

**ОРТАЛЫҚТАНДЫРЫЛҒАН АШЫҚ ЖЫЛУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ
ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ҮРДІСТЕРІН ТҰРАҚТЫЛЫҚҚА КЕЛТІРУ ЖОЛДАРЫ****Айбергенова Мадина Жасұланқызы**

aibergenova99@bk.ru

Ғылыми жетекшісі – Исаков К.А.

Елдің барлық аймақтарында қалыпты өмір сүруді қамтамасыз ететін жылумен жабдықтау жүйелері үлкен экономикалық және әлеуметтік маңызға ие, сондықтан олардың жұмыс істеу сенімділігіне ерекше жоғары талаптар қойылады [1]. ЖЭО мен қазандықтардан қуат алатын қалалық жылу желілері күрделі тармақталған гидравликалық жүйелер болып табылады. Оларды пайдалану тәжірибесінде негізгі мәселелер абоненттік кіреберістегі тіке және кері құбырлар арасындағы қысымның жеткіліксіз төмендеуі, кері құбырдағы қысымның жоғарылауы, желінің реттелуі болып табылады.

Жылумен жабдықтаудың су жүйелеріндегі жылу беруді реттеудің қолданыстағы тәсілдері бүкіл жылыту маусымы ішінде тұтынушыларды қажетті энергия мөлшерімен қамтамасыз етпейді. Үй-жайлардың жылу балансы барлық жылыту маусымы бойы ұсталуы тиіс және тұтынушылар жылу көзінде реттеу тәсіліне, жылу магистральдарын төсеу түріне және ғимараттың жылу қорғауына қарамастан жылудың есептік мөлшерін алуы тиіс. Ол үшін жылыту кезеңінде тұрақты гидравликалық үрдіске қол жеткізу қажет.

Реконструкцияланатын және жаңадан салынатын объектілер жылу энергиясын есепке алу тораптары бар автоматтандырылған жеке жылу пункттерімен қарқынды жаратқандырылады. Желідегі жылу тасымалдағыш шығындарының өзгеруі неғұрлым маңызды болса, абоненттік енгізулері бар (автоматтандырылған/автоматтандырылмаған) әртекті объектілердің үлесі соғұрлым жоғары болады [2]. Су шығындарының ауытқуы жылу желісінің гидравликалық тұрақтылығының жоғалуына әкеледі.

Осылайша, жоғарыда аталған бірқатар факторлар гидравликалық тұрақтылықтың жоғалуына әкеледі. Осы баптың мақсаты-гидравликалық тұрақтылық сияқты жылу желісінің сипаттамасын зерттеу. Жұмыс барысында келесі міндеттер шешіледі:

- 1) гидравликалық тұрақтылықтың жылу желісінің сенімділігіне тәуелділігін қарастыру;
- 2) гидравликалық тұрақтылықты арттыру және жылу желісінің тұрақты гидравликалық үрдісіне қол жеткізу жолдарын зерттеу;
- 3) тұрғын кварталдың жобаланатын жылумен жабдықтау жүйесінің сенімділігі мен гидравликалық тұрақтылығына қол жеткізуді қамтамасыз ету әдістерін зерттеу.

Мақалада арнайы әдебиеттерде сирек кездесетін мәселе – гидравликалық үрдістің тұрақтылығы немесе жылумен жабдықтаудың су жүйелерінің гидравликалық тұрақтылығы қарастырылады. Бұзылуларға төзімділікке немесе жұмыс үрдісін реттеуге қатысты жылу желісін сипаттайтын сандар сирек кездеседі. Көбінесе жылумен жабдықтау жүйелері жұмысының бұл көрсеткіші жылу желілерінің жобалық құжаттамаларында жоқ, оларды дамыту және қайта құру кезінде схемалардағы көптеген өзгерістер кезінде есептелмейді. Осыған қарамастан, мәселе өзекті және өте күрделі.

Гидравликалық тұрақтылық деп жүйенің басқа тұтынушылардың жұмыс жағдайлары өзгерген кезде абоненттік кіреберістегі жылу тасымалдағыштың тұрақты шығынын сақтау қабілеті түсініледі [3].

Жүйе неғұрлым тұрақты болса (жылу көзі → жылу желісі → тұтынушы), бүкіл жүйенің гидравликалық үрдісінің жеке абоненттердің гидравликалық үрдісіне әсері соғұрлым аз болады.

