

оправданный метод лечения внутричерепной патологии, занимающей важное место в современной нейрохирургии Беларуси.

#### **Список использованных источников**

1. Коновалов А.Н., Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Магнитно-резонансная томография в нейрохирургии. — М.: Видар-М, 2017. — 472 с. — ISBN 978-5-88429-227-7.
2. Lunsford L.D., Sheehan J.P., Pendl G. Gamma Knife Brain Surgery (Progress in Neurological Surgery, Vol. 34). — Basel: Karger, 2019. — 250 p. — ISBN 978-3-318-06433-3.
3. Ким А.Э., Голаев Б.М., Голаева А.Б. Сравнительный анализ отдаленных результатов радиохирургического и микрохирургического лечения вестибулярных шванном // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. — 2022. — Т. 86, № 4. — С. 45–54. — DOI: 10.17116/neiro20228604145.
4. Paddick I., Lippitz B. A simple dose gradient measurement tool to complement the conformity index // Journal of Neurosurgery. — 2021. — Vol. 125. — P. 1-8. — DOI: 10.3171/2020.6.JNS201369.

УДК004.422

**А.М. Самусев, Д.В. Пономарёв, Ю.В. Новиков**  
Витебский государственный технологический университет,  
Витебск, Беларусь

#### **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАРОВЫМ КОТЛОМ БЗК-160-100 СТАНЦИИ №5 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЯГОДУТЬЕВЫХ МЕХАНИЗМОВ**

*Аннотация.* В статье рассмотрены актуальность разработки автоматизированной системы управления паровым котлом БЗК-160-100 станции №5 с использованием системы частотного регулирования тягодутьевым механизмом, принципиальная схема парового котла БЗК-160-100, структурная и функциональная схемы и управляющая программа.

**A.M. Samusev, D.V. Panamarou, U.V. Novikau**  
Vitebsk State Technological University,  
Vitebsk, Belarus

## **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE BKZ-160-100 STEAM BOILER OF STATION NO. 5 USING A FREQUENCY CONTROL SYSTEM FOR DRAFT MECHANISMS**

***Abstract.** The article discusses the relevance of developing an automated control system for the BZK-160-100 steam boiler at station No. 5 using a frequency control system for the draft mechanism, a schematic diagram of the BZK-160-100 steam boiler, structural and functional diagrams, and a control program.*

Автоматизация технологического процесса – совокупность методов и средств, предназначенная для реализации систем, позволяющих осуществлять управление технологическим процессом без непосредственного участия человека, либо за человеком остаётся право принятия наиболее ответственных решений. Как правило, в результате автоматизации технологического процесса создаётся АСУТП.

Системы автоматизации применяются во многих отраслях промышленности и производства, что позволяет избавиться от необходимости постоянно контролировать процесс производства и состояние оборудования, повышает надёжность и стабильность системы, положительно сказывается на производительности и экономичности труда.

Актуальность разработки автоматизированной системы управления паровым котлом БКЗ-160-100 станции №5 с использованием системы частотного регулирования тягодутьевых механизмов обусловлена следующими факторами:

1. повышение энергоэффективности и надёжность электроприводов;
2. сокращение эксплуатационных расходов;
3. улучшение качества управления технологическими процессами.

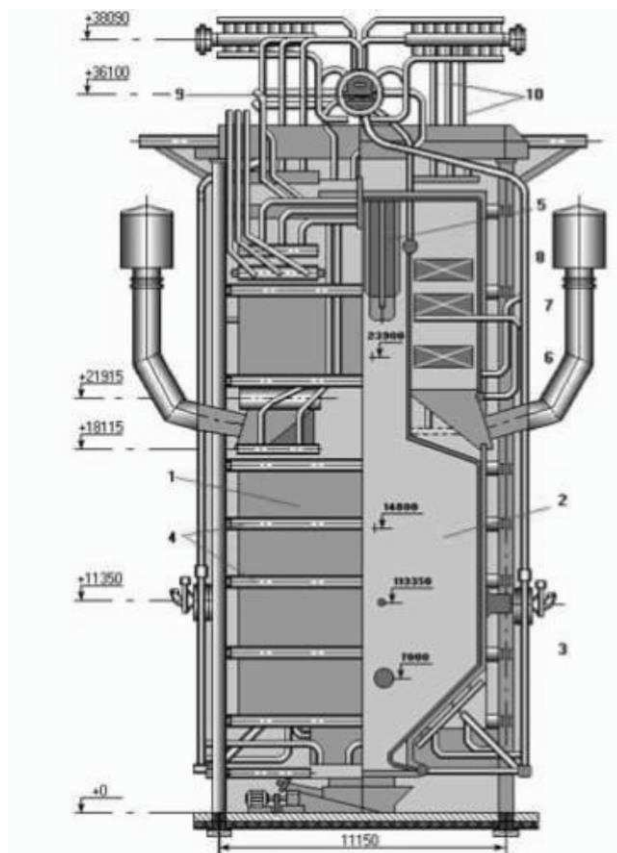
Целью исследований является разработка автоматизированной системы управления паровым котлом БКЗ-160-100 станции №5 с использованием системы частотного регулирования тягодутьевых механизмов:

