

**ЕНИВАТОВ А. В., АРТЕМОВ И. И., МОЧАЛИН А. В.**

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ**

### **ЦТП КОТЕЛЬНОЙ «ХИММАШ»**

**Аннотация.** В статье представлен анализ факторов, оказывающих наибольшее влияние на удельный расход электрической энергии в ЦТП. Для снижения влияния факторов предложена тепловая схема системы управления температуры горячей воды и схема узла учета ГВС с дополнительным оборудованием. При реализации предлагаемых мероприятий удельный расход электрической энергии снизится более чем в два раза, удельный расход топлива снизится на 10-15 кг у.т./Гкал.

**Ключевые слова:** центральный тепловой пункт, гидравлический режим, регулятор расхода, характеристика насоса.

**ENIVATOV A. V., ARTEMOV I. I., MOCHALIN A. V.**

## **DEVELOPMENT OF CONTROL SYSTEM FOR OPERATION MODES**

### **OF THE HIMMASH BOILER HOUSE**

**Abstract.** The article presents an analysis of the factors that have the greatest impact on the consumption of electricity by a boiler house. To reduce the impact, a thermal scheme of a hot water temperature control system and a scheme of a hot water metering unit with additional equipment are proposed. When implementing the proposed measures, the consumption of electricity will decrease by more than two times, the fuel consumption will decrease by 10-15 kg of cu/ Gcal.

**Keywords:** boiler house, hydraulic mode, flow regulator, pump characteristics.

Системы централизованного горячего водоснабжения оцениваются показателями эффективности [1] которые во многом зависят от группы и сочетания факторов. Их воздействие обуславливает многократный рост расчетного расхода греющего и нагреваемого теплоносителя и как следствие отклонения качественных параметров (температуры и давления) теплоносителей, отпускаемых в сеть и потребителю. Дополнительными факторами также можно также выделить: качество управления характеристиками (производительностью и напором) повысительной и циркуляционной насосных станций; способа обеспечения пиковой тепловой нагрузки системы ГВС отдельных потребителей.

Для повышения эффективности работы системы ГВС от ЦТП «Химмаш» путем совершенствования системы управления режимами необходима оценка данных показателей для условий горячего водоснабжения от ЦТП котельной «Химмаш». Потребителями «горячей воды» ЦТП являются 41 жилых и административно-бытовых здания с суммарной средне недельной нагрузкой 2,25631 Гкал/ч. Общая характеристика сети ГВС от ЦТП

«Химмаш»: общая протяженность сети ГВС в однотрубном исчислении составляет 7833 м; средний наружный диаметр трубопроводов по материальной характеристике – 0,074 м.; объем трубопроводов сетей ГВС – 32,40 м<sup>3</sup>.

Обзор тепловых схем и схем управления системой ГВС в ЦТП установил, что в ЦТП применяют одноступенчатые и двух ступенчатые, параллельные и последовательные соединения теплообменного оборудования по отношению к греющему и нагреваемому теплоносителю со схемой управления по температуре горячей воды системы ГВС отпущенного потребителю [1]. На ЦТП котельной «Химмаш» применяется двухступенчатая последовательная схема. Так же имеется возможность в разных условиях подключения и по одноступенчатой, и по двухступенчатой параллельной. Управление осуществляется оператором дистанционно с применением блока управления Siemens S7-1200, корректируя задание в блоке управления котла. В зависимости от времени суток устанавливается та или иная температура на котлоагрегате.

В соответствии с методикой, приведенной [1; 2; 4] выполнена оценка затрат электрической энергии для системы ГВС от ЦТП котельной «Химмаш»:

$$N = \frac{\Delta H_{\text{н}} \cdot V_{\text{н}} \cdot \rho \cdot 10^{-3}}{367 \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{э}}}, \quad (1)$$

где  $\Delta H_{\text{н}}$  – развиваемый насосом напор, м;  $V_{\text{н}}$  – расход воды при развиваемом напоре, м<sup>3</sup>/ч;  $\rho$  – плотность перекачиваемой воды, кг/м<sup>3</sup>;  $\eta_{\text{н}}$  – КПД насоса;  $\eta_{\text{э}}$  – КПД электродвигателя.

