|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Приложение 17  к Правилам пожарной  безопасности для предприятий угольной промышленности Донецкой Народной Республики (пункты 7.4.2.2, 7.4.3.3, 8.4.6) |

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ТУШЕНИЯ И**

**ЛОКАЛИЗАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ**

1. Автоматические системы водяного пожаротушения АСВП должны защищать наиболее пожароопасные объекты в выработках, оборудованных ленточными конвейерами, – приводные станции.

При пробуксовке приводного барабана конвейера происходит быстрое нарастание температуры ленты:

если барабан футерован резиной – на 100…300 °С в минуту;

если барабан не футерован – на 30…35 °С в минуту.

В связи с этим необходимо правильно разместить пожарные извещатели АСВП, чтобы обеспечить ее автоматическое срабатывание. Подача воды оросителями системы должна обеспечивать охлаждение и тушение возникшего очага прежде всего на приводном барабане и ближайших участках конвейерной ленты.

2. Расчет параметров развития и тушения пожара на приводной станции ленточного конвейера с помощью АСВП производится в следующем порядке.

Расход *G*Г, м3/с, газовоздушного потока по выработке с учетом газообразных продуктов горения определяется по формуле

*G*Г= *G*в+, (1)

где – удельная масса горючего материала конвейерной ленты, кг/м;

– длина зоны орошения, создаваемой АСВП, м;

– степень выгорания материалов конвейерных лент в шахтных условиях;

– время выгорания горючей массы из конвейерной ленты, с;

– плотность газообразных продуктов горения ленты, кг/м3.

Максимальная температура *t*гк, оС, газовоздушного потока по аварийной выработке при пожаре в пределах приводной станции ленточного конвейера зависит от максимальной длины зоны горения, равной длине зоны орошения, создаваемой АСВП, и вычисляется по формуле

, (2)

где – низшая теплота сгорания резинотехнических материалов, из которых выполнена конвейерная лента, кДж/кг;

– удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг·К);

– удельная теплоемкость материала ленты, кДж/(кг·К);

– плотность воздуха, кг/м3;

– плотность газа, кг/м3;

– температура воспламенения горючего материала (конвейерной ленты), °С;

– скорость движения пожара по ленте в начальной стадии развития, м/мин;

– температура ленты в выработке при нормальном режиме работы, °С;

– температура воздуха в выработке при нормальном режиме работы, °С.

Температура охлаждения водяной завесой, создаваемой АСВП, газовоздушного потока должна удовлетворять условию

= 200…250, °С. (3)

Если условие не соблюдается, то необходимо увеличивать подачу воды, а расчет повторить заново.

При тушении пожара в пределах приводной секции ленточного конвейера время установления теплового баланса , с, между очагом пожара и водяной завесой при условии, что фронт пламени вошел в контакт с границей зоны орошения, определяется по формуле

=, (4)

где – удельная теплоёмкость воды, кДж/(кг·К);

– плотность воды, кг/м3;

– температура воды в противопожарном трубопроводе, °С;

– температура воды при испарении, °С;

– удельный расход воды на 1 м2 поверхности приводной секции конвейера, м3/(м2·с), определяемый по формуле

=, (5)

где – расход воды через АСВП, м3/с, определяемый по формуле

= *N*орμω, (6)

где *N*ор – количество оросителей АСВП;

μ – коэффициент расхода оросителя АСВП;

ω – площадь поперечного сечения проходного канала оросителя, м2;

g – ускорение свободного падения, м/с2;

– давление воды перед оросителем, МПа;

– диаметр струи тонкораспыленной воды на расстоянии *L*эф от оросителя, м;

– эффективная длина струи, м;

*B* – ширина ленты, м;

*R* – теплота парообразования, кДж/кг;

– отношение объема воды, испарившейся при тушении пожара, к объему воды, подводимой к АСВП (доля испарившейся воды).

Для того чтобы обеспечить расход воды через АСВП, позволяющий надежно и эффективно локализировать и тушить пожар на приводной станции конвейера, давление воды на входе в систему *Р*у, МПа, должно быть не менее значения, определяемого по формуле

*Р*у = +, (7)

где – коэффициент гидравлического сопротивления узла (фильтр и автоматический клапан) АСВП, МПа·с2/м6.

Для того чтобы пожар не смог пройти по ленте в выработке, необходимо, чтобы соблюдалось следующее условие:

, (8)

где – допустимое время тушения пожара на приводной станции ленточного конвейера, с. Определяется по формуле

, (9)

где – предельная скорость распространения пожара, м/мин.

3. Автоматические системы локализации и тушения пожаров АСЛТ могут быть установлены в наиболее пожароопасных выработках.

