

А.В. Николаев, Н.А. Королев
A.V. Nikolaev, N.A. Korolev

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ШАХТНОГО ВОЗДУХА В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

RESOURCE-CONSERVING AND ENERGY TECHNOLOGIES OF MINE AIR PREPARATION DURING THE COLD SEASON

Описаны мероприятия, способствующие повышению уровня энергоэффективности и ресурсосбережения при осуществлении воздухоподготовки в холодное время года. Экономия природных ресурсов обеспечивается за счет расположения электронагревательных пластин в калориферном канале. При подобной конструкции шахтной калориферной установки увеличивается поверхность теплообмена, в результате чего на нагрев электронагревательных пластин затрачивается значительно меньшее количество электроэнергии. Предложенная система автоматизации процесса воздухоподготовки позволяет использовать положительное действие тепловых депрессий между стволами.

The paper presents the activities that contribute to energy efficiency and resource conservation in the implementation of air handling in the cold season. Electric heating plates are set in air heater channel that provides saving natural resources. Such a design has bigger heat exchange surface. This allows to reduce an amount of electricity going for heating electric plates. The article presents the automation system of air handling that lets use positive effects of air depression between barrels.

Ключевые слова: калориферная установка, главная вентиляторная установка, нагнетательный вентилятор, главные вентиляционные выработки, околоствольный двор воздухоподающего ствола.

Keywords: heater installation, main ventilation installation, blast fan, main airways, pit bottom of air falling barrel.

На всех подземных горнодобывающих предприятиях с целью обеспечения безопасности осуществления производственного процесса согласно правилам¹ подаваемый в воздухоподающие стволы воздух в холодное время года необхо-

¹ Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом (ПБ 03-553-03). Серия 03. Вып. 33. – М., 2003. – 200 с.

димо подогревать в шахтных калориферных установках (ШКУ) до температуры не ниже $+2$ °С. В настоящее время широкое применение нашли газовые и водяные, а в условиях Крайнего Севера – электрические ШКУ. В связи с тем, что объемы подаваемого в шахту (рудник) воздуха значительны по своей величине, на его нагрев также требуется затрачивать колоссальное количество энергоресурсов.

Для работы газовых и водяных ШКУ используется природный газ (на нагрев воды в котельной – для водяных; на разогрев теплообменной камеры – для газовых), для электрических – электрическая энергия. При этом нередко наблюдается ситуация, когда температура подаваемого в шахту (рудник) воздуха значительно превышает температуру $+2$ °С [1, 2 и др.], что вызывает перерасход энергоресурсов, затрачиваемых на подогрев воздуха.

Кроме того, перегрев воздуха вызывает еще одно негативное явление – возникновение отрицательной общешахтной (общерудничной) естественной тяги (тепловой депрессии) между шахтными стволами, вызванной разностью плотностей воздуха в них. Действуя встречно требуемому направлению движения воздуха, общешахтная (общерудничная) естественная тяга препятствует работе главной вентиляторной установки (ГВУ), увеличивая ее энергопотребление [3].

С целью повышения ресурсо- и энергосбережения процесс воздухоподготовки в холодное время года было предложено автоматизировать [4]. На рис. 1 приведена схема расположения датчиков в воздухоподающих и вентиляционном стволах, измеряющих параметры воздуха в них. В зависимости от параметров наружного воздуха изменяется теплопроизводительность ШКУ путем регулирования температуры теплообменников, а также режима нагнетательных вентиляторов. При этом измеряется средняя плотность воздуха в стволах, что позволяет определить величину общешахтной (общерудничной) естественной тяги. Вся информация с датчиков поступает в микроконтроллерный блок (МКБ), который осуществляет вышеупомянутую регулировку теплопроизводительности ШКУ (рис. 2). Предложенная система автоматизации позволит поддерживать температуру воздуха, подаваемого в воздухоподающие стволы, в пределах $+2$ °С, что обеспечит рациональный расход энергоресурсов. Кроме того, при данной температуре воздуха согласно [3] между стволами будет действовать положительная общешахтная (общерудничная) естественная тяга, которая будет способствовать работе ГВУ. В этом случае режим работы ГВУ можно будет перевести в область более низких давлений, снизив тем самым количество электроэнергии, затрачиваемой на ее работу.

