

### *Источники информации*

1. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена /С.С. Кутателадзе. –М.:Атомиздат, 1979. –415с.
2. Исаченко В.П. Теплопередача/В.П. Исаченко, В.А. Осипова,А.С. Сукомел.– М.: Энергоатомиздат, 1981. –417с.
3. Пат. 16953 Украина, МПК F 04 F 5/16.Ежектор / Гого В. Б., Малеев В. Б.; заявник та патентовласник Донецький НТУ; заявл. 10.11.05 ; опубл. 15.09.06,Бюл. № 9.

УДК 622.411.52:532:6

ТИШИН Р.А., инж., МНУХИН А.Г. д.т.н. (МакНИИ), ГОГО В.Б., д.т.н. (КИИДонНТУ)  
**ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ОХЛАЖДЕНИЯ РУДНИЧНОГО ВОЗДУХА В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ**

Развитие угольной промышленности Украины, требует решения актуальных задач по охране труда. К тревожной статистике профессиональных заболеваний шахтеров в последнее время присоединяется информация о заболеваниях сердечно-сосудистой системы, вызванных перегревом организма шахтеров работающих в глубоких шахтах, где температура воздуха достигает 35-45<sup>0</sup>С. По данным Государственного Макеевского научно-исследовательского института по безопасности работ в горной промышленности государство ежегодно несет значительные экономические потери от указанных причин.

В условиях глубоких угольных шахт с горизонтами более 1000м основными источниками нагрева рудничного воздуха в горных выработках являются горные породы, температура которых порядка 40<sup>0</sup>С, а также мощные (порядка 100кВт) подземные электроустановки (электротрансформаторы, электродвигатели и т.д.), которые обеспечивают технологические процессы очистки и проходческих работ, транспортирования горной массы и т.д., но усугубляют проблему, нагревая рудничный воздух.

Анализ научных исследований и технических решений, показал, что основным способом охлаждения мощных шахтных электроустановок является воздушное, водяное и масляное охлаждение.

Наряду с определенными успехами, достигнутыми в реализации этого способа охлаждения, сохраняется важная научная задача в раскрытии закономерностей процесса снижения температуры нагрева рудничного воздуха в зонах расположения мощных электроустановок, что позволит повысить эффективность охлаждения и кондиционирования воздуха, особенно в выработках на глубоких горизонтах.

При этом не поставлены и не решены важные теоретические задачи по использованию системы турбулентного воздушного потока визолированной локальной зоне расположения мощного электроагрегата для повышения эффективности охлаждения рудничного воздуха в горной выработке. Это сохраняет устаревшие подходы к выбору мероприятий по локальному охлаждению воздуха в шахте и препятствует более широкому применению гидроохлаждения потоком диспергированной воды для создания нормативных условий труда рабочих угольной шахты по температурному фактору.

Анализ аналогичных исследований показывает, что теоретическую задачу повышения эффективности охлаждения рудничного воздуха капельной жидкостью следует решать комплексно, на основе использования гидродинамических, в частности импульсно-волновых, и термодинамических эффектов, к примеру, с применением предварительно охлажденной воды и созданием массо-теплообменных аппаратов.

Актуальность указанного, его научно-техническая и социальная значимость сконцентрировались в научную задачу улучшения производственных условий труда шахтеров по температурному фактору рудничного воздуха на основе раскрытия механизмов и закономерностей охлаждения воздуха в зонах расположения мощных подземных электроустановок.

Целью работы является обоснование направления улучшения производственных условий труда шахтеров по температурному фактору рудничного воздуха путем развития теории и совершенствования средств гидроохлаждения воздуха зон расположения мощных электроустановок.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить количество теплоты, поступающей от мощных подземных электроустановок, и степень повышения температуры рудничного воздуха в зонах их расположения в горных выработках.

2. Определить характеристики и зависимости процесса воздействия капель жидкостина воздух для увеличения турбулентной диффузии, которая повышает эффективность охлаждения воздуха в массообменном процессе.

3. Разработать математическую модель теплообмена и получить характеристики охлаждения воздуха капельной жидкостью для повышения технологической эффективности снижения температуры воздуха зон мощных электроустановок.

3. Определить аналитически и установить экспериментально параметры процесса гидроохлаждения воздуха на основе разработанных средств и уточнить их компоновку для локальных зон расположения мощных шахтных электроустановок.

