

Автоматизированная система управления параметрами теплоносителя с удаленным доступом

И.М. Сафаров, Д.И. Хаматханов, А.А. Калимуллин

Казанский государственный энергетический университет

Аннотация: Использование современных инновационных систем контроля теплоснабжением в системе ЖКХ является задачей сегодняшнего дня. В рамках программы энергосберегающих технологий предлагается автоматизированная система контроля и управления параметрами теплоносителя в ЖКХ. В основе предлагаемой системы лежат промышленные контроллеры имеющие интерфейсы Ethernet 100 Base-T, RS-232 и RS-485 и программное обеспечение, созданное в свободно распространяемой версии пакета CoDeSys фирмы Овен.

Ключевые слова: запорно-регулирующий клапан, запорно-регулирующая арматура, CoDeSys, пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор, трубопроводная арматура.

Использование современных систем контроля теплоснабжением в системе ЖКХ является актуальной задачей. В данной статье предлагается автоматизированная система контроля и управления параметрами теплоносителя в ЖКХ. В основе предлагаемой концепции лежат промышленные контроллеры, имеющие интерфейсы Ethernet 100 Base-T, RS-232 и RS-485, а так же программное обеспечение, разработанное в среде CoDeSys (использована бесплатная, свободно распространяемая версия пакета) фирмы «Овен».

Применение систем автоматического управления в различных отраслях народного хозяйства позволяет решать все более сложные производственные задачи. В частности, это актуально и для систем автоматического поддержания температуры горячего водоснабжения, обратной воды в системах приточной вентиляции, систем отопления для поддержания температурного графика, систем отопления для погодозависимого регулирования теплоносителя в центральных или блочных тепловых пунктах.

Для каждой из этих систем существует множество частных решений, позволяющих изменять значения транспортируемой рабочей среды [1]. Одной из таких распространенных систем являются аналоговые системы автоматического управления запорно-регулирующим клапаном (КЗР).

В таких системах исполнительный механизм управляется аналоговыми сигналами блока управления. Коэффициенты регулирования исполнительного механизма могут зависеть от производителя исполнительного механизма, от встроенного в клапан датчика положения или внешнего датчика контролируемой величины [2]. Это делает систему неразделимой и приводит к индивидуализации системы. Кроме того, не все подобные системы имеют возможность интеграции дистанционного управления и требуют использования множества преобразующих блоков на разных участках цепи, что усложняет структуру системы.

Однако современные методы автоматического управления позволяют решить задачу с помощью универсальных методов, что дает возможность существенно упростить систему. Одним из решений данной задачи является использование пропорционально-интегрально-дифференцирующего регулятора (далее ПИД-регулятор) для управления КЗР с электроприводом и дискретным управлением (рис. 1) [3].

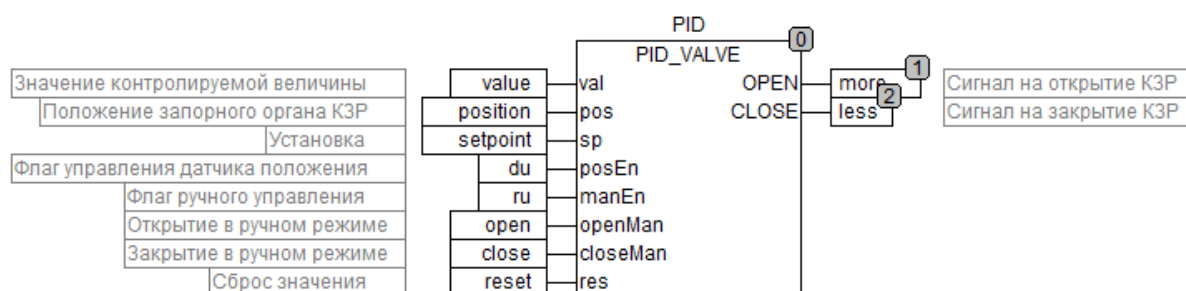


Рис. 1. – ПИД-регулятор для управления КЗР

Актуальность данного решения заключается в том, что система универсальна и позволяет удаленно контролировать и изменять значение установки контролируемой величины (температура, перепад, давление и

т.п.), а так же при наладке ПИД-регулятора, дистанционно изменять его коэффициенты. Есть возможность интегрировать систему в уже существующие устаревшие КЗР без датчиков положения штока, изменив программу или добавив в старую систему новый программируемый логический контроллер с данным решением, что значительно экономит время и ресурсы на переустановку системы. Быстрое и качественное регулирование процесса за счет ПИД-блока так же является достоинством данного решения [4].