Предложенные мероприятия, например, для условий Крайнего Севера, где в основном применяются электрические ШКУ, будут малоэффективны. Связано это с тем, что электрические ШКУ выполняются в большинстве сво-

ем из трубчатых электронагревательных элементов (ТЭН), имеющих малую поверхность теплообмена. В этой связи нагревать ТЭН приходится до высоких температур (100 °С и выше), на что требуется объем электроэнергии, сопоставимый с энергопотреблением ГВУ [5].

С целью повышения энергоэффективности работы электрических ШКУ была предложена новая конструкция установки [6] (рис. 3).

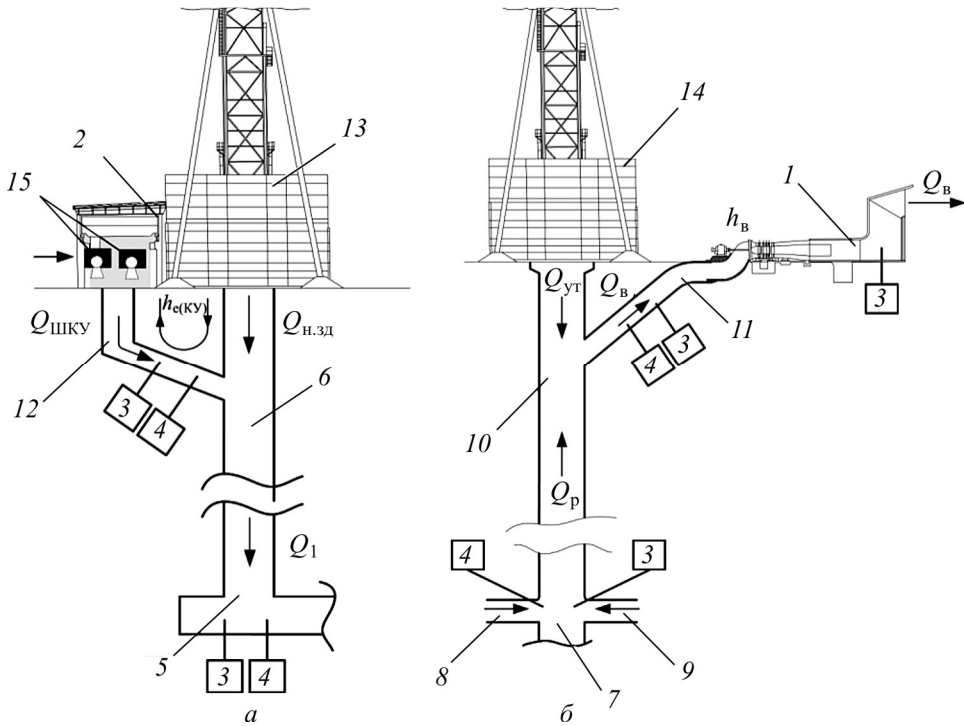


Рис. 1. Расположение датчиков в стволах: *а* – в воздухоподающем; *б* – в вентиляционном; 1 – ГВУ; 2 – ШКУ; 3 – датчики температуры, давления (или плотномеры); 4 – датчики расхода воздуха; 5 – околоствольный двор воздухоподающего ствола; 6 – воздухоподающий ствол; 7 – околоствольный двор вентиляционного ствола; 8, 9 – главные вентиляционные выработки; 10 – вентиляционный ствол; 11 – канал ГВУ; 12 – caloriferный канал; 13 и 14 – надшахтные здания воздухоподающего и вентиляционного стволов соответственно; 15 – нагнетательные вентиляторы; $h_{e(кУ)}$ – тепловая депрессия, возникающая при работе ШКУ; h_b – давление, развиваемое ГВУ; $Q_{н.зд}$, $Q_{ШКУ}$, Q_1 , Q_p – объем воздуха, поступающего через надшахтное здание, через caloriferный канал, по воздухоподающему и вентиляционному стволам соответственно; Q_b – производительность вентилятора ГВУ; $Q_{ут}$ – поверхностные утечки воздуха

