

Государственного списка историко-культурных ценностей Республики Беларусь. Историческая ценность храма не позволяет подключить к центральному отоплению. Стоимость оборудования вместе с пусконаладочными работами составила 13 860 бел. руб. (в ценах на 01.01.2019 г.). Эксплуатационные затраты в виде оплаты за электроэнергию снизились в четыре раза. Стоимость воздушных тепловых насосов ниже, так как нет необходимости в дорогом бурении, затратные земляные работы тоже проводить не надо. Однако эксплуатационные расходы в этом случае немного выше. А вот грунтовый и водяной насосы по эксплуатационным затратам более эффективны, а в качестве бонуса предоставляют еще и «пассивный» холод на летний период.

Эффективность применения тепловых насосов для целей отопления и горячего водоснабжения подтверждает опыт использования их ОАО «Завод Промбурвод для отопления и горячего водоснабжения одиночно стоящих жилых и производственных зданий и сооружений» в условиях Республики Беларусь, который может получить широкое распространение в сфере жилищно-коммунального хозяйства для повышения энергоэффективности и уровня комфорта индивидуальных и многоквартирных жилых домов.

Литература

1. Трубаев, П. А. Тепловые насосы [Текст]: Учеб. пособие / П. А. Трубаев, Б. М. Гришко, – Белгород: Изд-во БГТУ им. Шухова, 2009.– 142 с.
2. Эффективность эксплуатации теплового насоса собственного производства [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://promburvod.com/novosti.html>. – Дата доступа: 12.09.2019.
3. Введен в эксплуатацию тепловой насос на базе комплектации РО «Белагросервис» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://promburvod.com/novosti.html>. – Дата доступа: 12.09.2019.

УДК 697.331

Методика эффективной гидравлической наладки автоматизированных водяных систем тепло- и холодоснабжения

Покотилев В. В., Харитончик А. С.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Предложена новая методика гидравлической наладки систем, основанная на единой физической модели с применением характеристик сопротивления, как для трубопроводов, так и для клапанов. Впервые предложено при наладке оценивать клапаны по характеристике сопротивления вместо

пропускной способности, а авторитет клапана оценивать отношением характеристик сопротивления клапана и регулируемого участка вместо отношения сопротивлений. Методика позволяет создавать эффективные и простые в реализации методы наладки применительно к различным видам систем на основании анализа по отдельным узлам и веткам системы.

Методы гидравлической наладки эволюционировали с технологическим развитием систем тепло- и холодоснабжения и измерительной техники.

При наладке систем отопления «методом температурного перепада» контролировалась степень равномерности распределения температуры поверхности радиаторов, а также температурные перепады в отдельных узлах, ветках и в системе в целом [1, 2]. Измерения проводились по достижению стационарного теплового режима. На основании измерений вычислялось долевое и балансовое распределение теплоносителя, определялись требуемые изменения сопротивления на отдельных ветках, и устанавливались соответствующие дроссельные диафрагмы. «Метод температурного перепада» имеет множество субъективных факторов, низкую точность и, как правило, не применяется для автоматизированных систем с индивидуальным регулированием.

Для современных автоматизированных водяных систем (АВС) разработаны методы «предварительной настройки клапанов», «пропорциональный и компенсационный» [3,4], которые построены на применении измерительных компьютеров и балансовых клапанов (БК), встроенных в систему. Соответственно предварительно измеряются расходы теплоносителя G , кг/ч на отдельных ветках и участках, перепады давления на отдельных участках $\Delta P_{Уч}$, Па, на регулируемых участках (РУ) $\Delta P_{Р.У.}$, Па, на регулирующих органах (РО) $\Delta P_{Р.О.}$, Па, на теплообменниках и потребителях $\Delta P_{ПОТР}$, Па, на регуляторах и другом оборудовании $\Delta P_{ОБОР}$, Па. По результатам предварительных измерений вычисляются соотношения измеренных $G_{ИЗМ}$, кг/ч и проектных G , кг/ч значений расходов теплоносителя, а также условная пропускная способность клапана k_{VS} , м³/ч, авторитет клапана a_V (или модуль клапана n_V):

$$k_{VS} = \frac{G}{\sqrt{10 \cdot \Delta P_{Р.О.}}}; \quad a_V = \frac{\Delta P_{Р.О.}}{\Delta P_{Р.У.}}; \quad n_V = \frac{\Delta P_{ПОТР}}{\Delta P_{Р.О.}}; \quad n_V = \frac{1}{a_V} - 1. \quad (1)$$

Трое наладчиков выполняют наладочные работы, координируя по радиосвязи свои действия между собой с помощью БК и измерительных компьютеров по соответствующему плану наладки, составленному на основании предварительных результатов измерений. Заданные значения расходов по отдельным РУ достигаются последовательным повторением плана наладки при поддержании вручную постоянного заданного общего расхода в АВС.

