

Разработка системы автоматического управления насосным оборудованием в котельной для предприятий АПК

Татьяна Николаевна Стерхова,
кандидат технических наук, доцент;
Надежда Александровна Шихова,
ассистент, e-mail: tatiana.sterh@mail.ru

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, Российская Федерация

Реферат. Современный уровень развития объектов теплоэнергетики требует высокой степени автоматизации и электромеханизации производственных процессов, способных обеспечивать надежность системы, безопасность работы обслуживающего персонала, снижение затрат на потребление тепловой энергии, что особенно важно для объектов сельского хозяйства. К техническим средствам автоматизации относятся все устройства, входящие в систему управления и предназначенные для приема, передачи и хранения информации, а также выполнения управляющих, контролируемых и регулирующих воздействий на процесс выработки тепла и его подачи потребителям. (Цель исследования) Разработать систему автоматического управления насосным оборудованием в котельной для обеспечения необходимой надежности оборудования, улучшения условий работы обслуживающего персонала и снижения себестоимости тепловой энергии. (Материалы и методы) Рассмотрели возможность автоматического управления системой управления насосным оборудованием в котельной с максимально возможным использованием современных микроконтроллеров российского производства с впечатляющей экономией затрат. (Результаты и обсуждение) Предложили для реализации проекта приобретение приборов и средств автоматизации компании ОВЕН, а также программное обеспечение OWEN Logic, предназначенное для программирования приборов, относящихся к классу «программируемых реле». (Выводы) Определили, что в связи с сокращением затрат на элементы оборудования, заменяемых при ремонтах, и заработной платы ремонтного персонала, срок окупаемости предварительно составит от двух до четырех лет при дисконтированной ставке Центрального банка России, равной на сегодняшний день 10 процентов. Показали, что предложенная система управления насосным оборудованием может быть использована в котельных, предназначенных для теплоснабжения потребителей промышленных предприятий, предприятий агропромышленного комплекса и населенных пунктов.

Ключевые слова: теплоэнергетика, автоматизация, программное обеспечение, срок окупаемости, технические средства.

Для цитирования: Стерхова Т.Н., Шихова Н.А. Разработка системы автоматического управления насосным оборудованием в котельной для предприятий АПК // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2022. Т. 69. №4(49). С. 59-63. DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-4-59-63. EDN KXVWFP.

Automatic Control System for Pumping Equipment in a Boiler Room

Tatyana N. Sterkhova,
Ph.D.(Eng.), associate professor;
Nadezhda A. Shikhova,
assistant, e-mail: tatiana.sterh@mail.ru

Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation

Abstract. The current level of development of heat power facilities requires a high automation and electromechanization of processes to ensure the reliability of the system, the safety of maintenance personnel, reduce the cost of heat energy, which is especially important for agricultural facilities. Automatic technical means include all devices in the control system and intended for receiving, transmitting and storing information, as well as performing control and managing of the process of heat generation and its supply

to consumers. (Research purpose) The research purpose is developing an automatic control system for pumping equipment in a boiler room to ensure the reliability of equipment, improve the working conditions of service personnel and reduce the cost of thermal energy. (Materials and methods) The article considers the possibility of automatic control of the pumping equipment control system in the boiler room with the maximum possible use of modern Russian-made microcontrollers with impressive cost savings. (Results and discussion) For the implementation of the project, authors proposed the OWEN devices and automation tools, as well as OWEN Logic software designed for programming devices belonging to the class of programmable relays. (Conclusions) Due to the reduction in the cost of equipment elements being replaced during repairs and the wages of repair personnel, the payback period will be from two to four years at a discounted rate of the central bank of Russia equal to 10 percent today. The proposed control system of pumping equipment can be used in boiler houses intended for heat supply to consumers of industrial enterprises, enterprises of the agro-industrial complex and settlements.

Keywords: thermal energy, automation, software, payback period, technical means.

For citation: Sterkhova T.N., Shikhova N.A. Razrabotka sistemy avtomaticheskogo upravleniya nasosnym oborudovaniem v kotel'noy dlya predpriyatiy APK [Automatic control system for pumping equipment in a boiler room]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2022. Vol. 69. N4(49). 59-63 (In Russian). DOI 10.22314/2658-4259-2022-69-4-59-63. EDN KXVWFP.

