

Котел залізничної цистерни виготовляється з листового прокату товщиною $\delta = (8...10) \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Температура нагрівання внутрішньої поверхні матеріалу котла внаслідок високотемпературного впливу дугового розряду на його зовнішній поверхні, тобто нагрівання по координаті x (на товщину листового прокату) встановлюється згідно з графіком на рис.2. Наприклад, для проникнення теплового поля на глибину $x=0,008 \text{ м}$ встановлюємо:

$$\eta = \frac{x}{2\sqrt{a_1 \cdot t_{\eta}}} = \frac{0,008}{2\sqrt{6,1 \cdot 0,16}} = 0,00405.$$

З графіка на рис.2 для $n_{\eta}=1925$ циклів і розрахованого значення $\eta=0,00405$ визначаємо: $0,17 = \frac{T_{n=1925}(0,008;0,16) - 20}{1460 - 20}$, звідки $T_{n=1925}(0,008;0,16) = 244^{\circ}\text{C}$.

Отримана температура прогрівання внутрішньої поверхні порожнини котла цистерни при встановлених технологічних режимах зовнішньої обробки вказує, що при очищуванні цистерн, які транспортують бензин і гас з температурою спалаху парів у повітрі, відповідно, $T_{\text{бенз.}}=255^{\circ}\text{C}$ і $T_{\text{гас.}}=235^{\circ}\text{C}$, слід або зменшити частоту обертання інструменту, або зменшити у конструкції інструменту кількість пар секцій, наприклад - $Z = (3 \times 3)$.

Представлена методика розрахунку дозволяє практично, в умовах виробництва корегувати технологічні режими поверхневої очистки із дотриманням вимог і правил пожежної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авт. свид. 1750649 /СССР/ Щетка для очистки металла. Куличенко А.Я., Перетичка Е.В. Оpubл. в Б.И., 1992, № 28.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: «Высшая школа», 1967. –600 с.
3. Куличенко А.Я. Термомеханична поверхнева очисно-зміцнююча обробка металу. Львів: “Кобзар”, 1997. –216 с.

УДК 622.457.2

В.П.Сухоруков, к.т.н. (НИИ горноспасательного дела и пожарной безопасности «Респиратор», г.Донецк)

УПРАВЛЕНИЯ КАССЕТНЫМ ТРУБОПРОВОДОМ ПРИ РАЗГАЗИРОВАНИИ ТУПИКОВОЙ ВЫРАБОТКИ ПОСЛЕ ПОЖАРА

Рассмотрена задача распределения воздуха в аэродинамической сети, которая включает кассетный трубопровод и проходное окно регулятора. Получена аналитическая зависимость, позволяющая определить площадь проходного окна регулятора.

Для повышения эффективности добычи угля на шахтах проходятся длинные тупиковые выработки. Процесс проведения таких выработок сопряжен с опасностью возникновения аварийной ситуации при нарушении нормального режима их проветривания [1]. Это обуславливает необходимость оснащения подразделений горноспасательных частей специальным оборудованием, позволяющим повысить безопасность проникновения

горноспасателей в тупиковую выработку для ликвидации аварии или ее последствий активным способом [2].

Таким оборудованием является кассетный трубопровод [2,3,4], технические характеристики которого позволяют одновременно с прокладыванием по аварийной выработке подавать свежий воздух к месту нахождения горноспасателей, транспортирующих его.

Кассетный трубопровод, состоит из 20 кассет, в каждой из которых находится облегченный трубопровод длиной 50м и диаметром 600мм. Общая масса полностью снаряженной кассеты не превышает 40 кг [3,4], что создает возможность ее транспортирования двумя горноспасателями. Такие технические характеристики обеспечивают высокую мобильность кассетному трубопроводу.

Одновременно с этим, как показано в работах [5,6], эксплуатация кассетного трубопровода сопряжена с опасным воздействием на материальную систему “горноспасатели-кассета” импульса силы, возникающего в результате действия на кассету потока воздуха, нагнетаемого вентилятором местного проветривания (ВМП) в трубопровод в процессе его прокладывания по аварийной выработке. Составляющие этой материальной системы в процессе движения по аварийной выработке под воздействием импульса силы активно взаимодействуют друг с другом, что в условиях ограниченной видимости, в атмосфере непригодной для дыхания может создать условия, при которых горноспасателям будет весьма трудно управлять кассетой. Для снижения этой опасности в работе [6] предложены зависимости для расчета расхода воздуха, при котором воздействие импульса сил на материальную систему минимальное, а в работе [5] – выражения для расчета площади окна для сброса излишков воздуха с целью снижения величины вышеуказанного импульса.