Для повысительной насосной станции (при работе двух насосов)  $V_{\text{н}} = 35,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $\Delta H_{\text{н}} = 34 \text{ м}$ ;  $\eta_{\text{н}} = 0,55$ .

$$N = \frac{34 \cdot 35,5 \cdot 975 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 0,55 \cdot 0,98} = 5,95$$

Для циркуляционной насосной станции (при работе одного насоса)  $V_{\text{н}} = 25,35 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $\Delta H_{\text{н}} = 35 \text{ м}$ ;  $\eta_{\text{н}} = 0,10$ .

$$N = \frac{35 \cdot 25,35 \cdot 975 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 0,10 \cdot 0,98} = 24,05$$

Суммарный часовой расход электрической энергии насосными станциями составит 30 кВт\*ч.

Фактический расход электрической энергии в условиях отсутствия автоматического регулирования и настроек системы может находиться в широком диапазоне. На основании данных графиков насосов в диапазоне их работы мощности могут составить от 20,97 кВт до 38,25 кВт. Расчеты представлены ниже.

Для повысительной насосной станции при  $V_{\text{н}} = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $\Delta H_{\text{н}} = 35 \text{ м}$ ;  $\eta_{\text{н}} = 0,25$ .

$$N = \frac{35 \cdot 5 \cdot 975 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 0,25 \cdot 0,98} = 1,898$$

при  $V_H = 67 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $\Delta H_H = 28 \text{ м}$ ;  $\eta_H = 0,58$ .

$$N = \frac{28 \cdot 67 \cdot 975 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 0,58 \cdot 0,98} = 8,77$$

Для циркуляционной насосной станции (при работе двух насосов) при  $V_H = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $\Delta H_H = 35 \text{ м}$ ;  $\eta_H = 0,1$ .

$$N = \frac{35 \cdot 20 \cdot 975 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 0,1 \cdot 0,98} = 18,98$$

при  $V_H = 290 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $\Delta H_H = 30 \text{ м}$ ;  $\eta_H = 0,80$ .

$$N = \frac{30 \cdot 290 \cdot 975 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 0,80 \cdot 0,98} = 29,48$$

При этом качество снабжения потребителей горячей водой в соответствии со санитарными нормами и правилами при разных режимах фактической работы следует оценить после выполнения гидравлического расчета.

Для обоснования актуальности работы в соответствии с техническими характеристиками оборудования выполнена оценка плановых и допустимых фактических затрат электрической энергии на транспорт горячей воды системы ГВС. Плановый суммарный часовой расход электрической энергии насосными станциями 30 кВт\*ч. Фактический расход электрической энергии в условиях отсутствия автоматического регулирования и настроек системы может находиться в широком диапазоне от 20,97 кВт до 38,25 кВт.

На рисунке 1 представлена схема системы управления температуры горячей воды. Для стабилизации температуры горячей воды в греющий контур «котлоагрегат-теплообменные аппараты» предлагаем включение перемычку между подающим и обратным трубопроводом с регуляторов расхода (напора) по поддержанию постоянного перепада давления прямого действия. В качестве уравнивающей силы для данного регулятора использовать давление горячей воды отпущенного в систему ГВС. При возрастании потребления горячей воды давлений уменьшается, уменьшая пропускную способность перемычки между подающим и обратным трубопроводами контура.

