

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРИТОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ В ЛИТЕЙНОМ ОТДЕЛЕНИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

П.А. Храмогин, В.С. Панько,

А.Ю. Радзюк (ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ООО «АльваСофт»)

Описывается система диспетчеризации, контроля и автоматизированного управления приточно-вентиляционными установками в литейном отделении алюминиевого завода. Представлены алгоритмы управления, поддерживающие микроклимат при различной температуре внешнего атмосферного воздуха.

Ключевые слова: АСУ, приточно-вентиляционная система, система диспетчеризации, визуализация.

Большинство технологических операций в литейных отделениях металлургического производства протекают при высокой температуре и сопровождаются выделением большого количества водяного пара. Пар образуется, в первую очередь, при кристаллизации жидкого металла во время его охлаждения водой. В воздух рабочей зоны также выделяется значительное количество тепла от нагретого металла и технологического оборудования. Избыточное тепло, особенно при повышенной влажности, может вызвать перегрев организма, и плохое самочувствие, а иногда и «тепловой удар». Наоборот, при благоприятных сочетаниях параметров микроклимата — температуры и влажности человек испытывает состояние теплового комфорта, что является важным условием высокой производительности труда и предупреждения заболеваний.

Меры контроля и поддержания микроклимата в обслуживаемом помещении

Для поддержания санитарно-гигиенических условий труда в литейных цехах необходимо разрабатывать мероприятия по поддержанию параметров микроклимата, обеспечивать безопасные условия труда, применять различные средства механизации и автоматизации технологических процессов и транспортных операций. Требования к метеорологическим условиям регламентируются Санитарными правилами и нормами 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», которые устанавливают оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата для рабочей зоны закрытых производственных помещений с учетом характеристики трудового процесса, тяжести выполняемой работы, времени пребывания на рабочем месте и периодов года, а также методы измерения и оценки этих показателей на действующих предприятиях.

Для выполнения указанных требований обеспечения нормативных показателей микроклимата в производственных помещениях и защиты работающих от перегрева и охлаждения, простудных и других заболеваний используются инженерно-строительные меры, которые включают теплоизоляцию помещения, вентиляцию, кондиционирование.

В основном в алюминиевой промышленности в литейных отделениях для поддержания комфортных условий работы людей служат приточно-вентиляционные

системы. С их помощью в обслуживаемое помещение подается внешний приточный воздух. При необходимости в холодное время года внешний воздух подогревается с помощью калориферов, входящих в состав приточных вентиляционных установок. Перемешиваясь с внутренним воздухом и вытесняя его, приточный воздух ассимилирует избыточное тепло и влагу или подогревает и увлажняет воздух помещения.

Микроклимат обслуживаемого помещения с точки зрения термодинамики

В термодинамике атмосферный воздух рассматривают как смесь, состоящую из сухого воздуха и водяного пара, который может быть в перегретом, насыщенном или в сконденсированном взвешенном состоянии в виде капельного или ледяного (при отрицательной температуре) тумана. При расчетах систем вентиляции и кондиционирования атмосферный воздух считают бинарной гомогенной смесью, в состав которой входят сухой воздух и водяной пар. Количество водяного пара во влажном воздухе изменяется от нуля (сухой воздух) до некоторого максимального значения, которое зависит от температуры и барометрического давления.

С достаточной для технических расчетов точностью влажный воздух можно считать идеальным газом, который подчиняется всем законам смеси идеальных газов, хотя в ряде случаев необходимо учитывать реальные свойства водяного пара. Термодинамические свойства сухого воздуха и водяного пара различны, поэтому свойства влажного воздуха зависят от его количественного состава.

Для измерения влажности воздуха в обслуживаемом помещении установлены гигрометры, которые имеют возможность вывода результатов измерений в виде объемного содержания воды в воздухе в мг/м³, что фактически является значением абсолютной влажности.

Абсолютная влажность воздуха рассчитывается по следующей формуле:

$$f = \frac{m}{V} = \rho_{\text{п}}, \quad (1)$$

где V — объем влажного воздуха, m — масса водяного пара, содержащегося в этом объеме. Обычно используется единица абсолютной влажности г/м³. Аб-

солотная влажность воздуха совпадает с плотностью водяных паров в воздухе.

