

УДК 654.071.3

DOI: 10.35211/1990-5297-2025-8-303-53-55

*Р. Е. Меженин, В. Г. Барабанов***РАЗРАБОТКА ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ
С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЗОННОГО РЕЖИМА
НА БАЗЕ ПЛК ОВЕН****Волгоградский государственный технический университет**

E-mail: romankryt13@yandex.ru, vbarabanov@vstu.ru

В статье представлены особенности разработки приточно-вытяжной климатической установки с автоматическим сезонным регулированием. Авторами предложена система управления на базе ПЛК ОВЕН, обеспечивающая оптимизацию параметров микроклимата и снижение энергопотребления.

Ключевые слова: климатическая установка, сезонный режим, программируемый логический контроллер

*R. E. Mezhenin, V. G. Barabanov***DEVELOPMENT OF A SUPPLY AND EXHAUST AIR CONDITIONING SYSTEM
WITH THE POSSIBILITY OF CHANGING THE SEASONAL
REGIME BASED ON OVEN PLC****Volgograd State Technical University**

The article presents the features of the development of a supply and exhaust air conditioning system with automatic seasonal control. The authors proposed a PLC-based OVEN control system that optimizes microclimate parameters and reduced energy consumption.

Keywords: climate control system, seasonal mode, programmable logic controller

Промышленное производство характеризуется специфическими условиями труда, где технологическое оборудование генерирует токсичные выбросы, газовые примеси, тепловые нагрузки и аэрозольные частицы. На Волгоградском заводе технического углерода, специализирующемся на синтезе сажевых продуктов, эти факторы приобретают особую значимость из-за выделения высокодисперсных частиц углерода (10–500 нм) и взрывоопасных концентраций пыли. Для минимизации негативного воздействия на персонал и окружающую среду в промышленных цехах внедряются приточно-вытяжные вентиляционные системы (ПВВ). Данные системы представляют собой многоуровневые инженерные комплексы, предназначенные для нормализации микроклиматических показателей и удаления из рабочей зоны вредных веществ промышленного происхождения [2].

Перед проектированием ПВВ для такого предприятия обязательным этапом является анализ проектной документации с детальным изучением технологических процессов. Критически важным параметром при разработке системы выступает точное определение состава загрязняющих веществ: для завода технического углерода ключевыми рисками являются превышение

ПДК сажевой пыли (≥ 4 мг/м³), образование взрывоопасных концентраций (от 20 г/м³), а также тепловыделения до 5 кВт/м² от реакторных линий. Дополнительные функции ПВВ на данном производстве включают терморегуляцию рабочей зоны (+16...+22 °C), предотвращение формирования «тепловых куполов», поддержание влажности 40–60 % для подавления пылеобразования и аварийное усиление вытяжки при превышении ПДК токсичных газов. Энергоэффективность системы обеспечивается рекуперацией тепла вытяжных потоков, снижающей затраты на подогрев приточного воздуха до 40 %. Таким образом, ПВВ выполняет санитарно-гигиенические задачи в соответствии со СНиП 41-01–2003 и ГОСТ 12.1.005–88 и технологические функции, непосредственно влияющие на безопасность персонала.

Разрабатываемая система автоматизации приточно-вытяжной установки для Волгоградского завода технического углерода предусматривает использование программируемого логического контроллера ПЛК210 ОВЕН в качестве центрального управляющего элемента. В системе реализуется обработка сигналов от датчиков температуры и влажности, установленных в критических точках воздушного тракта, с формированием управляющих команд для

