

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СВИНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Якубовская Е.С., ст. преподаватель,

Поддубский А.В., студент

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация. В статье показан оптимальный объем автоматизации системы водоснабжения свиноводческого комплекса. Приведена модель системы автоматического регулирования подачи воды. Найдены коэффициенты настройки программного ПИД-регулятора, обеспечивающие приемлемое качество регулирования.

Ключевые слова: водоснабжение, насосная установка, система автоматического управления, моделирование, энергосбережение.

Постановка проблемы. Для водоснабжения сельскохозяйственных предприятий используют одно- и двухступенчатые схемы насосных установок [1, с. 284]. 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).

Основные материалы исследования. В систему водоснабжения свиноводческого комплекса входит насосная станция с резервуаром и система трубопроводов к потребителям воды (рис. 1).

В соответствии с принятой схемой водоснабжения насосы 1-3 наполняют резервуар, поэтому следует отслеживать уровень воды в резервуаре с помощью датчиков нижнего (LS5) и верхнего уровня (LS6). При этом в линии может возникать аварийная ситуация, поэтому следует предусмотреть датчики давления воды в трубопроводе первой ступени. Для обеспечения надежности показаний предусмотрим три датчика давления PE1-3. Четвертый насос подает воду потребителям. Отбор воды неравномерен. Поэтому следует предусмотреть регулирование подачи данного насоса в соответствии с потребностями потребителей по сигналу датчика давления в напорном трубопроводе PE 7. В данном контуре целесообразно предусмотреть преобразователь частоты SC13, который также обеспечит некоторую экономию электроэнергии.

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

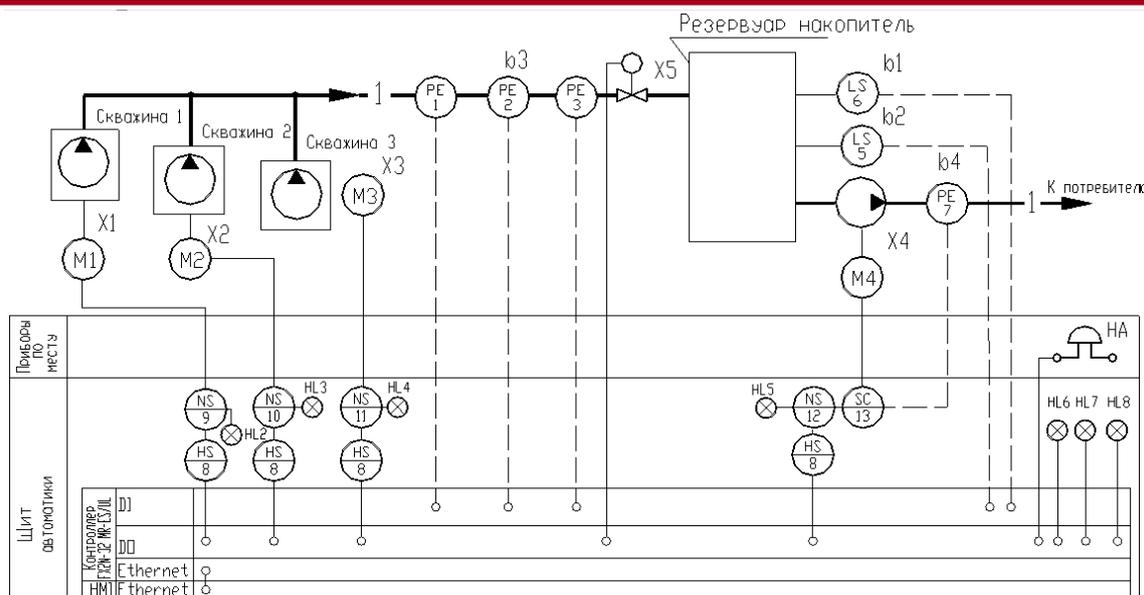


Рис. 1. – Схема автоматизации системы водоснабжения

Трубопровод, как объект автоматического регулирования, представляет собой апериодическое 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 (рис. 2) и все дальнейшие преобразования и оптимизацию системы проведем также в этом пакете.

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.

