

УДК 004.052

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ПОДМЕШИВАЮЩЕГО НАСОСА ОТОПИТЕЛЬНОГО КОТЛАПрахов Иван Викторович
канд. техн. наук, доцентШувалов Константин Анатольевич
студент 2-го курса
Филиал «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате, 453250, Россия, Республика Башкортостан

Регулирование температуры на выходе котла происходит изменением расхода конденсата на смеситель с помощью клапана. Готовые регуляторы для управления клапанами компании «ОВЕН» не подходят для поставленной задачи, так как нужно обеспечить возможность удаленного изменения задания, а при наладке и коэффициентов ПИД – регулятора. Произведен расчет и сравнение качества регулирования различных вариантов управления производительностью подмешивающего насоса. Первый вариант – изменение производительности подмешивающего насоса по температуре управлением клапаном, установленным на выкиде насоса. Второй вариант - изменение производительности подмешивающего насоса по температуре изменением частоты вращения насоса с помощью частотного преобразователя. Разработаны программы регулятора при использовании клапана и частотно – регулируемого привода. Получены переходные процессы в объекте регулирования, полученные при использовании клапана и ЧРП. Переходный процесс при регулировании с клапаном лучше по сравнению с регулированием с ЧРП по следующим показателям: время регулирования меньше на 20 секунд;- перерегулирование меньше на 7%

Ключевые слова: ПРОГРАММИРОВАНИЕ, СРЕДА CODESYS, ПИД - РЕГУЛЯТОР, ЧАСТОТНО – РЕГУЛИРУЕМЫЙ ПРИВОД, КЛАПАН

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-179-018>

UDC 004.052

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE QUALITY OF REGULATION OF VARIOUS OPTIONS FOR CONTROLLING THE PERFORMANCE OF THE MIXING PUMP OF THE HEATING BOILERPrakhov Ivan Viktorovich
Candidate of Technical Sciences, Associate ProfessorShuvalov Konstantin Anatolyevich
2nd year student
Branch of "Ufa state petroleum technological University" in the city of Salavat, 453250, Russia, Bashkortostan Republic

The temperature control at the boiler outlet occurs by changing the condensate flow to the mixer using a valve. Ready-made regulators for controlling the valves of the OVEN company are not suitable for the task, since it is necessary to provide the possibility of remotely changing the task, and when setting up the coefficients of the PID controller. The calculation and comparison of the quality of regulation of various options for controlling the performance of the mixing pump. The first option is to change the performance of the mixing pump by temperature by controlling the valve installed on the pump outlet. The second option is to change the performance of the mixing pump by temperature by changing the pump speed using a frequency converter. Controller programs have been developed when using a valve and a frequency-controlled drive. Transient processes in the control object obtained by using the valve and the PSC are obtained. The transient process when regulating with a valve is better in comparison with the regulation with a PSC according to the following indicators: the adjustment time is less by 20 seconds;- overshoot is less by 7%

Keywords: PROGRAMMING, CODESYS ENVIRONMENT, PID CONTROLLER, VARIABLE FREQUENCY DRIVE, VALVE

Котельная установки подготовки нефти предназначена для получения горячей воды номинальной температурой 150 °С, используемой в системе отопления, вентиляции и горячего водоснабжения зданий промышленного и бытового назначения, а также для технологических целей.

Теплоносителями котельной являются высокотемпературная вода 150 – 70 °С с постоянной и переменной температурой на выходе из котельной и перегретый пар давлением 2,3 МПа и температурой 270 °С.

Система теплоснабжения производственной котельной закрытая, т.е. теплофикационная вода находится в замкнутом цикле. Постоянно в теплосети находится 20-25 тыс. м³ воды. Водоподготовка проходит несколько стадий: осветление с коагуляцией и известкованием, и Натрационирование, после чего вода поступает в теплосеть.

Объект зарегистрирован как опасный производственный объект в Государственном реестре опасных производственных объектов, регистрационный номер А41-03796. Используемый водогрейный котел КВГМ-100 представляет собой довольно сложный технологический агрегат [1].

В данной работе произвели расчет и сравнение качества регулирования различных вариантов управления производительностью подмешивающего насоса.

Первый вариант – изменение производительности подмешивающего насоса по температуре управлением клапаном, установленным на выкиде насоса.

Второй вариант - изменение производительности подмешивающего насоса по температуре изменением частоты вращения насоса с помощью частотного преобразователя.