Кроме того, предусматривается установка завес при активном тушении пожаров для предотвращения их проникновения в смежные выработки.

4. Параметры противопожарной завесы

4.1. Расход воды на создание противопожарной завесы

Общий расход воды *Q*общ, м3/с, состоит из расхода воды на охлаждение пожарных газов и на тушение твердых горючих материалов (ТГМ) и определяется по формуле

*Q*общ = *Q*ох + *Q*туш  (10)

или

*Q*общ = *zS*в*V*в , (11)

где *Q*ох – расход воды на охлаждение газового потока водяной завесой, м3/с;

*Q*туш – расход воды на тушение ТГМ в аварийной выработке, м3/с;

*z* – удельный расход воды на охлаждение пожарных газов и тушение ТГМ, м3/с;

*S*в – площадь сечения выработки, м2;

*V*в – скорость воздушного потока в выработке, м/с.

Удельный массовый расход воды на водяную завесу определяется по формуле

 (12)

где *t*гк – температура пожарных газов на выходе из зоны горения, °С (приложение 10);

температура воспламенения горючих материалов в аварийной выработке, °С;

*z* – удельный расход воды, кг/(м3·с), необходимый для охлаждения 1 кг/с газового потока и тушение ТГМ в аварийной выработке;

– доля испарившейся воды;

, (13)

где *а*– эмпирический коэффициент; *а* = 7695 ºС/мм2;

*d*к – средний диаметр капли воды в завесе, мм.

Значение величины χ в зависимости от диаметра капель *d*к и температуры *t*гк потока пожарных газов перед водяной завесой приведены в таблице1.

**Таблица 1 – Значение доли испарившейся воды**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Темпе-ратура  *t*гк, ºС | Средний диаметр капель *d*к в водяной завесе, которые формируются АСЛТ, мм | | | | | |
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| Значения χ | | | | | |
| Эффективная работа АСЛТ | | | Неэффективная работа АСЛТ | | |
| 400 | 0,823 | 0,463 | 0,177 | 0,046 | 0,082 | 0,001 |
| 600 | 0,880 | 0,600 | 0,315 | 0,128 | 0,041 | 0,010 |
| 800 | 0,908 | 0,680 | 0,420 | 0,215 | 0,090 | 0,031 |
| 1000 | 0,923 | 0,735 | 0,500 | 0,292 | 0,146 | 0,063 |
| 1200 | 0,938 | 0,744 | 0,562 | 0,358 | 0,201 | 0,099 |

Значения удельного расхода воды *z*, необходимого для охлаждения 1 м3/с расхода пожарных газов и тушение ТГМ в аварийной выработке, приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Удельный расход воды на охлаждение пожарных газов и тушение ТГМ в аварийной выработке**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура  на входе в завесу  *t*гк,ºС | Удельный расход воды *z*, м³/ч, на охлаждение 1 м³/с пожарных газов и тушение ТГМ в аварийной выработке, не менее | | | | | |
| Средний диаметр капель *d*к, мм | | | | | |
| 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 400 | 0,344 | 0,559 | 1,102 | 1,985 | 2,584 | 2,74 |
| 600 | 0,76 | 1,058 | 1,75 | 3,08 | 4,794 | 5,947 |
| 800 | 1,16 | 1,492 | 2,212 | 3,584 | 5,729 | 7,997 |
| 1000 | 1,556 | 1,904 | 2,628 | 3,965 | 6,159 | 9,01 |
| 1200 | 1,948 | 2,307 | 3,028 | 4,32 | 6,45 | 9,479 |

В общем случае температура *t*гк рассчитывается по формуле (3) (приложение 10). В случае, если значение *t*гк отличается от приведенных в таблице 2, для определения *z* нужно использовать метод итераций.

4.2. Параметры водяной завесы

Глубина водяной завесы *L*з, м:

, (14)

если

,

где – время испарения капли воды, которая вылетает из оросителя в горизонтальном направлении, с, определяется по формуле

, (15)

*d*0 – начальный диаметр капли, мм;

– среднее время полета капель воды, вылетающих из оросителя, с; приведено в таблице 3.

Если

,

глубина водяной завесы *L*з, м, определяется по формуле

(16)

где – скорость вылета капель воды из оросителя, м/с.

– косинус угла раскрытия струи воды из оросителя.

**Таблица 3 – Среднее время полета капель воды , вылетающих   
из оросителя**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Начальный диаметр капли воды *d*0, мм | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| Среднее время полета капель воды , с | 0,9 | 0,41 | 0,35 |

Скорость вылета капель воды из оросителя определяется по формуле

. (17)

Вода, которая не испаряется, используется на тушение горючих материалов в аварийной выработке.

