

УДК 62-533.65/69

***ВНЕДРЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА КОТЕЛЬНЫХ
С ЦЕЛЮ ИХ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ***

Липатов М.С.

ст. преподаватель,

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики,*

Санкт-Петербург, Россия

Ильяхунов Т.А.

студент,

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики,*

Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

В статье авторы затрагивают интеллектуальные системы контроля и управления технологическим процессом котельной, которые становятся одним из основных средств повышения эффективности функционирования технологических комплексов. Авторы полагают, что внедрение робототехнических систем позволит повысить экономичность работы энергооборудования котельной.

Ключевые слова: алгоритм управления, энергетика, оператор, автоматизация технологического процесса, нейросеть, интеллектуальная система.

***INTRODUCTION OF ROBOTIC CONTROL IN BOILER HOUSES
FOR THE PURPOSE OF THEIR MORE EFFECTIVE FUNCTIONING***

Lipatov M.S.

Senior lecturer,

*St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy,
Saint Petersburg, Russia*

Ilyakhunov T.A.

student,

*St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy,
Saint Petersburg, Russia*

Abstract

In the article, the authors touch upon intelligent systems for monitoring and controlling the technological process of the boiler house, which become one of the main means of increasing the efficiency of the functioning of technological complexes. The authors believe that the introduction of robotic systems will increase the efficiency of the power equipment.boiler room research institute.

Keywords: control algorithm, power engineering, operator, process automation, neural network, intelligent system.

Развитие информационных технологий дало новую веху развития автоматизации технологических процессов и производств. Появились нейросети, в перспективе способные управлять почти что всеми отраслями жизни человека. В первую очередь изменения касаются военного и промышленного комплекса. Люди активно внедряют робототехнический контроль в важные процессы, чтобы исключить человеческий фактор, сократить издержки и повысить производительность.

Комплексная автоматизация технологических процессов нашла свое яркое отображение в развитии комплексной автоматизации котельных,

многообразного применения тепломеханических устройств в энергетических системах, в частности в диспетчеризации режимов работы энергетического объекта и энергосистем в общем.

Услуги поставки горячего водоснабжения (ГВС) актуальны круглый год. Самый распространённый способ нагрева воды — котельные. Любая котельная содержит в себе котлоагрегаты, которые нагревают теплоноситель, в основном это питательная вода. Она в свою очередь доставляется по трубам до тепловых пунктов, откуда вода доставляется напрямую к потребителю. Во время всего процесса происходят потери тепла и топлива, использование автоматизированных систем позволит понизить потери, тем самым сократив издержки.

В теплоэнергетике регулирование технологических процессов требует аппаратуры высокого класса, обладающая быстрым временем отклика и безошибочностью. Однако использование полупроводниковых приборов не может заменить механические и электрические элементы и системы.

Одним из ряда преимуществ в блочно-модульной автономной котельной является то, что используются современные методы обмена данными, благодаря которым можно снизить стоимость производства гигакалории энергии. Также газовые котлоагрегаты имеют наименьшие издержки, более легкие в монтаже и техобслуживании. Таким образом, автоматизация котельной установки помогает функционировать объект и сокращает штат сотрудников [1]. Помимо вышеперечисленного, использование систем автоматического управления позволяет повысить надежность и эффективность работы оборудования источника питания при малой численности обслуживающего персонала.

Для более безошибочной оценки работы различных энергетических установок требуется воспользоваться компьютерной техникой. Она же в свою очередь автоматически собирает необходимые данные и рассчитывает как технические, так и экономические показатели работы котельной, на которые влияют различные связанные между собой факторы. Подсистемы контроля,

управления и расчета технико-экономических показателей составляют автоматизированную систему управления технологическими процессами энергетического объекта.

Большое количество автоматизированных систем управления состоит из входного датчика, показания которого передаются на задатчик, где они сравниваются со значениями, заданными оператором. Происходит операция вычитания и если разница равна нулю, то система продолжает работать в том же режиме. Если же значение меняется в ту или иную сторону, то запускается исполнительный механизм, который регулирует подачу газа, воздуха, теплоносителя или забор дымовых газов. Однако стоит понимать, что задатчик не является «умным» устройством, он не понимает, что к нему подключено, а просто выполняет заранее установленную задачу. Становится необходимым постоянное присутствие оператора, так как задатчик может не справиться со своей функцией.