Функциональный блок (далее ФБ) PID_VALVE состоит из пяти блоков библиотек «ОВЕН» (рис. 2): PID и LIN_TRAFO из библиотеки Util.lib [5, стр.351]; VALVE_REG, VALVE_REG_NO_POS и DIG_FLTR с проприетарным кодом из внутренней библиотеки PID_regulators.lib [5, стр.356].

Процесс регулирования выполняется с помощью ФБ PID. Блок LIN_TRAFO предназначен для линейного преобразования значения (-100..100) выхода Y блока PID в значение, приемлемое (0..100) для входа IN_VAL блоков VALVE_REG и VALVE_REG_NO_POS. Блоки управления КЗР с датчиком положения штока VALVE_REG, где ПИД-регулятор использует информацию о положении штока клапана, и без датчика управления штока VALVE_REG_NO_POS, где вместо значения положения датчика используется информация о времени полного хода штока клапана [6]. DIG_FLTR – цифровой фильтр для аналоговых значений контролируемой величины. Логика переключения режимов обеспечиваются блоками SEL2 (рис. 3).

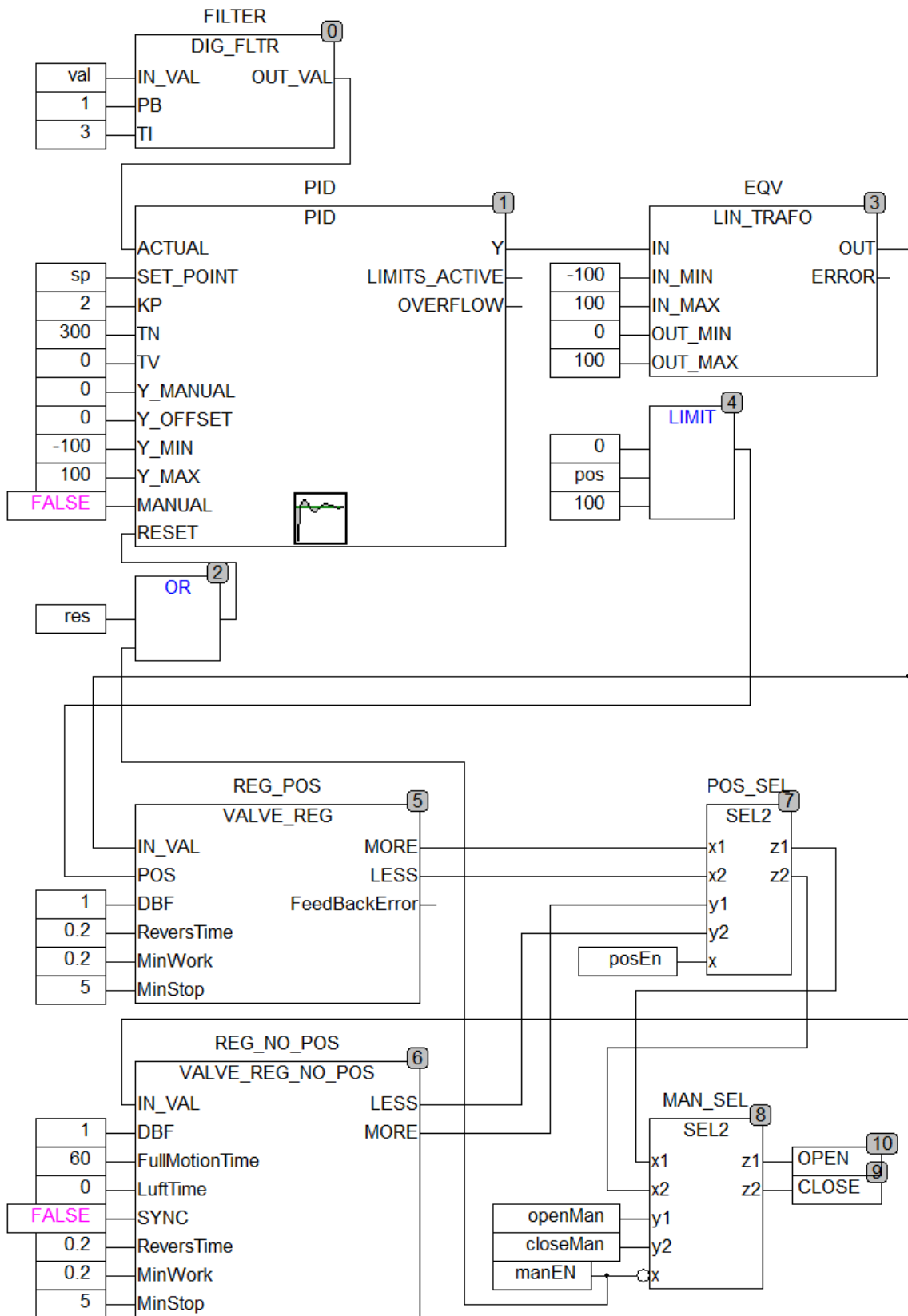


Рис. 2. – Структура функционального блока PID_VALVE в редакторе CFC

```
0001 FUNCTION_BLOCK SEL2
0002 VAR_INPUT
0003   x1, x2, y1, y2, x : BOOL;
0004 END_VAR
0005 VAR_OUTPUT
0006   z1, z2 : BOOL;
0007 END_VAR
0008 VAR
0009 END_VAR
```

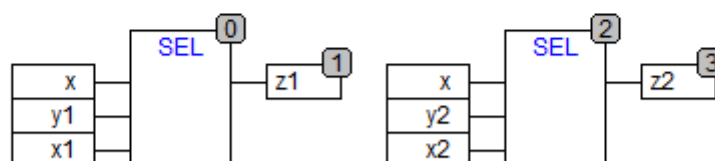


Рис. 3. – Листинг функционального блока SEL2 и его структура в редакторе CFC

На рис. 4 проиллюстрированы следующие переменные: val – текущее значение (температуры, давления, перепада и т.д.); sp – устанавливаемая величина (задается в единицах измерения контролируемой величины); pos – положение запорного органа КЗР (степень открытия [0..100%]) (резистивный датчик положения можно подключить ко входу модуля MBA8, где после подключения необходимо выполнить