Однако приведенные работе [5] выражения являются приближенными, так как не точно рассматривается модель аэродинамической сети, на которую работает ВМП.

Цель настоящей работы является определение аналитической зависимости для расчета площади проходного окна регулятора в зависимости от параметров кассетного трубопровода и ВМП, что позволит повысить безопасность работ при разгазировании аварийной выработки за счет управления этим процессом.

Для снижения негативного воздействия на материальную систему со стороны транспортируемой кассеты необходимо в последнюю подавать определенное количество воздуха, что, как указывалось выше, возможно путем регулирования количеством расхода воздуха, подаваемого ВМП в кассетный трубопровод, с помощью регулятора. В результате этого условия работы ВМП изменяются в следствии образования аэродинамической сети эквивалентной параллельному соединению [7], включающему проходное окно регулятора расхода воздуха и кассетный трубопровод, общее сопротивление которой можно представить в виде выражения

$$\frac{1}{\sqrt{R_C}} = \frac{1}{\sqrt{R_V}} + \frac{1}{\sqrt{R_T}}$$

где R_C, R_V, R_T - общее аэродинамическое сопротивление сети, аэродинамическое сопротивление проходного окна регулятора и кассетного трубопровода, Па.с²/м⁶, соответственно.

Из вышеприведенного выражения следует, что депрессия аэродинамической сети, на которую работает ВМП, определяется зависимостью

$$P_B = \frac{R_T R_V}{(\sqrt{R_T} + \sqrt{R_V})^2} Q_B^2, \quad (1)$$

где P_B, Q_B - депрессия и расход воздуха в аэродинамической сети, Па, м³/с, соответственно.

На указанную сеть, как правило, работает ВМП, который обеспечивал проветривание выработки при нормальном режиме ее вентиляции. Аэродинамическая характеристика ВМП описывается выражением

$$P_B = a - bQ^2, \quad (2)$$

где: a, b - коэффициенты аэродинамической характеристики ВМП [8].

Из совместного решения системы равенств (1) и (2) находим выражения для расчета расхода воздуха и давления, которые соответствуют аэродинамической характеристики ВМП и общему аэродинамическому сопротивлению сети

$$Q_B = \sqrt{\frac{a(\sqrt{R_T} + \sqrt{R_V})^2}{R_V R_T + b(\sqrt{R_T} + \sqrt{R_V})^2}} \quad (3)$$

$$P_B = \frac{aR_T R_V}{R_V R_T + b(\sqrt{R_T} + \sqrt{R_V})^2} \quad (4)$$

Депрессии параллельных соединений, которыми являются кассетный трубопровод и проходное окно регулятора, описываются выражениями

$$P_B = R_T Q_T^2 \quad (5)$$

$$P_B = R_V Q_V^2 \quad (6)$$

$$R_T = ry + E, \quad E = \frac{\xi_1 \rho}{2S^2}, \quad R_V = \frac{\xi_2 \rho}{2S_0^2},$$

где: Q_T, Q_V - расход воздуха в кассетном трубопроводе и проходном окне, м³/с, соответственно; r - удельное аэродинамическое сопротивление кассетного трубопровода, Па·с²/м⁷; y - переменная координата длины трубопровода, проложенного по выработке, м; ξ_1, ξ_2 - коэффициенты местного аэродинамического сопротивления корпуса кассеты и проходного окна регулятора [9], соответственно; ρ - плотность воздуха, кг/м³; S, S_0 - площадь поперечного сечения трубопровода и проходного окна, м², соответственно.

Работу регулятора можно представить в виде равенства [10]

$$Q_B - Q_V = Q_T \quad (7)$$

С учетом выражений (3), (5) и (6) равенство (7) преобразуется в уравнение

$$\sqrt{\frac{a(\sqrt{R_T} + \sqrt{R_V})^2}{R_V R_T + b(\sqrt{R_T} + \sqrt{R_V})^2}} = Q_T \left(\sqrt{\frac{R_T}{R_V}} + 1 \right), \quad (8)$$

которое после выполнения соответствующих преобразований принимает вид

$$\sqrt{\frac{\xi_2 \rho}{2S_0^2}} = \left(\sqrt{\frac{a - R_T Q_T^2}{b}} - Q_T \right) = Q_T \sqrt{R_T} \quad (9)$$

