ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 622. 822

В.А.Портола, С.Н. Лабукин

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ШАХТЫ «РАСПАДСКАЯ»

Самочувствие и работоспособность человека в значительной степени зависят от процесса теплообмена его организма с окружающей средой. Из образуемого в теле человека тепла меньшая его часть расходуется на поддержание обмена веществ (320-630 кДж/ч), а большая часть отдается окружающей среде (840-2100 кДж/ч) [1]. Интенсивность теплообмена организма человека зависит в основном от таких теплофизических параметров окружающего воздуха, как температура, относительная влажность и скорость перемещения. Оптимальные значения теплофизических параметров воздуха, регламентируемые санитарными нормами, обеспечивают необходимый отвод тела, вырабатываемого в организме человека, для поддержания постоянной температуры (36,5 ± 0,5 ^{o}C).

В наибольшей степени на отвод тепла от организма влияет температура окружающей среды. Однако при низких температурах воздуха уменьшить потери тепла от организма для поддержания постоянной температуры позволяет защитная одежда. При высоких температурах воздуха отвод тепла от организма резко снижается, что может вызвать его перегрев. Для предотвращения перегрева существуют максимальная допустимая температура воздуха, значение которой зависит от влажности и подвижности воздуха. С ростом скорости движения воздуха потери тепла возрастают, и его допустимая температура увеличивается. Так, при скорости воздуха 2 м/с и относительной влажности 60-75 % максимальная допустимая температура воздуха равна 26 ^{o}C. При снижении скорости движения воздуха до 0,25 м/с отвод тепла от организма уменьшается, и допустимая температура окружающей атмосферы составляет 24 ^{o}C. Согласно «Правилам безопасности в угольных шахтах» [2] средняя скорость движения воздуха в призабойных пространствах очистных и подготовительных выработок шахт должна быть не менее 0,25 м/с, но не более 4 м/с. При температуре воздуха ниже 16 ^{o}C скорость воздуха в этих выработках не должна превышать 0,75 м/с, если для удаления вредных газов не требуется большая скорость.

Существенное значение в процессе теплообмена организма с окружающей средой имеет влажность воздуха. Физиологически оптимальной для человека является относительная влажность воздуха 40-60 %. При меньшей влажности воздуха может происходить высыхание верхних дыхательных путей, слизистых оболочек, что приводит к дискомфорту. Повышенная относительная влажность воздуха (более 75 %) оказывает значительное охлаждающее действие на человека в сочетании с низкими температурами воздуха из-за более высокой теплоемкости пара по сравнению с воздухом. Увеличение влажности воздуха в сочетании с высокими температурами может привести к перегреву организма. Так, при высоких температурах окружающей среды основные потери тепла от организма происходят за счет испарения выступающего пота. Однако с ростом влажности воздуха скорость испарения выступающего пота уменьшается, сокращаются потери тепла от человека, что может вызвать гипертермию. Поэтому контроль за теплофизическими параметрами воздуха в рабочей зоне является необходимым условием обеспечения безопасных условий труда.

Измерение влагосодержания рудничного воздуха позволяет также обнаружить процесс самовозгорания угля на ранней стадии, когда еще не происходит интенсивного образования пожарных газов (оксида углерода, водорода, предельных и непредельных углеводородов). Так, при самонагревании угля, в интервале температуры 40-100 ^{o}C, происходит испарение содержащейся в угле воды, а также воды, образующейся при химических реакциях окисления угля. Поэтому предложен метод обнаружения процесса самонагревания угля в выработанном пространстве по повышению влагосодержания воздуха, прошедшего через угольное скопление. Однако данный метод контроля становится практически невозможным при влажности воздуха, входящего в выработанное пространство, равной 100 %. Поэтому необходимо определить изменение относительной влажности и влагосодержание рудничного воздуха в шахтах в течение года и оценить работоспособность этого метода обнаружения самонагревания угля.

