

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТА ТУПИКОВЫХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

Розглянуто можливість використання вихрових шахтних кондиціонерів для поліпшення мікрокліматичних параметрів глухих підготовчих виробок глибоких шахт. Визначені основні переваги та недоліки таких кондиціонерів. Дано економічну оцінку можливості їх використання.

THE POSSIBILITY OF VORTEX CONDITIONER NORMALIZATION CLIMATE DOME DEVELOPMENT WORKINGS IN DEEP MINES

Consider the possibility of vortex shaft conditioners for normalization of microclimatic parameters of the Deaf development workings deep mines. Determined main advantages of air conditioners and limitations. Dan economic evaluation of their possible applications

Процесс добычи угля в шахтах происходит при наличии ряда неблагоприятных факторов: высокая температура рудничной атмосферы, запылённость и т.д.

Высокая температура в забое шахты возникает из-за тепловыделения от горного массива, транспортируемого угля и работающих механизмов. Вследствие этих процессов в шахтах Донецкого бассейна, где запасы основного угля находятся на глубинах до 1800-2000 м [1, 2], а добыча уже осуществляется на глубине более 1500-1600 м [3], температура в выработках выемочных участков составляет 32-36°C, а в подготовительных тупиковых выработках 38-40°C [4].

Наличие выше упомянутых факторов приводит к снижению работоспособности шахтёров и ведёт к резкому ухудшению их здоровья. Согласно требованиям «Правил безопасности в угольных шахтах» [4] температура рудничной атмосферы на рабочих местах с учетом скорости и относительной влажности воздуха не должна превышать 22-26°C. Из этого следует, что одной из основных задач шахтной промышленности является обеспечение нормальных параметров рудничной атмосферы.

Поисковые работы в этом направлении показывают, что обеспечить нормальные тепловые условия в горных выработках шахт на предельных разведанных глубинах залегания запасов полезных ископаемых за счет применения традиционных систем вентиляции и кондиционирования воздуха, даже при огромных затратах, возрастающей в цене электроэнергии, очень трудно [2, 3]. Кроме того, эффективность использования вырабатываемого холода составляет 15-30% [5, 6]. Это связано, с потерями энергии хладогена при его транспортировке:

- контактом холодного воздуха с воздухом, который проконтактировал с охлаждающейся поверхностью, и движется в противоположном направлении;
- с нагревом транспортирующих труб из-за их большой длины.

Основной задачей в настоящее время является создание компактных высокоэффективных моделей кондиционеров для нормализации микроклимата глубоких шахт.

Решение задачи нормализации теплового режима в шахтах может быть найдено, в применении вихревых шахтных кондиционеров (ВШК) [1]. Переносные и передвижные кондиционеры применяют для снижения температуры свежего воздуха, сравнительно небольшого замкнутого пространства такого, например, как пространство тупиковых подготовительных выработок.

Несмотря на относительно низкую энергетическую эффективность процесса вихревого температурного разделения газов (50-60%) [7] в ряде случаев целесообразно применять вихревые холодильно-нагревательные аппараты.

Эта целесообразность обусловлена следующими особенностями рабочего процесса и конструкции аппарата.

1. В вихревом аппарате возможно одновременное осуществление нескольких процессов, например охлаждение и нагревание газа, охлаждение и осушка или очистка холодного газа и т. п. Реализация этих процессов в одном аппарате позволяет упростить установку, а в некоторых случаях снизить дополнительные затраты энергии, например электрической, на нагрев газа.

