

ЛОКАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ ГЛУБОКИХ ШАХТ

к.т.н. Мартынов А.А. (*Теруправление Госпромгорнадзора
по Донецкой обл.*),

к.т.н. Яковенко А.К. (*МакННН*)

Викладені технічні рішення з нормалізації теплових умов у лавах глибоких шахт. Запропоновано систему для локального охолодження повітря в лаві на основі використання вихрового ефекту при розширенні стиснутого повітря.

MICROCLIMAT LOCAL MONITORING IN DIPP COAL FACES

Martynov A., Yakovenko A.

Engineering solutions are presented for improving thermal conditions in longwall faces of deep coal mines. A local air cooling system for longwall faces is suggested, based on vortex effect occurring with expansion of pressurized air.

Очистные выработки глубоких шахт являются основными и наиболее сложными объектами шахтной вентиляционной сети в части формирования и регулирования температурных условий. Неравномерное скачкообразное подвигание очистного забоя во времени оказывает значительное влияние на теплообменные процессы между рудничным воздухом и горным массивом.

Изменение периметра рабочего пространства, по которому поступает воздух вдоль очистного забоя по мере передвижения выемочного комбайна, влечет за собой не только изменение поверхности теплообмена воздуха с горным массивом, но и скорости воздуха при неизменном его расходе. Это неизбежно сопровождается изменением интенсивности теплопритока от горного массива. Кроме того, охлаждение поверхности горных пород по периметру сечения рабочего пространства очистного забоя в каждый момент времени различное.

Наряду с указанным, в призабойном пространстве лавы происходит интенсивный приток теплоты от отбитого угля, транспортируемого вдоль очистного забоя, вследствие теплообмена с движущимся по призабойному пространству воздухом. Транспор-

тируемый уголь имеет температуру близкую к естественной температуре вмещающих пород и его тепловыделение является существенным источником прироста температуры воздуха в лаве. Величина этих тепловыделений непостоянна во времени и зависит от длины очистного забоя, направления потоков транспортирующего угля и воздуха, поверхности теплообмена ископаемого с воздухом.

Теплопритоки от работы выемочного комбайна, призабойного конвейера и гидросистемы механизированных крепей определяются мощностью электроприводов и коэффициентами их использования. При этом гидросистемы механизированных комплексов являются источниками тепловыделений как сосредоточенных у мест размещения насосных станций, так и рассредоточенных вдоль очистного забоя.

Прирост энтальпии воздуха в лавах является преимущественно следствием его влагонасыщения. Согласно экспериментальным данным доля скрытого тепла в общем теплоприращении воздуха в периоды очистной выемки достигает 70-80%. Прирост влагосодержания воздуха вдоль очистного забоя зависит от тепловлажностного состояния его перед лавой, вида работ, выполняемых в лаве, состояния окружающего горного массива. В добычные смены в лавах происходит рост относительной влажности воздуха, обусловленный тепломассообменом его с разрушаемым горным массивом и транспортируемым углем, а также в результате испарения воды, используемой для пылеподавления.

В ремонтно-подготовительные смены преобладающим большинством наблюдений на глубоких горизонтах отмечается более низкое значение относительной влажности воздуха на выходе из лав, чем при выемке угля.

Изменение температуры воздуха в лавах на глубоких горизонтах при чередовании процессов технологического цикла по выемке угля менее существенны, чем влагосодержания и относительной влажности, что является следствием затрат тепловой энергии при очистной выемке от работы выемочного комбайна и скребкового конвейера на испарение воды, используемой для целей пылеподавления.

Применение прогрессивных технологических схем очистной выемки на основе использования механизированных комплексов приблизило процесс угледобычи в лавах к поточному производству, обусловило возрастание тепловых потоков от горного массива,

Технико-экономические проблемы горного производства

транспортируемого угля, вырабатываемого пространства и других факторов. Основное количество воздуха в лавах с механизированной крепью перемещается по первой призабойной дороге. Максимум скорости при этом смещен в сторону плоскости забоя, т.е. в сторону расположения основных источников тепловыделения, что способствует интенсивному его теплонасыщению.