Жылумен жабдықтау жүйелері үшін сандық гидравликалық орнықтылық, гидравликалық орнықтылық коэффициентімен бағаланады (K_0):

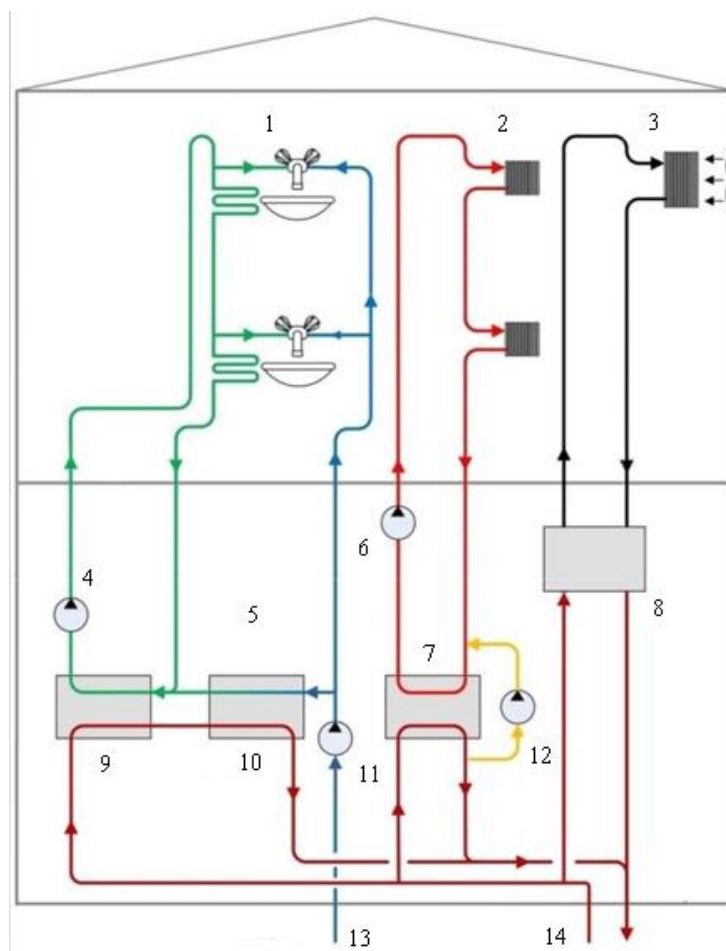
$$K_0 = \frac{G_n}{G_e}, (1)$$

Мұндағы G_n -абоненттік енгізудегі желілік судың нақты шығысы;

G_e -абоненттік енгізудегі желілік судың есептік (барынша мүмкін) шығыны.

G_n нақты ағынының G_e есептік мәнінен ауытқуы абоненттік жүйелердің гидравликалық реттелуін тудырады. Жүктеменің бір бөлігін ажырату (тұтынушыларды жылу энергиясын орталықтандырылған жеткізуден ажырату) желідегі қысым шығынының төмендеуіне және қалған абоненттерде бар қысым мен су шығынының өсуіне әкеледі.

Гидравликалық тұрақтылық коэффициенті "0" – ден "1" - ге дейін өзгеруі мүмкін, өйткені $G_e \geq G_n$, бұл жүйенің міндетті жұмыс жағдайын орындайды-жылу көздеріндегі сорғылар жасаған қысым желінің және жылу тұтыну жүйелерінің гидравликалық кедергісін жеңуі керек.



Сурет 1. ЖЖП тұтынушыны жылумен жабдықтау схемасы

- 1 - ыстық және суық сумен жабдықтау;
- 2 – жылыту;
- 3 – желдету;
- 4 - ыстық су айналым сорғысы;
- 5 - жеке жылу пункті (ЖЖП);
- 6 - жылыту циркуляциясы сорғысы;
- 7 -жылыту жүйесінің жылу алмастырғышы;
- 8 - реттеу және қорғау жүйесі;
- 9 - ыстық сумен жабдықтаудың бірінші сатысы;
- 10 - ыстық сумен жабдықтаудың екінші сатысы;
- 11 - суық сумен жабдықтау сорғысы;
- 12 - жылыту жүйесін толтыру сорғысы;
- 13 – су құбырын енгізу;

14 - жылу көзінен абоненттік енгізу.

Сондай-ақ, гидравликалық тұрақтылық коэффициентін (K_0) анықтау формуласын келесі түрде жазуға болады:

$$K_0 = \sqrt{\frac{\Delta P_{аб}}{P_H}} = \sqrt{\frac{\Delta P_{аб}}{\Delta P_{аб} + \Delta P_c}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\Delta P_c}{\Delta P_{аб}}}}; (2)$$

мұндағы $\Delta P_{аб}$ -судың есептік шығыны G_e кезіндегі абоненттік енгізудегі қысым;

$P_H = \Delta P_{аб} + \Delta P_c$ -желілік сорғының қысымы;

$\Delta P_{аб}$ -есептік режимде желідегі қысымның жоғалуы;