Сельскохозяйственное производство – крупный потребитель топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в стационарных процессах в объеме около 10 млн т.т. Из них свыше 65% используется в системах теплообеспечения производственных объектов: животноводческих ферм; птицефабрик; предприятий по сушке, переработке и хранению сельскохозяйственной продукции; фермерских и личных подсобных хозяйств. Теплота используется в технологических процессах обеспечения микроклимата, горячего водо- и пароснабжения, отопления, тепловой обработки кормов, сушки, хранения, переработки различных видов сельскохозяйственной продукции и других [1-2].

Поиск путей энергосбережения в электро- и теплоустановках АПК – актуальная проблема [3-5]. Разработка качественного теплоснабжающего оборудования – важное условие успешного развития АПК [6]. Одним из путей повышения надежности работы теплоснабжающего оборудования служит автоматизация работы котельных установок. Автоматизация производственных процессов не только повышает надежность технологических установок, но и обеспечивает требуемую безопасность работы обслуживающего персонала [7, 8].

Вопросы надежности теплоснабжения потребителей сельского хозяйства на сегодняшний день – одна из главных задач. Автоматизация производственных процессов в котельной установке позволяет осуществлять трудоемкие технические задания, такие как регулирование насосными агрегатами, за меньший промежуток времени [9, 10].

В этой связи возникает потребность разработки системы автоматического управления насосным оборудованием в котельной для повышения уровня надежности и безопасности. В современных усло-

виях, когда со стороны Евросоюза и США применяются санкционные ограничения на поставку комплектующих и программного обеспечения (ПО), остро встает вопрос о применении отечественного программного продукта.

Цель исследования – разработать систему автоматического управления насосным оборудованием в котельной для обеспечения необходимой надежности оборудования, улучшения условий работы обслуживающего персонала и снижения себестоимости тепловой энергии.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

1. Проработать алгоритм работы оборудования в котельной.
2. Разработать программу для управления насосным оборудованием в котельной с помощью ПО *OWEN Logic*.

Материалы и методы. Данная система автоматического управления насосным оборудованием, в отличие от аналогичных, включает специализированный алгоритм работы системы управления, разработанный специально для парогенерирующих котлов на основе российского оборудования.

Результаты и обсуждение. Выбрали аппаратную платформу микроконтроллеров, поддерживающих стандарт МЭК61131-3, который широко распространен среди промышленных контроллеров различных производителей [11, 12].

Блок-схема алгоритма программы микроконтроллера представлена на *рисунке*.

В отличие от стандартных систем управления насосным оборудованием котельной, данная система отличается использованием пяти катодов кондуктометрического датчика, а не двух или трех. Также применяется отличительный алгоритм опроса датчиков.

Работа систем управления питательным насосом должна быть согласована с решением основной цели, которая заключается, прежде всего, в обеспечении безопасного режима работы котельного оборудования, техники безопасности и охраны труда персонала, обслуживающего котельную.

Контроль и измерение уровня воды в котле осуществляется при помощи 5-электродного кондуктометрического датчика, причем четыре из них – сигнальные и располагаются в резервуаре на заданных уровнях по условиям технологического процесса.

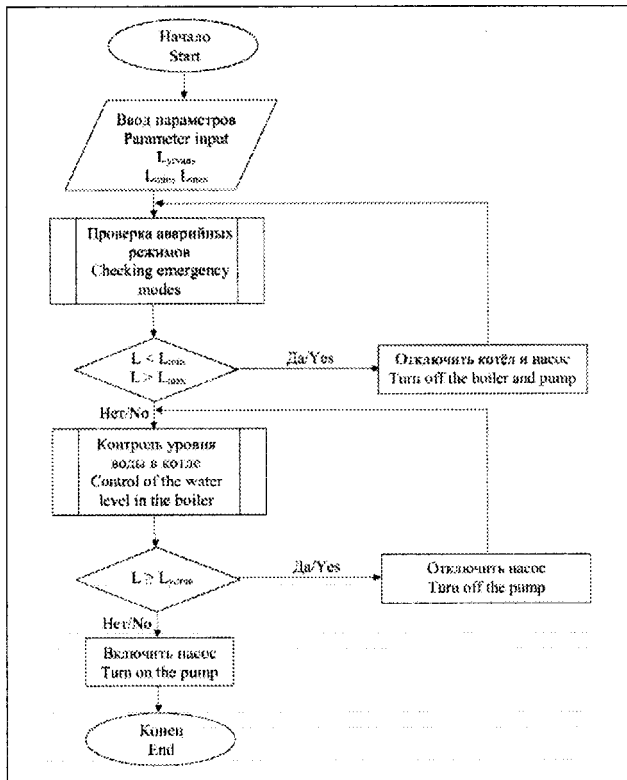


Рис. Алгоритм работы автоматического управления питательным насосом
Fig. Algorithm of automatic control of the feed pump

Пятым электродом выступает корпус котла, так как он – металлический. Далее через коммутационное устройство сигнал дистанционно передается на реле уровня, в котором преобразуется и поступает на программируемый логический контроллер, где значение полученного сигнала сравнивается с заданным. После контроллер принимает решение исходя из заданной ему программы и отправляет команду на исполнительный механизм, то есть магнитный пускатель, перекрывающий задвижку питательного насоса, или наоборот открывающий ее. В результате вода либо поступает в котел, если в этом есть необходимость, либо нет. При наличии аварийной ситуации вся система выключается в аварийном режиме.