Интенсификация очистной выемки сопровождается уменьшением продолжительности теплообмена горного массива с рудничным воздухом в призабойных рабочих зонах, возрастанием тепловых потоков от горного массива, транспортируемого угля, выемочного и транспортного оборудования.

Результаты выполненных исследований свидетельствуют о существенном влиянии на формирование теплового режима высокопроизводительных лав глубоких шахт тепловыделений из выработанного пространства. Удельный вес тепловыделений окружающего горного массива и выработанного пространства в тепловом балансе высокопроизводительных лав глубоких шахт достигает 70-80%, причем с увеличением глубины его значение непрерывно возрастает.

Повышение нагрузки на очистные забои сопровождается увеличением мощности и коэффициента использования выемочного и транспортного оборудования. Вместе с тем удельный вес тепловыделений выемочного и транспортного оборудования в структуре теплового баланса лав с увеличением глубины отработки неуклонно снижается. Если на глубине 600 м его значение превышает 65%, то на глубине 1200 м оно составляет до 20%.

Влияние указанных выше факторов обуславливает формирование неблагоприятных тепловых условий в очистных выработках при отработке глубоких горизонтов.

На освоенных шахтах Украинской части Донбасса глубинах прирост температуры воздуха от влияния перечисленных выше факторов в ряде случаев по длине лав составляет 10-15°C. Нормализация температурного режима в таких лавах в соответствии с требованиями ПБ зачастую возможна только при подаче в нее воздуха с температурой ниже 10°C.

Высокая температура горного массива в сочетании с большими объемами добычи, применением высокопроизводительного выемочного и транспортного оборудования обуславливают высокую холодопотребность лав.

Потребность в холоде для нормализации тепловых условий в лавах на глубинах 1000-1300 м при высокомеханизированной очистной выемке и традиционных способах охлаждения рудничного воздуха на шахтах Украинской части Донбасса находится в пределах 0,7-1,3 МВт и более. В связи с этим возникает необходимость использования эффективных средств и технологических решений по охлаждению воздуха.

Реализация больших холодильных мощностей в пределах выемочных участков при одновременном поддержании санитарных норм по температурным перепадам в выработках [1] возможна на практике, как правило, за счет осуществления рассредоточенного или локального охлаждения воздуха.

Наиболее широкое применение при рассредоточенном охлаждении воздуха на выемочном участке находят штрековые и лавные воздухоохладители, работающие в системах холодильных машин с промежуточным хладоносителем (рис. 1, 2).

Штрековые воздухоохладители размещаются в участковых воздухоподающих выработках, в пунктах, где температура воздуха достигает предельно допустимой величины, и подсоединяются к системам хладоносителей централизованных холодильных машин.

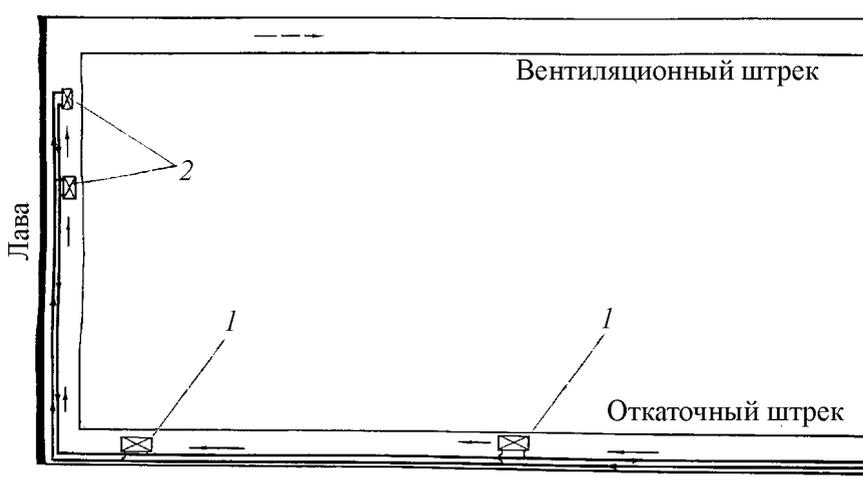


Рис. 1. Рассредоточенное охлаждение воздуха на выемочном участке с использованием штрековых (1) и лавных (2) воздухоохладителей и подачи хладоносителя к ним от централизованной холодильной машины

