

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА. ПРОВЕДЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА И СРАВНЕНИЕ СХЕМ ИТП

А.А. Февралев

Рассмотрены основные схемы индивидуальных тепловых пунктов. Указаны основные принципы формирования математической модели. Предложена методика для проведения качественного анализа и сравнения получаемых результатов.

Ключевые слова: индивидуальный тепловой пункт (ИТП), принципиальные схемы, математическая модель.

1. Введение

На сегодняшний день существует несколько принципиальных схем индивидуальных тепловых пунктов, в данной статье рассматриваются исключительно независимые схемы подключения ГВС, отопления и вентиляции, как наиболее современные и функциональные. Принято разделять по схеме подключения ГВС – одноступенчатую параллельную, двухступенчатую смешанную и двухступенчатую последовательные схемы. Существует нормативное требование [1] по выбору той или иной схемы: при соотношении нагрузок $Q_{\text{ГВС}}/Q_{\text{СО}} \geq 1$ или $Q_{\text{ГВС}}/Q_{\text{СО}} \leq 0,1$ необходимо использовать одноступенчатую параллельную схему; при соотношении нагрузок $0,1 < Q_{\text{ГВС}}/Q_{\text{СО}} < 1$ необходимо применять двухступенчатые схемы. Дополнительно встречается следующая рекомендация [2]: при соотношении нагрузок $Q_{\text{ГВС}}/Q_{\text{СО}} \leq 0,6$ – применять двухступенчатую последовательную схему; при $Q_{\text{ГВС}}/Q_{\text{СО}} > 0,6$ – двухступенчатую смешанную схему. Здесь $Q_{\text{ГВС}}$ – расчетная нагрузка системы горячего водоснабжения; $Q_{\text{СО}}$ – расчетная нагрузка системы отопления.

Представляет серьезный научный интерес качественный анализ данных требований, а также более четкая детализация существующих нормативов.

Необходимо отметить, что существует несколько методик расчета каждой схемы, например, классическая методика расчета 2-ступенчатой смешанной схемы [3] или методика с ограничением расхода сетевой воды [1]. На сегодняшний день нет отчетливых рекомендаций по применению той или иной методики расчета. К тому же все расчеты, производимые в настоящее время, выполняются на основании максимальных параметров для каждой отдельной системы, т.е. при подборе не учитываются эксплуатационные режимы работы оборудования на протяжении длительного периода.

Дополнительно стоит отметить, что существуют неприменяемые в настоящее время схемы, например, предвключенные, которые возможно являются весьма эффективными в некоторых областях строительства, что вообще-то требует специального изучения этого вопроса.

Соответственно существует необходимость в формировании принципиальной математической модели индивидуального теплового пункта, которая позволит провести сравнительный анализ различных схем ИТП, запроектированных с использованием различных методик расчета.

2. Рассматриваемые принципиальные схемы

Итоговая математическая модель ИТП зависит от анализируемой принципиальной схемы. Для последующего формирования математической модели рассмотрим следующие принципиальные схемы и введем следующие обозначения (рис. 1): ПТО СО – пластинчатый теплообменник системы отопления; ПТО ГВС – пластинчатый теплообменник системы горячего водоснабжения; $G_{\text{ТС}}$ – расход теплоносителя от источника теплоснабжения; ${}^{\text{ТС}}t_{\text{ВХ}}$ – температура теплоносителя на входе в ИТП от источника теплоснабжения; ${}^{\text{ТС}}t_{\text{ОБР}}$ – температура теплоносителя на выходе из ИТП (температура обратки); ${}^{\text{ТС}}G_{\text{СО}}$ – часть общего расхода

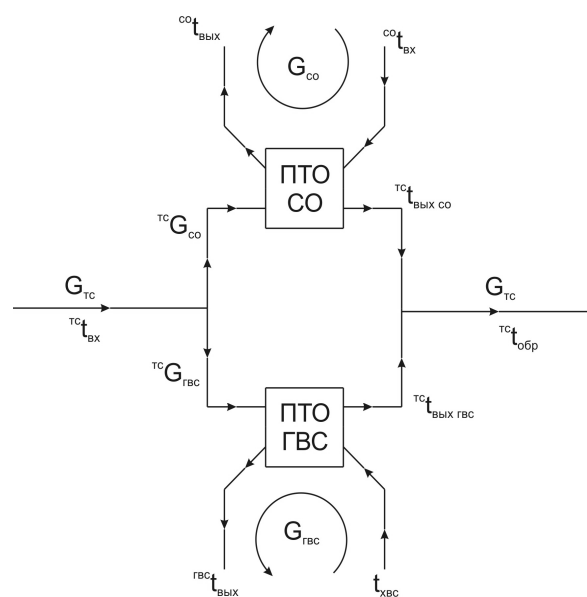


Рис. 1. Одноступенчатая параллельная схема

теплоносителя, идущего на систему отопления; ${}^{TC}t_{\text{ВЫХ CO}}$ – температура теплоносителя после теплообменника ГВС; ${}^{TC}G_{\text{ГВС}}$ – часть общего расхода теплоносителя, идущего на систему ГВС; ${}^{TC}t_{\text{ВЫХ ГВС}}$ – температура теплоносителя после теплообменника ГВС; G_{CO} – расход воды в системе отопления; ${}^{CO}t_{\text{ВХ}}$ – температура воды системы отопления при входе в теплообменник; ${}^{CO}t_{\text{ВЫХ}}$ – температура воды системы

