліктері ауыстырылып, жылыту маусымында ғимарат ішінде жүргізілген кіріс және шығыс құбырының оқшаулануы арқылы жылудың жоғалулары есептеліп, салыстырылды (2-сур.).



2-сурет. Ғимарат арқылы өкен жылу желісінде жылу жоғалудың салыстырмалы диаграммасы

Жылу желілерге зерттеу жұмыстары жүргізіліп, құбырдың ақауланған бөлігі анықталғаннан кейін арнайы жобалаулардан кейін жылутасымалдағыш арналарда жылудың жоғалуының төмендегенін байқаймыз. Мақалада ұсынылған құрылғы жылулық шағылудың таралуын өлшеу арқылы жер асты жылу желілерінің зақымданған бөліктерін анықтауда, құрылыста, құбыр өткізгіштердің жылулық оқшауларының күйін бақылауда мұнай-газ өндірісінде қолданыс табуы мүмкін.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Нұрпейісова К.М. Жылумен қамту. — Алматы: Дәуір, 2013. — 233 б.
- 2 [ЭР]. Қолжетімділік тәртібі: <http://refitrend.ru/829727.html>
- 3 Майданик Ю.Ф. Достижения и перспективы развития тепловых труб // 4-я конференция по теплообмену. — М.: МЭИ, 2006. — 215 с.
- 4 Дүкенбаев К.Д., Нуркен Е. Қазақстан энергетикасы. — Алматы, 2001. — 312 с.
- 5 Геращенко О.А., Грищенко Т.Г. Приборы для теплофизических измерений: каталог. — Киев: Час, 1991. — 19 с.
- 6 Kurytник I., Nussupbekov B., Karabekova D., Zhargakova S. Thermal control method for the diagnosis of underground heating systems // Bull. of the Karaganda University. — 2014. — Vol. 74. — No. 2. — P. 52–55.
- 7 Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. — 7-е изд. — М.: Энергия, 2001. — 214 с.
- 8 Манюк В.И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: справочник. — М.: Стройиздат, 1988. — 198 с.
- 9 Самарин О.Д. Техничко-экономическая оптимизация диаметров трубопроводов систем водоснабжения // Сантехника. — 2011. — № 2.

Б.Р.Нусупбеков, И.П.Куритник, Д.Ж.Карабекова,  
А.К.Хасенов, Г.М.Шаймерденова, А.К.Ахметова

#### Прибор для испытания трубопроводов тепловых сетей

В статье рассмотрен измеритель теплового потока для диагностики теплотехнических процессов. Описаны схема и принцип работы прибора теплового потока. Прибор является индикатором состояния подземного теплопровода по характеру изменения тепловых потерь или температуры поверхности грунта над исследуемым объектом. Прибор будет экономически и экологически полезным для рационального использования тепловой энергии. Устройство может найти применение в нефтегазовой промышленности для контроля состояния тепловой изоляции трубопроводов.

B.R.Nussupbekov, I.P.Kuritnik, D.Zh.Karabekova,  
A.K.Khassenov, G.M.Shaimerdenova, A.K.Akhmetova

### Device for the testing of pipelines of thermal networks

The article describes the heat flow meter for the diagnosis of underground heating mains. The scheme and operation of the device heat CCIP. The device is an indicator of the state of the underground heat conductor on the nature of the change in heat loss or the surface temperature of the soil above the object under study. At the same time, the unit is the economic and environmental benefits to the rational use of heat energy. The device may find application in the petroleum industry to monitor the state of heat insulation pipes.

#### References

- 1 Nurpeisova K.M. *Heating*, Almaty: Dauir, 2013, 233 p.
- 2 [ER]. Access mode: <http://refitrend.ru/829727.html>
- 3 Maydanik Yu.F. *4th Conf. on Heat and Mass Transfer*, Moscow: MEI, 2006, 215 p.
- 4 Dukenbaev K.D., Nurken E. *Energy Kazakhstan*, Almaty, 2001, 312 p.
- 5 Gerashchenko O.A., Gryshchenko T.G. *Devices for thermal measurements: catalogue*, Kiev: Chas, 1991, 19 p.
- 6 Kurytnik I., Nussupbekov B., Karabekova D., Zhargakova S. *Bull. of the Karaganda University*, 2014, 74, 2, p. 52–55.
- 7 Sokolov E.Ya. *District heating and heat net*, 7, Moscow: Energy, 2001, 214 p.
- 8 Manyuk V.I. *Setting up and operation of the water heating networks: Manual*, Moscow: Stroyizdat, 1988, 198 p.
- 9 Samarin O.D. *Sanitary engineering*, 2011, 2.