

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И РАСХОДА ВОЗДУХА ПОДЗЕМНОГО ЦЕХА

Разработаны требования к системе контроля температуры и расхода воздуха подземного цеха. Осуществлен выбор количества и мест расположения датчиков температуры и расхода воздуха. Приведены схемные решения системы контроля температуры и расхода воздуха на базе цифровых термодатчиков DS1820 и 8-разрядных микроконтроллеров серии ATmega.

Розроблено вимоги до системи контролю температури і витрати повітря підземного цеху. Здійснено вибір кількості та місць розташування датчиків температури і витрати повітря. Наведено схемні рішення системи контролю температури і витрати повітря на базі цифрових термодатчиків DS1820 і 8-розрядних мікроконтролерів серії ATmega.

The requirements for the control system of temperature and air flow underground departments were consisted. Making selection of number and location of sensors and air flow. Schematics of the temperature control system and air flow based on DS1820 digital temperature sensors and an 8-bit microcontroller series ATmega is presented.

Во многих отраслях народного хозяйства страны, где по технологическим требованиям, необходимо поддерживать стабильную температуру воздуха, используют подземные сооружения. Так в Крыму для этих целей используют подземные пространства, оставшиеся после извлечения известняка, в Донбассе - после выемки галенита. Они имеют большую высоту (до 10 м), объем десятки тысяч м³, расположены на небольшой глубине в зоне постоянных температур и имеют искусственное или естественное проветривание.

Так один из подземных цехов в г. Севастополе, используемых для выдержки виноматериала, расположен в толще пильного известняка на глубине 6...14 м от поверхности. Температура воздуха цеха колеблется пределах от 13,2 до 18,2°C, а относительная влажность от 72 % до 100 %. При этом температура и влажность воздуха непостоянны по площади цеха однако достаточно стабильны по времени.

По технологическим требованиям средняя температура воздуха цеха должна составлять $14,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$. которая должна поддерживаться в указанных пределах системой вентиляции и кондиционирования воздуха (СКВ).

Для определения эффективных режимов работы вентиляторной установки и кондиционера необходимо контролировать температуру подаваемого в цех воздуха, температуру воздуха в цеху, общий расход воздуха и расход воздуха на рециркуляцию. Таким образом, возникает необходимость разработки системы контроля параметров микроклимата цеха и режима работы СКВ, которая должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Производить периодический контроль температуры воздуха в помещении цеха и воздуха подаваемого в цех.
2. Осуществлять замер температуры воздуха в цехе в интервале 12...19°C с погрешностью не превышающей $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

3. Осуществлять замер температуры воздуха подаваемого в цех в интервале $-5...+38^{\circ}\text{C}$ с погрешностью не превышающей $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.
4. Количество и расположение датчиков температуры в цехе должно позволять определять фактическую среднюю температуру воздуха цеха.
5. Определять количество воздуха подаваемого в цех и количество рециркуляционного воздуха.
6. Периодичность опроса датчиков температуры и расхода воздуха должна составлять 10...20 мин.
7. Передавать информацию о замеренных параметрах на персональный компьютер, расположенный от первичных датчиков на расстоянии 60...450 м.

Система контроля состоит из персонального компьютера (ПК) с подключенным к нему главным устройством, расположенного в кабинете начальника цеха, и датчиков температуры и расхода воздуха, располагаемых в помещении цеха и в помещении кондиционера (рис. 1).