отопления на выходе из теплообменника; $G_{\text{ГВС}}$ – расход воды на горячее водоснабжение; $t_{\text{ХВС}}$ – температура воды холодного водоснабжения; ${}^{ГВС}t_{\text{ВЫХ}}$ – температура воды идущей на горячее водоснабжение.

Обозначения на схемах (рис. 2–4) формируются аналогично обозначениям одноступенчатой параллельной схемы.

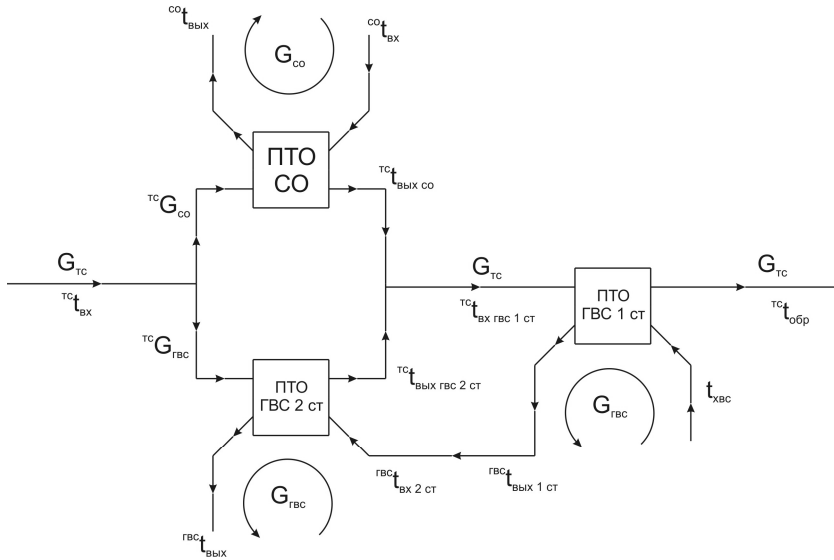


Рис. 2. Двухступенчатая смешанная схема

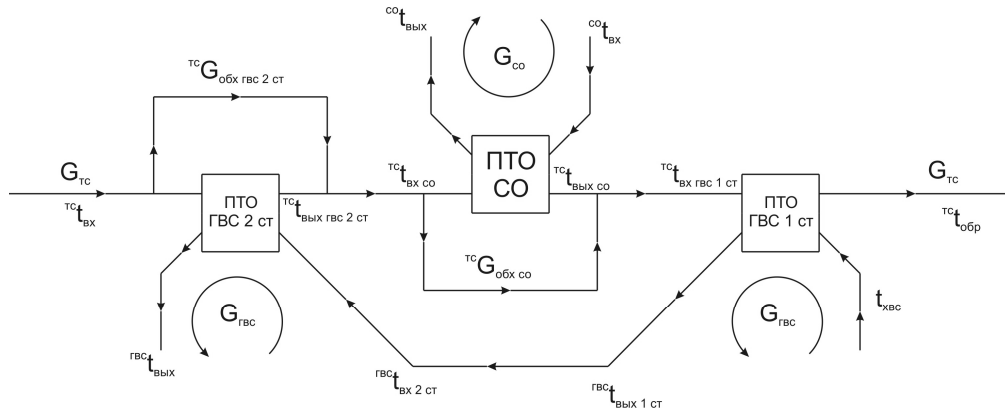


Рис. 3. Двухступенчатая последовательная схема

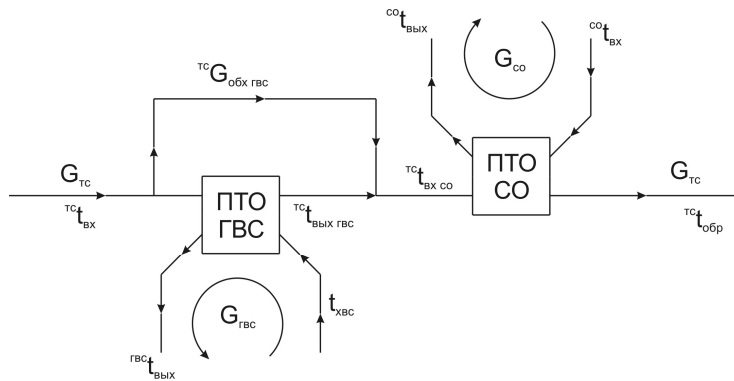


Рис. 4. Одноступенчатая предвключенная схема

3. Принципы формирования математической модели ИТП

Необходимая математическая модель индивидуального теплового пункта достаточно сложна, она состоит из связанного множества модулей или блоков, описывающих основные процессы, которые происходят и в ИТП, и в здании. Следовательно, необходимо описать принципы действия модели и всех отдельных блоков, входящих в её состав.