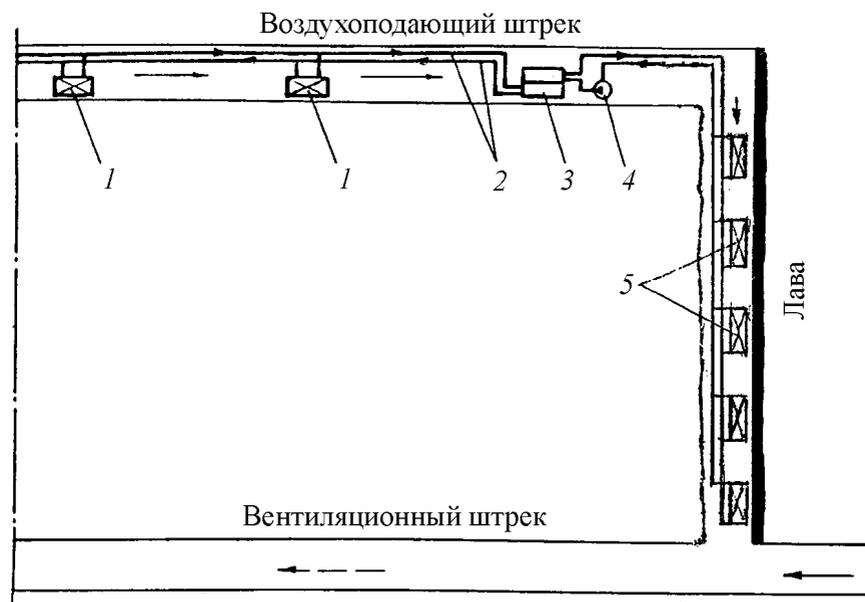


Рис. 2. Рассредоточенное охлаждение воздуха на выемочном участке с использованием штрековых и лавных воздухоохладителей и доохлаждающей холодильной машины: 1 – штрековые воздухоохладители, 2 – трубопроводы с хладоносителем, 3 – доохлаждающая холодильная машина, 4 – насос хладоносителя, 5 – лавные воздухоохладители

Малогабаритные лавные воздухоохладители размещаются непосредственно в лавах и подсоединяются к системам промежуточного хладоносителя подземных шахтных доохлаждающих холодных машин, обеспечивающих подачу хладоносителя в воздухоохладители с температурой 3-5°C. Хладоноситель подается к воздухоохладителям в лаве по гибкому трубопроводу диаметром 50-80 мм. Расстояние между воздухоохладителями зависит от тепловой характеристики лавы и составляет в среднем 9-12 м. С помощью специальных кронштейнов воздухоохладители крепятся к скребковому конвейеру в лаве или подвешиваются к верхняку механизированной крепи и передвигаются вместе с ними по мере подвигания очистного забоя [2].

Рассредоточенное охлаждение воздуха в лавах позволяет снижать температуру воздуха на 4-5°C. Однако, указанному способу охлаждения присущи следующие недостатки, ограничивающие его широкое применение. Воздухоохладители в призабойном простран-

стве лавы часто повреждаются, теплообменные поверхности их быстро загрязняются. Воздухоохладители загромождают рабочее пространство лавы, создают дополнительный шум в результате работы вентиляторов. Уровень шума при работе воздухоохладителей с пневмоприводом превышает допустимые нормы, что отрицательно влияет на безопасность труда горняков, особенно при расположении вдоль очистного забоя большого количества воздухоохладителей. В процессе эксплуатации воздухоохладителей возникают трудности с распределением хладоносителя и подводом энергии. Для уменьшения габаритов и достижения высокой холодопроизводительности хладоноситель должен поступить к воздухоохладителям с достаточно низкой температурой.

Создание локальных зон с заданными параметрами микроклимата на рабочих местах в ряде случаев может быть более экономичным за счет использования вихревого эффекта для получения холода и энергии скоростного напора, создаваемого сжатым воздухом, для эжектирования воздуха, поступающего по лаве. В результате реализации такого технического решения обеспечивается повышение надежности нормализации микроклимата в призабойных пространствах лав, обрабатывающих пласты на больших глубинах.