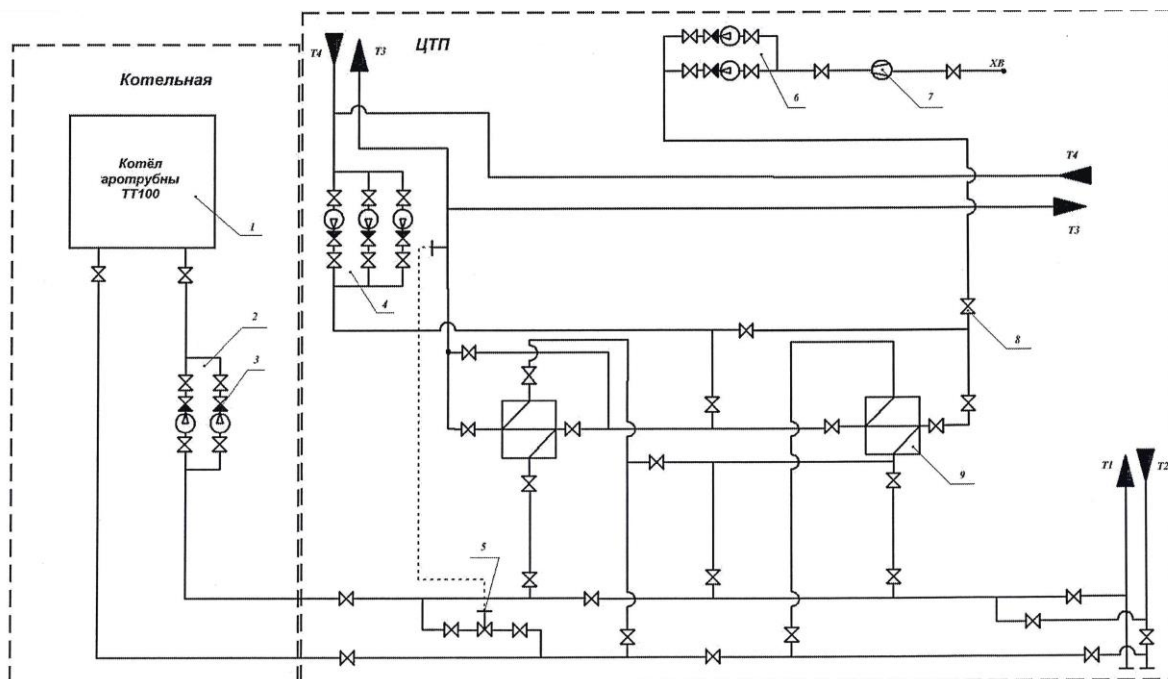


Рис. 1. Тепловая схема системой управления температуры горячей воды:

1 – котел жаротрубный ТТ-100; 2 – насос сетевой К160/30; 3 – обратный клапан; 4 – насос циркуляционный К290/30; 5 – регулятор давления, РР-НО-100(0,1-0,63); 6 – насос повысительный К65-50-160; 7 – электромагнитный преобразователь расхода; 8 – запорная арматура; 9 – теплообменник ВВП 16-325-4000.

Результаты гидравлического расчета работы системы ГВС от ЦТП «Химмаш»: суммарный расход горячей воды по подающим трубопроводам при максимальной тепловой нагрузке 50,542 м<sup>3</sup>/ч; удельные линейные потери давления вводных участков (за отдельным исключением в обратном трубопроводе) находятся в предельной допустимой зоне до 300 Па/м; удельные линейные потери давления магистральных участков (за отдельным исключением) при условии одновременной максимальной нагрузки находятся выше предельного значения; суммарное падение напора при выше приведенных условиях наиболее загруженной магистрали (ЦТП – жилого дома ул. Менделеева №10) по подающему трубопроводу 2,925 м, по обратному 2,127 м.

Для реализации разработанных режимов на рисунке 2 представлена схема узла учета ГВС с дополнительным оборудованием: оборудование для управления температурой теплоносителя отпущенного в сеть системы ГВС; оборудование в тепловых узлах потребителя (на подающем трубопроводе вводного участка сети системы ГВС); регулятор давления, РР-НО-259(0,4-1,0) а также установки циркуляционного насоса на перемычке [3; 5].

