|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Приложение 19 к Правилам пожарной безопасности для предприятий угольной промышленности Донецкой Народной Республики (пункты 8.1.1, 8.4.9) |

**ИНСТРУКЦИЯ ПО РАСЧЕТУ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК И НАДШАХТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**1. Расчет гидравлических параметров системы противопожарного водоснабжения**

1.1. Исходными данными для расчета гидравлических параметров всех точек отбора системы являются (таблица 1):

геодезические и геометрические параметры сети трубопроводов;

 параметры защищаемой выработки (площадь поперечного сечения, скорость движения воздуха).

**Таблица 1 – Исходные данные для гидравлического расчета**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Длина труб, м | Диаметр трубопро-вода, мм | Глубина отбора, м | Разность геодезиче-ских отметок, м | Параметры выработки |
| Площадь попереч-ного сечения, м2 | Скорость движения воздуха, м/c |

1.2. Технологические схемы противопожарного водоснабжения и тип необходимого оборудования выбирают согласно НПАОП 10.0-1.01 и
НПАОП 10.0-5.18.

1.3. Количество воды на тушение подземного пожара сплошными струями определяют по НПАОП 10.0-1.01.

1.4 Необходимый расход воды на создание водяной завесы для предотвращения распространения пожара в горных выработках, закрепленных деревянной крепью, определяется с учетом площади поперечного сечения выработки и скорости вентиляционной струи по таблице 2.

**Таблица 2 – Расход воды на создание водяной завесы в зависимости
от скорости воздуха**

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Скорость воздуха, м/с |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Расход воды на 1 м2 попереч-ного сечения, м3/с (м3/ч) | 0,0014(5,0) | 0,0015(5,5) | 0,0017(6,3) | 0,002(7,1) | 0,0022(8,0) |

**Примечание.** Расход воды на создание водяной завесы, которая устанавливается в выработках, закрепленных негорючей или трудногорючей крепью, необходимо принимать равным 0,014 м3/с (50 м3/ч).

1.5. Расход воды на систему водяного пожаротушения для приводных станций ленточных конвейеров определяется согласно «Методике расчета параметров тушения и локализации подземных пожаров» (приложение 17 к настоящим Правилам).

1.6. Расход воды на технологические нужды *Q*, м3/с, определяют по формуле

 *Q* = *k*уΣ*qVNn* , (1)

где *k*у – коэффициент учета непредусмотренных расходов и утечек; принимается 1,15;

*q* – удельный расход воды на соответствующий вид работы, м3/т;

*V* – объем работы за расчетный период по отдельным производственным процессам, т/с;

*N* – количество однотипных потребителей воды;

*n* – коэффициент учета одновременной работы однотипных потребителей воды.

 1.7. Для расчетов рукавных линий используют удельное сопротивление *А*рук, приведенное в таблице 3.

**Таблица 3 – Удельное сопротивление рукавов *А*рук, (с/л)2 (с2/м6)**

|  |  |
| --- | --- |
| Тип рукавов | Диаметр *d*рук, мм |
| 51 | 66 | 77 |
| Непрорезиненные | 0,012 (1,2·104) | 0,00385 (3,85·103) | 0,0015 (1,5·103) |
| Прорезиненные | 0,00677 (6,77·103) | 0,00172 (1,72·103) | 0,00077 (7,7·102) |

 1.8. При использовании схем подключения рукавных линий к противопожарной сети шахты допустимая длина рукавов *L*,м, рассчитывается по формуле

  , (2)

где *S*ст – сопротивление пожарного ствола, с2/м5;

*Н*0 – напор статический, измеренный специальным стволом СМ в месте подключения рукава, м;

*Н*з – напор при расходе воды, измеренный специальным стволом СМ в месте подключения рукава, м;

*Н*ст – напор перед пожарным стволом, м;

αст – сопротивление измерительного ствола СМ, с2/м5;

*А*рук – удельное сопротивление рукава, с2/м6;

α – угол наклона рукавной линии, …о.

Сопротивление пожарных стволов *S*ст приведено в таблице 4.

**Таблица 4 – Сопротивление пожарных стволов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр *d*ст, мм | 13 | 16 | 19 | 22 |
| *S*ст, с2/м5 | 1,89 | 1,25 | 0,668 | 0,366 |

1.9. Для проектируемого трубопровода диаметр условного прохода вычисляют согласно ВНТП 1-92 «Временные нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт».

