

2. Несенчук, А.А. Корневой метод синтеза устойчивых полиномов путем настройки всех коэффициентов / А.А. Несенчук // Автоматика и телемеханика. – 2010. – № 8. – С. 13–24.

**УДК 631.171**

**Якубовская Е.С., Поддубский А.В.**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
г. Минск*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧЕЙ НАСОСА В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Для водоснабжения сельскохозяйственных предприятий используют одно- и двухступенчатые схемы насосных установок [1]. Во втором случае вода из скважины либо открытого источника подается в накопительный резервуар. А затем центробежные насосы второго подъема создают регулируемое давление, под которым вода подается потребителям. На станции первого подъема воды должна быть обеспечена автоматизированная работа насосов для забора воды и ее хранение в резервуарах-накопителях. Нередко на один резервуар могут работать насосы, установленные в нескольких скважинах. При этом может быть установлена очередность работы насосов, т.е. они в этом случае работают в каскадном режиме. Из резервуара вода потребителями отбирается неравномерно. Поэтому в подающем трубопроводе необходимо поддерживать требуемое давление и по его значению обеспечивать требуемую подачу, используя регулируемый электропривод. В качестве регулятора рационально использовать контроллер. Для реализации программного регулятора следует подобрать коэффициенты настройки. Это позволяет осуществить моделирование работы системы автоматического регулирования (САР).

В состав контура регулирования помимо датчика давления, установленного в трубопроводе подачи воды потребителям, входит преобразователь частоты, выполняющий функцию регулирования, электродвигатель насоса (исполнительный механизм), сам насос (регулирующий орган) и объект регулирования – трубопровод. Пре-

образователь частоты позволяет реализовать плавный закон регулирования.

Трубопровод, как объект автоматического регулирования, представляет собой аperiodическое звено первого порядка с запаздыванием. Регулирование подачи воды может быть изменено с помощью изменения частоты вращения насоса. Величину напряжения, подаваемого на электродвигатель насоса, будет формировать преобразователь частоты (ПЧ), выполняющий функцию регулирования, путем сравнения сигналов заданного и измеренного датчиком. Используя математическое описание всех звеньев системы составим структурную алгоритмическую схему САР регулирования подачи насоса по давлению в сети, адаптированную для анализа в прикладном пакете MATLAB (рисунок 1) и все дальнейшие преобразования и оптимизацию системы проведем также в этом пакете.

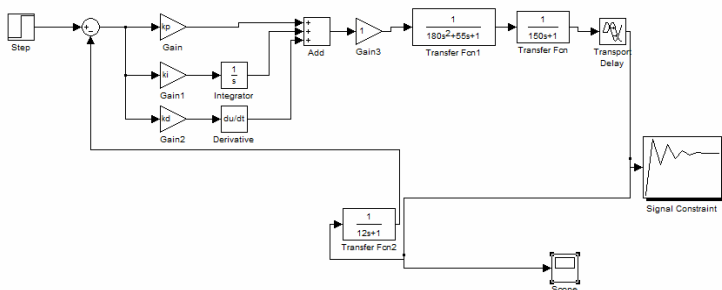


Рисунок 1 – Структурная алгоритмическая схема САР

Оптимизацию проведем по переходной функции объекта согласно структурной схеме, подав на вход единичное ступенчатое воздействие и задав следующие ограничения: перерегулирование не более 20%, статическая ошибка  $e = 0$ , время регулирования не более 200 с.

После запуска моделирования получаем переходную характеристику неоптимизированной САР (рисунок 2).

После вхождения графика в заданные границы в окне оптимизации вычислены оптимальные изменяемые параметры, а в окне Score будет показан график оптимизированной САР (рисунок 3).

Оптимальные параметры для ПИД регулятора следующие:  $K_p=149.8$ ;  $K_i=0.0075$ ;  $K_d=4.4e+003$ . Данные параметры необходимы

для настройки программного блока регулирования преобразователя частоты.

При этом качество регулирования определяется следующим: перерегулирование 17%, статическая ошибка равна нулю и время регулирования составляет 20 с.

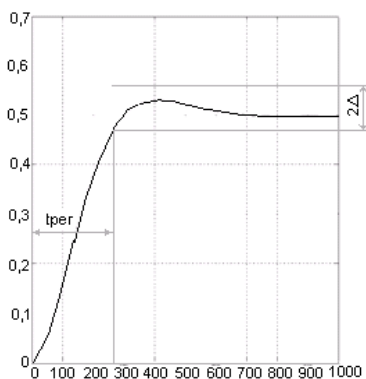


Рисунок 2 – Переходная характеристика неоптимизированной САР

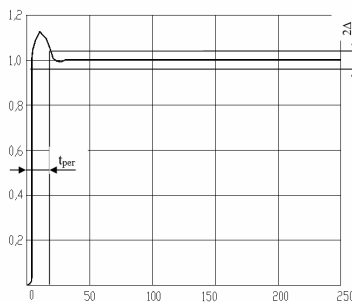


Рисунок 3 – График переходного процесса оптимизированной САР

Таким образом, в результате моделирования работы САР найдены значение параметров настройки программного регулятора, которые обеспечат оптимальную работу насоса в системе водоснабжения.

### Список использованной литературы

1. Якубовская, Е.С. Автоматизация технологических процессов и оборудования в АПК : учебное пособие. – Минск: БГАТУ, 2024. – 380 с.