Гидравликалық тұрақтылық коэффициенті қосылған жылу тұтынушыларының жүйелерінің гидравликалық кедергісінің мәніне байланысты және сорғылар жасаған қысымның мөлшеріне кері пропорционал. (2) формуладан жылумен жабдықтау жүйесінің гидравликалық тұрақтылығы ΔP_c магистральдық желілеріндегі қысымның азаюымен және абоненттік қондырғылардың гидравликалық кедергісінің жоғарылауымен (желідегі қысымның жоғалуы $\Delta P_{аб}$ артады. Осы мақсатта кірмелерде ағынға кедергі жасайтын дроссель шайбалары мен реттеуші клапандарды орнатқан жөн, осылайша абоненттік кірісте жергілікті қысымның жоғалуы пайда болады. Яғни, тұтынушылардағы артық қысым абоненттік кірістердегі дроссельдік шайбалар мен реттеуші клапандардың кедергісімен сіңіріледі (өтеледі). Тұтынушыны жылумен жабдықтау схемасына сәйкес ЖЖП кірмелеріндегі орналастырылатын арындар (беруші және кері құбырлардағы арындардың айырмасы) (жылу тұтыну жүйелерінің элеваторсыз қосылуы) 1 суретте көрсетілген, жергілікті жылу тұтыну жүйелерінің гидравликалық кедергісінен 2,3 есе асып кетуі керек (дроссель шайбаларын орнату мүмкіндігі үшін).

Жылу тұтыну жүйесінің ЖЖП-дағы артық орналастырылған қысымды сөндіруге арналған дроссельдік диафрагмалар жылу тұтыну жүйесінің конструкциясына байланысты тіке немесе кері құбырға (немесе екі құбырға да) орнатылуы мүмкін [4].

Дроссельдік диафрагмалар саңылауларының диаметрлері ($d_{ш}$), оларды тұтынушының ЖЖП-не енгізуде орнату кезінде мынадай формула бойынша анықталады::

$$d_{ш} = 10 * \sqrt[4]{\frac{G_e^2}{(H_e - h_{ж})}}; (3)$$

мұндағы H_e -дроссель диафрагмасы алдындағы қысым;

$h_{ж}$ -жылыту жүйесінің гидравликалық кедергісі;

Абоненттерді автоматты реттеусіз гетерогенді жылу тұтынушыларын жалпы жылу желісінен қуаттандыру кезінде жүйенің жоғары гидравликалық тұрақтылығына қол жеткізу мүмкін емес. Дұрыс реттеу арқылы гидравликалық тұрақтылықты едәуір арттыруға болады.

Жылу желілерін пайдалану кезінде реттеу параметрлерін анықтау және гидравликалық үрдісті орнату туралы уақтылы шешім қабылдау маңызды мәселе болып табылады. Ол үшін ағынды есептеу қажет, ал нақты шығындар ауытқыған жағдайда есеп айыру мәндерін реттеу шараларын жүргізу. Шын мәнінде жөндеу іс-шаралары желілік жабдықтың жұмыс үрдісіне және жылу тасымалдаушының талап етілетін шығыстарына сәйкес жылу тұтынатын қондырғылардың гидравликалық кедергісін байланыстырудан тұрады [5].

Гидравликалық тұрақтылықтың бұзылуы жылумен жабдықтау жүйесінің жұмыс істеу сенімділігіне теріс әсер етеді, бұл істен шығу қарқындылығының артуымен көрінеді.

Кесте 1-де жылумен жабдықтау жүйесі үшін осы көрсеткіштер арасындағы байланысты сипаттайтын деректер ұсынылған [3].

Кесте 1. Жылумен жабдықтау жүйесінің гидравликалық тұрақтылығы мен сенімділігінің көрсеткіштері

Гидравликалық тұрақтылықтың өзгеруі, бірлік үлесі	Сенімділіктің максималды шегі, бірлік үлесі
<0,05	0,93-0,91
0,060-0,10	0,90-0,84
0,11–0,15	0,83-0,79
0,16–0,20	0,78-0,71
0,21–0,25	0,70-0,66
0,26–0,30	0,65-0,61
0,31–0,35	0,60-0,56

Көріп отырғаныңыздай, гидравликалық тұрақтылық бұзылған сайын, сурет 1-де көрсетілген жылумен жабдықтау жүйесінің жұмыс істеу орнықтылығы төмендейді. [6] әдебиетіне сәйкес орнықтылықтың ең төменгі рұқсат етілген көрсеткіші тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығының $P_{\text{сцт}} = 0,86$ және жылумен жабдықтау жүйесінің жарамды жұмысқа дайындығының $K_d = 0,97$ ең төменгі рұқсат етілген көрсеткіштері бойынша анықталады. Демек, орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесінің сенімділігінің ең аз рұқсат етілген көрсеткіші $H_{\text{сцт}} = P_{\text{сцт}} \cdot K_d = 0,86 \cdot 0,97 = 0,83$, бұл кесте 1-ге сәйкес жүйенің гидравликалық тұрақтылығының өзгеру бірліктерінің 0,11 үлесіне сәйкес келеді. Сонымен, гидравликалық тұрақтылық осы мәннен төмендеген кезде жылумен жабдықтау жүйесі сенімді болмайды.