- проанализировать существующие методы и алгоритмы регулирования электродвигателей;
- разработать структурную и функциональную схемы автоматизированной системы, обеспечивающие точное и надёжное управление параметрами электродвигателя;
- реализовать программные модули, обеспечивающие автоматическую настройку и регулирование скорости и момента электродвигателя с учётом изменяющихся условий нагрузки.

Паровые водотрубные котлоагрегаты БКЗ относятся к классу энергетических устройств, они используются на ТЭЦ. Котлы выпускаются с большим диапазоном по паропроизводительности от 75 т/ч для агрегатов БКЗ 75-39ФБ до 690 т/ч, по давлению пара от 3,9 до 14 МПа и по температуре от 450 до 540 С. На рисунке 1 представлена принципиальная схема парового котла БКЗ-160-100.

Структура разрабатываемой автоматизированной системы управления паровым котлом БКЗ- 160-100 станции №5 с использованием системы частотного регулирования тягодутьевых механизмов приведена на рисунке 2. На ней приняты следующие обозначения:

- ПРПГ – преобразователь расхода природного газа,
- ПРМ – преобразователь расхода мазута,
- ПРДГ1 – преобразователь разряжения дымовых газов (ветка “В”),
- ПРДГ2 – преобразователь разряжения дымовых газов (ветка “А”),
- ПДВ – преобразователь давления воздуха, поступающего в котел,



**Рисунок 1 – Принципиальная схема парового котла БКЗ-160-100:**

1 – топка; 2 – конвективная шахта; 3 – комбинированные газомазутные горелки;  
 4 – пояса жесткости; 5 – накопительно-горизонтальный ширмовый пароперегреватель; 6 – холодный пакет конвективного пароперегревателя;  
 7 – третья ступень конвективного паронагревателя; 8 – четвертая ступень

- ПЧ1-ПЧ4 – преобразователи частоты,
- ЭД1 – электродвигатель вентилятора В-5А,
- ЭД2 – электродвигатель вентилятора В-5Б,
- ЭД3 – электродвигатель дымососа Д-5А,
- ЭД4 – электродвигатель дымососа Д-5Б,
- ПУ – панель управления.

При помощи панели управления ПУ задаются необходимые параметры режима работы паровым котлом, на основании преобразователей расхода природного газа ПРПГ или расхода мазута ПРМ, разряжения дымовых газов (ветка “В”) ПРДГ1, разряжения дымовых газов (ветка “В”) ПРДГ1, разряжения дымовых газов (ветка “А”) ПРДГ2, давления воздуха, поступающего в котёл ПДВ, устройство управления формирует управляющий сигнал на преобразователи частоты ПЧ1-ПЧ4, преобразователи частоты в свою очередь выдают необходимый ток с заданной частотой на электродвигатели ЭД1-ЭД4 для поддержания требуемого режима работы парового котла.



Рисунок 2 – Структура автоматизированной системы управления паровым котлом

В соответствии с ГОСТ 21.208-2013и структурой системы управления была разработана функциональная схема

автоматизированной системы правления паровым котлом БКЗ-160-100 станции №5 с использованием системы частотного регулирования тягодутьевых механизмов. Схема представлена на рисунке 3.

Разработанная функциональная схема автоматизации предусматривает следующие контуры регулирования:

