

ШИШОВ О. В., ЗАВОДУНОВ А. О., КРАСУЛИН И. М.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННЫХ
МЕТОДОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Аннотация. Рассматривается разработка системы управления насосной станцией с использованием комбинированных методов регулирования производительности. Система управления разрабатывалась на базе аппаратных средств и программного обеспечения компаний Schneider Electric и Weintek.

Ключевые слова: насосная станция, промышленная автоматизация, программируемые логические контроллеры, частотное регулирование.

SHISHOV O. V., ZAVODUNOV A. O., KRASULIN I. M.
DEVELOPMENT OF PUMPING STATION CONTROL SYSTEM
WITH COMBINED METHODS OF PERFORMANCE CONTROL

Abstract. The development of the pumping station control system with the use of combined methods of performance control is considered. The control system was developed on the basis of hardware and software by Schneider Electric and Weintek.

Keywords: pumping station, industrial automation, programmable logic controllers, frequency control.

Ведущее место в отраслях сельского хозяйства и животноводства сегодня занимают интегрированные объединения компаний, обеспечивающее полный цикл производства, переработки и реализации продукции по принципу «от поля до прилавка». Входящие в такие объединения крупные животноводческие и перерабатывающие предприятия остро нуждаются в надежном обеспечении ресурсами, в том числе водой.

К подобным объединениям относится группа компаний «Талина», которая выступила заказчиком проекта по созданию насосной станции подачи воды на свинофермы. Одной из задач проекта являлась разработка системы управления этой насосной станцией. Главной целью, поставленной перед разработчиками системы управления насосной станцией, являлось обеспечение бесперебойной подачи воды и использование энергосберегающих методов регулирования ее производительности.

В процессе работы система управления должна обеспечивать:

- поддержание заданного давления на выходе насосной станции;
- возможность работы насосов насосной станции в ручном и автоматическом режиме;

- автоматическое переключение основного/дополнительных насосов в соответствии с диагностированными авариями насосов;
- контроль аварий преобразователя частоты;
- контроль датчика давления «на обрыв»;
- защита насосной станции от «сухого хода».

Кроме этого, система управления должна была поддерживать развитый человеко-машинный интерфейс, который позволял бы отображать текущее состояние станции и ее агрегатов, а также оперативно извещал о наступлении аварийных состояний.

Прежде чем приступать к разработке проекта, необходимо было рассмотреть принципы организации регулирования подачи воды на подобные объекты, определиться с количеством насосов, их мощностью, выбрать элементную базу построения системы управления.

Были рассмотрены способы регулирования подачи воды, проанализированы присущие им положительные и отрицательные моменты. Как известно, они делятся на три типа: количественные, качественные и комбинированные. Качественные способы подразумевают под собой регулирование за счет изменения характеристик насоса, количественные – за счет изменений сети подачи воды, когда характеристики насоса остаются неизменными. К качественным методам, применяемым сегодня на практике, можно отнести метод частотного регулирования – изменение подачи производится изменением частоты вращения привода насоса. К количественным относят: дросселирование – метод заключающийся в установке на отводящем патрубке устройства (дросселя), которое будет изменять характеристики отводящей трубы и тем самым напор подаваемой жидкости; перепуск – в этом случае при достижении определенного давления излишки воды будут сбрасываться в подводящий патрубок; ступенчатое включение насосов – характеристики подачи в этом случае будут определяться количеством насосов, работающих в параллельных ветвях сети подачи воды. На практике встречаются различные комбинации этих методов, позволяющие порой добиться наилучших эксплуатационных характеристик систем подачи воды.

В качестве метода регулирования производительности насосной станции было решено использовать именно комбинацию основных методов – метода частотного регулирования со ступенчатым включением насосов. Суть его заключается в следующем. Насосами оснащаются несколько параллельных ветвей сети трубопроводов подачи воды. Один из насосов (его условно при этом называют «основным») подключается к частотному

преобразователю, который изменяет подачу воды плавно. В случае, когда основной насос не справляется, в сеть подачи воды подключается необходимое число параллельных ветвей с насосами, работающими напрямую.