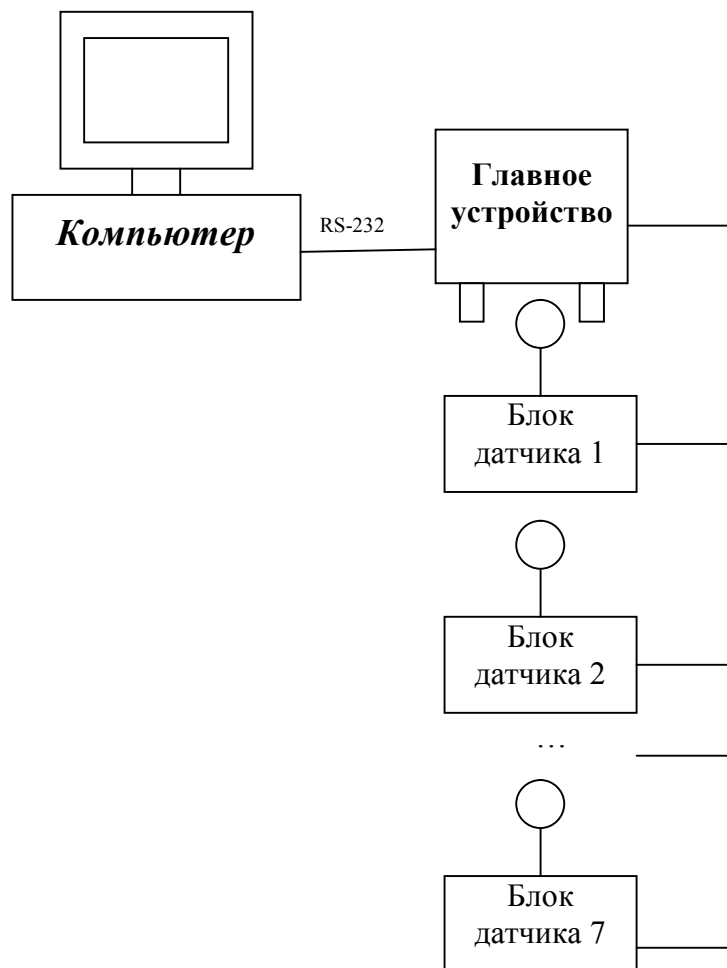


Рис. 1. Принципиальная схема системы контроля температуры и расхода воздуха цеха

Замер параметров подаваемого в цех воздуха будет осуществляться в канале вентилятора и в рециркуляционном канале. В канале вентилятора расположены датчик температуры подаваемого воздуха и первый измеритель скоро-

сти и направления движения воздуха (ИСНВ). В рециркуляционном канале расположен второй ИСНВ.

Расположение и количество датчиков температуры в цехе должно давать возможность получать представительную информацию о средней температуре воздуха. Проведенные исследования при естественном воздухообмене и при работе СКВ позволили установить, что температура воздуха в цехе не постоянна, она изменяется как по площади цеха, так и по высоте.

Учитывая эту закономерность, а также то, что основная масса виноматериала находится в бочкотаре, на высоте от 1,2 до 4,5 м, высота установки датчиков принята 2...2,5 м. Установка датчиков на такой высоте позволяет получать достоверную информацию о параметрах воздуха в зоне выдержки виноматериалов, облегчает обслуживание датчиков и исключает возможность случайного прикосновения к датчикам. Для исключения влияния температуры ceilings и вмещающих пород на показания датчиков температуры их следует размещать на расстоянии не ближе 500 мм от обнаженных поверхностей и снабжать тепловым экраном.

Для получения достоверной информации о средней температуре воздуха цеха, при которой производится выдержка виноматериала, нами выполнены многочисленные замеры температуры воздуха в 24 замерных пунктах (рис.2). Проведенными исследованиями установлено, что, несмотря на значительную изменчивость тепловлажностных параметров воздуха по площади цеха, в нем можно выделить 7 зон с различным тепловым режимом: верхний подвал, пять цеховых штолен и входная штольня. Выполненные исследования позволили установить, что характерные точки, имеющие средние параметры воздуха, расположены в средней части галерей №1, №2 и №3. Для штольни № 4 такая точка расположена на расстоянии 1/3 длины от входа в цех. Этот вывод подтверждают результаты сравнения средней температуры воздуха цеха, полученных по результатам замера в 24 точках цеха $t_{24_{cp}}$ и в местах установки датчиков температуры t_d (табл.1).