Рассматривая водяной пар как идеальный газ, с помощью уравнения Клапейрона — Менделеева получают соотношение, связывающее плотность и парциальное давление водяного пара [1]:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{\mu \cdot P_{\text{п}}}{R \cdot T}, \quad (2)$$

где μ — молярная масса воды (18,01528 г/моль); $P_{\text{п}}$ — парциальное давление водяного пара, Па; R — универсальная газовая постоянная ($R = 8,3144598$ Дж/(моль·К)); $T = t + 273,15$ — абсолютная температура воздуха, К.

Относительной влажностью воздуха называется отношение парциального давления водяного пара, содержащегося во влажном воздухе заданного состояния, к парциальному давлению насыщенного водяного пара при той же температуре:

$$\varphi = \frac{P_{\text{п}}}{P_{\text{н}}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

Для инженерных расчетов более удобными являются формулы, предложенные в работе [2]. Для насыщающей упругости водяного пара над поверхностью чистой воды при температуре $0...83^{\circ}\text{C}$:

$$P_{\text{н}} = \exp \frac{16,57t - 115,72}{233,77 + 0,997t} \quad (4)$$

Отмечено [3], что в интервале температур $0...43^{\circ}\text{C}$ максимальная разность между значениями $P_{\text{н}}$, полученными по формуле (4), и табличными $<0,0017$ кПа.

Температура, соответствующая состоянию насыщения влажного воздуха при заданном значении влагосодержания или парциального давления, называется температурой точки росы. Температура точки росы является предельной температурой, до которой

можно охлаждать влажный воздух при постоянном влагосодержании без выпадения конденсата.

Значения температуры точки росы при температуре $0...87^{\circ}\text{C}$ при известном парциальном давлении можно определить с достаточной для инженерных расчетов точностью, вычислив по формулам [2]:

$$t_p = \frac{233,77 \cdot \ln P_{\text{п}} + 115,72}{16,57 - 0,997 \cdot \ln P_{\text{п}}}, \quad (5)$$

где t_p — температура точки росы, $^{\circ}\text{C}$; $P_{\text{п}}$ — парциальное давление водяного пара, кПа.

Система диспетчеризации контроля и дистанционного управления

При поддержании микроклимата в помещении нужно, с одной стороны, обеспечить температуру воздуха в заданных санитарными нормами пределах, с другой, не допустить возникновения конденсата. Для выполнения этих условий в литейном отделении алюминиевого завода разработана и внедрена система диспетчеризации, контроля и автоматизированного дистанционного управления приточно-вентиляционными установками.

В литейном отделении используется восемь приточно-вентиляционных установок (ПВУ), оборудованных тепловым пунктом для подогрева внешнего воздуха, и 13 ПВУ без теплового пункта. Для измерения температуры воздуха в обслуживаемом помещении установлено 12 датчиков температуры с типом сенсора Pt100, которые измеряют температуру в диапазоне $-30...40^{\circ}\text{C}$. Данные датчики установлены на осях строительных конструкций на отметках $+2,000$ и $+6,200$ м от уровня пола. Для измерения температуры строительных конструкций в обслуживаемом помещении установлено девять датчиков аналогичного типа. Они установлены на осях строительных конструкций на отметках $+14,625$ и $+24,115$ м от уровня пола. Измерение