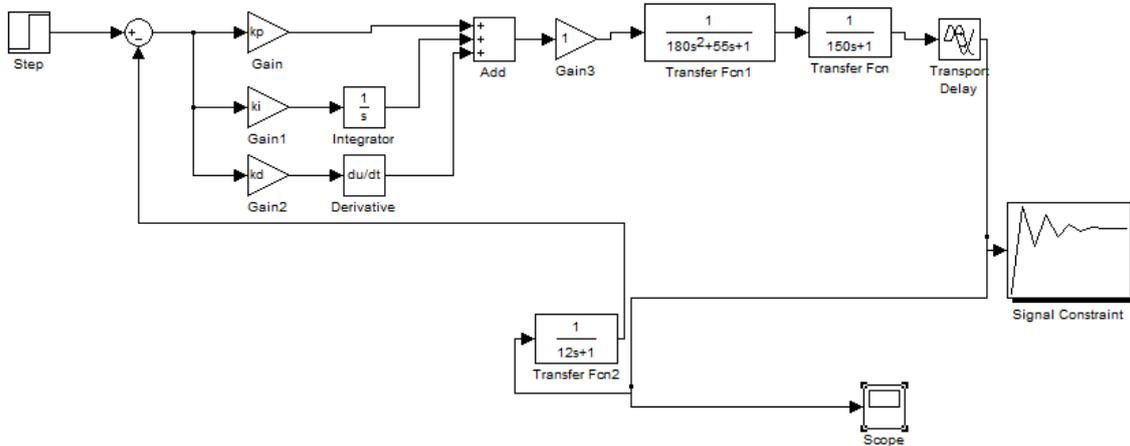


Рис. 2. – Структурная алгоритмическая схема САР

После запуска моделирования получаем переходную характеристику неоптимизированной САР (рис. 3).

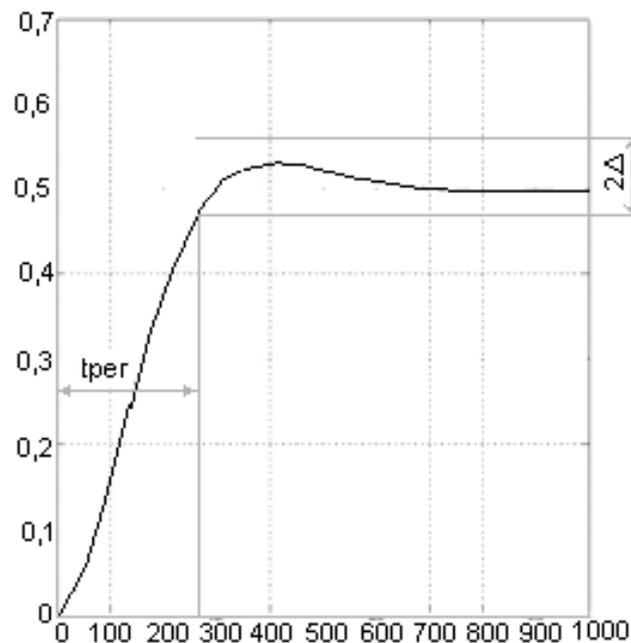


Рис. 3. – Переходная характеристика неоптимизированной САР

После вхождения графика в заданные границы в окне оптимизации вычислены оптимальные изменяемые параметры, а в окне Score будет показан график оптимизированной САР (рис. 4).

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.

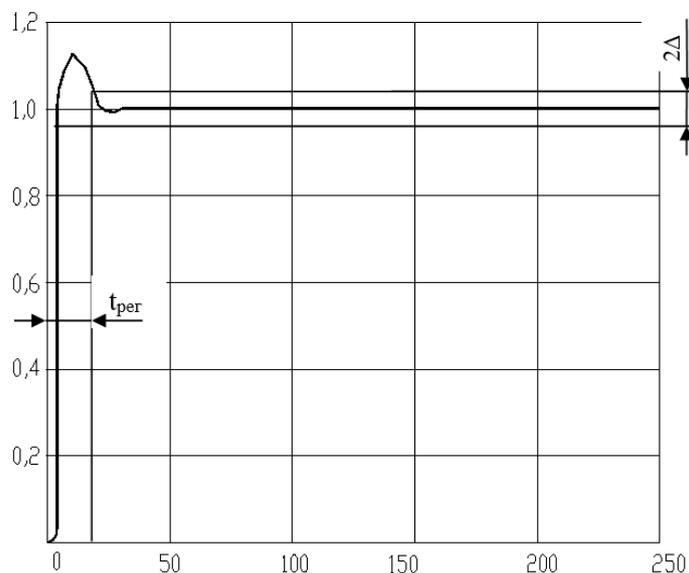


Рис. 4. – График переходного процесса оптимизированной САР

Выводы. В случае использования системы водоснабжения с двухступенчатой схемой работы насосной установки для обеспечения надежности водоснабжения предусматривается резервный насос и каскадное управление основными насосами с реализацией автоматической программы, заданной в контроллере, а также необходимой защиты по датчикам давления. Для энергосберегающего управления на подающем насосе используется регулируемый привод с системой автоматического регулирования. В результате моделирования работы САР найдены значения параметров настройки программного регулятора, которые обеспечат оптимальную работу насоса в системе водоснабжения.

Список использованных источников

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