Конкретная математическая модель зависит от сравниваемой принципиальной схемы ИТП. Основная цель формируемой математической модели – это определение всех температур и расходов в каждый момент времени на любом участке ИТП.

Исходные данные для модели: подбор теплообменников для систем отопления, вентиляции и ГВС; выбор временного промежутка моделирования, например, один календарный год, что вполне достаточно для полного анализа; метеорологические данные моделируемого региона; температурные графики теплоносителя от источника тепла.

Принцип функционирования математической модели построен на основании последовательной связи всех её блоков, далее следует их описание: **блок температуры наружного воздуха**, на основании исходных метеорологических данных, методом интерполяции строится график зависимости температуры наружного воздуха ($t_{нар}$) от конкретного момента времени (τ); **блок температуры теплоносителя источника тепла**, в зависимости от температуры наружного воздуха ($t_{нар}$) определяется температура теплоносителя на входе в ИТП ($t_{тс}$) и рекомендуемая температура «обратки» ($t_{обр. рек.}$); **блок контроллера**, при изменении температуры ГВС ($t_{гвс}$) или температуры на входе в систему отопления ($t_{вх}$) соответственно изменяет внутренний расход ($G_{гвс}$ или $G_{со}$). Изменение происходит на единичное значение расхода в единицу времени, в зависимости от характеристик регулирующей арматуры; **блок теплообменника**. Методом последовательных приближений при известных температурах и расходах на входе в теплообменник определяются температуры и расходы на выходе из него; **блок ГВС** – вероятностная модель, описывающая принцип неравномерности водоразбора. В зависимости от момента времени (τ), определяется расход воды на ГВС ($G_{гвс}$); **блок системы отопления и тепловой режим здания** – в зависимости от температуры наружного воздуха ($t_{нар}$) определяется температура на выходе из системы отопления ($t_{вых}$), в каждый момент времени.

Февралев Алексей Андреевич, региональный представитель ЗАО «РИДАН» (ведущий производитель теплообменного оборудования), преподаватель кафедры «Теплогасоснабжение и вентиляция», Южно-Уральский государственный университет. Тел.: 89090904885.

При совместной работе всех блоков определяются все температуры и расходы в каждый момент времени на любом участке ИТП.

4. Критерии оценки и сравнения получаемых результатов для проведения качественного анализа

Для проведения сравнительного анализа различных схем ИТП требуются оценочные критерии. В качестве таковых целесообразно использовать суммарный расход теплоносителя в ИТП, и разность температур на входе и на выходе в ИТП, которые позволят оценить его качественную эффективность за длительный промежуток времени. Также для более полного анализа эффективности предлагается использовать коэффициент эффективности работы теплообменников, т. е. соотношение фактических параметров в данный момент времени к расчетным (максимальным) параметрам.

5. Заключение

На основании результатов математического моделирования определяются конкретные характеристики той или иной схемы, что способствует более отчетливому решению задачи подбора оборудования ИТП. В конечном счете, это обеспечивает максимальную эффективность при проектировании и дальнейшей эксплуатации конкретного ИТП.

Также следует заметить, что с помощью математической модели можно провести анализ множества связанных задач, например, установить особенности существующих «спорных» моментов при подключении системы вентиляции, или анализ работы ИТП при экстремальных ситуациях (аномально низких температурах наружного воздуха, повреждениях конструкции, локальных авариях и т. д.).

Литература

1. *Сводь правил по проектированию и строительству: Проектирование тепловых пунктов: СП 41-101-95; Госстрой России.* – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 78 с.
2. *Пырков, В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование / В.В. Пырков.* – К.: И ДП «Такі справи», 2008. – 252 с.
3. *Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжение / Н.Н. Чистяков, М.М. Грудзинский, В.И. Ливчак и др.* – М.: Стройиздат, 1988. – 314 с.

PRINCIPLES OF FORMATION OF A HEAT POINT MATHEMATICAL MODELING. QUALITATIVE ANALYSIS AND COMPARISON OF IHP SCHEMES

V.N. Kuchin, N.V. Shilonosova

The article considers main schemes of individual heat points; specifies basic principles of the mathematical model formation; suggests the technique for carrying out qualitative analysis and comparison of the obtained results.

Keywords: individual heat point (IHP), schematic diagrams, mathematical model.

Fevralev Aleksey Andreevich, regional representative of RIDAN company (leading manufacturer of heat-exchange equipment), lecturer of Heat and Gas Supply and Ventilation Department, South Ural State University. Tel.: +79090904885.

Поступила в редакцию 12 марта 2013 г.