Абоненттер жүйелерінің гидравликалық тұрақтылығының жоғары көрсеткішін қамтамасыз ету үшін жылу желісіндегі қысымның дұрыс бөлінуі қамтамасыз етілуі тиіс. Сорғылардан пайда болатын артық қысымды ішінара магистральдардан тұтынушыларға шүмектерге ауыстыру арқылы қолдану пайдалы. Абоненттік кіреберістегі тіке және кері құбырлар арасындағы қысым айырмашылығының артуы тұтынушыларды жылумен қамтамасыз етудің біркелкілігін арттыруға және кварталішілік жылу желілерін одан әрі реттеуді жеңілдетуге мүмкіндік береді. Реттегіш құрылғыларды магистральдық желінің қосылу нүктесінен жеке орамшілік тұтынушыларға тасымалдаған кезде, олардың әрқайсысында автоматты түрде абоненттік кірістегі қысым айырмасы артады, оның бір бөлігі, жоғарыда айтылғандай, жеке кедергіде (дроссельдік шайба, реттеуші клапан) іске қосылады. Сонымен қатар, тұтынушының өзіндік кедергісі су ағынына аз әсер етеді және қосымша қарсылықпен анықталады.

Жылу желілерін пайдалану кезінде үлкен қиындық автореттегіштермен жабдықталмаған абоненттері бар ашық желілерде гидравликалық режимді және ағынды таратуды қолдау болып табылады. Ең алдымен, бұл жылу желілері абоненттерінің ыстық суды тұтынушының ауыспалы режиміне байланысты. Бұл жағдайда ашық жылу желілеріндегі ағын мен қысым режиміне су тарату құрылғыларын пайдалану дәрежесі және абоненттік қондырғылардың жылу тораптарындағы араластыру клапанының орналасуымен анықталатын су тарату шарттары әсер етеді [5].

Гидравликалық орнықтылықты теңестіру (арттыру) үшін есептеу деректері мен жобалау шешімдері негізінде гидравликалық режимді кешенді реттеу неғұрлым тиімді және аз шығынды нұсқа болып табылады. Қазіргі уақытта көптеген жылумен қамтамасыз етушілер бұған компьютерлік модельдерді жасау арқылы жүгінеді. Атап айтқанда, бірнеше

көздерден қуатталған күрделі тармақталған көп сақиналы гидравликалық желілерді есептеу кезінде компьютерлік модельдерді қолдану тиімді бағыт болып табылады, бұл оларды біртұтас гидравликалық жүйелер ретінде қарастыра отырып, желілерде болып жатқан гидравликалық процестерді толығымен көбейтуге мүмкіндік береді. Мұндай модельдер қысымды, шығындарды, орта ағымының жылдамдығын, қысымның жоғалуын, қоршаған ортаны жылжытуға жұмсалатын энергияны және т. б. анықтауға мүмкіндік береді [7].

Гидравликалық тұрақтылықты арттыру үшін абоненттік қондырғылардың гидравликалық кедергісін арттыру қажет екендігі анықталды. Осылайша, тұтынушылардағы желінің артық қысымы абоненттік кірістегі дроссельдік шайбалар және абоненттік кірістердегі реттеуші клапандар түрінде абоненттік кірістегі кедергілермен сіңіріледі. Гидравликалық тұрақтылықтың бұзылуына байланысты жылумен жабдықтау жүйесінің орнықтылығы төмендейді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Моисеев Б.В., Богомоллов В.П., Шаповал А.Ф. Оптимизация работы тепловых сетей в условиях западной Сибири // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 1997. №4. С. 58-62.
2. Стерлигов В.А., Мануковская Т.Г., Крамченко Е.М. Системы водяного теплоснабжения и отпуск теплоты // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2012. №12 (132). С. 60-63.
3. Пашенцева Л. В. Влияние нарушения гидравлической устойчивости на надежность теплоснабжения // Строительство и техногенная безопасность. 2012. №44. С. 85-88.
4. Нургалеев Р.Р., Сулейманова Р.А. Повышение эффективности системы теплоснабжения // Инновационная наука. 2016. №8-2. С. 70-73.
5. Черненко В.П., Попов Д.В. Управление гидравлическим режимом тепловых сетей // Труды Дальневосточного государственного технического университета. 2003. № 134.С. 126-128.
6. СП 124.13330.2012 Свод правил. Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. М.: Стройиздат, 2012. 78 с.
7. Колесников С.В. Исследование тольяттинских тепловых сетей на компьютерной модели // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: технические науки. 2014.№2 (42).С. 136 -147.