Выбор данного комбинированного метода обусловлен несколькими положительными факторами. Если для обеспечения плавного регулирования подачи воды использовать лишь метод частного регулирования, то это потребует применения достаточно мощного насоса, и соответственно мощного частотного преобразователя. При выходе их из строя подача воды прекратится полностью. При использовании комбинированного метода применяются несколько насосов меньшей мощности и один частотный преобразователь также меньшей мощности. Это сразу позволяет увеличить надежность работы насосной станции и существенно снизить затраты на приобретение частотного преобразователя. При использовании интеллектуальной системы управления удастся добиться еще большего. В случае выхода из строя одного из насосов система управления может переключиться на использование других и подавать воду, в то время, когда сломанный насос можно будет обслуживать и ремонтировать. Но самое главное, систему управления можно реализовать так, чтобы была возможность переключать частотный преобразователь от одного насоса к другому, в зависимости от их работоспособности и так, чтобы можно было усреднить время их наработки.

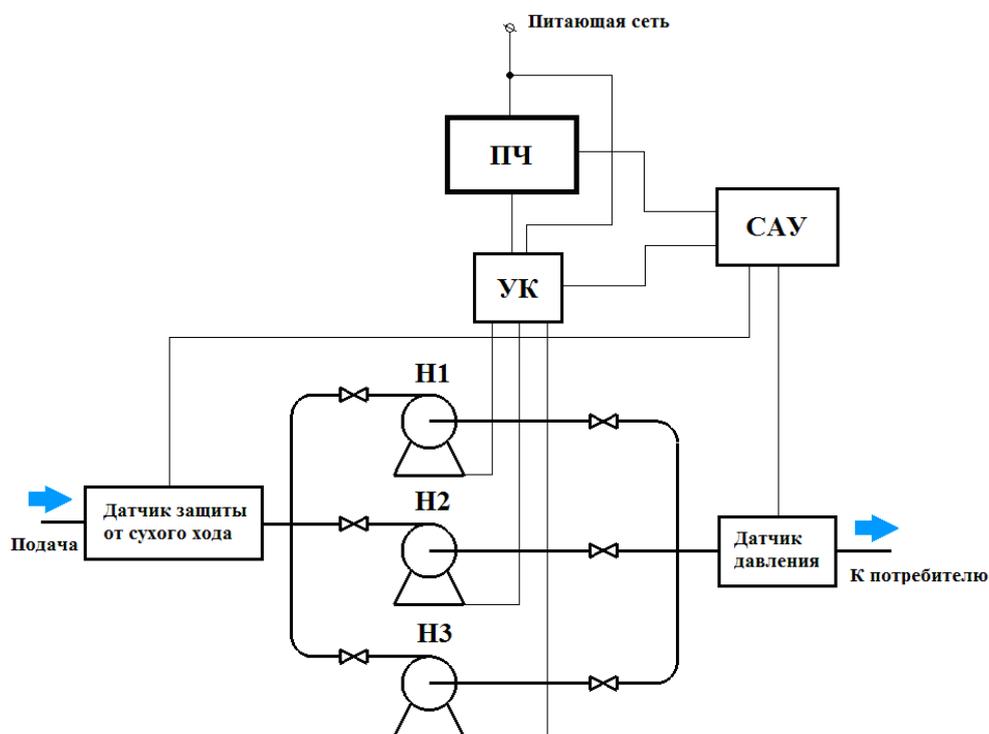


Рис. 1. Структурная схема насосной станции.

Таким образом, была принята структурная схема насосной станции, показанная на рисунке 1. Система автоматического управления (САУ) осуществляет выбор того, какой из насосов (Н1...3) будет выполнять роль основного, и с помощью устройства коммутации (УК) подключает к нему преобразователь частоты (ПЧ). Число включенных насосов и частота вращения основного насоса определяется по сигналу датчика давления, исходя из необходимости получения заданного напора воды на выходе насосной станции и его плавного регулирования.

Состав системы представлен на рисунке 2.