Для идентификации объекта управления на вход системы подали ступенчатое воздействие в виде 3 % открытия клапана расхода. С учетом

запаздывания передаточная функция объекта, внешнего контура регулирования, выглядит следующим образом:

$$W(p) = \frac{2,77}{87,31 \cdot p + 1} e^{-11p}.$$

Приготовление горячей воды происходит в трубчатых теплообменниках котла. Регулирование температуры при этом происходит посредством изменения расхода конденсата на смеситель с помощью клапана. Готовые регуляторы для управления клапанами компании «ОВЕН» не подходят для поставленной задачи, так как нужно обеспечить возможность удаленного изменения задания, а при наладке и коэффициентов ПИД – регулятора [2].

Выбраны блок PID из библиотеки Util.lib и блоке для управления клапаном с датчиком положения VALVE_REG из овенской библиотеки PID_regulators.lib [5].

Помимо этого применяются блоки DIG_FLTR для цифровой фильтрации значений контролируемой величины (температуры в нашем случае) и LIN_TRAFO для линейного преобразования значения (0...100) выхода Y блока PID в значение, приемлемое (0...100) для входа IN_VAL блока VALVE_REG [4].

Схема регулятора в среде CODESYS V2.3 приведена на рисунке 1.

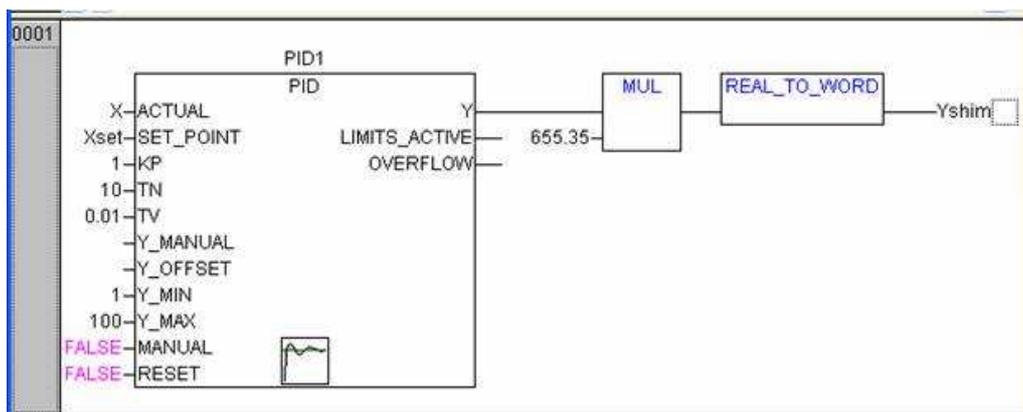


Рисунок 1 – Схема регулятора в среде CODESYS V2.3

FBD - схема регулятора с дополнительным блоком в среде CODESYS V2.3 приведена на рисунке 2.

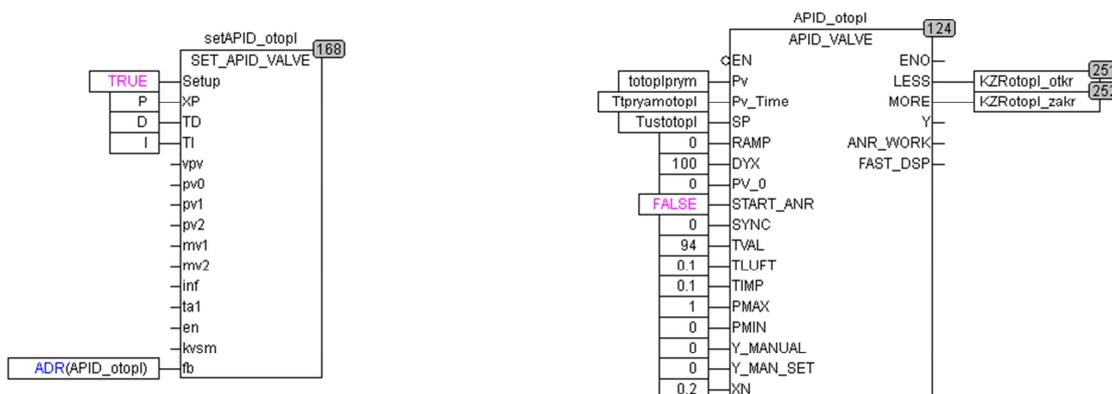


Рисунок 2 – FBD - схема регулятора со вспомогательным блоком

Программа регулятора со вспомогательным блоком приведена на рисунке 3 [3].

```

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_IP     :TP;
0014     FILTER       :DIG_FLTR;
0015     EQV          :LIN_TRAFO;
0016     POS_SEL      :SEL2;
0017 END_VAR
0018
0019

```

Рисунок 3 – Программа регулятора со вспомогательным блоком

Переходный процесс в объекте регулирования, полученный при использовании клапана показан на рисунке 4.