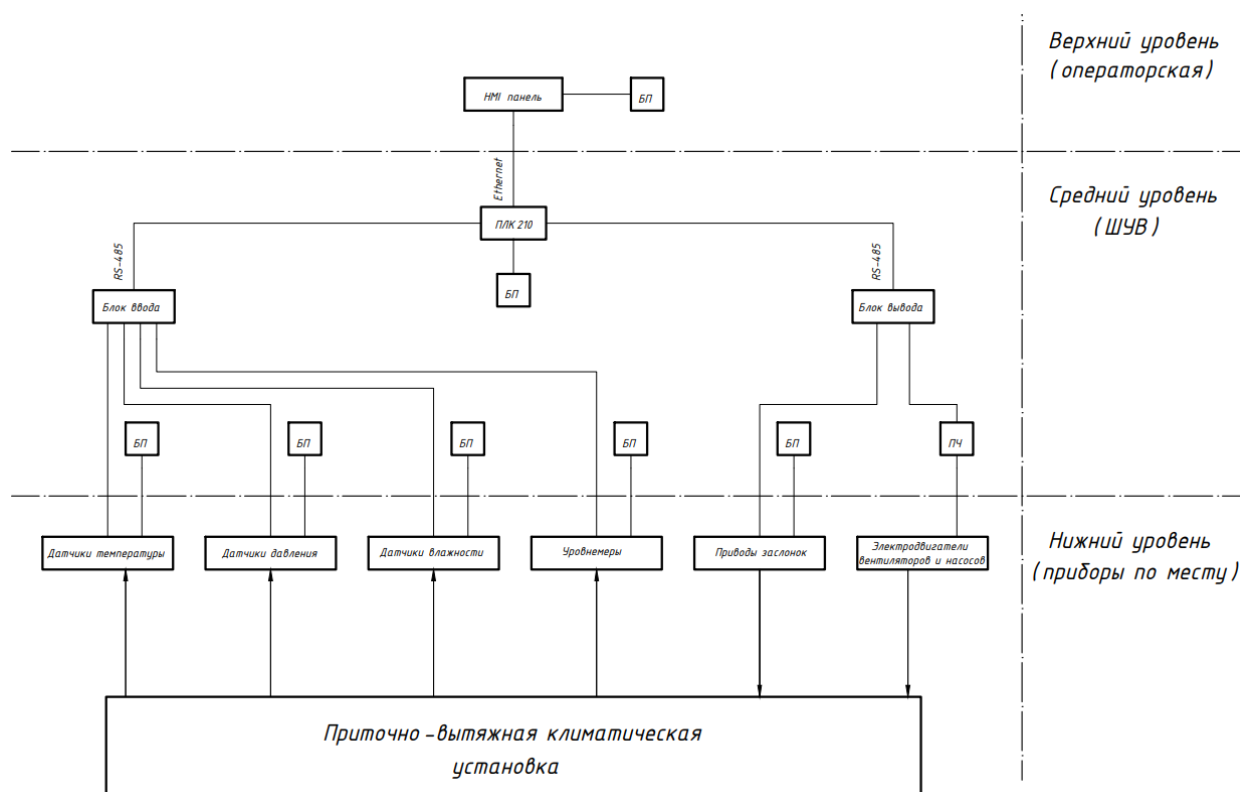
исполнительных механизмов [1]. Алгоритм сезонного регулирования включает два основных режима: при температуре наружного воздуха $\leq +5$ °С (зимний режим) ПЛК активирует насос циркуляции теплоносителя для подогрева воздуха через калориферную секцию, одновременно обеспечивая максимальную рекуперацию тепла. В летнем режиме (температура $\geq +15$ °С) система переключается на работу с насосом хладагента, осуществляющим охлаждение приточного воздуха.

Разработка предусматривает круглогодичное поддержание функции увлажнения воздуха для подавления сажевых частиц (рисунок), где ПЛК регулирует производительность увлажняющих насосов, обеспечивая относительную влажность не ниже 40 % в рабочих зонах. Система реализует плавное регулирование производительности вентиляторов и положения заслонок через частотные преобразователи и сервоприводы с аналоговым управлением.

Для обеспечения безопасности эксплуата-

ции проектом предусматривается интеграция реле сухого хода, передающего сигнал на контроллер при падении давления воды ниже 0.5 бар, что вызывает блокировку насосов увлажнения. При снижении температуры приточного воздуха до $+5$ °С формируется команда аварийного отключения калорифера. Разрабатываемая система автоматически усиливает производительность вытяжки при превышении допустимых концентраций вредных веществ [3].

Программирование управляющего контроллера ПЛК210 ОВЕН осуществляется в интегрированной среде разработки CODESYS 3.5, соответствующей требованиям стандарта МЭК 61131-3. Процесс разработки программного обеспечения начинается с конфигурации аппаратных модулей ввода-вывода, где задаются параметры подключения аналоговых датчиков температуры, влажности и исполнительных устройств. Основное внимание уделяется реализации алгоритмов сезонного регулирования, для чего применяется язык структурированного текста (ST).