Указанные методы имеют множество недостатков. Основным из них считаем использование различных физических моделей в пределах решения единой задачи. Полученные в итоге наладки результаты являются при этом функционально зависимыми величинами от изменяемых перепадов давлений. Подобная проблема с использованием разных физических моделей в пределах единой методики гидравлического расчета АВС была нами решена путем приведения к единой физической модели с применением характеристики сопротивления для трубопроводов и клапанов [5]. Указанные принципы использованы нами при разработке эффективной методики гидравлической наладки АВС.

Предлагаем оценивать клапаны по характеристике сопротивления S_{VS} вместо пропускной способности k_{VS} , а авторитет клапана a_V оценивать отношением характеристик сопротивления клапана и регулируемого участка вместо отношения сопротивлений:

$$S_{VS} = \frac{0,1}{(k_{VS})^2}; \quad a_V = \frac{S_{VS}}{S_{P.Y.}}; \quad n_V = \frac{S_{ПОТР}}{S_{VS}}, \quad (2)$$

где S_{VS} , $S_{P.Y.}$, $S_{ПОТР}$, – характеристика сопротивления соответственно клапана, регулируемого участка, потребителя, Па/(кг/ч)².

Характеристика сопротивления регулируемого участка $S_{P.Y.}$, потребителя $S_{ПОТР}$, узла $S_{УЗЛА}$ или ветки АВС вычисляется на основании результатов предварительных измерений соответствующих расхода $G_{ИЗМ}$, кг/ч и перепада давления $\Delta P_{ИЗМ}$, Па по выражению:

$$S_{ИЗМ} = \Delta P_{ИЗМ} / (G_{ИЗМ})^2. \quad (3)$$

При этом измерения $G_{ИЗМ}$ и $\Delta P_{ИЗМ}$ могут выполняться для отдельных веток, узлов и системы в целом при любом режиме эксплуатации АВС, в том числе при частичном отключении некоторых веток и узлов.

Целью предварительных измерений является получение характеристик сопротивления $S_{ИЗМ}$ для каждого элемента АВС. Измеренные значения $S_{ИЗМ}$ следует сравнить с соответствующими проектными значениями $S_{ПРОЕКТ}$ на соответствие сравниваемых значений (в случае выполнения проекта АВС по методике [5]). При соответствии сравниваемых значений испытания можно считать завершенными.

Если отсутствуют проектные значения $S_{ПРОЕКТ}$, то измеренные значения $S_{ИЗМ}$, являющиеся гидравлическими константами, используются для определения требуемых значений $\Delta P_{ТРЕБ}$, обеспечивающих проектные значения расходов теплоносителя G :

$$\Delta P_{ТРЕБ} = S_{ИЗМ} \cdot G^2. \quad (4)$$

Разработанная методика гидравлической наладки автоматизированных водяных систем позволяет создавать эффективные и простые в реализации методы наладки применительно к различным видам систем на основании предварительных измерений и анализа полученных результатов по

отдельным узлам и веткам системы. Рассмотрим вариант разработки метода наладки для двухтрубной системы отопления, показанной на рисунке.