Программа регулятора для ЧРП приведена на рисунке 5.

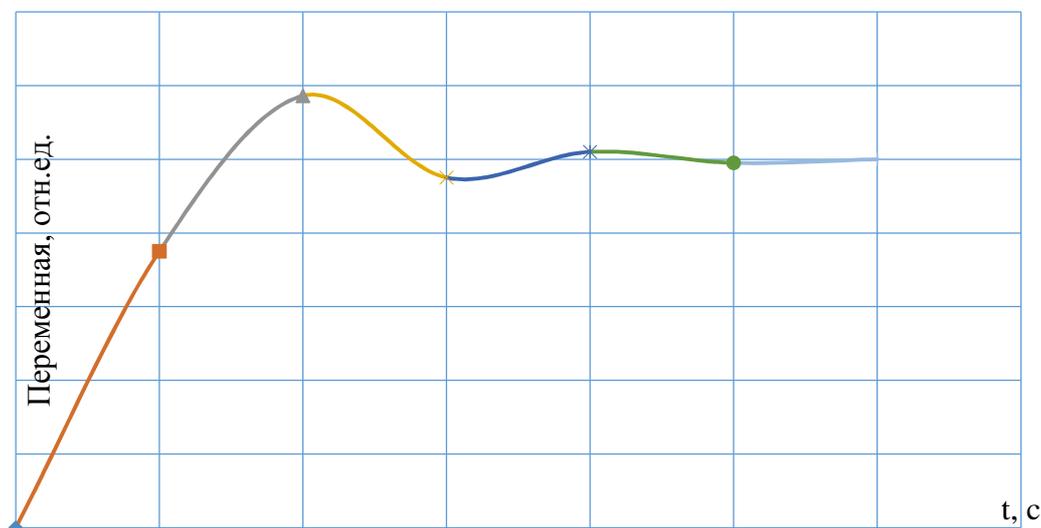


Рисунок 4 – Переходный процесс в объекте регулирования, полученный при использовании клапана

```

FUNCTION_BLOCK PID_INVERTER
VAR_INPUT
  Value      :REAL;
  SetPoint   :REAL;
  P          :REAL := 2;
  I          :INT  := 10;
  D          :INT  := 0;
  MinFreq    :REAL := 10;
  MaxFreq    :REAL := 50;
  LowFreq    :REAL := 12;
  LowTime    :TIME := T#2m;
  DirectLogic :BOOL := TRUE;
END_VAR
VAR_OUTPUT
  Frequency  :REAL;
  Sleep      :BOOL;
END_VAR
VAR
  PID        :PID;
  LOW_T      :TON;
END_VAR
    
```

Рисунок 5 – Программа регулятора с ЧПП

Блок - схема регулятора с ЧПП в среде CODESYS V2.3 приведена на рисунке 6.

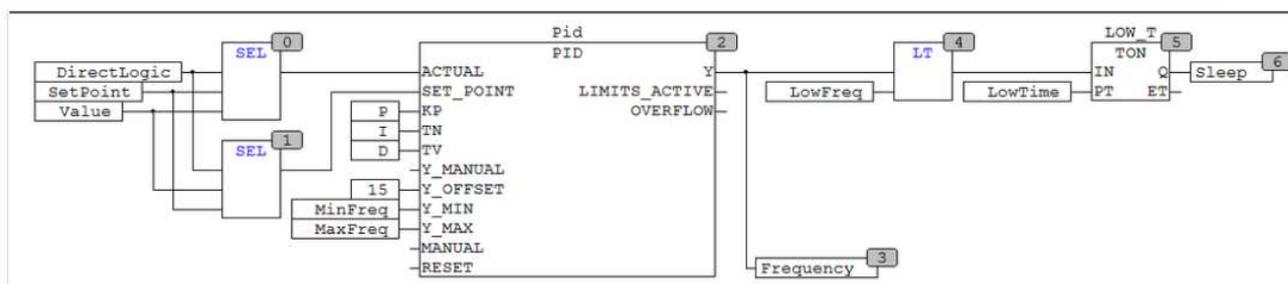


Рисунок 6 – Блок - схема регулятора с ЧПП в среде CODESYS V2.3

Для сравнительного анализа покажем графики на одном рисунке 7.