юстировку входа [7, ст.89]); res – сброс значения интегральной составляющей ПИД-регулятора; posEn – флаг управления от датчика положения (состояние TRUE переключает выходы OPEN и CLOSE на блок VALVE_REG_POS и FALSE – на блок VALVE_REG_NO_POS); OPEN/CLOSE – дискретные сигналы для открытия/закрытия КЗР; manEn – флаг ручного управления открытием/закрытием клапана. В режиме ручного управления при значении FALSE – внешние сигналы игнорируются и выходы завязаны на блоки VALVE_REG, при TRUE – ПИД-регулятор отключается и сбрасывается, а

управление регулирующим клапаном осуществляется внешними сигналами: openMan – открытие в ручном режиме; closeMan – закрытие в ручном режиме.

```
0001 FUNCTION_BLOCK PID_VALVE
0002 VAR_INPUT
0003   val, pos, sp           :REAL;
0004   posEn, manEn, openMan, closeMan, res :BOOL;
0005 END_VAR
0006 VAR_OUTPUT
0007   OPEN, CLOSE          :BOOL;
0008 END_VAR
0009 VAR
0010   PID           :PID;
0011   REG_POS       :VALVE_REG;
0012   REG_NO_POS   :VALVE_REG_NO_POS;
0013   RESET_TP     :TP;
0014   FILTER       :DIG_FLTR;
0015   EQV          :LIN_TRAFO;
0016   POS_SEL     :SEL2;
0017 END_VAR
0018
```

Рис. 4. – Используемые переменные и их типы

Смоделирован процесс регулирования горячего водоснабжения (далее ГВС) центрального теплового пункта, куда на вход val поступают входные значения, снятые с датчика температуры циркулирующей цепи (рис. 5). Коэффициент пропорциональности, постоянная интегрирования и постоянная дифференцирования PID блока индивидуальны и подбираются эмпирическим путем [8]. Устанавливаемая величина составляет 63 С°. Значения и коэффициенты были заимствованы из реальной функционирующей системы и использованы в качестве исходных данных.

