

УДК 662.6/9



**В. Н. ПОНОМАРЬ,**  
инж.  
(ПАО «Луганскгипрошахт»)



**А. С. СИТКОВ,**  
инж.  
(ПАО «Луганскгипрошахт»)



**В. К. КОВАЛЕНКО,**  
инж.  
(ПАО «Луганскгипрошахт»)

**В** классических схемах нагрева шахтного воздуха предусмотрены теплоносители в виде воды или пара. Теплоноситель готовят в котельных и как горячую сетевую воду циркуляционными насосами подают к воздухонагревательным аппаратам. В воздухонагревательных теплообменниках (калориферах) теплота от теплоносителя передается воздуху через разделительную стенку рекуперативного аппарата.

## Установка для нагрева шахтного воздуха

Представлена схема нагрева шахтного воздуха без использования воды.

**Ключевые слова:** теплогенератор, воздухоподогреватель, калориферная установка, дутьевой вентилятор, дымосос, камера смешения.

**Контактная информация:** [Luganskgiproshakht@i.ua](mailto:Luganskgiproshakht@i.ua)

Характерный момент в этом процессе – качественное регулирование теплообмена, т. е. при постоянном расходе теплоносителей (греющего и нагреваемого) за счет изменения температуры греющего теплоносителя меняется мощность теплового потока в воздухонагревательном аппарате. Таким образом, при постоянном расходе нагреваемого теплоносителя меняется его конечная температура, которая в смеси с холодным воздухом определяет температуру воздуха, поступающего в шахту, т. е. не менее 2 °С.

Основной теплогенерирующий источник – котел. В соответствии со СНиП II-35-76 «Котельные установки» вода, поступающая в котел, должна пройти специальную подготовку (очистку от взвешенных веществ, умягчение, дегазацию), что предусматривает разработку схем подготовки воды и установку специального дорогостоящего оборудования, наличие обученного персонала. Для обеспечения непрерывной циркуляции в целях передачи аккумулированной теплоты воды к калориферным установкам необходимы сетевые (циркуляционные), подпиточные и другие насосы, а также сеть трубопроводов, постоянно заполненных водой. На практике на многих объектах ощущается дефицит питьевой воды, а ино-

гда и шахтной осветленной. Часто выходят из строя насосы, котлы, калориферы, что ведет к перебоям в работе и замораживанию систем и воздухоподающих стволов.

В новой технологии подогрева воздуха топливо, сгорающее в топке теплогенератора, нагревает воздух в воздухонагревательных установках (воздухоподогревателях) до температуры 150 – 250 °С. Вентилятор, установленный на холодной стороне воздухоподогревателя, подает горячий воздух на смешение с основной массой поступающего в шахту воздуха. Смесь горячего (10 – 13 %) и холодного (87 – 90 %) воздуха температурой не менее 2 °С поступает в воздухоподающий ствол.

Для новой технологии не нужна вода как промежуточный теплоноситель со всеми отрицательными моментами ее использования. Подача горячего воздуха и его температура зависят от количества работающих установок и от температуры наружного воздуха. По такой технологии работают многие шахты в России.