Фактическое количество воды, которая идет на тушение ТГМ, определяется по формуле

(18)

Это значение должно отвечать следующему условию:

, (19)

где – нормативный расход воды на тушение ТГМ, м3/с, который определяется по формуле

, (20)

где *qi* – нормированная интенсивность орошения для тушения *i*-го горючего материала (таблица 4), м3/(с·м2);

П*i* – часть периметра аварийной выработки, на которой расположена пожарная нагрузка *i*-го вида.

**Таблица 4 – Нормированная интенсивность орошения для тушения**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид горючего материала | Нормированная интенсивность орошения для тушения *q*∙104, м3/с |
| Древесина (крепь, затяжки, трапы и др.) | 2,7…3,4 |
| Конвейерная лента | 1,0…1,4 |
| Оболочки кабелей | 0,8…1,2 |
| Уголь | 1,5…2,0 |

4.3. Определение температуры газового потока после завесы

Температура газового потока , оС, при выходе его из зоны орошения определяется по формуле

, (21)

где – расход воды через один ороситель, м3/с;

– количество оросителей в зоне орошения;

τ = τпол, если τпол < τисп;

τ = τисп, если τпол > τисп;

– плотность воды; = 1000 кг/м3;

*R* – теплота парообразования воды; *R* = 2502,7·103 Дж/кг;

ρп.г, *с*рг – плотность и теплоемкость пожарных газов, определяемые по справочным данным в зависимости от температуры, кг/м3, Дж/(кг·К) соответственно.

(22)

где – площадь струи, создаваемой одним оросителем, м2;

, (23)

где – эффективная длина струи, создаваемой одним оросителем, м;   
.

Для успешной локализации пожара необходимо выполнение условия (3).

4.4. Расчет расстояния между локализующими системами и количества систем

Минимальное расстояние между локализующими системами АСЛТ  
, м, определяют по формуле

 (24)

где *G*в – расход воздуха по выработке, м³/с; *G*в = *S*в*V*в;

*t*o – температура окружающей газовой среды при нормальном режиме работы, К;

*t*тпи – температура срабатывания пожарного извещателя, К;

– расстояние между системами АСЛТ, при котором в зоне размещения следующих систем АСЛТ по ходу вентиляционной струи температура окружающей газовой среды не будет превышать температуру срабатывания пожарного извещателя *t*тпи системы, т.е. будет выполняться условие

. (25)

Количество АСЛТ в пределах выработки:

, (26)

где *N*с – количество АСЛТ в пределах выработки;

*L*в – длина выработки, м.

Если значение *N*с – дробное, то округляем его до целого в меньшую сторону.

Для выработок, оборудованных ленточными конвейерами, формула (26) имеет вид

, (27)

где *N*ск – количество АСЛТ в пределах одного конвейера (беспрерывной транспортной цепочки);

*L*к – длина конвейера (беспрерывной транспортной цепочки), м.

Если значение *N*ск – дробное, то округляем его до целого в меньшую сторону, после чего уточняем длину противопожарной секции

. (28)

5. Параметры противопожарного разрыва

5.1. Для локализации пожара в горных выработках шахт можно использовать противопожарные разрывы.

5.2. Необходимую длину противопожарного разрыва , м, находят по формуле

, (29)

где – температура пожарных газов в конце противопожарного разрыва, К;

– коэффициент нестационарного теплообмена между поверхностью выработки и газовым потоком; определяется по формуле (5) (приложение 10), кДж/(м2·с·К);

*Р*в – периметр горной выработки, м;

температура горных пород выработки при возникновении пожара, К.

5.3. При этом также необходимо выполнение условия (25).

6. Совместное действие противопожарного разрыва и водяной завесы

В случае совместного действия противопожарного разрыва и водяной завесы возникает синергизм: с одной стороны есть возможность уменьшить расход воды на завесу, с другой – сократить расчетную длину противопожарного разрыва.

Водяная завеса, которая создается в выработке системой локализации и тушения пожаров, вместе с противопожарным разрывом обеспечивают локализацию и тушение развитого пожара. В случае создания пожарного разрыва неполной длины на систему необходимо подавать воду с расходом

, (30)

где – расход воды, которая подается на систему, расположенную в начале противопожарного разрыва неполной длины, м3/с;

– расход воды, которая подается на систему АСЛТ, и определяется по формуле (4), м3/с;

– расчетная длина противопожарного разрыва, м;

– фактическая длина противопожарного разрыва, м; *L*пр.