Локальное регулирование микроклимата в лаве обеспечивается на основе использования системы охлаждения воздуха, содержащей размещенные вдоль очистного забоя охладители воздуха и гибкий рукав для подачи сжатого воздуха от шахтной поверхности. При этом, охладители воздуха, подсоединенные параллельно к гибкому рукаву для подвода сжатого воздуха, выполняются в виде воздушных эжекторов, каждый из которых оборудован вихревой трубой. Сопло эжектора подсоединяется к патрубку вихревой трубы, предназначенному для выпуска холодного воздуха и закреплено посредством крестовины в горловине цилиндрического патрубка, подсоединенного, например, к верхняку механизированной крепи. Цилиндрический патрубок размещается сонаправленно с потоком свежего воздуха в призабойном пространстве лавы. При этом длина каждого патрубка составляет 0,6-0,8 ширины верхнего прикрытия механизированной крепи. Кроме того, цилиндрические патрубки оборудованы шарнирными механизмами поворота их относительно продольной оси на угол не более 15 градусов.

Выполнение охлаждающего устройства в виде воздушного эжектора, оборудованного вихревой трубой, обеспечивает надежную ра-

боту элементов системы локального охлаждения, в связи с тем, что они не содержат вращающихся частей, просты в обслуживании и безопасны в эксплуатации. Этот же признак обеспечивает минимальные размеры охладителей и системы в целом, в связи с чем загромождение призабойного пространства лавы минимальное. Размещение корпуса эжектора сонаправленно с потоком свежего воздуха в лаве исключает создание аэродинамической завесы потоку рудничного воздуха, поступающего по лаве. Шарнирный механизм для поворота цилиндрического патрубка относительно его продольной оси на угол до 15 градусов обеспечивает возможность создания комфортных зон в призабойном пространстве в период выполнения различных работ, в том числе ремонтных в пределах поперечного сечения лавы, а также при передвижке механизированной крепи после прохода выемочного комбайна. Принятый угол возможного поворота патрубка исключает создание существенного аэродинамического сопротивления потоку поступающего по лаве воздуха. Принятая длина патрубка обеспечивает удобство и надежность эксплуатации системы при перемещении механизированной крепи. Расстояние между охладителями по длине лавы принимается в зависимости от необходимости создания локальных зон постоянного или временного охлаждения воздуха.

Принципиальная схема локального регулирования микроклимата в очистном забое приведена на рис. 3,а, принципиальная схема охладителя представлена на рис. 3,б [3].

Система локального регулирования микроклимата в очистном забое содержит гибкий рукав 1 для подачи в лаву сжатого воздуха от шахтной пневмосети, охладители I, II, III, IV, выполненные в виде воздушных эжекторов и подсоединенные к гибкому рукаву 1 резиноканевыми шлангами 2. Последние оборудованы клапанами 3 для включения и выключения охладителей. Для выпуска теплового воздуха за пределы рабочей зоны при работе вихревой трубы охладители оборудованы шлангами 4. Охладители крепятся к стойкам 14 или верхнякам механизированной крепи.

Каждый охладитель воздуха содержит цилиндрический патрубок 5, оборудованный пространственным шарнирным механизмом 6 для крепления охладителя к элементам механизированной крепи и поворота патрубка на угол до 15 градусов относительно направления потока воздуха в призабойном пространстве лавы. К цилиндрическому патрубку подсоединены вихревая труба 7, оборудованная патрубком