Учитывая важность теплофизических параметров воздуха на самочувствие и здоровье человека, а также на возможность получения информации о процессе самовозгорания угля в выработанном пространстве, были проведены замеры

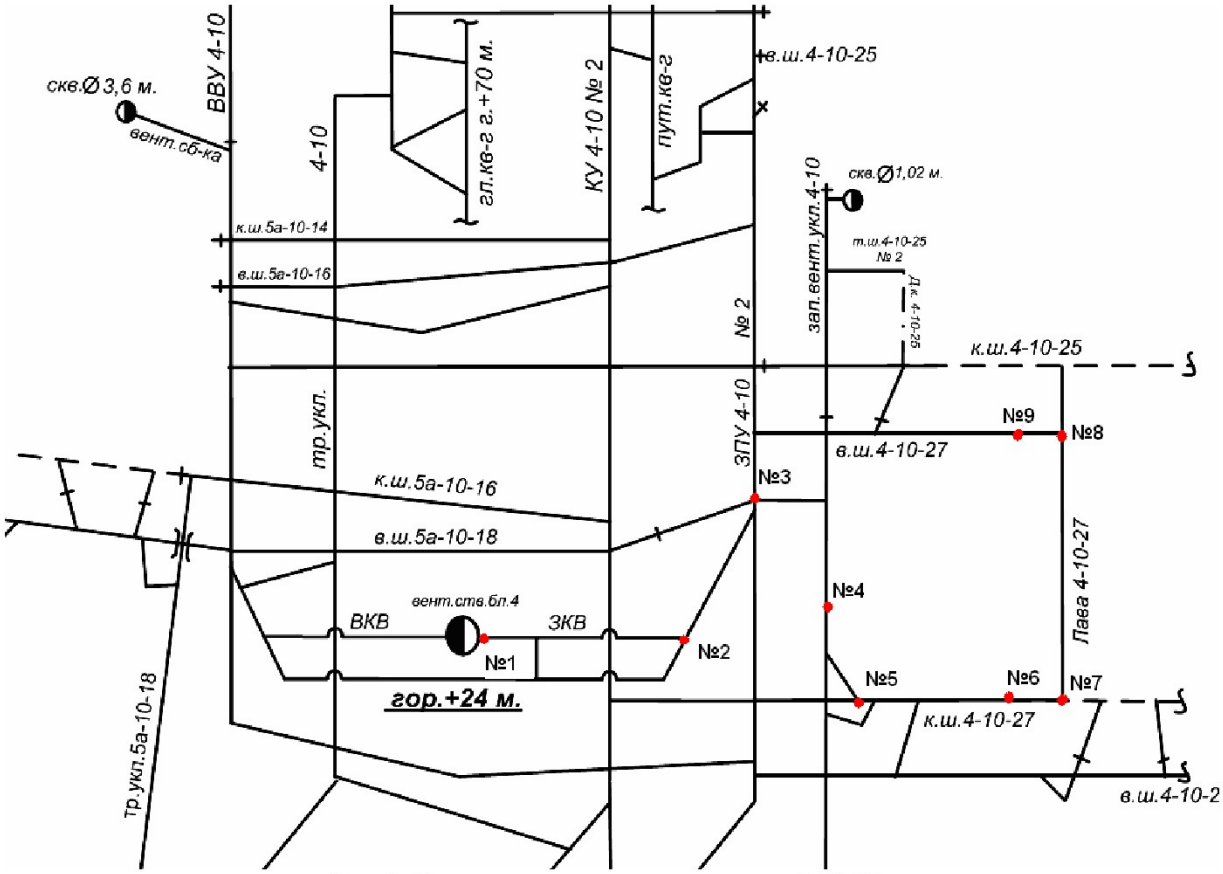

Рис. 1. Схема вентиляции участка лавы 4-10-27

температуры, относительной влажности и влагосодержания воздуха на шахте «Распадская». Замеры проводились в осенне-зимний период в выработках от воздухоподающего ствола до выхода воздуха из выработанного пространства очистного забоя. Относительную влажность воздуха определяли по психрометрическому графику, исходя из величины показаний сухого и влажного термометров. По величине относительной влажности воздуха можно судить о его способности поглощать водяные пары.

Влагосодержание – это количество водяных паров в весовых единицах, содержащееся в воздушной смеси, отнесенное к 1 кг сухой части воздуха. Расчет влагосодержания воздуха осуществлялся по формуле :

$$d = 622\frac{\varphi \cdot p_н}{P - \varphi \cdot p_н}, \text{ г/кг.}$$

где φ – относительная влажность воздуха; P – барометрическое давление; $p_н$ – давление насыщения водяных паров при данной температуре.

Шахта «Распадская» расположена в юго-западной части Томь-Усинского геолого-экономического района Кузбасса. Угленосные отложения включают 37 пластов угля, 34 из них имеют промышленное значение. Мощные пласты (9-10, 7-7а, 6-6а) и пласты средней мощности (12, 11, 10, 9, 3-3а) отрабатываются шахтой. Угли всех пластов относятся к категории опасных по самовозгоранию, а также по взрывчатости угольной пыли.