Осуществить предложенный алгоритм системы автоматического управления можно с помощью про-

граммируемых логических контроллеров.

Для реализации поставленной задачи разработали программу на языке программирования *FBD* на основе ПО *OWEN Logic*, которое предназначено для программирования приборов, относящихся к классу «программируемых реле». Первый и четвертый уровни работают на случай оповещения об аварии и отключения насоса и задвижки до исправления аварии. Второй и третий – на передачу сигнала на заполнение барабана котла. Если уровень воды достигнет нижнего уровня, то электродвигатели насоса и задвижки запускаются. В случае, когда уровень воды дойдет до верхнего уровня, электродвигатели насоса и задвижки выключаются.

Также предусмотрено срабатывание сигнальных ламп следующим образом. При включении насоса подается сигнал «зеленого» цвета. При достижении критического максимального или минимального допустимых уровней срабатывает сигнал «красного» цвета.

Предлагаемая система управления насосным оборудованием может быть использована в котельных, предназначенных для теплоснабжения потребителей промышленных предприятий, предприятий агропромышленного комплекса и населенных пунктов.

Данная разработка охватывает обширный список потенциальных потребителей, так как парогенерирующие котельные в любом случае имеют в своем оснащении водоподготовительные установки, где всегда будет присутствовать необходимость работы питательных насосов для заполнения барабана котла рабочей жидкостью и возможность этот процесс автоматизировать, для повышения эффективности и надежности работы котельной.

Выводы. По предварительным расчетам технико-экономических показателей капиталовложения составляют около 610 092 рублей для парогенерирующей котельной паропроизводительностью 90 т/ч (в которые входят стоимость оборудования и монтажных работ). Учитывая стоимость замены элементов оборудования и проведения ремонтных работ, экономическая эффективность составит около 35% от вложенных средств.

Библиографический список

1. Тихомиров Д.А., Васильев А.Н. Программный проект расчета теплоэнергетических параметров объектов животноводства // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. N8-3(50). С. 95-98.
2. Кондратьева Н.П., Шогенов Ю.Х., Зиганшин Б.Г. и др. Использование цифровых технологий для эффективного управления электротехнологическими облучательными установками // *Техника и оборудование для села*. 2022. N4(298). С. 40-43.