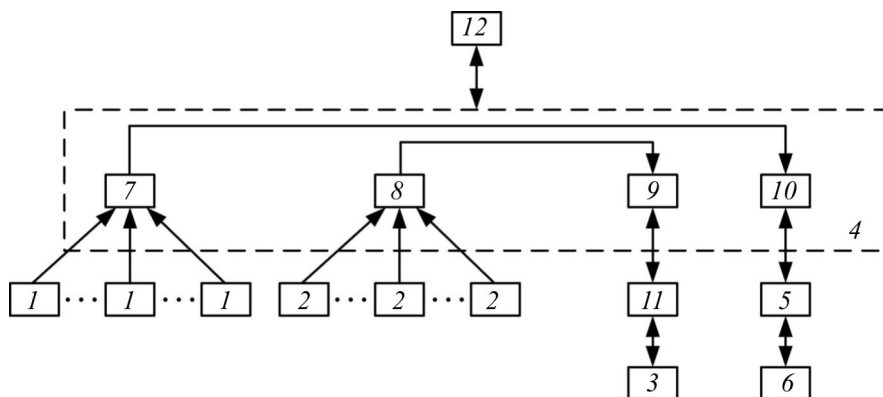


Рис. 2. Структурная схема автоматизации: 1 – датчики температуры, давления (или плотномеры); 2 – датчики расхода воздуха; 3 – ШКУ; 4 – МКБ; 5 – задающее устройство электропривода; 6 – электропривод ГВУ; 7, 8 – модули ввода МКБ; 9, 10 – модули вывода МКБ; 11 – механизм изменения теплопроизводительности ШКУ; 12 – АРМ-оператора

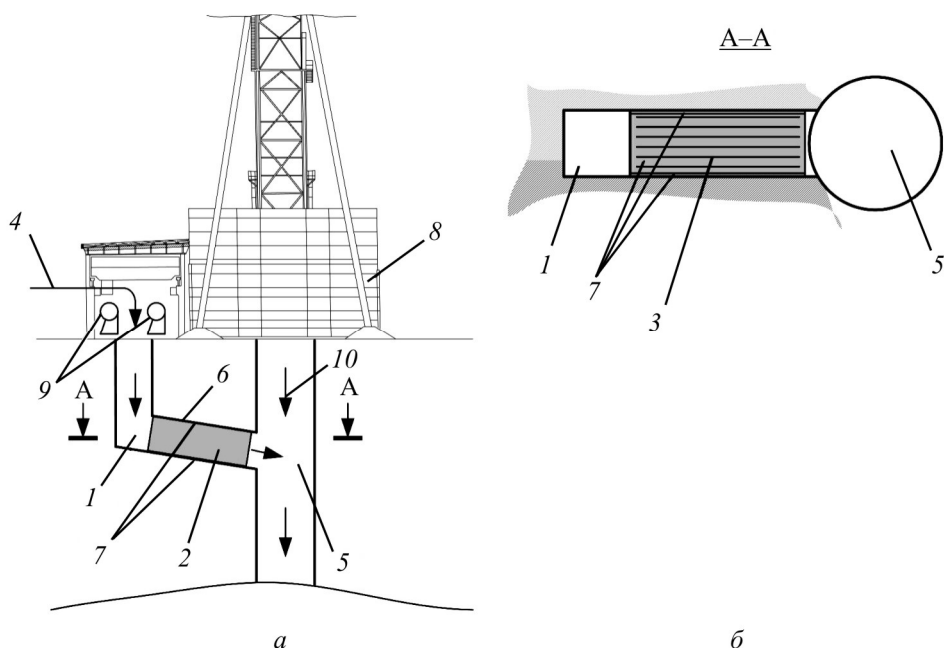


Рис. 3. Шахтная калориферная установка: а – вид сбоку; б – вид сверху (разрез); 1 – калориферный канал; 2 – калориферная установка; 3 – электронагревательные пластины; 4 – подогреваемый воздух; 5 – воздухоподающий ствол; 6 – часть калориферного канала, прилегающая к воздухоподающему стволу; 7 – теплоизоляционный слой (термостекло); 8 – надшахтное здание воздухоподающего ствола; 9 – нагнетательные вентиляторы; 10 – подсосы воздуха через надшахтное здание