Закон регулирования представляет собой математическую зависимость между положением регулирующего органа системы и сигналом на входе $x_{\text{рег}} = f(x_{\text{вх}})$. Датчики устанавливаются непосредственно на регулируемые объекты, которые обычно находятся в контакте с измеряемой средой, и поэтому должны обладать высокой устойчивостью к тепловым и механическим воздействиям, вибрациям и коррозии [2].

Для достаточного нагрева теплоносителя в одной системе котельной используются несколько котлоагрегатов. Выходным значением является температура воды, которая должна быть постоянной, чтобы поддерживать комфортный микроклимат для потребителей, эксплуатирующих отапливаемые здания и сооружения. На выходное значение влияют различные возмущающие воздействия, например, непостоянство температуры внутри помещения, давление газа, на сколько равномерно поступает вода и т.д. В связи с многочисленными влияющими на работу факторами сложно организовать поддержку температуры постоянной без регулирования работы котла.

Основными интеллектуальными инструментами, используемыми вместе или по отдельности для решения различных исследовательских задач (идентификация, оптимизация, регулирование), являются [3]:

- 1) Экспертные системы.
- 2) Искусственные нейронные сети.
- 3) Ассоциативная память.
- 4) Нечеткая логика.

В качестве альтернативы традиционным алгоритмам управления газовыми котлами можно использовать основу нечеткой логики, которую использовать для контролирования параметров состояний температуры в системах отопления и ГВС [4]. Рассматривая в качестве выходного значения не только температуру воды, но и скорость изменения температуры. Это помогает учитывать особенности самого процесса нагревания воды, такие как включение и выключение котла, дестабилизирующие факторы и затраты, связанные с этими особенностями. Эти данные создают фундамент управляющей системы нечеткого вывода, реализующая модель нечеткого управления.

Регулятор, построенный на базе нечеткой логики, эффективно используют в неточных условиях системы, так как он использует такие входные данные, как температура теплоносителя и скорость ее изменения. Опираясь на полученные данные формируются базовые правила системы нечеткого вывода, т. е. регулятор продолжит бесперебойную и довольно четкую работу при условии выхода из строя всех датчиков, кроме датчика прямой воды. Для того, чтобы обезопасить котельню от более крупных неполадок в оборудовании, можно использовать два и более регуляторов. Такой вид системы управления позволяет уменьшить переходный процесс до устойчивого необходимого значения во время запуска и отключения ее, перекрывая полностью подачу газа в случае критичных значений [5; 6]. При проектировании системы управления котельным оборудованием сперва стоит начать с нечеткого регулятора. После его настройки следующим

этапом будет разработка нейросетевого регулятора, которую можно разделить на три этапа: выбор типа архитектуры сети, обучение, проверка [7].

Процесс обучения можно рассматривать как тонкую настройку архитектуры сети и весов соединений для эффективного выполнения поставленной задачи. Производительность сети улучшается по мере корректировки весов. Заключительный этап - тестирование созданной нейронной сети на примерах, не входящих в обучающую выборку, и вывод о полезности сети.

Для уменьшения стоимости системы управления необходимо разработать её для управления группой газовых котлов. Для их управления следует использовать виртуальные датчики [8]. Данный датчик не снимает значения самостоятельно, а лишь использует данные, которые передаются другими датчиками, а расчеты проводятся для каждого виртуального датчика отдельно. Таким образом, можно различными алгоритмами управлять целой группой котлов, относящихся к одной группе. База данных экспертной системы содержит данные, полученные от экспертов, почленные значения входных и выходных переменных, знания обучения нейросетей и т.д [9]. Все значения и параметры хранятся непосредственно в базе данных.

Для управления котлами следует использовать алгоритмы нечеткой логики и нейронных сетей. Он должен обеспечивать функцию адаптации с автоматической настройкой параметров модели, которые должны сохраняться в памяти контроллера по окончании функции адаптации для последующего использования [10].