Уголь пласта 10 относится к марке ГЖ, группа 1ГВ, зольность пласта 19,7 %, влажность аналити-

Таблица 1.Теплофизические параметры воздуха на пути к лаве 4-10-27 ш. «Распадская»

Место замера	Показания сухого метра, C^0	Показания влажного термометра, C^0	Относительная влажность воздуха, %	Влагосодержание воздуха, г/кг
Поверхность	5,9	5,1	90	5,31
Точка №1	24,2	13,3	26	4,99
Точка №2	23,9	13,1	26	4,92
Точка №3	23,2	12,8	28	4,86
Точка №4	23	13,4	32	5,72
Точка №5*	20,8	12,6	36	5,62
Точка №6*	16,9	12,8	62	7,61
Точка №7	18	13,2	58	7,64
Точка №8	16,6	15,3	87	10,53
Точка №9	14,6	14,4	99	10,55

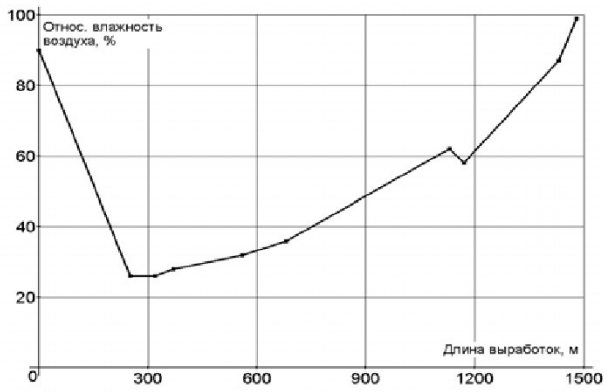

***Рис**. 2. Изменение относительной влажности воздуха при движении к лаве 4-10-27*

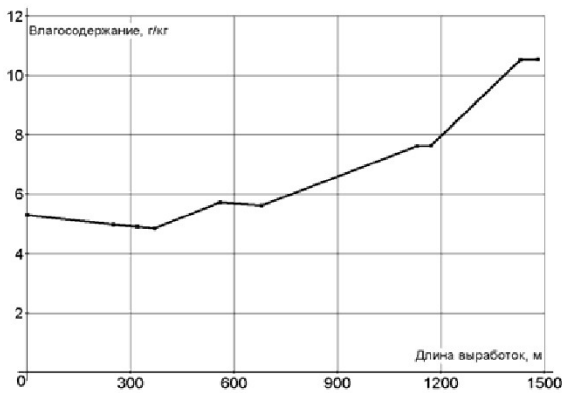

Рис. 3. Изменение влагосодержания воздуха на пути к лаве 4-10-27

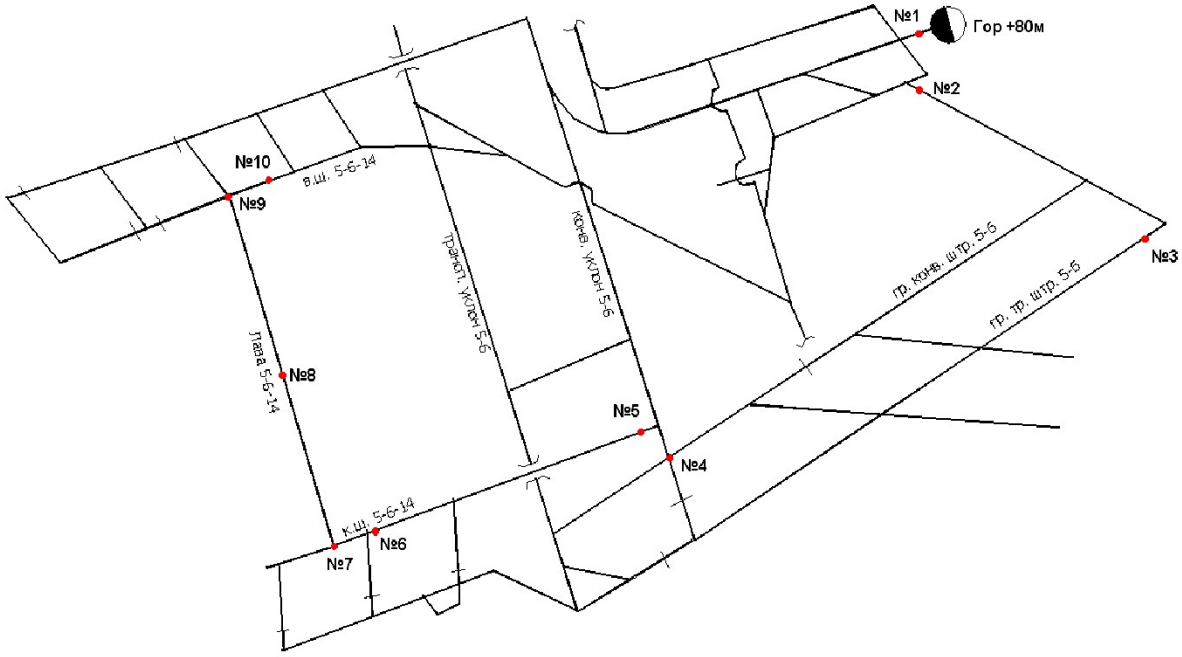

Рис. 4. Схема вентиляции лавы 5-6-14

ческая 4,1 %, выход летучих компонентов 36,3 %. Гипсометрия пласта пологоволнистая, углы падения 5 - 11 гр. С глубины 150 м пласт 10 отнесен к угрожаемым по горным ударам. В непосредственной кровле пласта залегает в основном алевролит мелкозернистый расслоенный. Согласно горно-геологических условий залегания пласта для отработки лавы 4-10-27 применяется механизированный комплекс JOY.

В ходе исследования определялись температура воздуха, его относительная влажность и влагосодержание с целью выявления зависимости изменения этих параметров по пути движения воздуха по горным выработкам.