Таблица 1

Результаты расчета средней температуры цеха

Дата замера	23.10.11	6.11.11	4.12.11	22.01.11	25.02.121
$t_{24_{cp}}$, °C	16,1	15,5	14,9	13,8	14,0
t_d , °C	16,2	15,5	14,8	14,0	13,8
$\Delta = t_{24_{cp}} - t$ °C	-0,1	0	+0,1	-0,2	+0,2

Из табл.1 видно, что температуры, полученные по результатам площадных съемок, и температуры, полученные по замерам в местах расположения датчиков, практически совпадают. Максимальное расхождение составляет $\Delta = \pm 0,2^\circ\text{C}$, что соответствует заданной точности определения температуры воздуха цеха и свидетельствует об отсутствии систематической ошибки.

Таким образом, для получения информации о средней температуре воздуха как всего цеха, так и отдельных его зон, необходимо и достаточно иметь в цеху 6 датчиков температуры.

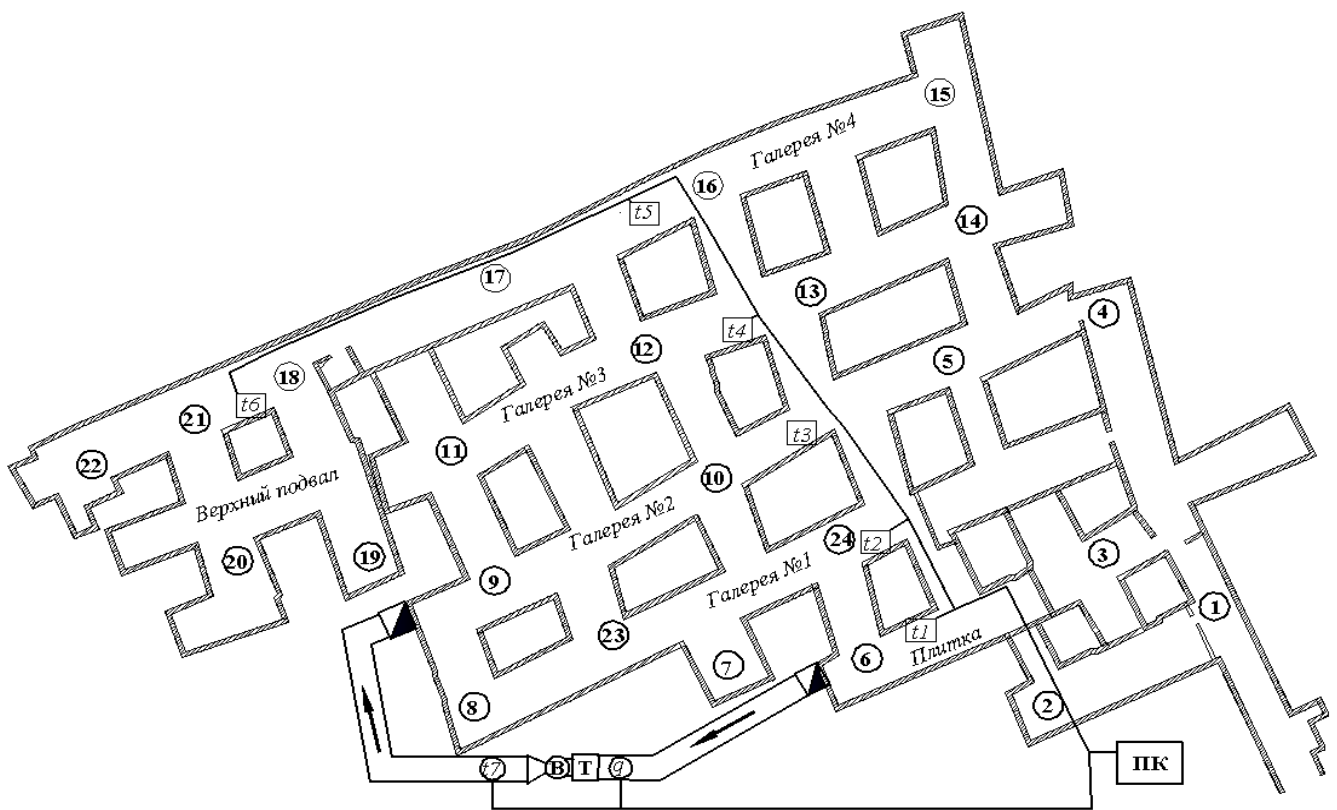


Рис.2. Схема размещения датчиков температуры ($t_1 \dots t_7$) и датчиков расхода воздуха (q): Т – теплообменник, ПК – персональный компьютер, В- вентилятор

Следовательно, система контроля параметров микроклимата цеха и режима работы СКВ должна содержать 7 датчиков температуры и два датчика расхода воздуха ИСНВ. При разработке блоков системы, как управляющие микропроцессоры, были применены 8-разрядные микроконтроллеры серии АТМega производства Atmel.

