

Автоматизированная система Dekart SCADA “Lovati”, подсистема технологического учета тепла

Аннотация — Всё большую популярность в частном секторе приобретают системы отопления, использующие в своём составе альтернативные источники энергии. В виду дороговизны специализированных приборов учёта их установка в системах такого типа не всегда представляется возможной. В статье рассматривается подсистема технологического учета тепла автоматизированной системы контроля и управления Dekart SCADA Lovati. Предлагаемое решение позволяет получать достоверные данные о произведённой тепловой энергии при минимальном наборе измерительных средств, а также позволяет изменять настройки теплосчетчика при изменении состава устройств в ходе эксплуатации системы отопления.

Ключевые слова — альтернативные источники энергии, солнечная система, тепловая энергия, тепловычислитель, Lovati, SCADA.

Владимир НЕЗНАНОВ*, Анна ФЛОРЯ

Dekart-ATM SRL, Кишинев, Молдова

nvn@dekart.com

Александр РОМАНЕНКО, Ион БАЛМУШ

Технический Университет Молдовы

I. ВВЕДЕНИЕ

Важной отраслью энергоснабжения является теплоснабжение. Системы центрального отопления обладают сложной разветвлённой структурой, и учет произведенной/переданной в сеть энергии является важным аспектом процесса теплоснабжения.

Коммерческий учет тепловой энергии производится на разных уровнях систем теплоснабжения. В зависимости от сложности и назначения узла теплосети варьируются технические возможности приборов учета. Тем не менее, можно выделить ряд черт, свойственных всем устройствам. Приборы учета являются интеллектуальными устройствами, выполненными на базе микропроцессоров, позволяют вести журналы событий и архивы по измеряемым и вычисляемым параметрам, а также предоставляют цифровой интерфейс для считывания мгновенных и архивных данных из памяти прибора. В качестве протокола передачи данных используются как стандартизированные открытые протоколы передачи данных, так и закрытые протоколы, разработанные производителем. Уровень сложности устройства, набор функций, качество комплектующих и возможность технической поддержки со стороны производителя вносят свой вклад в формирование стоимости прибора учета. С другой стороны, коммерческий учет требует высокой точности и в этом случае цена себя оправдывает.

Помимо задачи коммерческого учета, можно выделить задачу технологического учета. Целью такого учета является получение данных о произведённой/потреблённой тепловой энергии для внутреннего использования (получение общей картины о протекании технологического процесса или анализ эффективности работы различных составляющих в комбинированных системах теплоснабжения и ГВС). В контексте технологического учета использование приборов, предназначенных для осуществления коммерческого, учета приводит к неоправданным расходам. Компанией Dekart-ATM была разработана система технологического учета тепла на базе SCADA-системы Lovati [1], которая представляет собой программный модуль системы. Виртуальный прибор учёта, может быть опционально включен в систему диспетчеризации и позволяет получать данные по произведённой/потреблённой тепловой энергии и просматривать их посредством стандартных средств визуализации и формирования отчетов системы Lovati.

II. МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА

В силу разнообразия систем теплоснабжения, для которых возникала необходимость технологического учета тепловой энергии, в качестве базовой формулы для расчета тепловой энергии была выбрана формула:

$$Q_i = Q_{i-1} + (T_{\Delta i} + T_{\Delta(i-1)})V_{\Delta t} \cdot c \quad (1), \text{ где}$$

$T_{\Delta i}$ – разность температур теплоносителя на выходе и входе котла или солнечного коллектора в момент времени t_i ,

$T_{\Delta(i-1)}$ - разность температур теплоносителя $t_{(i-1)}$,

$V_{\Delta t}$ - объем теплоносителя перекачанного через отопительный контур за интервал времени Δt ,

c - удельная теплоёмкость теплоносителя.

$i = [1, 2, \dots, \infty]$, для $i = 1$ принимаем, что $Q_{i-1} = 0$.

В минимальной конфигурации, объём теплоносителя можно вычислять, основываясь на технических характеристиках оборудования установленного в контуре теплоснабжения, а именно использовать данные о производительности насоса. Тогда получим:

$$V_{\Delta t} = K_p \cdot (t_i - t_{i-1}) \quad (2), \text{ где}$$

K_p - производительность насоса в литках в единицу времени,

t_i и t_{i-1} - конец и начало временного интервала, соответственно.