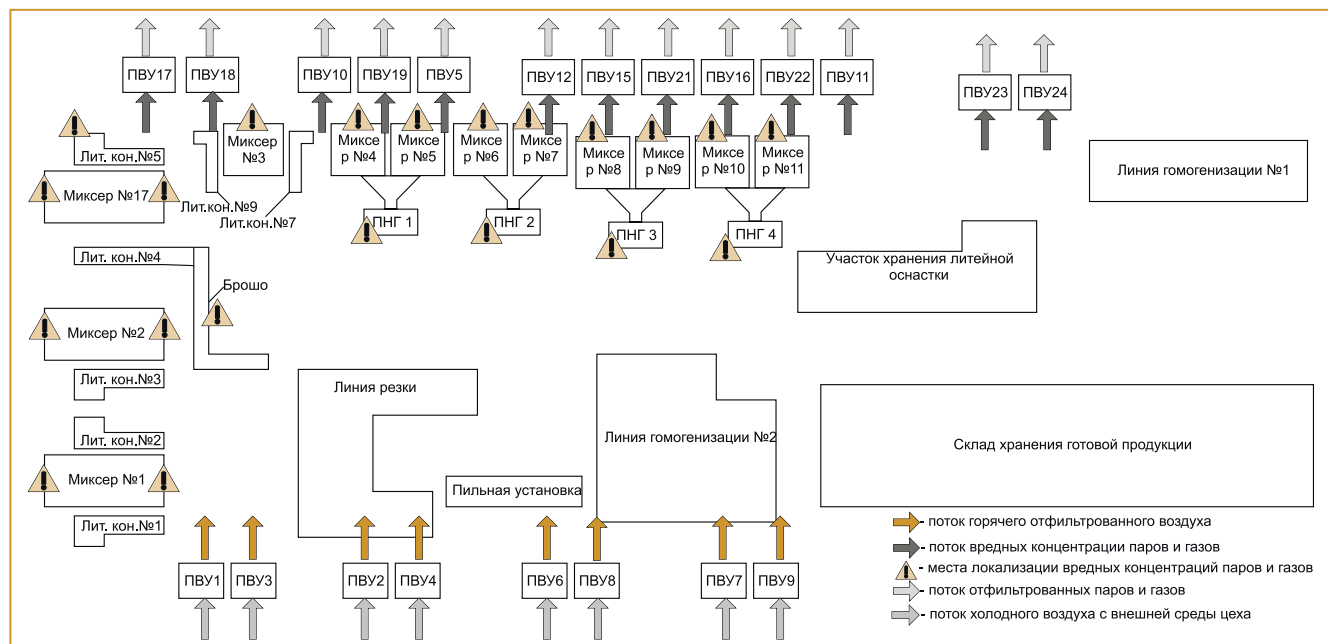


Рис. 1. Структурная схема расположения технологического оборудования литейного отделения

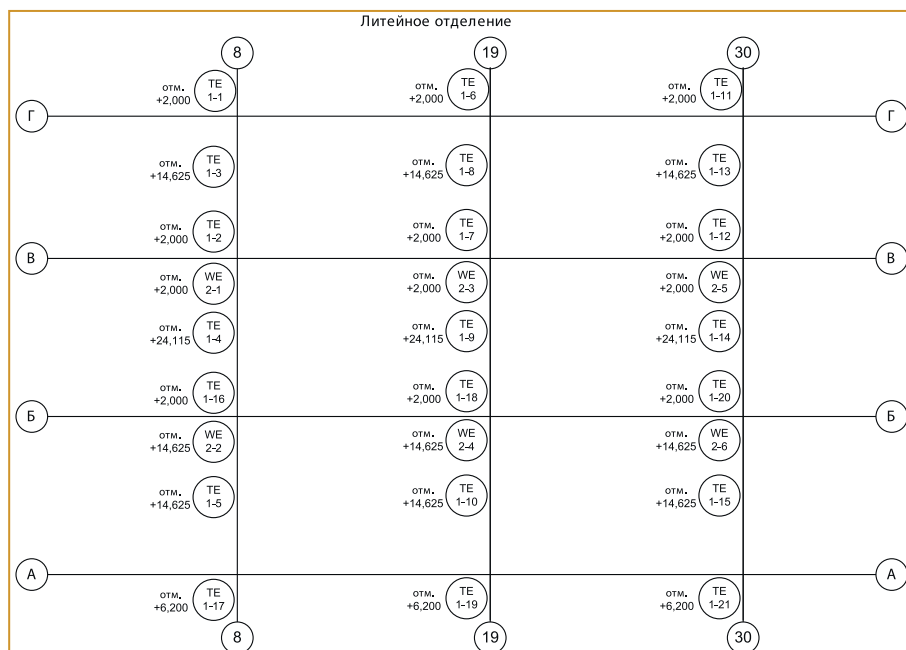


Рис. 2. Структурная схема расположения датчиков температуры и влажности в литейном отделении

влажности воздуха осуществляется с помощью шести гигрометров кулонометрических Байкал-МК.

Структурная схема расположения технологического оборудования представлена на рис. 1.

Структурная схема расположения датчиков температуры и влажности представлена на рис. 2.