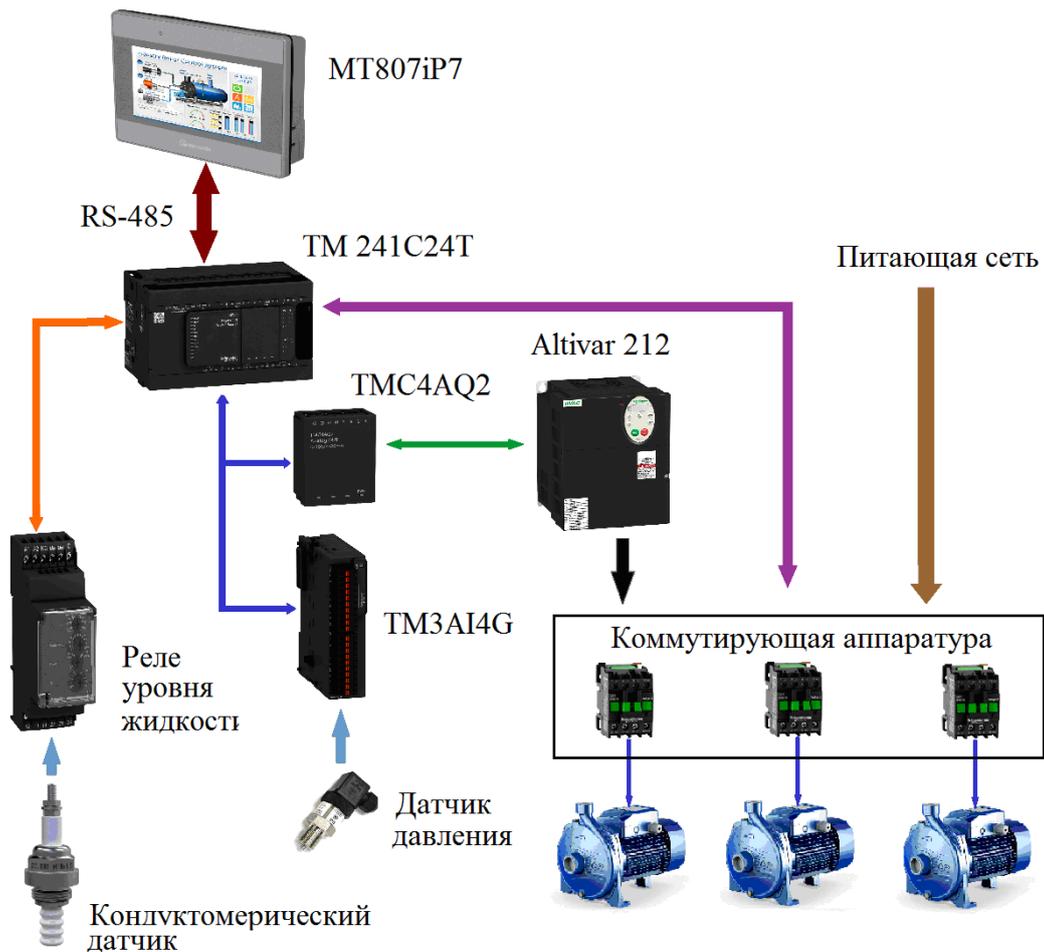


Рис. 2. Состав системы управления насосной станцией.

Система управления была реализована на программируемом логическом контроллере TM241C24T компании Schneider Electric. Регулирование в программе контроллера осуществляется с помощью функционального блока ПИД регулятора. Для расширения количества входов-выходов контроллера используются модули аналогового ввода/вывода компании Schneider Electric. К контроллеру они подключены по внутренней

шине. К аналоговым входам модуля TM3AI4G подключены датчики давления и температуры, к выходу аналогового модуля – преобразователь частоты. Для управления частотно регулируемым приводом используется преобразователь частоты Altivar 212 компании Schneider Electric. Человеко-машинный интерфейс реализован на панели оператора компании Weintek. Она позволяет эргономично и с достаточной разрешающей способностью на экране отображать и задавать необходимые параметры установки, а также извещать об авариях. Для контроля давления используется датчик давления компании OVEN. Для защиты от сухого хода используется реле уровня жидкости компании Schneider Electric и кондуктометрический датчик типа свеча.