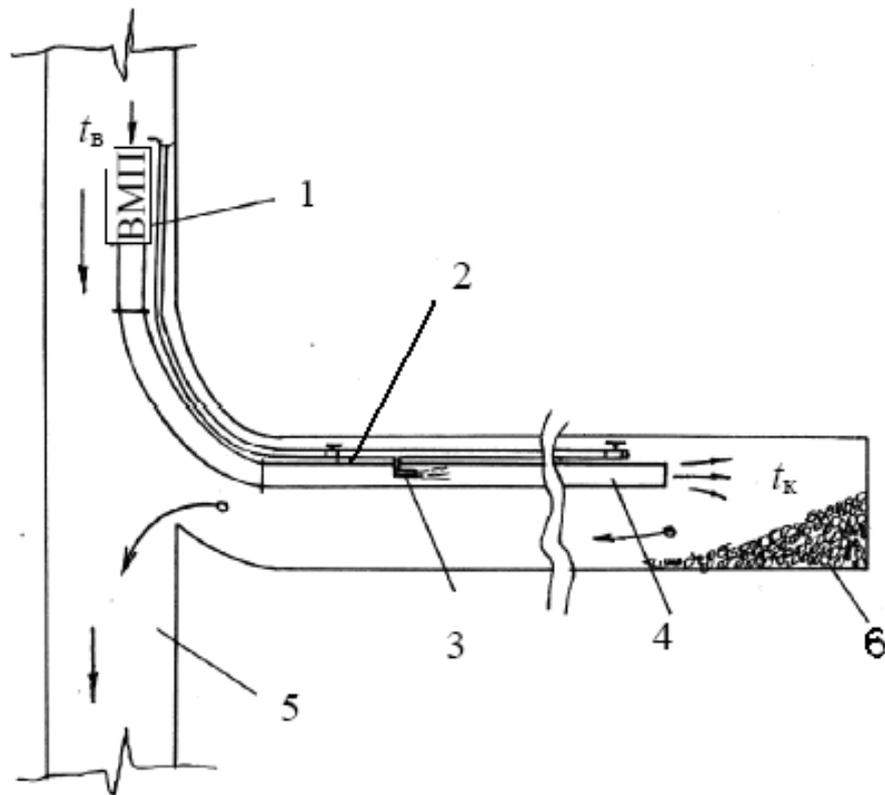
2. Рабочим телом вихревой трубы может быть практически любой газ или смесь газов, а также многофазные смеси. Давления исходного рабочего тела, а также вырабатываемых охлажденного и нагретого потоков могут быть различными (от десятков килопаскалей до десятков мегапаскалей), а расход перерабатываемого газа может составлять от долей до сотен тысяч кубических метров в час.

3. Небольшие размеры и масса в ряде случаев являются определяющими критериями преимущественного применения вихревого аппарата. Эти качества позволяют создавать не только компактные, легко транспортируемые, но в некоторых случаях и экономичные установки. Вихревую трубу можно размещать рядом с охлаждаемым объектом, а иногда непосредственно включать в конструкцию устройства или системы с охлаждаемыми элементами. Источник сжатого рабочего тела можно располагать на значительном (более сотни метров) расстоянии от объекта. В системах термостатирования с холодильной машиной такой возможности нет. При этом потери холода на трассе охлажденного газа требуют увеличения холодопроизводительности установки.

4. В некоторых случаях высокая надежность работы в сочетании с простотой обслуживания (в том числе, регулирования) являются определяющими факторами при выборе холодильного аппарата. Здесь преимущества вихревой трубы несомненны. Простота конструкции, отсутствие подвижных деталей, сложных уплотняющих элементов определяют высокую надежность работы в тяжелых условиях эксплуатации. Практически показатели надежности вихревой трубы соизмеримы с их значениями для арматуры газовых систем.

5. Немаловажными преимуществами вихревых аппаратов являются: короткий пусковой период, низкая стоимость изготовления и простота обслуживания.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема местного охлаждения вентиляционной струи в забоях сжатым воздухом.



1- вентилятор местного проветривания; 2- трубопровод сжатого воздуха; 3- кондиционирующий блок, 4- вентиляционный трубопровод; 5 - сквозная выработка, 6- забой тупиковой выработки

Рис. 1 – Схема местного охлаждения вентиляционной струи сжатым воздухом

Вентилятор местного проветривания (ВМП) 1 нагнетает по вентиляционному трубопроводу 4 из сквозной выработки 5 воздух для проветривания тупиковой выработки 6. С целью охлаждения вентиляционной струи в кондиционер 3 подается сжатый воздух из трубопровода 2. В кондиционере 3, происходит образование нормализующего потока воздуха, при котором, образование охлажденного и нагретого потоков является результатом перераспределения энергии входящего в вихревую трубу сжатого газа, где горячая часть кондиционирующего воздуха выполняет роль регулирующего органа процесса.