Собрав все воедино, получим выражение для тепловой энергии:

$$Q_i = Q_{i-1} + c \cdot K_p \cdot (T_{\Delta i} + T_{\Delta(i-1)})(t_i - t_{i-1}) \quad (3)$$

Обозначив $c \cdot K_p$ как $\frac{k}{2}$, а $T_{\Delta i}$ за $f(t) = T_{\text{вых}t} - T_{\text{вх}t}$ получим выражение:

$$Q_i = Q_{i-1} + \frac{k}{2} \cdot (f_i + f_{i-1})(t_i - t_{i-1}) \quad (4),$$

которое можно свернуть в интеграл:

$$Q = \int (2K_p \cdot c \cdot f(t)) dt \quad (5)$$

Выражение (5) легло в основу расчета произведённого тепла в подсистеме учёта тепла системы Dekart SCADA Lovat.

III. РЕАЛИЗАЦИЯ

В ходе развития системы Dekart SCADA Lovatⁱ в направлении мониторинга систем энергоснабжения с использованием альтернативных источников энергии специалистами компании был разработан механизм создания алгоритмов управления на основе универсальных функциональных блоков.

Изначально разработанная методика использовалась преимущественно для реализации алгоритмов управления системами теплоснабжения. Позже она была признана удобным средством для реализации виртуального прибора технологического учета тепловой энергии.

Функциональный блок представляет собой программный модуль, для которого определен набор входных и выходных сигналов и ряд настроек. Библиотека блоков постоянно пополняется.

Удобство метода состоит в том, что позволяет максимально просто вносить изменения в конфигурацию вычислителя при замене узлов системы или появлении дополнительных измерительных устройств в системе. Так, объём теплоносителя поступающего в систему можно определять на основе показаний расходомеров, либо вычислять на основе паспортных данных насосов, установленных в системе и информации о их состоянии (включен/выключен), если на объекте не установлены расходомеры, либо их показания не передаются системе сбора данных.

Настройку тепловычислителя можно разделить на несколько этапов:

- Определение измеряемых параметров контура теплоснабжения, доступных в системе сбора данных.
- Выбор схемы виртуального прибора учета, соответствующей конфигурации системы.
- Настройка параметров тепловычислителя.

Настройка параметров тепловычислителя сводится к настройке параметров функциональных блоков и производится посредством традиционных средств конфигурации системы Dekart SCADA Lovatⁱ при помощи веб-интерфейса (см. Рис 1).

Настройки алгоритма	
Экземпляр алгоритма: Интегрирование $S(kf(t)+b)dt$	
Название	Экземпляр алгоритма
Входные/выходные параметры	
Вход (f)	008ain
Начальное значение на выходе (S0)	008ais0
Выход	008aiOUTi
Настроечные параметры	
Коэффициент k (-1e+30 .. 1e+30)	1.00
Коэффициент b (-1e+30 .. 1e+30)	0.00
Период интегрирования dt (x 1/10 сек.) (-1e+30 .. 1e+30)	10.00
Вкл./выкл. алгоритм	<input type="checkbox"/>
Удаление	<input type="button" value="Удалить"/>
Сохранение	<input type="button" value="Сохранить"/>

Рисунок 1. – Интерфейс настройки параметров функционального блока.

Функциональная схема виртуального теплосчетчика приведена на рис. 2. Теплосчетчик состоит из трёх блоков: двух блоков выполняющих арифметические операции и интегратора.

Основным блоком в схеме тепловычислителя является интегратор. Блок реализует интегрирование некоторой функции $f(t)$.

$$\int (k \cdot f(t) + b) dt \quad (4)$$

В качестве входных параметров передается начальное значение интеграла и значение функции в текущий момент времени. В выходной параметр записывается вычисленное значение.

Коэффициенты b , k и период интегрирования dt задаются настройками блока.

Входные и выходные параметры блока:

- In - Входной параметр [аналоговый вход]. Значение функции $f(t)$ в момент времени t_i . Согласно схеме на рис. 2 на вход подается разность температур на выходе и входе коллектора. Это значение умножается на параметр хранящий состояние насоса (1-насос включен / 0 – насос выключен), чтобы избежать вычислений в момент, когда солнечная составляющая системы отопления не активна.
- $S0$ - Входной параметр [аналоговый вход]. Начальное значение. Читается один раз, при запуске алгоритма. Принимается за ноль при первом пуске счетчика и содержит последние показания прибора при перезапуске системы.
- Out - Выходной параметр [аналоговый выход]. Количество тепловой энергии, выработанное солнечной системой.