Замеры в лаве 4-10-27 (рис. 1) проводились 13.11.2007 в 4 смену, температура на поверхности шахты равнялась +6 °С, атмосферное давление 740 мм. рт. ст. Добыча угля в момент замеров не велась в связи с неисправностью оборудования. Измерения производились с помощью аспирационного психрометра МВ-4-2М. Результаты замеров и расчетов приведены в табл. 1 и на рис. 2 и 3.

Лава 5-6-14 шахты «Распадская» (рис. 4) расположена в уклонном поле пласта 6-6а блока № 5. Гипсометрия пласта пологоволнистая, углы падения 6-15°, пласт сложного строения, содержит 2-3 породных прослоя общей мощностью 0,01-0,36 м. Общая мощность пласта 4,07-5,25 м. Средневзвешенная мощность - 4,67 м. Уголь пласта марки ГЖ, Ac = 17,7 %, Wa = 1,12 %, Wr = 3,7 %, y = 24, Vr = 36,1 %. Крепость угля 0,8-1,0. Уголь пласта склонен к самовозгоранию. Угольная пыль взрывоопасна. Пласт в пределах лавы не опасен по внезапным выбросам угля и газа, опасен по горным ударам с глубины 150 м. Согласно горно-геологических условий залегания пласта для отработки лавы 5-6-10 принимается механизированный комплекс КМ-145. В состав комплекса входит: очистной комбайн 1КШЭ, забойный конвейер Анжера 307Л-145, перегружатель ПСП-26, меха-

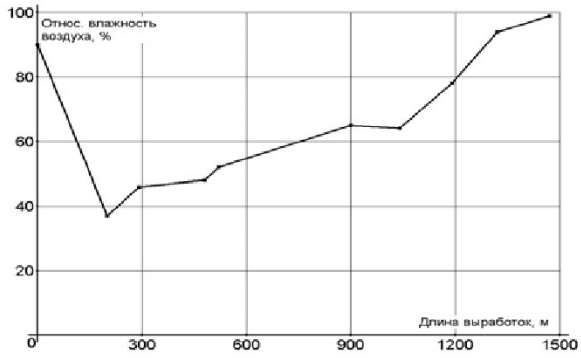

Рис. 5. Распределение относительной влажности воздуха при движении к лаве 5-6-14

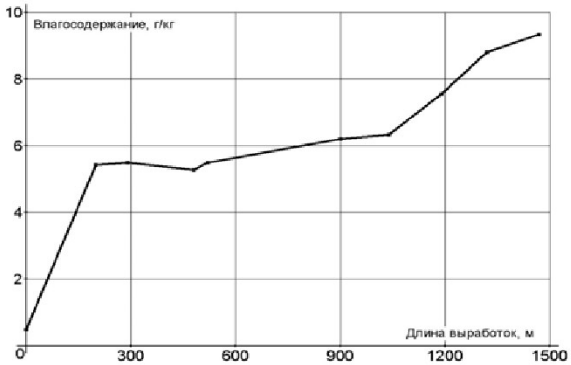

Рис. 6. Влагосодержание в воздухе при движении к лаве 5-6-14

Таблица 2. Теплофизические параметры воздуха на пути к лаве 5-6-14 ш. «Распадская»