Именно горячий воздух из вихревой трубы, смешиваясь в эжекторе, определяет температуру проветриваемого потока воздуха, а при смешивании его в трубопроводе 3 с вентиляционной струей она охлаждается.

Расход и параметры подаваемого воздуха выбирают в соответствии с медико-биологическими требованиями. С одной стороны, необходимо обеспечить эффективный отвод теплоты, а с другой – исключить появление больших контрастов температур.

Кондиционер (рис. 2), состоит из баллона-накопителя (рессивера) сжатого воздуха 1 подключенного к общешахтной пневмосети через обратный предохранительный клапан 7, запорного клапана 2, редуктора 3, воздушного теп-

лообменника 4, вихревой трубы 5 и эжектора 6. Включение теплообменника в состав кондиционера позволяет увеличить расход эжектируемого из атмосферы воздуха в 1,4–1,5 раза [8].

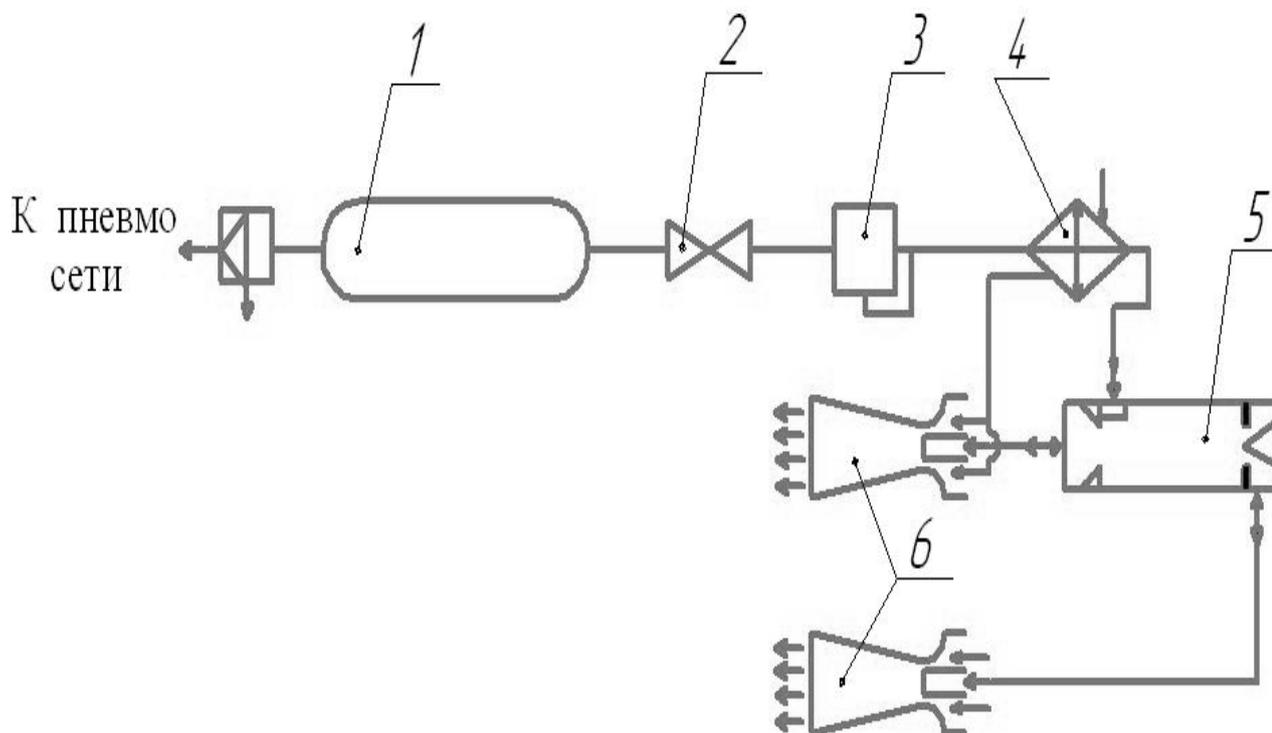


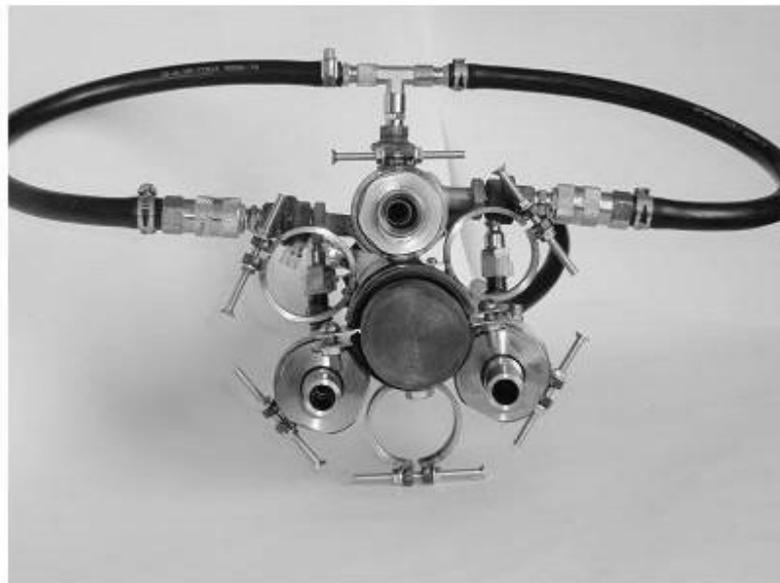
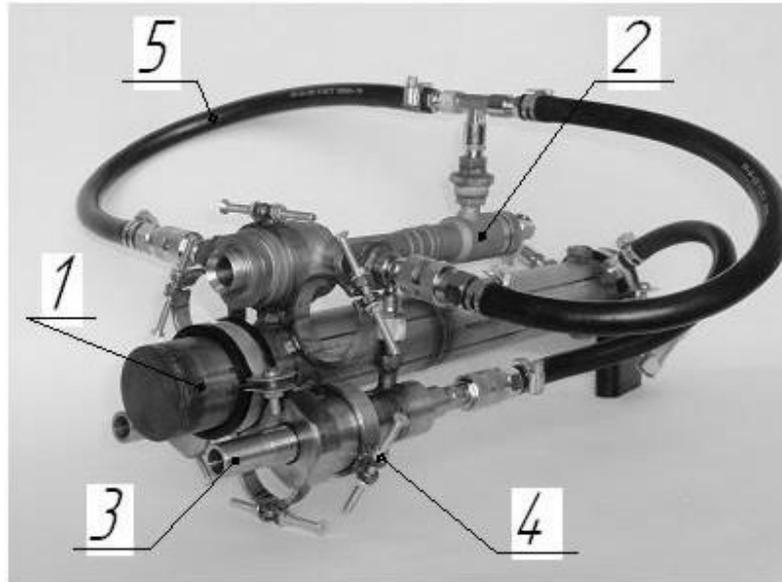
Рис.2 – Схема автономного вихревого кондиционера

Данный кондиционер может использоваться в виде автономного переносного кондиционера [7, 8]. Их применяют в случаях, когда расстояние, на которое перемещается работающий, превышает допустимую длину шланга. Кондиционер работает за счет запаса сжатого воздуха, закачиваемого в баллон перед началом работы.

При создании вихревого кондиционера необходимо также предусматривать ручную поднастройку режима работы, в зависимости от самочувствия людей, тяжести выполняемой работы и теплового режима в рабочем пространстве.

Отделом горной аэрогазодинамики Института геотехнической механики НАН Украины разработана и создана экспериментальная модель автономного шахтного кондиционера (рис 3).

Данная конструкция кондиционера выполнена по блочной схеме, т.е., в зависимости от необходимости на одной базе могут быть собраны несколько моделей кондиционера способные обеспечить нормализованным воздухом разные объемы шахтного пространства, с разной температурой рудничного воздуха.