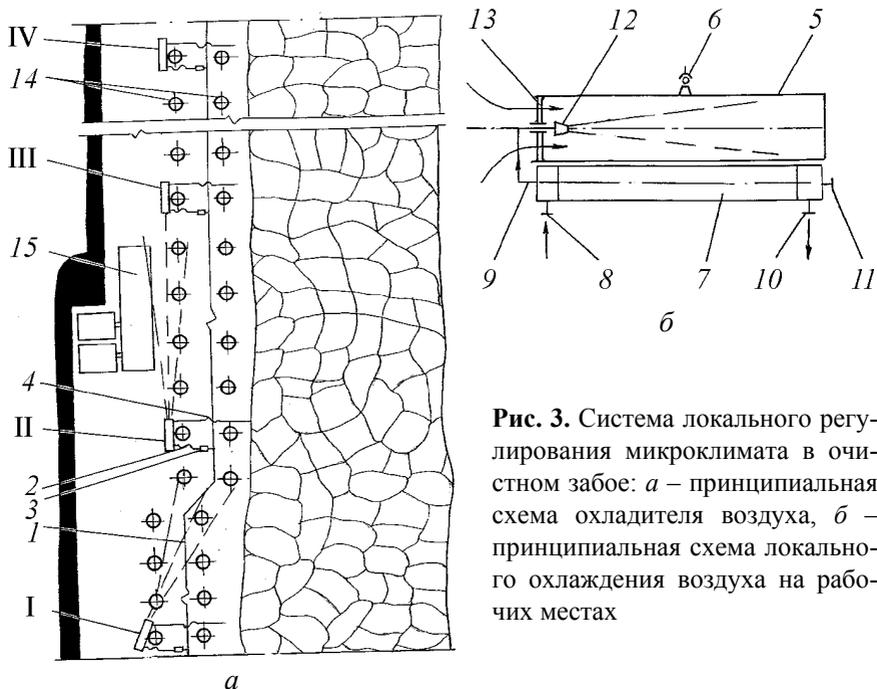


Рис. 3. Система локального регулирования микроклимата в очистном забое: *а* – принципиальная схема охладителя воздуха, *б* – принципиальная схема локального охлаждения воздуха на рабочих местах

8 для входа сжатого воздуха, патрубками 9 и 10 для выпуска холодного и теплого воздуха соответственно, а также регулирующим клапаном 11 для изменения расхода и температуры холодного и теплого потоков воздуха. Сопло эжектора 12 подсоединено к патрубку 9 вихревой трубы 7 и закреплено с помощью крестовины 13 в горловине цилиндрического патрубка 5.

Система работает следующим образом. В вихревую трубу 7 охладителя при положении клапана 3 "открыто" из гибкого рукава 1 по резиноканевому шлангу 2 поступает сжатый воздух. В результате вихревого эффекта и расширения воздуха в вихревой трубе происходит снижение его температуры в среднем на 5°C на каждую избыточную атмосферу и повышение скорости. Холодный воздух с низкой температурой и большой скоростью через патрубок 9 вихревой трубы 7 поступает к соплу эжектора 12. За счет энергии холодного воздуха, выходящего из сопла эжектора 12, происходит эжектирование (подсасывание) рудничного воздуха, поступающего по лаве.

Количество эжектируемого воздуха устанавливается исходя из требований санитарных правил [1] по температурным перепадам

Технико-экономические проблемы горного производства

потоков выходящего из эжектора холодного воздуха и поступающего по призабойному пространству.

При реализации разработанных системы и устройства [3] охлаждение воздуха предусматривается осуществлять локально по длине очистного забоя в зонах, где работают люди. При очистной выемке создание комфортных температурных условий, например, для машиниста выемочного комбайна в лаве достигается работой охладителя II (рис. 3,б).

Создание комфортной зоны для горняков по передвижке механизированной крепи обеспечивается работой охладителя I. По мере перемещения комбайна по лаве создание комфортных условий для машиниста выемочного комбайна будет обеспечиваться работой охладителя III, а для горняков по передвижке крепи - охладителем II и т.д.

Внедрение системы локального регулирования микроклимата на основе охладителей, оборудованных вихревыми трубами, позволит обеспечивать с достаточной надежностью конкретные тепловые условия и соответственно повысить уровень безопасности работ непосредственно на рабочих местах в лавах глубоких шахт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Державні санітарні правила та норми. Підприємства вугільної промисловості. ДСП 3.3.1.095-2002.
2. Щербань А.Н., Кремнев О.А., Журавленко В.Я. Руководство по регулированию теплового режима шахт. Москва, Недра, 1977 г.
3. Деклараційний патент № 7451, Україна, Е 21F9/00. Система для локального охолодження повітря в лаві/ А.К. Яковенко, А.А. Мартинов – Опубл. 15.06.2005 р. Бюл. № 6.