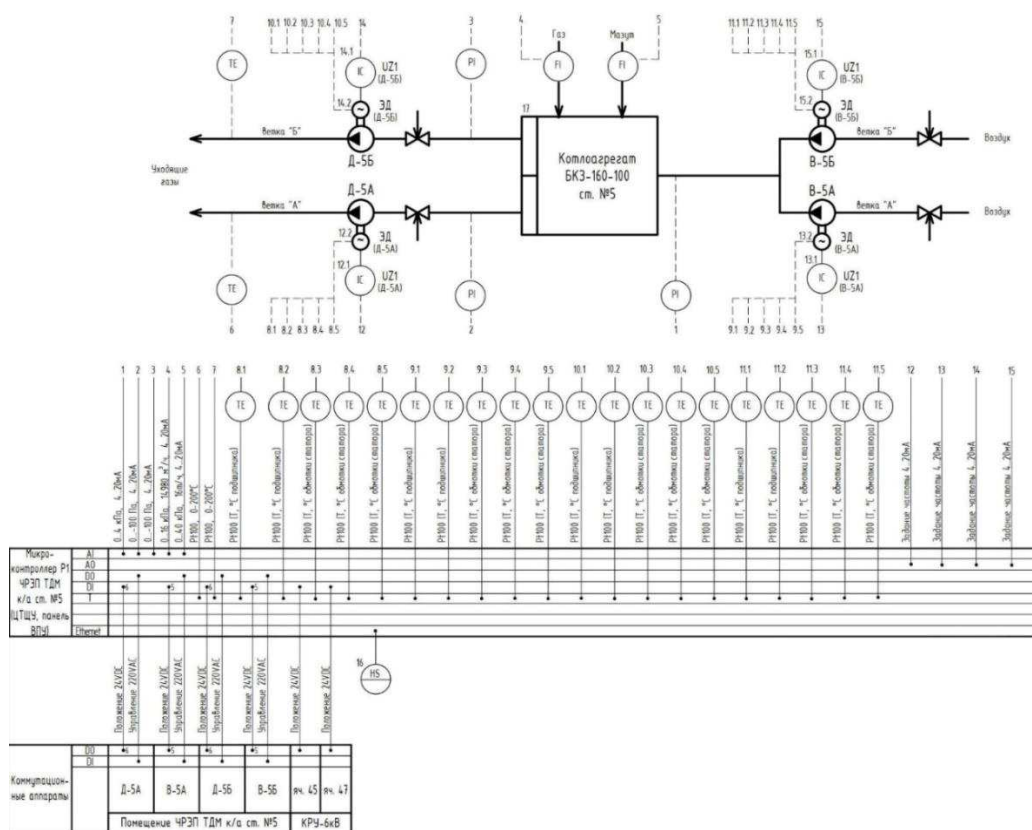
- регулирование частоты вращения электродвигателя Д-5А. По состоянию датчиков температуры 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, отсутствия ошибок в преобразователе частоты 12.1, контроллер формирует команду о возможности включения электродвигателя 12.2 от ПЧ, машинист турбинного отделения производит включение электродвигателя 12.2 с пульта управления 16, задавая требуемую частоту вращения для растопки котла 17, после растопки котла по состоянию датчика разряжения отработанных газов 2 и датчика расхода природного газа 4 или мазута 5, контроллер по аналоговому каналу производит автоматическое задание частоты вращения электродвигателя 12.2,

- регулирование частоты вращения электродвигателя Д-5Б. По состоянию датчиков температуры 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, отсутствия ошибок в преобразователе частоты 14.1, контроллер формирует команду о возможности включения электродвигателя 14.2 от ПЧ, машинист турбинного отделения производит включение электродвигателя 14.2 с пульта управления 16, задавая требуемую частоту вращения для растопки котла 17, после растопки котла по состоянию датчика разряжения отработанных газов 3 и датчика расхода природного газа 4 или мазута 5, контроллер по аналоговому каналу производит автоматическое задание частоты вращения электродвигателя 14.2,

- регулирование частоты вращения электродвигателя В-5А. По состоянию датчиков температуры 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, отсутствия ошибок в преобразователе частоты 13.1, контроллер формирует команду о возможности включения электродвигателя 13.2 от ПЧ, машинист турбинного отделения производит включение электродвигателя 13.2 с пульта управления 16, задавая требуемую частоту вращения для растопки котла 17, после растопки котла по состоянию датчика давления воздуха 1 и датчика расхода природного газа 4 или мазута 5, контроллер по аналоговому каналу производит автоматическое задание частоты вращения электродвигателя 13.2,

- регулирование частоты вращения электродвигателя В-5Б. По состоянию датчиков температуры 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, отсутствия ошибок в преобразователе частоты 15.1, контроллер формирует команду о возможности включения электродвигателя 15.2 от ПЧ,

машинист турбинного отделения производит включение электродвигателя 15.2 с пульта управления 16, задавая требуемую частоту вращения для растопки котла 17, после растопки котла по состоянию датчика давления воздуха 1 и датчика расхода природного газа 4 или мазута 5, контроллер по аналоговому каналу производит автоматическое задание частоты вращения электродвигателя 15.2.