Система диспетчеризации выполняет следующие функции:

- сбор данных с датчиков температуры и влажности воздуха;
- дистанционное управление отдельными АСУ приточно-вентиляционными установками;
- регистрация аварий;
- архивирование данных.

При реализации системы управления ПВУ установлены шкафы управления ШУПВ1-ШУПВ24 на базе контроллеров Siemens S7-1200, оснащенные блоками защиты двигателя УБЗ-302 и сенсорной панелью оператора Weintek MT807iiE. Некоторые ПВУ оснащены комплектными шкафами управления на базе контроллеров Segnetics.

Главный шкаф управления и диспетчеризации (ШУД) реализован на базе контроллера Allen-Bradley ControlLogix 1756-L71. Обмен данными между компонентами системы производится по технологической сети Ethernet. Структура системы приведена на рис. 3.

Шкаф сервера (ШС) обеспечивает коммуникацию между всеми шкафами. В качестве сервера используется про-

мышленный компьютер AdvantiX ER-8000, на котором установлено программное обеспечение для реализации управления верхнего уровня системы.

Контроллеры шкафов ШУПВ Siemens S7-1200 обмениваются данными непосредственно с сервером системы диспетчеризации контроля и дистанционного управления через OPC-сервер Siemens SoftNet-IE S7. Затем данные АСУ приточных вентиляционных установок поступают в FactoryTalk View Server для отображения на экранах сервера и панели оператора. Аналогичным образом контроллеры Segnetics ПВУ П1, П5, П19 обмениваются с сервером системы через OPC-сервер Modbus Universal MasterOPC. Таким образом, достигается независимость функционирования приточных вентиляционных установок от работы шкафа управления.

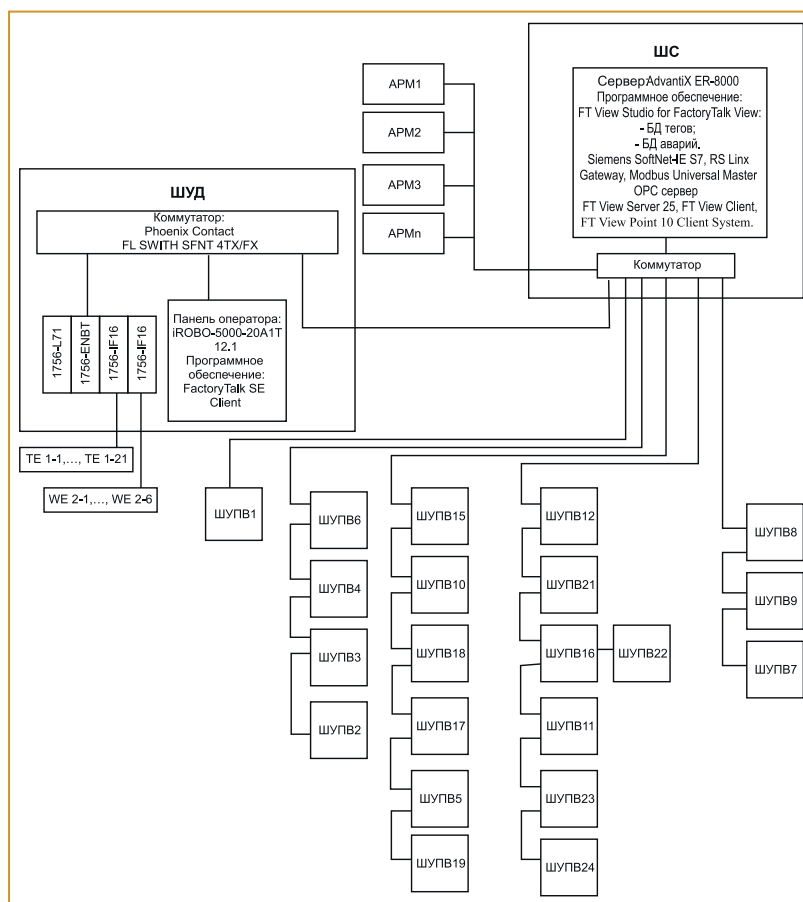


Рис. 3. Структурная схема системы диспетчеризации контроля и дистанционного управления