Настройки блока:

- $Kcoef$ - Коэффициент k . Допустимые значения $-1e+30..1e+30$. Коэффициент k вычисляется как произведение производительности насоса на удельную теплоёмкость теплоносителя в отопительном контуре.
- $Vcoef$ - Коэффициент b . Допустимые значения $-1e+30..1e+30$. В виртуальном тепловом счетчике принимается нулевым.
- dt - Период интегрирования dt (x 1/10 сек.) Допустимые значения $-1e+30..1e+30$. Является индивидуальной настройкой для каждой системы.

В качестве параметров теплосчетчик получает в качестве параметров значение температур теплоносителя на входе и выходе контура теплоснабжения. Объем теплоносителя определяется на основе данных о насосах.

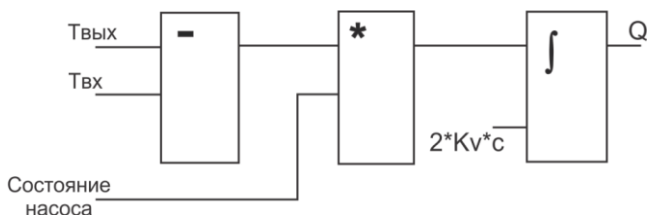


Рисунок 2. – Функциональная схема виртуального теплосчетчика.

Первый блок предназначен для вычисления функции $f(t)$. Второй блок в качестве одного из множителей передаёт состояние насоса, перекачивающего теплоноситель в контуре. В случае, когда насос выключен, учет потребляемой энергии не ведётся.

Данный тепловычислитель был применен в ряде систем для измерения тепловой энергии произведенной солнечным контуром системы отопления и ГВС. Фрагмент мнемосхемы одного из объектов изображен на рисунке 3.

Фрагмент мнемосхемы включает в себя часть солнечного контура системы, показания датчика температуры воздуха на улице и показания виртуального прибора учета произведённого тепла. Температуры на входе и выходе солнечного коллектора обозначены как T2 и T1, соответственно. Насос солнечного контура обозначен на схеме как P1, а параметр T8 – температура воздуха на улице.

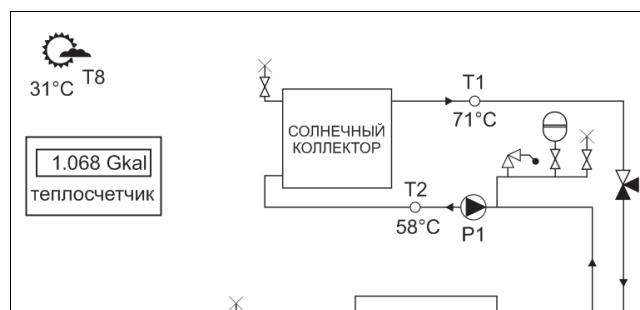


Рисунок 3. – Фрагмент мнемосхемы системы отопления и ГВС.

Рассчитанное значение тепла, произведённого тем или иным контуром системы отопления и ГВС отображается на схеме системы, как и прочие параметры системы сбора данных.

Как и для любого другого параметра системы сбора, для него доступна возможность просмотра графиков системы, а также ведение архивов.

Таким образом, реализованная система технологического учета тепла по своей функциональности не уступает прибором коммерческого учета тепловой энергии.

При наличии нескольких источников тепла в системе можно задавать отдельные теплосчетчики для каждого контура, а затем суммировать их показания. При этом показания по каждому контуру остаются доступны для просмотра.

IV. ВЫВОДЫ

Наибольший интерес разработанная система учета тепловой энергии представляет в системах теплоснабжения и ГВС с использованием альтернативных источников энергии. Поскольку применение альтернативных источников энергии, как правило, обусловлено желанием сократить затраты на энергообеспечение, предложенный подход является оптимальным решением, позволяющим получить дополнительную информацию о работе системы без установки для этого дорогостоящего оборудования. В виду того, что решается задача технологического, а не коммерческого учета, требования к характеристикам измерительных приборов также позволяют прибегнуть к использованию приборов другой ценовой категории, нежели при коммерческом учете. При этом архитектура системы допускает замену и изменение состава измерительных средств.

Использование функциональных блоков при построении тепловычислителя позволяет быстро и просто корректировать алгоритм его работы, в случае изменения состава измерительных устройств.

Модульный подход к построению виртуальных приборов учета позволяет быстро и при минимуме затрат включать в систему дополнительные приборы учета. При этом пользователю доступны все преимущества системы настройки, визуализации и ведения архивов системы сбора данных Dekart SCADA Lovati.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] лиКАД, 3-4/2003 WEB и SCADA Угроза или приглашение к сотрудничеству? Незнанов В.Н., Dekart SRL, г. Кишинев.