1.10. Оценку параметров работы противопожарного оборудования проводят с учетом его гидравлического сопротивления *S*п, которое должно быть меньше расчетного сопротивления *S*пр для каждого потребителя воды: при условии *S*п ≤ *S*пр оборудование обеспечит тушение пожара, а при *S*п > *S*пр необходимо применение нового противопожарного оборудования или снижение пожароопасности горной выработки.

 1.11. Напор *Н*н, м, в начале низконапорной ветви трубопроводов определяют по формуле

, (3)

где *h*г – разность геодезических отметок между началом низконапорной ветви и точкой разветвления трубопровода, м;

*S*н – гидравлическое сопротивление низконапорной ветви, с2/м5, определяют по формуле

; (4)

*k*м – коэффициент учета местного гидравлического сопротивления;
*k*м =1,05…1,10;

*Аj* – удельное сопротивление *j*-го участка трубопровода, с2/м6;

*ℓj* – длина *j*-го участка трубопровода, м;

*Q*тв – суммарный расход воды, поступающей к точке разветвления трубопровода, м3/с.

 1.12. Напор *Н*в, м3/с, в конце высоконапорной ветви трубопроводов определяют по зависимости

, (5)

где *Н*ш – разность геодезических отметок поверхности шахтного водоема и начала низконапорной ветви трубопровода, м;

 *S*в – гидравлическое сопротивление высоконапорного участка трубопровода, с2/м5, определяют по формуле

, (6)

где *Ai*, *ℓi*– удельное гидравлическое сопротивление (таблица 5) и длина участков трубопроводов высоконапорной ветви, с2/м6 и м соответственно.

**Таблица 5 – Удельные гидравлические сопротивления шахтных трубопроводов**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр условного прохода трубы Ду, м | 0,100 | 0,125 | 0,150 | 0,200 | 0,250 | 0,300 |
| Удельное сопротивление А, с²/м6 | 172,6 | 76,4 | 30,65 | 6,96 | 2,19 | 0,85 |

 1.13. В случае подачи воды закольцованными (параллельными) трубопроводами гидравлическое сопротивление такого участка определяется следующим образом. Для каждой точки питания от кольца составляется система уравнений исходя из правил Кирхгофа следующего вида:

, (7)

где *Si* – сопротивление *i*-й из параллельных ветвей трубопровода, с²/м5;
 *Qi*– расход воды через *i*-ю ветвь, м³/с.

 Сопротивление кольца *S*к, с2/м5, с двумя параллельными ветвями определяют по формуле

, (8)

где *S*1, *S*2 – сопротивление кольца трубопровода и его ветвей соответственно, с²/м5.

 Снижение сопротивления в закольцованных (параллельных) ветвях должно быть учтено при определении *Н*н и *Н*в.

 1.14. Сопротивление редукционного устройства *S*р, с2/м5, для данного режима работы определяют по формуле

, (9)

где *S*ст – гидравлическое сопротивление пожарного ствола, с²/м5.

 1.15. Коэффициент редуцирования устройства определяют по формуле

 . (10)

 При *k* = 1,0 необходимо осуществлять прямое соединение высоконапорной и низконапорной ветвей трубопровода, без применения редукционного устройства.

 При *k* < 1,0 необходимо применять повышающую насосную станцию для увеличения напора Нв.

 При *k* > 1,0 должны быть использованы редукционные клапаны, понижающие напор от *Н*в на входе до *Н*н на выходе.

 1.16. Выбор редукционного клапана осуществляют с учетом его собственного гидравлического сопротивления , с2/м5, которое определяют по формуле

 , (11)

где μ – коэффициент расхода; μ = 0,97;

 ω – площадь поперечного сечения прохода клапана в его открытом состоянии, м2;

 g – ускорение свободного падения, м/с².

При *S*р >  клапан работает в регулируемом режиме, т.е. система обеспечивает требуемые параметры.