Таким образом, основные задачи контроля и управления котельной сводятся к:

- *Нагреву теплоносителя до необходимой температуры.* С данной задачей отлично справится нечеткий регулятор. При запуске котлоагрегата, температура теплоносителя не является оптимальной, поэтому котлоагрегату необходимо работать на полную мощность. При приближении температуры до

заданной отметки, необходимо понижать мощность до тех пор, пока температура не станет постоянной.

- *Поддержанию заданной температуры.* Если мощность понизилась до оптимального уровня, а температура приняла постоянное значение, управление котельной установкой переходит в руки нейросетевого регулятора. Эта задача является основным режимом работы котельной. Здесь нейросеть будет контролировать любые отклонения значений, полученных от датчиков, от нормальных значений, путём подачи сигнала необходимому исполнительному механизму.

- *Регулированию в аварийных условиях.* Эта задача передаётся под управление нечеткому регулятору, так как один из датчиков перестает передавать значения, либо показывается значения, отличающиеся от действительных [11]. Для перехода в основной режим работы котельной нужно будет вмешательство человека, который должен будет заменить или скорректировать входной датчик.

- *Регулированию при критических температурах.* Здесь также необходимо перевод управления на нечеткий регулятор, включается предохранительный запорный клапан, который перекрывает подачу топлива. Эта задача возникает, если происходит сильный перегрев теплоносителя. Из-за прекращения подачи топлива, теплоноситель начинает естественным образом охлаждаться.

Для надежной и эффективной работы современного котельного оборудования необходимо контролировать и поддерживать на заданных значениях несколько сотен технологических параметров, выполнять тысячи операций с органами управления, механизмами и устройствами. Роботизированные комплексы позволяют освободить оператора от выполнения этих задач и дают ему возможность сконцентрироваться на наиболее важных параметрах и операциях контроля.

Библиографический список:

1. Белоусов, О. А. Интеллектуальная система управления и мониторинга газовой котельной / О. А. Белоусов, С. В. Иванов // Программные продукты и системы. – 2012. – № 1. – С. 21.
2. Сабитов, М. А. Анализ тепловых процессов в котлоагрегате путем имитационного моделирования / М. А. Сабитов, Ю. А. Ведерникова, В. М. Спаськов // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 10. – С. 109-112.
3. Повышение эффективности функционирования систем автоматического регулирования, контроля, технологической защиты и сигнализации котельной // URL: https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2122 (дата обращения: 20.03.2022).
4. Муромцев, Ю. Л. Информационно-инструментальная среда разработки алгоритмического обеспечения систем энергосберегающего управления промышленными объектами / Ю. Л. Муромцев, И. В. Тюрин // Проблемы управления. – 2007. – № 5. – С. 69-74.
5. Ведерникова, Ю. А. Моделирование работы парового котла в составе энергоблока / Ю. А. Ведерникова, М. А. Сабитов // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов, посвященной 10-летию создания Института промышленных технологий и инжиниринга, Тюмень, 19 декабря 2018 года – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 17-21.
6. Оценка экономической эффективности внедрения системы автоматизации котельного цеха // URL: https://otherreferats.allbest.ru/economy/00176812_0.html (дата обращения: 21.03.2022).
7. Бобровская, Е. И. Методы теплового расчета газотрубных котлов / Е. И. Бобровская, М. О. Двоглазова, Н. В. Семенова // Динамика систем, механизмов и машин. - 2012. - № 2. - С. 65-68.

8. Белоусов, О. А. Система управления газовой котельной на базе виртуального датчика / О. А. Белоусов, С. В. Иванов // Датчики и системы. – 2011. – № 10. – С. 51-54.
9. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов вузов / Г. П. Плетнев. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. - 351 с
10. Повышение эффективности работы котельной// URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018005762> (дата обращения: 23.03.2022).
11. Савчиц, А. В. Разработка системы управления котельной «NOVITER» с целью повышения экономической эффективности / А. В. Савчиц, В. Н. Шкляр. // Молодой ученый. – 2013. – № 6 (53). – С. 133-137.

Оригинальность 75%