4. Обобщить экспериментально-аналитические исследования и провести синтез разработанных элементов для типовых производственных условий угольных шахт.

5. Разработать методики расчетов средств гидроохлаждения воздуха и оценки эффективности мероприятий по охране труда, проводимых в условиях угольной шахты по температурному фактору.

В основу общей методики исследований необходимо положить системный подход к анализу процессов негативных действий повышенной температуры рудничного воздуха в условиях угольных шахт, а также процессы гидродинамического охлаждения воздуха капельной жидкостью, включающие в себя комплекс теоретических исследований физических моделей на основе математического анализа, положений теоретической механики и гидрогазо-термодинамики; экспериментальных исследований на лабораторных и промышленных установках с применением стандартной измерительной аппаратуры; обработкой данных исследований методами математической статистики и обобщения закономерностей для оценки эффективности разработанных средств и мероприятий по защите от высоких температур воздуха в условиях угольных шахт.

В горных выработках глубоких угольных шахт интенсивными источниками теплоты являются мощные (например, 250 кВт) потребители электрической энергии (необходимые для процессов разрушения горных, передвижки секций механизированных крепей, погрузки, транспорта и подъема горной массы в горных выработках, вентиляции, шахтного водоотлива и т.д. Тепловая энергия от мощных электроустановок в этих условиях создает дополнительный нагрев рудничного воздуха, вызывая тяжелые условия для работы шахтеров при температурах воздуха (35-45)°C и повышенной относительной влажности (70-80)%.

В работах И.Г. Ищука показано, что эффективными для охлаждения воздуха при орошении являются двусторонние дождежетоки, которые имеют два раструба с оросителями при одном отсасывающем окне. Воздух засасывается под действием оросителей в раструбы, смачивается водовоздушной смесью и подается на работающие

шники, где образуется пыль. Переход в эжекторах на повышенное давление воды (8 - 10) МПа сокращает её расход и снижает увлажнение угля. Применение водовоздушных эжекторов рационально в очистных забоях, в которых скорость воздушной среды не превышает 2 м/с, а давление воды при этом для работы эжекторов составляет (2-3) МПа, что снижает температуру воздуха на 1,5<sup>o</sup>С. Установлено, что использование в процессах орошения колебаний с частотой в диапазоне (3-4) кГц повышает эффективность коагуляции частиц, что усиливает теплообмен и охлаждение воздуха. Этот факт является первым приближением к использованию в орошении и охлаждении пульсирующих эффектов, но в известных работах он не получил развития. Оптимальное давление при орошении 1,7 МПа, а размеры капель - 200 мкм. При начальной температуре воздуха (24-28)<sup>o</sup>С снижение температуры составляет в среднем 1,5 <sup>o</sup>С.

В выполненных исследованиях по охлаждению воздуха рекомендуются водовоздушные эжекторы. Установлено, что для максимальной производительности эжектора при диаметре камеры смешения (80-100) мм давление у форсунки должно быть не менее 6,0 МПа, а расход воды (17-25) л/мин. Снижение температуры воздуха обеспечивается на (0,5-1,5)<sup>o</sup>С. В известных работах вопрос о влиянии импульсных эффектов на процесс гидроохлаждения воздуха капельной жидкостью не исследовался, но сделан вывод о необходимости создания новых оросительных средств для систем гидроохлаждения рудничного воздуха.

Значительный вклад в решение теоретических и практических аспектов проблем повышения качества рудничного воздуха горных выработках шахт сделан в научных работах В.И. Голинько, О.И. Кашубы, А. Е. Лапшина, А.С. Беликова, В.Б. Гогой других отечественных и зарубежных ученых, результаты которых являются основой для проведения намеченных исследований.

Таким образом, неразрешенной научной задачей для повышения эффективности процессов охлаждения рудничного воздуха в локальных зонах расположения мощных электроустановок в глубоких шахтах является недостаточное теоретическое описание механизмов импульсно-волнового воздействия капель на воздух, а также формирования баланса энергий компонентов необходимых для расчета теплообменных аппаратов.