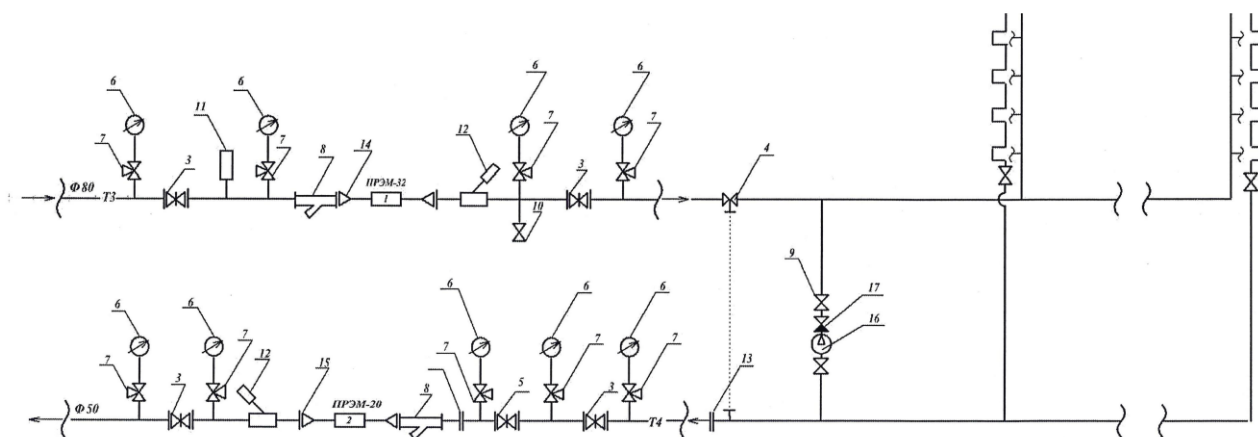


Рис. 2. Схема теплового узла системы ГВС жилого дома:

1-первичный преобразователь расхода Ду32; 2-первичный преобразователь расхода Ду20; 3-задвижка чугунная фланцевая Ду50; 4-регулятор давления Ду32; 5-обратный клапан Ду50; 6-монитор; 7-кран; 8-фильтр магнитно-механический Ду50; 9-кран шаровой Ду32; 10-кран спускной; 11-термометр; 12-15 фитинги; 16-насос циркуляционный DAB VA 35/180; 17-обратный клапан Ду32.

При реализации предлагаемых режимов мощности на приводах насосов будут следующие.

Для повысительной насосной станции (при работе двух насосов) при  $V_H = 35,5 \text{ м}^3/\text{ч}; \Delta H_H = 34 \text{ м}; \eta_H = 0,55$ .

$$N = \frac{34 \cdot 35,5 \cdot 975 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 0,55 \cdot 0,98} = 5,95$$

Для циркуляционной насосной станции (при работе одного насоса) при  $V_H = 21,059 \text{ м}^3/\text{ч}; \Delta H_H = 35 \text{ м}; \eta_H = 0,3$ .

$$N = \frac{35 \cdot 21,059 \cdot 975 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 0,3 \cdot 0,98} = 6,66$$

В режиме максимального водозабора составляет 9,94 кВт\*ч при потреблении горячей воды 35,5 м<sup>3</sup>/ч. Удельный расход электрической энергии составит 0,355 кВт\*ч/м<sup>3</sup>. Более двукратное снижение.

Мероприятия не затрагивают оптимизации сети ГВС, снижение нормативных потерь тепловой энергии не произойдет. Однако ввиду оптимизации расчетных расходов по участкам снизится фактическая средняя температура теплоносителя в сети, связи с чем нормативные потери тепловой энергии при транспортировке горячей воды снизятся не менее чем на 10%, что составляет 180,7 Гкал/год. Снижения фактических тепловых потерь в распределительной сети ГВС жилых домов можно принять как часть завышенного значения удельного расхода топлива при производстве тепловой энергии. Из производственных

показателей завышение удельного расхода топлива за летний период составляет 20-25 м<sup>3</sup>/Гкал, что составляет более 78,6 тыс. м<sup>3</sup> газа в год.

При реализации предлагаемых мероприятий удельный расход электрической энергии снизится на более чем в два раза. Снизится удельный расход топлива за счет снижения фактических тепловых потерь в теплосети ГВС и распределительной сети ГВС объектов на 10-15 кг у.т./Гкал.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ениватов А. В., Артемов И. Н., Девяткин Н. О. Совершенствование системы управления режимами работы централизованного горячего водоснабжения от центрального теплового пункта // Инженерный вестник Дона. – № 3. – 2021. – С. 241–253.
2. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. Учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2001. – 472 с.
3. Штин Е. Н., Ильинский Н. Ф. Оптимизация систем горячего водоснабжения зданий // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Пятнадцатая Международ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Тез. докл. в 3-х т: Т. 2. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 480 с.
4. МДК 4-05.2004 Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения». Утверждена заместителем председателя Госстроя России от 12.08.2003. – Москва, 2004. – 79 с.
5. Бычкова Е. В., Сарач Б. М., Штин Е. Н. Опыт использования регулируемого электропривода в системе горячего водоснабжения // Вестник МЭИ. – 2009. – № 1. – С. 183.