3. Злобин Р.З. Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве Саратовской области // *Техника и оборудование для села*. 2008. N10. С. 32-35.
4. Панферов С.В., Телегин А.И., Панферов В.И. Некоторые проблемы энергосбережения и автоматизации в системах теплоснабжения зданий // *Вестник ЮУрГУ. Серия: компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника*. 2010. N22(198). С. 79-86.
5. Бакиров С.М., Широбокова Т.А., Баранова И.А. и др. Энергосберегающее оборудование и расчет его параметров // *Вестник НГИЭИ*. 2022. N2(129). С. 56-64.
6. Кубасов И. Н. Анализ потерь, возникающих при производстве тепловой энергии, и методы их устранения // *Инновационная наука*. 2019. N3. С. 54-59.
7. Стерхова Т.Н., Симанов Д.В. Информационно-управляющее устройство для электротехнологических установок // *Вестник ВСГУТУ*. 2018. N3(70). С. 82-86.
8. Loshkarev I.Yu., Shirobokova T.A., Baranova I.A., et al. Implementation of the energy-saving lighting mode in the poultry-farming house due to the automated control system. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. Vol. 1333. Iss. 4. 042019.
9. Решетов Л.И., Кузин В.В., Хорьков С.А. и др. Автоматизация системы учета энергоресурсов в ОАО «ИжАвто» // *Промышленная энергетика*. 2010. N4. С. 2-7.
10. Семенов ВТ. Основные проблемы, препятствующие нормализации теплоснабжения в муниципальных образованиях РФ // *Новости теплоснабжения*. 2002. N5. С. 8-11.
11. Кондратьева Н.П., Ахатов Р.З., Большин Р.Г. и др. Разработка цифровой системы автоматического управления реле с механической фиксацией // *Тенденции развития науки и образования*. 2022. N88-1. С. 21-24.
12. Валуниин К. ОВЕН МОДУС – решение для интеллектуального здания // *Автоматизация и производство*. 2011. N2. С. 8-10.
3. Zlobin R.Z. Effektivnoe ispol'zovanie toplivno-energeticheskikh resursov v sel'skom khozyaystve Saratovskoy oblasti [Efficient use of fuel and energy resources in agriculture of the Saratov region]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2008. N10. 32-35 (In Russian).
4. Panferov S.V., Telegin A.I., Panferov V.I. Nekotorye problemy energosberezheniya i avtomatizatsii v sistemakh teplosnabzheniya zdaniy [Some problems of energy saving and automation of buildings heat systems]. *Vestnik YuUrGU. Seriya: komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika*. 2010. N22(198). 79-86 (In Russian).
5. Bakirov S.M., Shirobokova T.A., Baranova I.A., et al. Energosberegayushchee oborudovanie i raschet ego parametrov [Energy-saving equipment and calculation of its parameters]. *Vestnik NGIEI*. 2022. N2(129). 56-64 (In Russian).
6. Kubasov I.N. Analiz poter', vznikayushchikh pri proizvodstve teplovoy energii, i metody ikh ustraneniya [Analysis of losses arising in the production of thermal energy, and methods of their elimination]. *Innovatsionnaya nauka*. 2019. N3. 54-59 (In Russian).
7. Sterkhova T.N., Simanov D.V. Informatsionno-upravlyayushchee ustroystvo dlya elektrotekhnologicheskikh ustanovok [Information and control device for electro-technological installations]. *Vestnik VSGUTU*. 2018. N3(70). 82-86 (In Russian).
8. Loshkarev I.Yu., Shirobokova T.A., Baranova I.A., et al. Implementation of the energy-saving lighting mode in the poultry-farming house due to the automated control system. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. Vol. 1333. Iss. 4. 042019.
9. Reshetov L.I., Kuzin V.V., Khor'kov S.A., et al. Avtomatizatsiya sistemy ucheta energoresursov v ОАО «IzhAvto» [Automation of the energy accounting system in JSC «IzhAvto»]. *Promyshlennaya energetika*. 2010. N4. 2-7 (In Russian).
10. Semenov VT. Osnovnye problemy, prepyatstvuyushchie normalizatsii teplosnabzheniya v munitsipal'nykh obrazovaniyakh RF [The main problems hindering the normalization of heat supply in municipalities of the Russian Federation]. *Novosti teplosnabzheniya*. 2002. N5. 8-11 (In Russian).
11. Kondrat'eva N.P., Akhatov R.Z., Bol'shin R.G., et al. Razrabotka tsifrovoy sistemy avtomaticheskogo upravleniya rele s mekhanicheskoy fiksatsiey [Development of a digital automatic relay control system with mechanical locking]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2022. N88-1. 21-24 (In Russian).
12. Valyunin K. OVEN MODUS – reshenie dlya intellektual'nogo zdaniya [ARIES MODUS – a solution for an intelligent building]. *Avtomatizatsiya i proizvodstvo*. 2011. N2. 8-10 (In Russian).

References

1. Tikhomirov D.A., Vasil'ev A.N. Programmnyy projekt rascheta teploenergeticheskikh parametrov obektov zhivotnovodstva [Software project calculating heat and power parameters of livestock facilities]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2016. N8-3(50). 95-98 (In Russian).
2. Kondrat'eva N.P., Shogenov Yu.Kh., Ziganshin B.G., et al. Ispol'zovanie tsifrovoykh tekhnologiy dlya effektivnogo upravleniya elektrotekhnologicheskimi obluchatel'nymi ustanovkami [The use of digital technologies for the effective management of electrotechnological irradiators]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2022. N4(298). 40-43 (In Russian).
3. Zlobin R.Z. Effektivnoe ispol'zovanie toplivno-ener-

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest.

The authors declare no conflict of interest.

Заявленный вклад соавторов:

Стерхова Т.Н. – общее руководство проектом, подготовка начального варианта статьи;

Шихова Н.А. – выполнение схемы автоматического управления насосным оборудованием.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Coauthors' contribution:

Sterkhova T.N. – general project management, writing the manuscript.

Shikhova N.A.; – implementation of the scheme of automatic control of pumping equipment.

The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию 12.09.2022

Статья принята к публикации 10.11.2022