Ведущим устройством системы является главное устройство. Оно задает такт обмена цифровой информацией и посылает управляющие команды подчиненным устройствам – блокам датчиков. В ответ на запрос системы блоки датчиков исполняют посланные им команды. Предназначение главного устройства системы состоит в сборе и обработке данных с температурных датчиков и датчиков расхода воздуха, а также дальнейшей передачи этой информации в программное обеспечение. Главное устройство (рис.3) основано на микроконтроллерах АТМega 8 фирмы Atmel. В состав устройства входит интерфейс ввода вывода, микроконтроллер, каналы аналогового ввода для датчиков расхода, последовательный интерфейс RS-232 для обмена информацией с компьютером а также интерфейс для обмена цифровой информацией с блоками датчиков системы. Весь информационный поток системы движется от блоков датчиков к главному устройству.

Для реализации обмена информацией главного устройства системы с блоками датчиков системы была применена линия данных с отдельными сигнальными линиями ввода и вывода. В информационную линию системы можно

подключить до 100 блоков датчиков. Длина линии может быть до 4 км. Протокол обмена цифровой информацией представляет собой упрощенный модернизированный протокол 1-Wire с возможностью использовать отдельные сигнальные линии ввода и вывода и регулировать тайминги информационного обмена. Обмен информацией между главным устройством и блоками датчиками производится через логическую схему «И», образованную выходами всех присоединенных к шине устройств и резистором подтяжки.

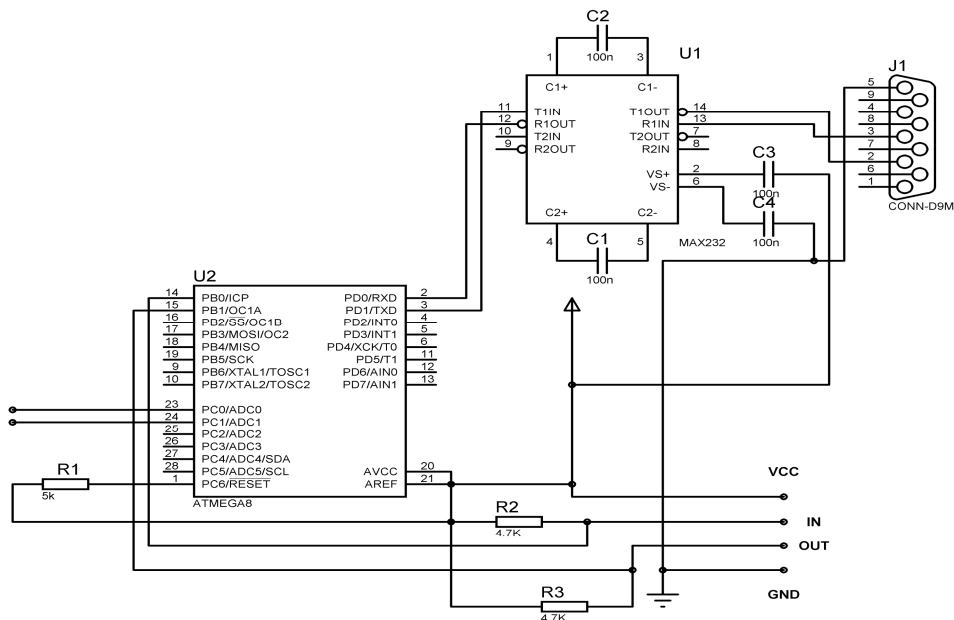


Рис. 3. Принципиальная схема главного устройства системы

Замер температуры производится датчиками температуры, которые подключаются к специальным блокам сбора информации (блокам датчика) (рис.4), которые предназначены для отправки информации о температуре воздуха в главное устройство. Блоки датчиков состоят из микроконтроллера, интерфейса ввода-вывода для обмена температурными показателями и цифрового температурного датчика DS18B20.