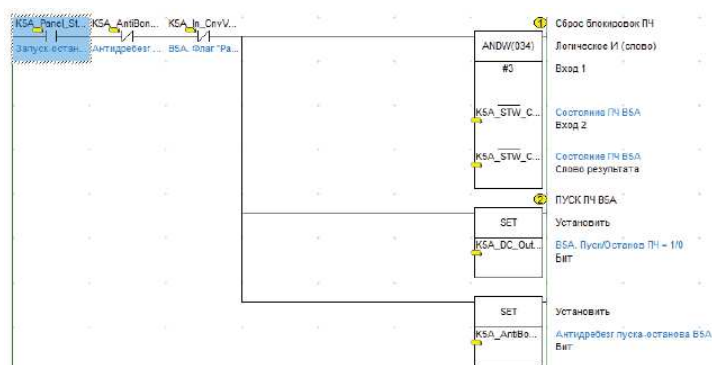


**Рисунок 3 – Функциональная схема автоматизированной системы управления паровым котлом БКЗ-160-100**

На основании алгоритма работы котла, был создан алгоритм работы программы для управления паровым котлом БКЗ-160-100 станции №5 с использованием системы частотного регулирования тягодутьевых механизмов. В качестве среды программирования была использована свободно программируемая логика OMRON. Пуск системы частотного регулирования вентиляторов дутьевых котлоагрегата ст. №5 представлен на рисунке 4.

В рамках проведенных исследований разработана автоматизированная система управления паровым котлом БКЗ-160-100 станции №5 с использованием системы частотного регулирования тягодутьевых механизмов, направленная на повышение эффективности управления и оптимизацию работы электроприводов. В результате проведенного исследования и проектирования были достигнуты

следующие основные результаты: проанализированы существующие методы и алгоритмы регулирования электродвигателей, что позволило выбрать оптимальные решения для поставленных задач; разработана структурная схема автоматизированной системы, обеспечивающая точное и надёжное управление параметрами электродвигателя; реализованы программные модули, обеспечивающие автоматическую настройку и регулирование скорости и момента электродвигателя с учётом изменяющихся условий нагрузки.



**Рисунок 4– Среда Пуск системы частотного регулирования вентиляторов дутьевых котлоагрегата ст. №5**

Разработка данной автоматизированной системы позволит повысить энергоэффективность и надёжность электроприводов, сократить эксплуатационные расходы и улучшить качество управления технологическими процессами. Полученные результаты имеют практическую значимость и могут быть использованы при модернизации существующих предприятий.

Таким образом, выполненное исследование подтвердило актуальность и перспективность использования автоматизированных систем регулирования электродвигателями в современных условиях промышленной автоматизации.

### **Список использованных источников**

1. Принцип работы парового котла [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://principraboty.ru/princip-raboty-parovogo-kotla/> - Дата доступа: 15.09.2025.
2. Системы управления паровым котлом [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://aip.com.ru/article/sistema\\_upravleniay\\_parovim\\_kotlom](https://aip.com.ru/article/sistema_upravleniay_parovim_kotlom) - Дата доступа: 09.09.2025.

3. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации. Автоматизация технологических процессов. Обозначение условные приборов и средств автоматизации в схемах. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 27 с.

УДК 004

**D.A. Sahadov , A.D. Akmuhammedov**  
State Energy Institute of Turkmenistan  
Mary, Turkmenistan

## **WEB PROGRAM WITH DATABASE PROVIDING RELEVANT ADVICE ON PRODUCTION MANAGEMENT**

***Abstract.** The created web platform allows the head of the department to upload notifications related to his department and request reports from employees. Employees, in turn, complete the assigned tasks on time and upload the relevant reports through the system. In addition, the platform has a special section for sharing files, as well as a chat feature for quick communication with employees. This accelerates digital development within the office, facilitates document circulation, and helps to organize the work of employees in an orderly and efficient manner.*

**Д.А. Сахадов, А.Д. Акмухаммедов**  
Государственный энергетический институт Туркменистана  
г. Мары, Туркменистан

## **ВЕБ-ПРОГРАММА С БАЗОЙ ДАННЫХ, ПРЕДОСТАВЛЯЮЩАЯ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ КОНСУЛЬТАЦИИ ПО УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВОМ**

***Аннотация.** Созданная веб-платформа позволяет руководителю отдела загружать уведомления по своему отделу и запрашивать отчёты у сотрудников. Сотрудники, в свою очередь, выполняют поставленные задачи в срок и загружают соответствующие отчёты через систему. Кроме того, на платформе есть специальный раздел для обмена файлами, а также чат для быстрого общения с сотрудниками. Это ускоряет цифровое развитие офиса, упрощает документооборот и помогает организовать работу сотрудников упорядоченно и эффективно.*

Nowadays, digital systems are widely used in all areas of the economy. In manufacturing enterprises, such issues as the systematic organization of employee work, timely data collection, and control over the execution of tasks have long been an important requirement. In the era of digital