Алгоритм управления приточно-вентиляционными установками

Алгоритм управления ПВУ заключается в том, чтобы не допустить возникновения конденсата при одновременном поддержании заданной температуры в помещении. Для этой цели, используя приведенные выше формулы и данные, получаемые с датчиков температуры воздуха, температуры строительных конструкций и влажности воздуха, в программе контроллера ШУД производится вычисление температуры точки росы. Далее программа контроллера сравнивает рассчитанное значение температуры точки росы с текущей температурой воздуха в помещении и производит запуск или останов приточно-вентиляционных установок. Для поддержания заданной температуры воздуха осуществляется управление подогревом воздуха в приточных установках, оборудованных тепловыми пунктами.

Информация о состоянии ПВУ и измеренные значения температуры и влажности в литейном отделении отображаются на экране сервера и панели оператора ШУД. Управление режимами работы ПВУ осуществляется независимо либо с панели оператора ШУД, либо с сервера ШС.

При помощи системы FactoryTalk ViewPoint 10 Client System данные передаются с сервера системы для визуализации на удаленных АРМ1, АРМ2,..., АРМ10. Эти АРМ представляют собой компьютеры,

подключенные к сети предприятия. На экранах АРМ в окне Internet-браузера отображается информация о состоянии ПВУ, измеренные значения температуры и влажности в литейном отделении. Имеется возможность просмотра архива событий и графиков глубиной до 1 года.

Заключение

Реализованная система диспетчеризации контроля и дистанционного управления позволяет в автоматическом режиме поддерживать микроклимат обслуживаемого помещения, обеспечивая безопасные условия труда.

С помощью сервера или АРМов, обслуживающий персонал может выбирать режимы управления системы диспетчеризации контроля и дистанционного управления, а также своевременно и быстро реагировать на нештатные ситуации.

Данная система реализована в литейном отделении на Саяногорском алюминиевом заводе АО «РУСАЛ — Саяногорск».

Список литературы

1. *Кириянов А.П., Коришунов С.М.* Термодинамика и молекулярная физика. 1977. с. 117.
2. *Тарабанов М.Г.* J-d диаграмма влажного воздуха. Методические указания. Волгоград. 2003.
3. *Влажный воздух: справочное пособие.* М.: АВОК. 2004.

Храмогин Павел Александрович — инженер-программист отдела АСУТП компании «АльваСофт», магистр ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,

Панько Василий Сергеевич — канд. техн. наук, директор по развитию компании «АльваСофт», доцент кафедры радиотехники ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,

Радзюк Александр Юрьевич — канд. техн. наук, доцент кафедры теплотехники и гидрогазодинамики ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Контактный телефон 8 (391) 271-64-32.



Инжиниринговая компания АльваСофт занимается разработкой и внедрением проектов в области управления технологическими процессами: внедрение АСУТП различной сложности и локализации на промышленных предприятиях; разработка систем диспетчеризации и оперативного управления; программно-аппаратные отраслевые решения для промышленного производства; промышленные роботы и их внедрение, настройка и обслуживание.

Современному промышленному предприятию сложно продвигать свою продукцию в высококонкурентной среде, не имея возможности гибко управлять производительностью производства, не видя процессов и реальных затрат, не имея возможности оценить реальную эффективность работы цехов и участков как технологическую, так и экономическую. Компания АльваСофт предлагает подсистемы интеграции для полного обеспечения обмена

данными инженерно-технологической сети завода с верхним уровнем АСУТП.

На сегодняшний день компания выполняет весь комплекс работ по созданию систем автоматизации предприятия: от предпроектного обследования объектов управления и разработки технического задания до сдачи в промышленную эксплуатацию и последующего технического сопровождения и сервисного обслуживания.

При выполнении проектов используются высоконадежные компоненты систем автоматизации ведущих зарубежных и отечественных производителей: Siemens, Rockwell Automation, АВВ, Прософт-Системы, Advantech, Phoenix Contact. Компания АльваСофт является системным интегратором Wonderware.

Специалисты компании имеют многолетний стаж работы на предприятиях металлургической, энергетической, пищевой отраслей и реализуют актуальные и эффективные технические решения задач автоматизации.

Тел: +7 (391) 271-64-32

E-mail: info@alvasoft.ru <http://www.alvasoft.ru>