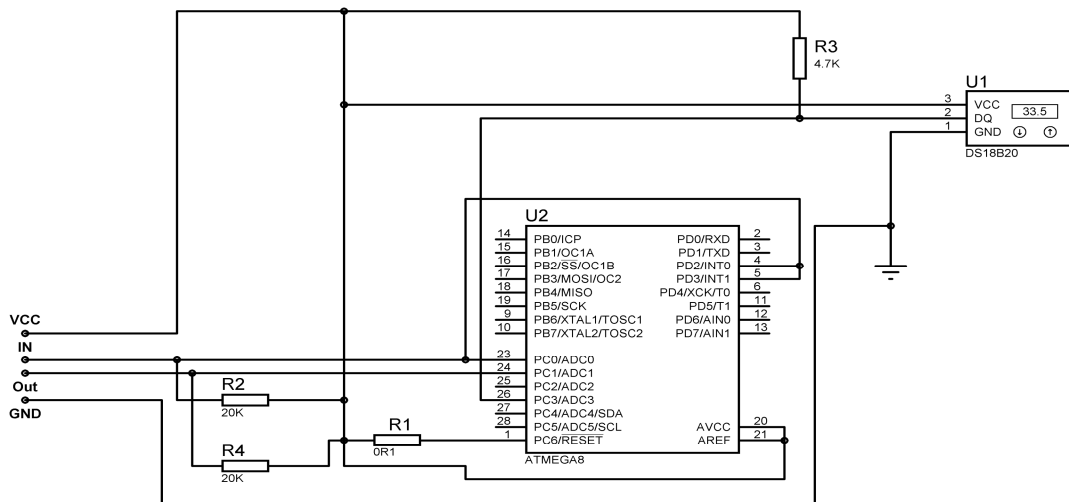


Рис. 4. Принципиальная схема блока датчика системы

Все компоненты блока датчика содержатся в его корпусе. Микросхема в блоке датчика служит для снятия информации с датчика DS18B20 и передачи этой информации по каналу ввода-вывода.

Вид блока датчика в сборе, установленного в точке измерения, приведен на рис.5.

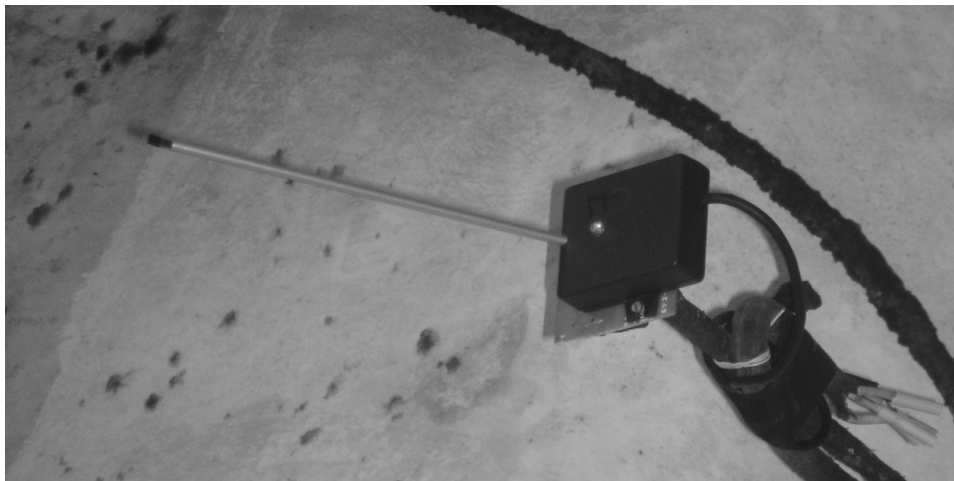


Рис. 5. Блок датчика температуры в сборе

Основным элементом блока датчика является датчик температуры. В системе, для измерения температуры воздуха, используется цифровой датчик DS18B20 фирмы Maxim, рассчитанный на работу по интерфейсу 1-Wire и обеспечивающий преобразование температуры с разрядностью до 12 бит. Диапазон измеряемых температур составляет от -55 до $+125^{\circ}\text{C}$ с шагом $0,1^{\circ}\text{C}$.