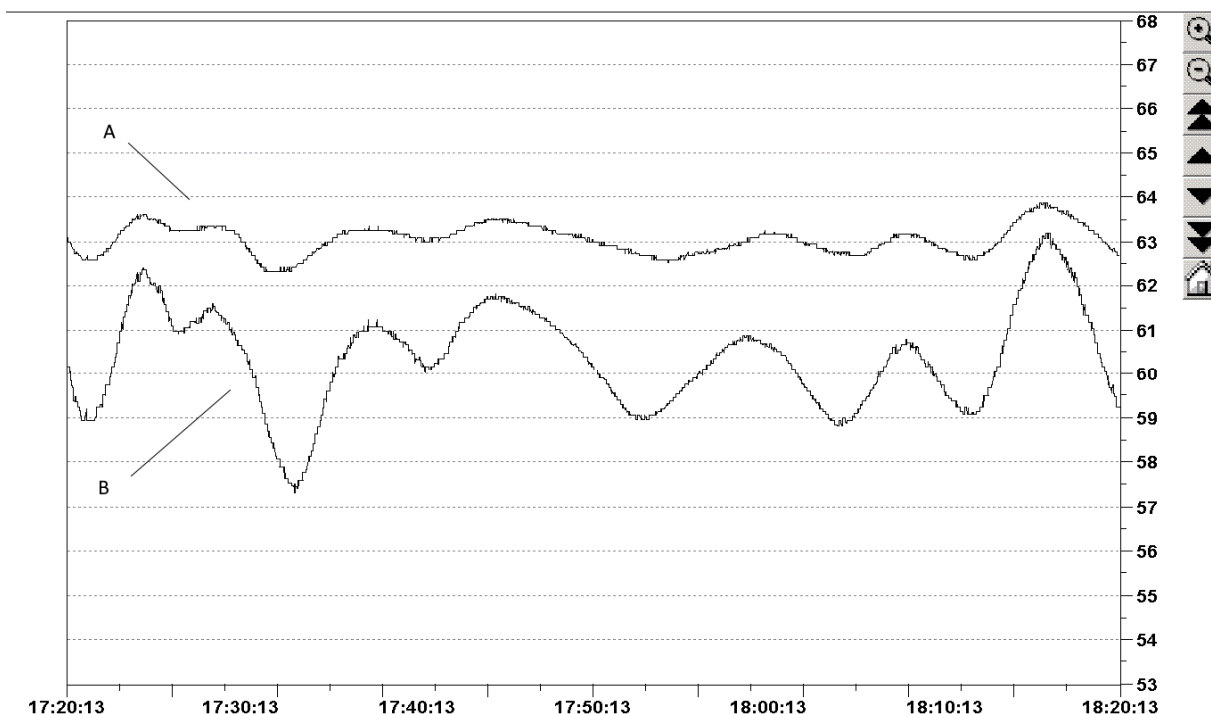


Рис. 5. – Пример поддержания температуры в среде CoDeSys 2.4
(дискретность отсчета $d=200$ мс)

А – значения, снятые с датчика температуры ГВС. В – входные значения, снятые с датчика температуры циркулирующей цепи

Таблица № 1

Примерные расходы на модернизацию системы

КЗР не меняется			КЗР заменяется		
Требуемые ресурсы	Кол-во раб. ед. (ч.)	Оплата раб. вр. (руб.)	Требуемые ресурсы	Кол-во раб. ед. (ч.)	Оплата раб. вр. (руб.)
Инженер	3	600	Инженер	3	600
			Слесарь	6	1 200
			КЗР		20 000
			Логистика	3	600
			Бухгалтерия	3	600
Итого					
		600			23 000

Расчет оплаты труда персонала, участвующего в проведении модернизации, производился по формуле:

$$\frac{C_{ЗП}}{C_{РЧМ}} K_{СН} K_{ДЗ}$$

где $C_{ЗП}$ – средняя заработная плата в республике Татарстан (31 500 руб.); $C_{РЧМ}$ – среднее число рабочих часов в одном месяце; $K_{СН}$ – коэффициент отчислений на социальные нужды; $K_{ДЗ}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату.