Электрическая структурная схема разрабатываемой климатической установки

Этот язык позволяет описать сложную логику переключения между режимами на основе анализа температурных условий наружного воздуха. При программировании функций безопасности создаются высокоприоритетные про-

граммные задачи с минимальным циклом выполнения. Эти задачи обрабатывают сигналы аварийных датчиков, включая реле контроля давления воды и термозащиты калорифера. Для контуров регулирования температуры и влаж-

ности используются готовые функциональные блоки ПИД-регуляторов из стандартной библиотеки CODESYS, которые настраиваются с учетом динамических характеристик объекта управления. Параметры регуляторов адаптируются в зависимости от текущего режима работы установки.

Регулирование приточной и вытяжной заслонок в климатической установке зависит от температуры наружного воздуха, что обеспечивает безопасность оборудования, энергоэффективность и поддержание требуемого воздухообмена. В зимний режим система переходит при температуре ниже $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, ограничивая открытие приточной заслонки до 30–50 %, чтобы минимизировать поступление холодного воздуха. Это предотвращает обмерзание трубок водяного калорифера, которое возникает при резком охлаждении теплоносителя ниже, а также снижает теплопотери. Одновременно вытяжная заслонка регулируется для поддержания перепада давления в пределах 10–15 Па, что исключает избыточную потерю тепла через вытяжку. При этом минимальное открытие приточной заслонки (не менее 30 %) гарантирует требуемый воздухообмен.

В летнем режиме, активируемом при температуре выше $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$, приточная заслонка открывается на 80–100 %, обеспечивая максимальный приток воздуха для охлаждения помещений и эффективного вывода загрязнений.

Резкие перепады температуры компенсируются алгоритмом с гистерезисом $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, что снижает частоту переключений режимов в межсезонье и продлевает ресурс оборудования.

При температурах ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ система автоматически снижает скорость вентиляторов на 20 % для уменьшения риска обмерзания, а в случае угрозы заморозки теплоносителя (падение температуры обратной воды ниже $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$) заслонки полностью закрываются, переключая циркуляцию на малый контур.

Внедрение разработанной системы управления приточно-вытяжной вентиляцией на базе

ПЛК210 ОВЕН на Волгоградском заводе технического углерода прогнозирует значительное повышение энергоэффективности и улучшение эксплуатационных показателей. Ожидается снижение энергопотребления на 28–32 % за счет оптимизации сезонных режимов работы, где максимальное использование рекуперации тепла в зимний период позволит сократить затраты на подогрев приточного воздуха, а летний алгоритм минимизации теплопритоков через рекуператор уменьшит нагрузку на систему охлаждения. Автоматическое регулирование производительности вентиляторов с помощью частотных преобразователей обеспечит адаптацию к текущей нагрузке, исключая работу оборудования на избыточной мощности, что дополнительно снизит электропотребление на 15–18 % по сравнению с дискретным управлением [4].

В результате разработана система автоматизации приточно-вытяжной климатической установки с возможностью сезонного регулирования на базе ПЛК ОВЕН, что позволит оптимизировать энергоэффективность и микроклимат производственных помещений Волгоградского завода технического углерода. Реализованы алгоритмы автоматического переключения режимов, контроля параметров и безопасности оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гильванов, Д. Р. Новые подходы к автоматизации систем вентиляции и кондиционирования / Д. Р. Гильванов // *Science and technology*. – 2024. – С. 15–18.
2. Гурьянов, Д. В. Автоматизированная приточно-вытяжная система вентиляции / Д. В. Гурьянов, В. А. Каширин // *Наука и Образование*. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 9.
3. Мухлисова, Д. Н. Текущие проблемы автоматизации вентиляции / Д. Н. Мухлисова // *Инновационная наука*. – 2024. – Т. 1, № 12-1. – С. 87–88.
4. Рязанов, М. Ю. Области применения местной вентиляции в современных производственных процессах / М. Ю. Рязанов, О. А. Аверкова // *Fundamental science and technology*. – Уфа : Научно-издательский центр «Вестник науки», 2025. – С. 97–101.