При Sр ≤  клапан работает в нерегулируемом режиме. В этом случае необходимо провести проверку системы на разрыв струи. Для исключения разрыва струи необходимо выполнение условия

, (12)

где *h* – разность геодезических отметок между руддвором и редукционным клапаном, м;

*А*о, *А*н – удельное сопротивление труб до клапана и в низконапорной сети соответственно, с²/м6;

 *ℓ*н – длина трубопровода от руддвора до потребителя, м;

 *S*м, *S*п, *S*р – сумма всех местных сопротивлений в низконапорной сети трубопровода, гидравлическое сопротивление потребителя, гидравлическое сопротивление клапана соответственно, с²/м5.

 Если редукционный клапан работает в регулируемом режиме, тогда *Q* и *Н* определяются по формулам

; *Н* = *S*ст*Q*. (13)

Если редукционный клапан работает в нерегулируемом режиме,
тогда *Q* и *Н* определяются по формулам:

, (14)

 *Н* = *S*ст*Q*, (15)

где *Н*общ – разность геодезических отметок поверхности шахты и конечной точки ветви трубопроводов, м.

1.17. Проверку соответствия напора *Н*н1 на выходе клапана напору *Н*н, необходимому в низконапорной сети, делают следующим образом: при
*Н*н1 ≥ *Н*н редуктор обеспечивает нормальную работу системы, при *Н*н1 < *Н*н необходима разработка нового клапана или изменение гидравлических параметров системы. Здесь .

 1.18. Определив по формуле (3) настроечные напоры *Н*н для всех ветвей трубопроводов, подсоединенных к редукционному клапану, выбирают наибольшее значение. Концевая точка с наибольшим настроечным напором является «диктующей».

 1.19. В случае, когда при использовании одного клапана с коэффициентом редуцирования *k* снижение напора недостаточно, т.е. *Н*к/*k* >*Н*н (где *Н*к – напор в конце расчетного участка трубопровода, м), нужно применять двухступенчатое редуцирование.

 1.20. При невыполнении нормативных требований к расходам и напорам в конечных точках должны быть проведены мероприятия по снижению гидравлического сопротивления (замена труб трубами большего диаметра или их очистка от отложений) или по повышению давления в начале ветви (настройка выходного давления предыдущего клапана на более высокое или применение повышающей насосной станции).

 2. Расчет параметров системы противопожарного водоснабжения поверхностных сооружений выполняется согласно ДБН В.2.5-74.

 Поверхностный противопожарный трубопровод состоит из внешней и внутренней сетей.

2.1. Расход воды во внешнем трубопроводе состоит из суммарных расходов воды на технологические нужды, внешнее и внутреннее пожаротушение. К расчету принимается расход воды на один пожар, если площадь промышленной площадки шахты равна не более 150 га и на два пожара, если площадь – более 150 га. Расходы воды в надшахтных зданиях стволов состоят из расходов воды на технологические нужды, на внешнее и внутреннее пожаротушение, на работу кольцевых завес в устьях стволов и на копрах.

Расчетные расходы воды на внешнее пожаротушение принимают по нормам для зданий, требующих наибольшего расхода воды, в зависимости от степени огнестойкости здания, категории производства по пожарной опасности и объема зданий. Эти расходы в зависимости от вышеперечисленных параметров принимают по таблицам 6 и 7.

**Таблица 6 – Расчетный расход воды на наружное пожаротушение**

**(на один пожар)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Степень огнестойкости здания | Категория производства | Расход воды, л/с, для зданий объемом, тыс. м |
| До 3 | 3…5 | 5…20 | 20…50 | 50…200 | 200…400 | Более 400 |
| I и II | Г, Д | 10 | 10 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| I и II | А, Б, В | 10 | 10 | 15 | 20 | 30 | 35 | 40 |
| III | Г, Д | 10 | 10 | 15 | 25 | 35 | - | - |
| III | В | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | - | - |
| IIIа | Г, Д | 10 | 10 | 15 | 15 | 20 | - | - |
| IIIа | А, Б, В | 15 | 15 | 20 | 25 | 35 | - | - |
| IIIб | Г, Д | 15 | 20 | 25 | 35 | - | - | - |
| IIIб | В | 20 | 25 | 30 | 45 | - | - | - |
| IV | Г, Д | 10 | 15 | 20 | 30 | - | - | - |
| IV и V | В, Д | 15 | 20 | 25 | 40 | - | - | - |
| IVа | Г, Д | 20 | 25 | 30 | 40 | - | - | - |
| IVа | В | 25 | 30 | 35 | 50 | - | - | - |