Сигнальный вывод датчика присоединяется к сигнальной шине, управляемой одной из линий ввода-вывода микроконтроллера. Через резистор подтяжки с сопротивлением порядка $5\text{k}\Omega$ сигнальная шина соединяется с линией питания ($3...5,5\text{В}$). Благодаря использованию цифровых датчиков температуры DS1820 возможно подключить через цифровую четырехпроводную линия связи до 120 датчиков в зависимости от технологических нужд. Температурный датчик DS1820 передает в микроконтроллер уже обработанную температуру в цифровом последовательном коде по однопроводному интерфейсу.

В качестве датчиков расхода воздуха используются измерители скорости и направления воздуха (ИСНВ) с аналоговым выходом. Датчики расхода воздуха определяют расход воздуха в канале вентилятора и в рециркуляционном канале и передают информацию главному устройству по аналоговому каналу.

Благодаря удобному программному обеспечению, настраиваемому индивидуально для каждого датчика, можно оперативно контролировать температуру и скорость изменения температуры цеха.

Реализация принятых схемных решений в условиях подземного цеха с высокой (до 100%) влажностью воздуха и большой электронасыщенностью показала высокую работоспособность, помехоустойчивость и отсутствие сбоев в работе системы. Эксплуатация разработанной системы контроля температуры и расхода воздуха позволяет получать оперативную информацию для кор-

ректировки режима работы СКВ и поддержания стабильного теплового режима помещения.

Выводы. Определены основные требования к системам контроля температуры и расхода воздуха подземных сооружений.

Выбор количества термодатчиков и мест их установки для получения средней температуры воздуха зависит от топологии помещения и воздухораспределения и должен осуществляться в зависимости от конкретных условий путем зонирования помещения и определения характерных точек.

В системах контроля параметров микроклимата подземных сооружений целесообразно применять термодатчики DS1820, которые позволяют измерять температуру воздуха в пределах от от -55 до +125оС с шагом 0,1оС при влажности воздуха до 100%.

Список литературы

1. Тепловой режим подземных сооружений Севера: Научное издание / Галкин А. Ф.— М: Наука, 2000. - 304 С.
2. Кувшинов Ю.Я. Исследование теплового режима тоннеля / Современные системы теплогазоснабжения и вентиляции. Труды МГСУ/ Кувшинов Ю.Я., Рымаров А.Г. — М.: Изд-во МГСУ, 2003.
3. Рубинэ М. Кондиционирование воздуха в подземных сооружениях/ Рубинэ М. — М.: Госстройиздат, 1963.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голінком В.І.
Надійшла до редакції 07.04.2013*

УДК 622.453

© Г.П. Кривцун, Е.В. Столбченко

РАСЧЕТ ДЕПРЕССИИ ТРУБОПРОВОДОВ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ И ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ НАЛИЧИИ УТЕЧЕК ВОЗДУХА

В работе уточнены закономерности выделения газа из пластов угля и выработанного пространства в подготовительные выработки, разработана математическая модель расчета вентиляционного трубопровода, учитывающая распределенные утечки из труб в подготовительную выработку и позволяющая снизить энергозатраты на местное проветривание.

У роботі уточнені закономірності виділення газу з пластів вугілля і виробленого простору в підготовчі виробки, розроблена математична модель розрахунку вентиляційного трубопроводу, що враховує розподілені витоки з труб в підготовчу виробку і дозволяє знизити енерговитрати на місцевий опір.

In refined patterns of gas evolution from the seams of coal and gob in advance working, developed a mathematical model for calculating the ventilation pipe, which takes into account the distributed leakage from pipes in the preparatory development while minimizing the energy consumption for local airing.