Таким образом, внедрение предложенной системы позволяет значительно сократить персонал на обслуживание одного объекта (см. табл.1). Кроме того, существенно повышается оперативность контроля, время доступа к данным составляет не более 3 минут.

Литература

1. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. М.: Физматлит, 2007. 604 с.
2. Гуревич Д. Ф. Трубопроводная арматура. Справочное пособие. 2-е изд. Л.: Машиностроение, 1981. 368 с.
3. Абрамов К. В. Методика определения коэффициентов ПИД-контроллера при моделировании автоматизированных систем управления ректификационной колонной с применением пакета ChemCAD // Инженерный вестник Дона, 2011, №2 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2011/444.
4. Трубопроводная арматура с автоматическим управлением / Гуревич Д. Ф., Заринский О. Н., Косых С. И.; под ред. Косых С. И. Ленинград: Машиностроение, 1982. 320 с.
5. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3. Смоленск: ПК Пролог, 2006. 453 с.

6. Капустин Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для вузов / Под ред. Н. М. Капустина. М.: Высшая школа, 2004. 415 с.

7. МВА8 Модуль ввода аналоговый измерительный: Руководство по эксплуатации. М.: АТЛАС-ПРЕСС, 2008. 90 с.

8. Вадутов О. Настройка типовых регуляторов по методу Циглера-Никольса. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Томск. 2014. 10 с.

9. Софиева Ю.Н., Абрамов К.В. Применение пакета моделирующих программ ChemCAD в учебно- тренировочных комплексах для изучения систем автоматизации ректификационных установок // Инженерный вестник Дона, 2012, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/619.

10. Матвеева Л. Л. Информационные технологии в менеджменте. М., 2010. 187 с.

11. McGraw-Hill, Sybil P. Parker Dictionary of Scientific and Technical Terms. 6th Edition. New York: Merck, 2002. 2380 p.

12. Grigoryuk E.N., Bulkin V.V. Problems of Automation and Management Principles. Information Flow in Manufacturing // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017, Volume 221, conference 1. URL: doi.org/10.1088/1755-1315/221/1/012006.

References

1. Novikov D. A. Teoriya upravleniya organizatsionnymi sistemami [Theory of management of organizational systems]. vol 2. М.: Fizmatlit, 2007. p 604.

2. Gurevich D. F. Truboprovodnaya armatura. Spravochnoe posobie [Pipeline fittings. Reference Manual]. vol 2. L.: Mashinostroenie, 1981. p 368.

3. Abramov K.B. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2011, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2011/444.

4. Truboprovodnaya armature s avtomaticheskim upravleniem [Pipeline fittings with automatic control]. Gurevich D. F., Zarinskiy O. N., Kosykh S. I., pod red. Kosykh S. I. Leningrad: Mashinostroenie, 1982. p. 320.

5. Rukovodstvo polzovatelya po programmirovaniyu PLK v CoDeSys 2.3 [User's Guide to PLC Programming in CoDeSys 2.3]. Smolensk: PK Prolog, 2006. p. 453.

6. Kapustin N.M. Avtomatizatsiya proizvodstvennykh protsessov v mashinostroenii [Automation of production processes in machine building]: Proc. for universities. Ed. N. M. Kapustin. Moscow: Higher School, 2004. 415 p.

7. MBA8 Modul' vvoda analogoviy izmeritelnyy: Rukovodstvo po ekspluatatsii [MBA8 Input module analog measuring: Instruction manual]. M.: Atlas-Press, 2008.p. 90.

8. Vadutov O. Nastroyka tipovykh regulyatorov po metodu Tsiglera-Nikolsa. Metodicheskiye ukazaniya k vypolneniyu laboratornoy raboty [Adjustment of typical regulators by the Ziegler-Nichols method. Methodical instructions for performing laboratory work]. Tomsk. 2014. 10 p.

9. Sofieva Iu.N., Abramov K.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/619.

10. Matveeva L. L. Informatsionnye tehnologii v menedjmente [Information technologies in management]. M., 2010.p. 187.

11. McGraw-Hill, Sybil P. Parker Dictionary of Scientific and Technical Terms. 6th Edition. New York: Merck, 2002. p.2380.

12. Grigoryuk E.N., Bulkin V.V. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017, Volume 221, conference 1 URL: doi.org/10.1088/1755-1315/221/1/012006.