1- ресивер распределитель, 2- вихревая труба, 3- кольцевой эжектор, 4- крепление, 5- подводящие трубопроводы

Рис. 3 – Внешний вид экспериментальной модели вихревого шахтного кондиционера

Особенностью данного кондиционера является тот факт, что данный кондиционер работает без образования горячей составляющей [9], так же как прототип, и не требует создания дополнительных средств отвода горячего воздуха образующегося при разделении воздуха.

Отличием разработанного кондиционера является использование в качестве утилизирующего устройства кольцевого эжектора [10], позволяющего существенно повысить эффективность работы кондиционера обычной конструкции [11].

Данная схема кондиционирования при той же стоимости изготовления, намного экономичнее обычных, фреоновых кондиционеров (потребляющих не менее 500 кВт электроэнергии в час).

Модель вихревого кондиционера, рассчитана на расход воздуха $400 \text{ м}^3/\text{ч}$. При стоимости одного кубического метра сжатого воздуха около $0,02 \text{ грн}/\text{м}^3$ [12], стоимость охлаждения вентиляционной струи будет составлять порядка $8,00 \text{ грн}/\text{ч}$, что безусловно, во много раз меньше стоимости при использовании других кондиционеров.

Выводы

1. В условиях тупиковой шахтной выработки применение вихревых кондиционеров позволит более, чем в 2 раза снизить энергозатраты по сравнению с существующими системами кондиционирования:

2. Применение вихревых кондиционеров для кондиционирования тупиковых выработок глубоких шахт с повышенной температурой атмосферы позволит снизить температуру вентиляционной струи с $38-40^\circ\text{C}$ до $24-25^\circ\text{C}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перепелица В.Г. К вопросу о возможности применения вихревых охладителей при создании систем кондиционирования тупиковых выработок глубоких шахт/В.Г. Перепелица С. В. Тынына// Геотехническая механика,- 2008–№77–С 154-159

2. Бойко В. А К вопросу о выборе способа и средств нормализации тепловых условий в подготовительных горных выработках глубоких шахт Добасса в период их проходки/ В. А. Бойко, А.В. Бойко //Науковий вісник НГУ.- Дн-ск, 2004

3. Структура и математическая модель системы охлаждения горного массива глубокой шахты/ В. А. Бойко //Науковий вісник НГУ.- Дн-ск, 2004

4. Правила безопасности в угольных шахтах (Утв. Приказ Государственного комитета Украины по надзору за охраной труда № 257 от 16.11.2004)

5. Гутенберг Б. Физика земных недр./ Б. Гутенберг // М.: Мир, 1983. 264 с.

6. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике/ А. П. Меркулов // М.: Машиностроение, 1981. 184 с.

7. Мартынов АА Регулирование температурных условий в выработках глубоких горизонтов антрацитовых шахт Донбасса/ А.А. Мартынов, Л.Ф. Миронов, Е.П. Горовой // Уголь Украины, - 1996. – №2. – С.23-26

8. Тер-Ионесян Р. С. Повышение эффективности кондиционеров защитного снаряжения.– Труды МВТУ им. Н. Э. Баумана, 1979, № 296, с. 102—109.

9. Патент на полезную модель № 31326 Украина, ПМК(2006) F04F 5/00, B02C 19/6, G01M 9/00, Кольцевое эжекторное устройство/ С.В. Тынына, А.И.Астапов, А.Д. Чалпиц, Н.И.Тоцкая, Ю.С Яцук /Украина/ № u200706582; Заявлен. 12.06.2007; Опубл. 10.04.2008, Бюл.№7–4с.:ил.

10. Перепелица В.Г. О возможности повышения эффективности вихревых шахтных кондиционеров/В.Г. Перепелица С.В. Тынына, В.В. Власенко [и др.]// Геотехническая механика,- 2009–№82–С 113-119

11. Перепелица В.Г. О возможности применения тепловых насосов для нормализации параметров шахтной атмосферы в процессе разработки месторождений на больших глубинах/В.Г. Перепелица С.В. Тынына, Э.С. Клюев// Геотехническая механика,- 2009–№81–С 211-219

12. Лапшин А. А. Снижение температуры воздуха в тупиковых выработках шахт путем охлаждения вентиляционной струи в забоях/ А. А. Лапшин // Уголь Украины, - 2010.–№2