Программа работы контролера разрабатывалась на языке FBD в пакете SoMachine Logic Builder. Проект реализации человеко-машинного интерфейса создавался в пакете EasyBuilder Pro.

Система визуализации включает в себя структуру экранов, на которых отображается состояние насосной станции, задаются параметры ее работы: давление, коэффициенты ПИД регулятора, условия переключения насосов, осуществляется выбор основного и дополнительного насоса, отображаются, архивируются и настраиваются аварийные ситуации. На рисунке 3 показан один из основных экранов проекта «Технологическая схема».

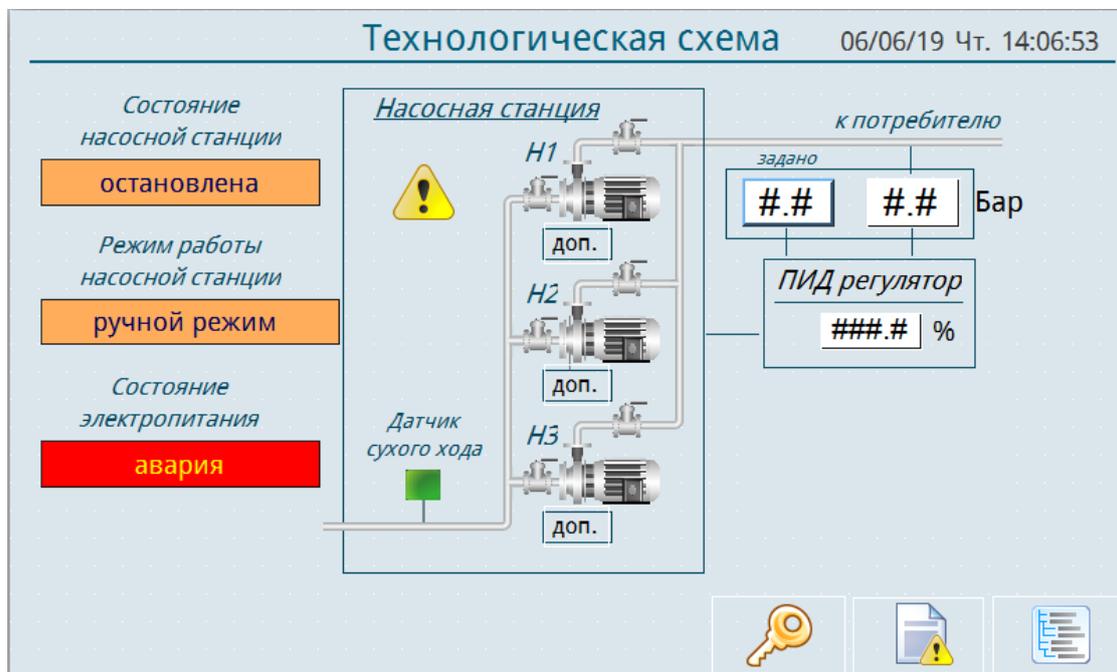


Рис. 3. Экран «Технологическая схема» системы визуализации.

Таким образом, благодаря рациональному выбору комбинированного метода регулирования и современной элементной базы, разработка системы управления насосной станцией была успешно реализована. В настоящее время проведенные разработки внедрены в практику на одной из свиноферм ЗАО «Мордовский бекон – Ковылкино».

ЛИТЕРАТУРА

1. Шишов О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 365 с.
2. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 276 с.
3. Лищенко С. А. Регулирование работы насосов на водопроводных насосных станциях. – М.: Стройиздат, 1999. – 84 с.
4. Лобачев П. В. Насосы и насосные станции. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1993. – 191 с.
5. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергия, 1977. – 424 с.
6. Ротач В. Я. Теория автоматического управления. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 340 с.
7. ПЛК, ПК-совместимые контроллеры, удаленный ввод/вывод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.se.com/ru/ru/> (дата обращения 05.06.2019).
8. Панели серии MT8000iE/mTV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://weintek.pro/catalogue/ie_mtv_series/ (дата обращения 05.06.2019).