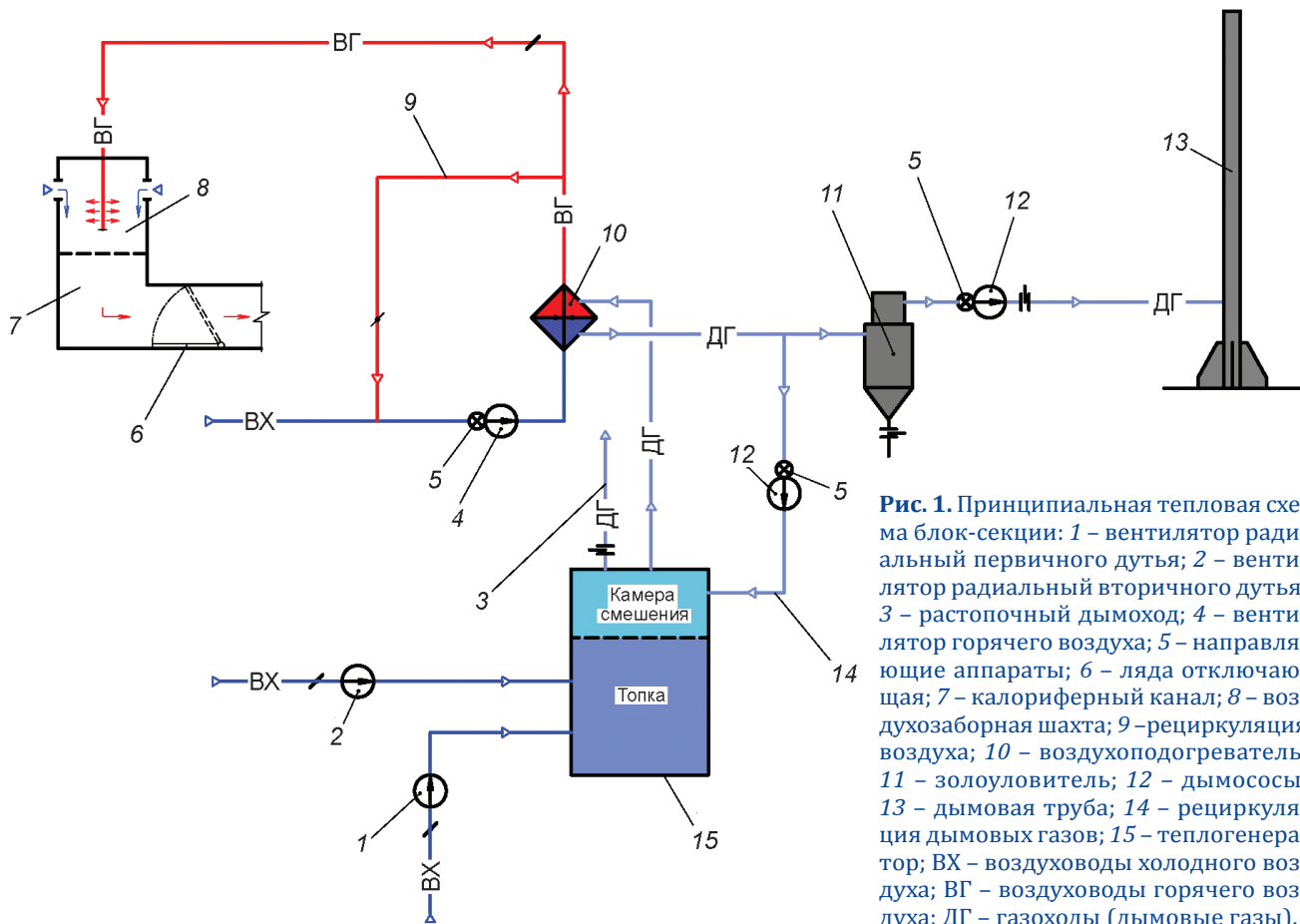
Специалисты института «Луганскгипрошахт» разработали установку, работающую по новой технологии, в которой используется теплота уходящих газов теплогенератора, работающего на твердом топливе. Установка

предназначена для нагрева воздуха, подачи его на смешение с основной массой воздуха, поступающего в ствол шахты, и аналогична по своему действию вентиляторным калориферам, широко применяемым в настоящее время.

Отличие данной установки от вентиляторной калориферной в том, что вместо теплоносителя вода используется теплоноситель *дымовые газы*. Калориферы заменены воздухоподогревателями, в которых теплота от дымовых газов, получаемых в топке теплогенератора, передается свежему воздуху, проходящему через воздухоподогреватель. Схема установки предусмотрена так, что воздух в воздухоподогревателе всегда находится под давлением, а дымовые газы – под разрежением. Поэтому, даже в случае потери внутренней герметичности воздухоподогревателя, в процессе эксплуатации воздух будет перетекать в полость дымовых газов, а не наоборот, содержание оксида углерода и других вредных компонентов в горячем воздухе будет определяться содержанием их в окружающем воздухе.

Для регулирования количества теплоты на нагрев воздуха в зависимости от наружной температуры установки комплектуют блок-секциями. В состав блок-секции входят: теплогенератор, воздухоподогреватель, вентилятор свежего воздуха, вентилятор первичного воздуха (дутьевой), вентилятор вторичного воздуха (острого дутья), циклон (золоуловитель), дымосос, газоходы, воздухопроводы, контрольно-измерительные приборы и аппаратура (рис. 1).