Для создания физической модели процесса волнового (пульсирующего) теплообмена между каплями воды и воздухом сделаны следующие предположения: собственные колебания капель (компонентов) учитываются без взаимного влияния друг на друга; эффективность теплообмена между каплями и воздухом зависит от величины внешнего давления; воздействия капель происходят в области рабочего пространства нагреваемого воздушного потока, поступающего от мощного электропотребителя, в устройство гидродинамического охлаждения.

В разработке математической модели процесса принимается, что в охлаждаемой воздушной среде образуются динамические системы теплообменных масс капель (тел) и масс охлаждаемого воздуха.

Для повышения эффективности охлаждения воздуха в зонах расположения мощных электроустановок в горных выработках предлагается следующая схема установки, состоящая из изолирующего кожуха, который локализирует воздушную зону расположения мощного электропотребителя, нагревающего воздух. Нагретый воздух отводится (отсасывается) из-под кожуха по отводящим каналам, расположенным в верхней части кожуха (у кровли выработки) и направляется в гидродинамический охладитель, из которого охлажденный воздух поступает в пространство горной выработки. По приточным каналам, расположенным в нижней части кожуха (у почвы выработки), воздух поступает на охлаждение электропотребителя.

Основным элементом гидродинамического охладителя воздуха является эжекторная форсунка, которая диспергирует (дробит) воду на капли и создает волновой теплообмен между каплями и воздухом.

Интенсификация теплообмена между каплями и воздухом осуществляется многокамерным водоежектором импульсно-волнового гидромеханического эмульсионного орошения воздуха (по патенту [ 1 ]).

На рис. 1 показана схема и фотография многокамерного водоежектора, разработанного на основе патента [ 1 ], который повышает эффективность теплообмена и охлаждения воздуха водой.

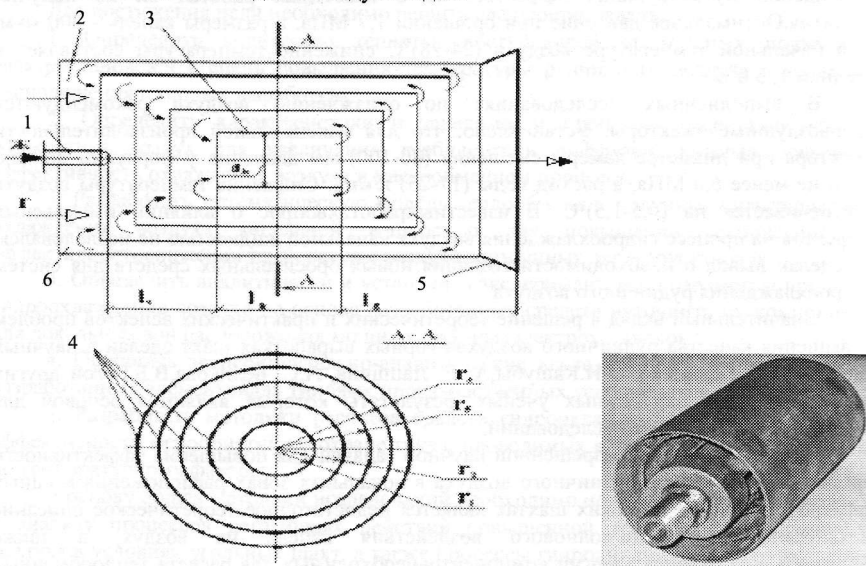


Рис. 1. Схема и фотография многокамерного водоежектора: 1 - сопло; 2 - камера; 3 - камера смешивания; 4 - цилиндры; 5 - диффузор; 6 - конфузор.

Расчетное значение годового экономического эффекта от внедрения предлагаемых решений для условий угольной шахты с годовой производственной мощностью порядка 1 млн.т в год составит 5 млн. грн.

#### Выводы

Обосновано новое решение актуальной научной задачи направленной на улучшение условий труда шахтеров по температурному фактору рудничного воздуха, состоящее в раскрытии закономерностей гидродинамического охлаждения воздуха в зонах расположения мощных электропотребителей, что позволяет снизить температуру в горных выработках за счет локального охлаждения воздуха водой теплообменными аппаратами.

#### Источники информации

1. Пат. 16953 Україна, МПК F 04 F 5/16. Ежектор / Гого В. Б., Малеев В. Б.; Патентовласник Донецкий НТУ; заявл. 10.11.05 ; опубл. 15.09.06, Бюл. № 9.