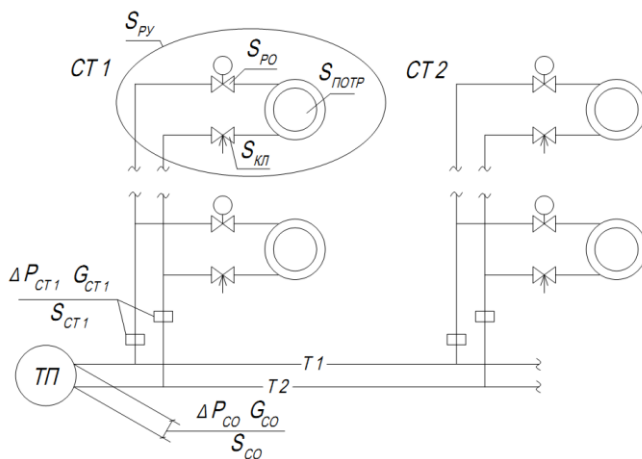


Рис. Схема двухтрубной системы отопления

Схема показана в упрощенном виде, не показаны запорные клапаны, дренажные краны и др. Характеристика сопротивления $S_{ру}$ определяется суммой $S_{р0}$, $S_{потр}$, $S_{кл}$, вычисленных по выражению (2). Характеристика сопротивления $S_{СТ1}$ вычисляется по правилам определения при параллельно-последовательном соединении узлов. В то же время $S_{СТ1}$ вычисляется по измеренным значениям $\Delta P_{СТ1}$ и $G_{СТ1}$ с помощью измерительного компьютера, присоединяемого к измерительным штуцерам измерительной диафрагмы стояка и запорного клапана стояка. На основании сравнения расчетных и измеренных значений $S_{СТ1}$ строится план наладки стояка. Таким образом, выполняются измерения и наладка по элементам системы отопления на требуемые значения характеристик сопротивления. После наладки отдельных элементов системы, узлов и стояков измеряются и рассчитываются значения $\Delta P_{со}$, $G_{со}$, $S_{со}$.

Все полученные результаты измерений и расчетов гидравлических констант S_i вносятся в паспорт системы. В паспорте следует указать подробный план проведения гидравлической наладки системы отопления.

Предлагаемая новая методика гидравлической наладки систем тепло- и холодоснабжения позволяет создавать эффективные и простые в реализации методы наладки применительно к различным видам систем на основании анализа результатов измерений и расчетов по отдельным узлам и веткам системы.

Литература

1. Белоусов, В. В. Пуск и наладка систем центрального отопления. [Текст] // В. В. Белоусов // М.: Госстройиздат. – 1953. – 224 с.
2. ТКП 458-2012(02230) Правила технической эксплуатации теплоустановок и тепловых сетей потребителей.
3. Пырков, В. В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. [Текст] / В. В. Пырков // К.: ДП «Такі справи». – 2010. – 304 с.
4. Р НОСТРОЙ 2.15.4-20011. Рекомендации по испытанию и наладке систем отопления, теплоснабжения и холодоснабжения. - М: 2012 – 108 с.
5. Китиков, В. О. Метод гидравлического расчета энергоэффективных систем тепло- и холодоснабжения зданий [Текст] / В. О. Китиков, В. В. Покотиллов // Энергоэффективность, департамент по энергоэффективности ГК по стандартизации РБ. – 2019. – № 11 (265). – С. 24–29.

УДК 620.92:662.6.

Современные пути получения синтетических углеводородов. Технология GTL

Эшмухамедов М. А., Кавкатбеков М. М, Абдувалиев А. А,
Рахматов А. А, Понамарёва Т. В.
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова
Ташкент, Республика Узбекистан

В работе рассмотрены основы получения синтез-газа. Приведены основные аспекты, примеры промышленного применения, перспективы развития технологии GTL. Произведен частичный обзор строящихся и проектируемых в Узбекистане заводов по переработке природного газа по технологии GTL.

Промышленное производство синтетического углеводородного топлива по Фишеру и Тропшу было реализовано в Германии перед Второй мировой войной, а затем возобновлено около 40 лет назад в Южно-Африканской Республике. Реакция Фишера-Тропша – это гетерогенный каталитический процесс, в ходе которого из смеси CO и H₂ (так называемый синтез-газ, который в то время предполагалось получать газификацией угля) образуется смесь жидких углеводородов [1].

Этот синтез осуществляется при давлении 10–15 МПа и температуре 360–420 °С в присутствии железного катализатора, промотированного КОН. В присутствии же кобальта при давлении 3 МПа и температуре 200 °С преимущественно образуются углеводороды. Различные пути получения жидких синтетических топлив из углеродного сырья получили название по виду сырья: из природного газа (Gas to Liquids – GTL), из угля (Coal to