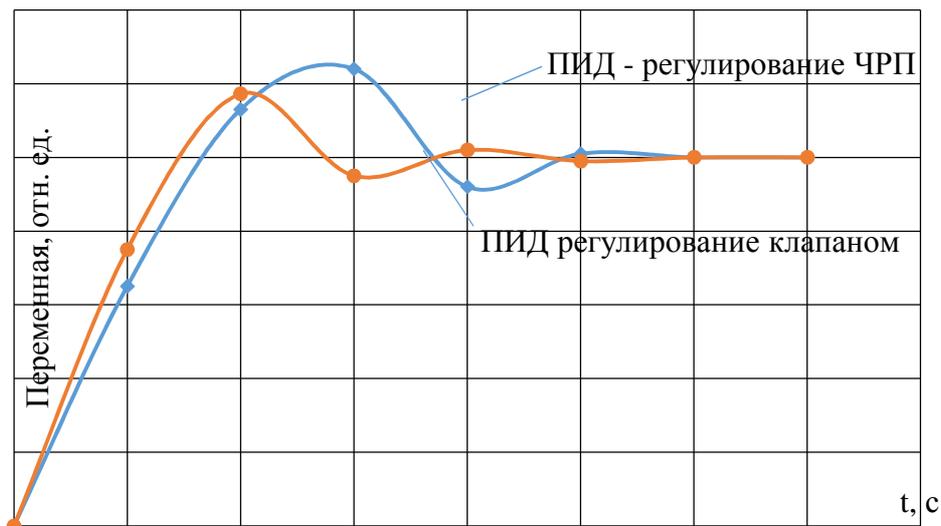


Рисунок 7 – Переходные кривые в объекте регулирования, полученные при использовании клапана и ЧРП

В ходе исследования были получены следующие результаты:

Переходный процесс при регулировании с клапаном лучше по сравнению с регулированием с ЧРП по следующим показателям:

- время регулирования меньше на 20 секунд;
- перерегулирование меньше на 7%.

Некоторое ухудшение показателей качества регулирования при использовании ЧРП объясняется тем, что в этом случае исполнительным органом является электродвигательный привод насоса, что вносит дополнительную инерционность и интегральную составляющую.

Достоинством регулирования с ЧРП может быть экономия электроэнергии на электроприводе подмешивающего насоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сидельский, Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 528 с.
- 2 Способ автоматического регулирования расхода питательной воды парогенератора. Номер патента РФ: 2052711. Изобретатели: Айзенштат И.И.; Буханов Ю.В.; Васильев В.И.; Мальгавка В.В.; Цюпа Ф.П. Система автоматического регулирования котельной установки.
- 3 CODESYS V2.3. Описание библиотеки CmpOwenPidRegs. Руководство пользователя. 08.07.2019. Версия 2.0.
- 4 Баширов М.Г., Прахов И.В. Современные методы оценки технического состояния и прогнозирования ресурса безопасной эксплуатации насосно-компрессорного оборудования с электрическим приводом // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2010. – №3. – С. 7-14.
- 5 Прахов И.В., Баширов М.Г., Самородов А.В. Повышение эффективности использования искусственных нейронных сетей в задачах диагностики насосно-компрессорного оборудования применением теории планирования эксперимента // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2011. – №2. – С. 14-17.

REFERENCES

- 1 Sidel'skij, L.N., Jurenev V.N. Kotel'nye ustanovki promyshlennyh predpriyatij: Uchebnik dlja vuzov – 3-e izd., pererab. – M.: Jenergoatomizdat, 2008. – 528 s.
- 2 Sposob avtomaticheskogo regulirovanija rashoda pitatel'noj vody parogeneratora. Nomer patenta RF: 2052711. Izobretатели: Ajzenshtat I.I.; Buhanov Ju.V.; Vasil'ev V.I.; Mal'gavka V.V.; Cjupa F.P. Sistema avtomaticheskogo regulirovanija kotel'noj ustanovki.
- 3 CODESYS V2.3. Opisanie biblioteki CmpOwenPidRegs. Rukovodstvo pol'zovatelja. 08.07.2019. Versija 2.0.
- 4 Bashirov M.G., Prahov I.V. Sovremennye metody ocenki tehničeskogo sostojanija i prognozirovanija resursa bezopasnoj jekspluatácii nasosno- kompressornogo oborudovanija s jelektricheskim privodom // Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tehnologii. – 2010. – №3. – S. 7-14.
- 5 Prahov I.V., Bashirov M.G., Samorodov A.V. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija iskusstvennyh nejronnyh setej v zadachah diagnostiki nasosno- kompressornogo oborudovanija primeneniem teorii planirovanija jeksperimenta // Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ja. – 2011. – №2. – S. 14-17.