Место замера	Показания сухого термометра, C^0	Показания влажного термометра, C^0	Относительная влажность воздуха, %	Влагосодержание воздуха, г/кг
Поверхность	-23	-	90	0,49
Точка №1	20	12	37	5,42
Точка №2	17,5	11,2	46	5,49
Точка №3	15,4	9,8	48	5,27
Точка №4	14,8	9,2	52	5,5
Точка №5*	13,2	9,8	65	6,2
Точка №6*	13,8	10,4	64	6,34
Точка №7	13,4	11,2	78	7,55
Точка №8	13,0	12,4	94	8,8
Точка №9	13	12,8	99	9,36

низированная крепь М-145.

Исследования теплофизических параметров воздуха на пути к лаве 5-6-14 проводились 09.12.2007, температура на поверхности шахты равнялась -23 ^oC, атмосферное давление 750 мм. рт. ст., относительная влажность воздуха около 90 %. Замеры проводились в 4 смену, добыча угля в момент замеров не велась. Влажность воздуха определялась с помощью аспирационного психрометра МВ-4-2М. Результаты замеров и расчетов приведены в табл. 2 и на рис. 5-6.

Анализируя данные, полученные в ходе исследования, можно сделать вывод, что в осенне-зимний период относительная влажность воздуха, поступающего в шахту, резко уменьшается после прохождения через калориферную установку. Одновременно повышается температура воздуха, а его влагосодержание практически не должно изменяться. Затем, по мере движения по стволу и другим горным выработкам, происходит испарение шахтной воды, и относительная влажность, а также величина влагосодержания воздуха начинают расти. При этом скорость влагоотдачи изменяется на различных участках горных выработок, что может быть связано с неравным притоком воды, неодинаковой площадью и состоянием поверхности выработок. Особенно быстро испарение происходит на участке выработок после калориферной установки при сильных морозах, когда влажность поступающего в шахту воздуха резко падает. По мере движения в выработках воздух отдает тепло, полученное в калориферной установке, окружающим горным породам, что приводит к постепенному снижению температуры рудничной атмосферы.

В исследуемой шахте перед входом в выработанное пространство действующих лав относительная влажность воздуха в осенне-зимний период достигает 50-90 %. В значительной степени на это влияет температура атмосферного воздуха. В ходе замеров на конвейерном штреке зафиксированы участки, где резко снижалась относительная влажность и росла температура воздуха. Эти участки приурочены к местам расположения шахтной аппаратуры, выделяющей при работе тепло.

Наиболее интенсивно воздух насыщался влагой в выработанном пространстве лав. Развитая поверхность разрыхленных скоплений угля и пород способствовала быстрому испарению воды как изначально содержащейся в горных породах, так и искусственно привнесенной установками, предназначенными для увлажнения угля с целью борьбы с пылью и метаном, снижающими опасность развития эндогенных пожаров. На выходе

из выработанного пространства относительная влажность воздуха возрастает до 90-100 %, одновременно зарегистрировано снижение температуры и увеличение влагосодержание рудничного воздуха. Влагосодержание вблизи лавы составляет 8-10 г/кг.

Таким образом, видно, что в осенне-зимний период относительная влажность воздуха на входе в выработанное пространство не достигает своего максимального значения. Поэтому для обнаружения ранней стадии процесса самовозгорания можно использовать известный метод, предусматривающий контроль за измерением влагосодержания воздуха после прохождения через выработанное пространство. Вместе с тем относительная влажность воздуха в районе лавы, особенно в вентиляционном штреке, на исходящей из лавы струе, имеет высокое значение, что негативно сказывается на состоянии здоровья шахтеров. Отрицательными моментами высокой относительной влажности рудничного воздуха является также снижение эффективности сланцевых заслонов (инертная пыль теряет свои качества при повышенной влажности), уменьшение надежности оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана труда: Учебник для вузов/К.З. Ушаков, Б.Ф. Кирин, Н.В. Ножкин и др. Под ред. К.З. Ушакова. – М .: Недра, 1986. – 624 с.

2. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618-03). Серия 05. Выпуск 11/Колл. авт. – М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. – 296 с.

Авторы статьи:

Портола
Вячеслав Алексеевич
- докт.техн.наук, проф. каф. аэрологии, охраны труда и природы КузГТУ ,
тел.: 8(3842)58-30-75

Лабукин
Сергей Николаевич
- аспирант КузГТУ,
тел.: 8(3842)58-30-75