Выражение (9) содержит неизвестный параметр ξ_2 , который зависит от величины площади S_0 проходного окна регулятора [9]. Для определения этой зависимости были проведены эксперименты, результаты которых обработанные [11] совместно с данными [9] позволили получить эмпирическую зависимость

$$\xi_2 = \frac{0,1936}{S_0^2} \quad (10)$$

С учетом эмпирической формулы (10) равенство (9) после выполнения соответствующих преобразований примет вид

$$S_0 = 0,557 \sqrt{\left(\sqrt{\frac{a - (ry + E)Q_T^2}{bQ_T^2}} - 1 \right) \sqrt{\frac{\rho}{ry + E}}} \quad (11)$$

а зависимости (3) и (4) преобразуются в выражения

$$P_B = \frac{aR_T}{R_T + bu^2} \quad (12)$$

$$Q_B = \sqrt{\frac{a}{b + \frac{R_T}{u^2}}} \quad (13)$$

где

$$u = 3,214S_0^2 \sqrt{\frac{R_T}{\rho}} + 1$$

Из анализа выражения (11) следует, что при увеличении длины кассетного трубопровода величина площади проходного окна регулятора уменьшается и при некоторой протяженности будет равна нулю. Это обуславливает, как видно из выражения (12), повышение депрессии кассетного трубопровода, так как одновременно с увеличением его длины уменьшается площадь проходного окна, и снижение производительности ВМП [12], что следует из зависимости (13).

После выполнения соответствующих преобразований выражения (11) при соблюдении граничного условия $S_0 = 0$ получим зависимость

$$y = \frac{a - (b + E)Q_T^2}{rQ_T^2} \quad (14)$$

В результате проведенных аналитических исследований получены выражение (11), которое позволяет рассчитать площадь проходного окна регулятора в зависимости от техничек характеристик кассетного трубопровода, аэродинамических параметров кассеты и аэродинамической характеристики ВМП, что обеспечивает возможность подачи в каждую кассету необходимое количество воздуха, и зависимость (14) – для расчета предельной

длины кассетного трубопровода, начиная с которой не требуется регулирование производительности ВМП.

Таким образом, выражения (11) и (14) позволяют рассчитать параметры безопасного управления процессом прокладки кассетного трубопровода по аварийной выработке при ее разгазировании и тем самым способствовать снижению негативного воздействия импульса сил на материальную систему горноспасатели- кассета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черных А.В, Дикенштейн И.Ф., Булгаков Ю.Ф. *Пожароопасность длинных тупиковых выработок // Горно-спасательное дело: Сб. науч. тр. / НИИГД.-Донецк, 1998.- С.66-68.*
2. ДНАОП 1.1.30-4.01097 *Устав ВГСЧ по организации и ведению горноспасательных работ.-Киев, 1997.-с.453.*
3. Таранец Ю.В., Бржевский Е.И., Пяткин В.Е. *Результаты испытания кассетного трубопровода для разгазирования тупиковых выработок в аварийных условиях // Современные методы и средства ведения горноспасательных работ: Сб. науч. тр. / НИИГД.-Донецк, 1989.-С.38-42.*
4. Зинченко И.Н., Романченко С.Б., Топчиенко Б.И., Пяткин В.Е. *Теплообмен в тупиковых выработках при ее проветривании кассетным трубопроводом // Горноспасательное дело: Сб. науч. тр. / НИИГД.-Донецк, 1991.-С.76-82.*
5. Сухоруков В.П. *Параметры прокладки кассетного трубопровода при дегазации тупиковых выработок // Горноспасательное дело: Сб. науч. тр. / НИИГД.-Донецк, 2003.- С.115-123.*
6. Сухоруков В.П. *Расчет расхода воздуха подаваемого ВМП в кассетный трубопровод в процессе его прокладки по наклонным горным выработкам // Научные вести Днепропетровского горного университета, -Днепропетровск, 2004. № 6.-С.62-66.*
7. Абрамов Ф.А. *Рудничная аэрогазодинамика.- М.: Недра, 1972. – 272с.*
8. Мясников А.А., Казаков С.П. *Проветривание подготовительных выработок при проходке комбайнами.-М.:Недра, 1981.- 269с.*
9. Идельчик И.Е. *Справочник по гидравлическим сопротивлениям. - М.: Машиностроение, 1975. - 560с.*
10. Сухоруков В.П. *Совместная работа вентилятора местного проветривания и установки дистанционной прокладки гибкого трубопровода // Известия Донецкого горного института, 2003. – №1. – С.46 – 50.*
11. Венцель Е.С. *Теория вероятностей.- М.: Наука, 1969.-576с.*
12. Бодягин М.Н. *Рудничная вентиляция. М.: Недра. 1967.-310с.*