*Теплогенератор* состоит из топки и камеры смешения. В зависимости от тепловой мощности и вида твердого топлива топки могут быть механические с решеткой прямого или обратного хода, полумеханические с забрасывателями и поворотными колосниками, кипящего слоя и др. Топки просты и универсальны, поэтому широко распространены. Их используют для сжигания различных видов топлива (антрацитов, каменных и бурых углей, торфа, дров и др.). Теплоэнергетические установки, оборудованные такими топками, незначительно капиталоемки.



**Рис. 1.** Принципиальная тепловая схема блок-секции: 1 – вентилятор радиальный первичного дутья; 2 – вентилятор радиальный вторичного дутья; 3 – растопочный дымоход; 4 – вентилятор горячего воздуха; 5 – направляющие аппараты; 6 – ляда отключающая; 7 – калориферный канал; 8 – воздухозаборная шахта; 9 – рециркуляция воздуха; 10 – воздухоподогреватель; 11 – золоуловитель; 12 – дымососы; 13 – дымовая труба; 14 – рециркуляция дымовых газов; 15 – теплогенератор; VX – воздухопроводы холодного воздуха; ВГ – воздухопроводы горячего воздуха; ДГ – газоходы (дымовые газы).

Для уменьшения потерь теплоты с физическим и химическим недожогом топлива и, в частности, потерь с уносом применяют вторичное (острое) дутье. Оно улучшает смешение топочных газов с воздухом, необходимым для полного сгорания, удлиняет путь уносимых из слоя частиц топлива, разрушает окружающую их газовую оболочку и облегчает контакт с воздухом.

Камера смешения теплогенератора находится в обмуровочной кладке топки и служит для снижения рабочей температуры дымовых газов на выходе из теплогенератора (1000 °С) до расчетной (500 °С) перед входом в воздухоподогреватель. Дымовые газы охлаждаются за счет подмешивания к топочным высокотемпературным дымовым газам отработавших (охлажденных) в воздухоподогревателе дымовых газов. Отработавшие дымовые газы, направляемые на рециркуляцию в смешительную камеру теплогенератора, регулируются направляющим аппаратом дымососа рециркуляции. Камера смешения имеет специальный люк для периодической чистки от осевшего уноса из топки.

Чтобы повысить скорость и качество сжигания топлива, в поддувало топки *дутьевым вентилятором* подается первичный воздух, а чтобы снизить химический и физический недожог и одновременно поддержать рабочую температуру в топочном пространстве, в надколосниковую зону *вентилятором острого дутья* подается вторичный воздух.

Для растопки теплогенератора, а также на случай аварийного отключения электроэнергии в конструкции теплогенератора предусмотрен *растопочный дымоход*, оборудованный шибером.

Основной элемент блок-секции – *трубчатый воздухоподогреватель* ВП-300, в котором теплота дымовых газов через разделительную стенку передается свежему воздуху. При этом дымовые газы проходят по трубкам сверху вниз, а холодный воздух поступает в нижнюю часть воздухоподогревателя (в межтрубное пространство) и движется снизу вверх. Воздух нагнетается вентилятором в воздухоподогреватель, где нагревается и под остаточным давлением направляется на смешение с основной массой наружного воздуха, подаваемой в ствол.

Чтобы предотвратить сернистую коррозию трубок, необходимо повысить температуру холодного воздуха, подающегося в воздухоподогреватель. Для этого предусмотрена рециркуляция части горячего воздуха во всасывающий воздуховод вентилятора горячего воздуха с помощью регулирующего клапана.

При остановке теплогенератора в состоянии «горячий резерв» возможно скопление уноса на верхней трубной доске воздухоподогревателя. Для предотвращения аварийной ситуации при выводе теплогенератора на рабочий режим (возгорание разогретого уноса и расплавление трубок воздухоподогревателя) на газоходе от камеры смешения к воздухоподогревателю установлен шибер, который должен быть закрыт при переводе теплогенератора в состояние «горячий резерв».