**Таблица 7 – Расчетные расходы воды на наружное пожаротушение
(на один пожар) для производственных зданий шириной 60 м и более**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Степень огнестойкости здания | Категория производства | Расход воды, л/с, для зданий объемом, тыс. м |
| До 50 | 50…100 | 100…200 | 200…300 | 300…400 | 400…500 | 500…600 | 600…700 | Более 700 |
| I и II | А, Б, В | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| I и II | Г, Д | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |

Расходы воды на технологические нужды зданий промышленной площадки состоят из расходов воды в зданиях бытового комбината, технологического комплекса стволов и галерей стволов.

Расходы воды на технологические нужды в здании бытового комбината состоят из расходов воды в душевых для рабочих и ИТР после окончания смены и на стирку спецодежды, пользование санузлами, умывальниками и уборку помещений.

Расходы воды в технологическом комплексе рассчитывают как расходы воды на орошение при транспортировании угля в технологических комплексах скиповых стволов и транспортировании породы в породных галереях.

Расходы воды *Q*, л/ч, определяют по формуле

*Q* = *kqVNn*, (16)

где *k* – коэффициент учета непредусмотренных расходов воды; *k* = 1,15;

*q* – удельный расход воды при транспортировке угля, л/т;

*V* – количество транспортируемого угля (породы), т/ч;

*N* – количество мест перегрузки угля;

*n* – коэффициент учета одновременной работы механизмов; *n* = 1,0.

Расчет диаметров внешнего и внутреннего трубопроводов *d*, мм, промплощадки рассчитывают по формуле

 , (17)

где *Q* – расход воды, проходящей по участку трубопровода, м/с;

 *v* – скорость движения воды в трубопроводе, м/с.

Расход воды в надшахтных зданиях скиповых и клетевых стволов состоит из расхода воды на технологические нужды, на внешнее и внутреннее пожаротушение, на работу кольцевых завес в устьях стволов и на копрах.

Расход воды на нужды пожаротушения в устьях стволов находят в соответствии с п. 2.10 НПАОП 10.0-5.18.

На внутреннее пожаротушение принимают расход воды согласно таблицам 1 и 2 ДБН В.2.5-64 в зависимости от степени огнестойкости, категории зданий по пожарной опасности и объема зданий.

Расход воды на внешнее пожаротушение принимают по нормам, в зависимости от степени огнестойкости сооружений, категории производства по пожарной безопасности и объема сооружения.

Для расчета внешняя сетка трубопровода разбивается на ее отдельные участки, точками отбора воды будут служить соответствующие здания.

Напор в начале трубопровода рассчитывается по формуле

 *Н* = *k**АlQ* ± *Н* + *Н*, (18)

где *k*– коэффициент учета потери напора на местные сопротивления; *k*= 1,05;

*А* – удельное сопротивление трубопровода, с²/м6;

*l* – длина расчетного участка трубопровода, м;

*Н* – геодезический напор, м;

*Н*= *l*sinά;

где ά – угол наклона участка трубопровода, …о;

*Н*к – напор в конце расчетного участка трубопровода, м:

*Н*к = *Н*сп + 32,

где *Н*сп – высота сооружения, м;

32 – необходимый напор перед пожарным стволом.

Результаты расчетов сводят в таблицу 8.

**Таблица 8 – Напор в начале трубопровода**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Название поверхностных зданий и сооружений | Высота сооружения, м | *k*м | *А*, с²/м6 | *l*, м | *Q*, м/с | *Н*к, м | *Н*н, м |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Выбор пожарного насоса осуществляют в соответствии с наибольшими значениями *Q* и *Н* из таблицы 8.

Формулы, приведенные выше, позволяют определить необходимые гидравлические параметры системы противопожарного водоснабжения, а также применяемого противопожарного оборудования при разработке или корректировке проектов противопожарной защиты угольного предприятия согласно требованиям нормативных документов Донецкой Народной Республики. Приведение системы противопожарного водоснабжения в соответствие с требованиями нормативных документов и с параметрами существующего или разрабатываемого противопожарного оборудования обеспечивает повышение технического уровня и вероятность безотказной работы систем противопожарной защиты шахт.