Основное достоинство предложенной ШКУ – повышение поверхности теплообмена за счет применения вместо ТЭН электронагревательных пластин. В этом случае появляется возможность снизить температуру нагрева пластин, а следовательно, затраты электроэнергии на воздухоподготовку. При этом не требуется дополнительного места на промплощадке, так как электронагревательные пластины будут расположены в свободном месте – калориферном канале.

Кроме того, в предложенной конструкции предлагается калориферный канал по периметру оборудовать термостеклом. Со стороны термостекла, прилегающей к стенкам калориферного канала, практически отсутствуют утечки тепла, а внешняя сторона термостекла при протекании по нему электрического тока нагревается до температуры порядка 90–100 °С при сравнительно малой удельной мощности по сравнению с другими источниками – порядка 100 Вт/м² [7].

Таким образом, предложенная конструкция электрической ШКУ (для условий Крайнего Севера) и система автоматизации позволят в значительной степени экономить природные ресурсы (природный газ – для водяных и газовых ШКУ, электроэнергию – для электрических ШКУ), расходуемые на воздухоподготовку в холодное время года и затрачиваемую на работу ГВУ электроэнергию за счет использования положительного действия общешахтной естественной тяги.

Список литературы

1. Результаты исследования системы вентиляции рудника БКПРУ-2 в холодное время года / Н.И. Алыменко, А.В. Николаев, А.А. Каменских, А.П. Тронин // Вестник Перм. ун-та. Геология. – Пермь, 2011. – Вып. 3. – С. 89–96.
2. Алыменко Н.И., Норин А.А., Минин В.В. Влияние естественной тяги воздухоподающих стволов на проветривание калийных рудников // Вентиляция шахт и рудников. – Л.: Изд-во ЛГИ, 1989. – С. 54–57.
3. Николаев А.В. Управление тепловыми депрессиями в системах вентиляции калийных рудников: дис. ... канд. техн. наук / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь, 2012. – 159 с.
4. Система автоматизации главной вентиляторной установки: пат. 131083 РФ: МПК Е 21 F1/00 / Николаев А.В., Алыменко Н.И., Седунин А.М.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Энергосервис». – № 2013112380/03; заявл. 19.03.2013; опубл. 10.08.2013, Бюл. № 22. – 2 с.

5. Николаев А.В. Применение калориферной установки на вентиляционном стволе для подогрева воздуха при реверсии ГВУ в холодное время года // Молодой ученый. – Чита, 2011. – Т. 1. – С. 32–34.

6. Шахтная калориферная установка: пат. 133877 Рос. Федерация: МПК E21 F 1/08, F24 H 3/04 / Николаев А.В., Алыменко Н.И., Седунин А.М., Николаев В.А., Файнбург Г.З.; заявитель и патентообладатель ЗАО «Энергосервис». – № 2013115777/03; заявл. 8.04.2013; опубл. 27.10.2013, Бюл. № 30. – 2 с.

7. Инфракрасные стеклянные обогреватели «Пион Thermo Glass» [Электронный ресурс]. – URL: <http://vamteplo.ru/catalog.18.html> (дата обращения: 18.03.2014).

Получено 25.03.2014

Николаев Александр Викторович – кандидат технических наук, доцент, ПНИПУ, ГНФ, e-mail: nikolaev0811@mail.ru.

Королев Николай Александрович – студент, ПНИПУ, ГНФ, гр. ЭАПУ-09, e-mail: nizachem@mail.ru.