Охлажденные дымовые газы, находящиеся под разрежением дымососа, на выходе из воздухоподогревателя разделяются на два потока. Один поток поступает на очистку в сухие *золоуловители (циклоны)* и основным *дымососом* выбрасывается через дымовую трубу в атмосферу, другой поток *дымососом рециркуляции* направляется в камеру смешения теплогенератора для снижения температуры дымовых газов перед входом в воздухоподогреватель. Количество дымовых газов регулируют направляющим аппаратом дымососа рециркуляции. Высоту дымовой трубы определяют из условия обеспечения разбавления вредных выбросов до концентраций ниже предельно допустимых в приземном слое атмосферы.

В технологической схеме установки предусмотрены контрольно-измерительные приборы и датчики, контролирующие процесс и сигнализирующие о выходе некоторых параметров (температуры, давления, разрежения, концентрации СО в воздухе) за допустимые пределы.

Таким образом, установки по нагреву шахтного воздуха более современные и технологичные. В них отсутствуют процессы передачи теплоты дымовых газов теплоносителю *горячая вода* в котле и теплоты горячей воды в калориферной установке воздуха, что существенно увеличивает КПД установки. Отсутствие воды в схеме нагрева шахтного воздуха повышает надежность ее работы, существенно снижает стоимость установки и эксплуатационные затраты.

Данная технология широко внедрена на угольных предприятиях Российской Федерации. Кемеровский экспериментальный завод средств безопасности серийно выпускает воздухонагревательные установки различной мощности для шахт не только Кемеровского угольного бассейна, но и всей угольной промышленности России.

В Украине широкое внедрение такой технологии обогрева шахтных стволов сдерживается из-за отсутствия в нормативных документах (Руковод-

ство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: Основа, 1994) разрешения на применение теплоносителя *дымовые газы*. Специалисты МакНИИ провели экспертизу проекта, а также обследовали построенную на воздухоподающем стволе шахты «Должанская-Капитальная» опытно-экспериментальную установку и выдали положительное заключение, однако в новую редакцию Руководства не включили новую технологию обогрева шахтных стволов, а в перечне допустимых теплоносителей нет теплоносителя *дымовые газы*.

**Выводы.** Новая технология не нуждается в промежуточном теплоносителе в виде воды, со всеми отрицательными моментами ее использования. Подача горячего воздуха и его температура зависят от количества работающих установок и от температуры наружного воздуха. Отсутствие воды в схеме нагрева шахтного воздуха повышает надежность

ее работы, существенно снижает стоимость установки и эксплуатационные затраты.

Воздухонагревательная установка, выполненная по этой технологии, дешевле классической, проще и надежнее в эксплуатации. Ее применение позволит исключить тепловую нагрузку на котельную от калориферных установок и тем самым снизить тепловую мощность шахтной котельной.

Несмотря на трудности, связанные с отсутствием нормативной базы, новые перспективные технологии нагрева шахтного воздуха уже воплощаются в реальных проектах. В январе 2014 г. институт ПАО «Луганскгипрошахт» выполнил рабочий проект «Строительство установки для нагрева шахтного воздуха на площадке ВПС» для шахты им. В. В. Вахрушева ОП «Шахтоуправление Ясеновское» тепловой мощностью 9 МВт.



**ДОНВЕНТИЛЯТОР**<sup>®</sup>  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

# ВЕНТИЛЯТОРЫ ШАХТНЫЕ

Вентиляторы осевые шахтные местного проветривания ВМЭВО с диапазоном подачи (производительности) 3,6–34 м<sup>3</sup>/с

Вентиляторы осевые шахтные встречного вращения местного проветривания ВМЭВО-ВВ с диапазоном подачи (производительности) 2–37 м<sup>3</sup>/с

Вентиляторы осевые шахтные главного проветривания ВО-Д размерного ряда ВО-12...40ДР и ВО-12...40ДН

Вентиляторы центробежные шахтные главного проветривания ВЦ и ВЦД размерного ряда от ВЦ-11 до ВЦД-47,5

ООО «НПО «Донвентилатор»  
Украина, 83030, г. Донецк, ул. Тамбовская, 50«Г»  
Тел/факс: +38 (062) 387 56 98; 387 56 99;  
387 56 70; 387 56 72; 387 56 77  
e-mail: donvent@ukr.net  
<http://www.donvent.com>

