## Задача 1

В цехе, отнесенном по пожарной опасности к категории А, взрывоопасные газообразные продукты находятся в следующем технологическом оборудовании:

1) емкости I объемом 50 м3 в количестве n1 шт.; средний срок службы Т1 лет;

2) емкости II объемом 25 м3 в количестве n2 шт.; средний срок службы Т2 лет;

3) трубопроводы диаметром 250 мм, общая длина n3 пог. м; условный средний срок службы 1 пог. м – Т3 лет.

оценить вероятный аварийный выход газа в атмосферу помещения цеха за время между ревизиями оборудования (т. е. в течение 6 мес.).

Варианты заданий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Варианты заданий

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Емкости I | | Емкости II | | Трубопроводы | |
| Количество | Средний срок службы, лет | Количество | Средний срок службы, лет | Длина, пог.м | Средний срок службы, лет/пог.м |
| 9 | 20 | 75 | 18 | 70 | 80 | 150 |

**Решение.**

1)Определяем параметр потока отказов в целом цехе по уравнению:

.

2)Для времени τ = 0,5 года вероятность ро(τ) безаварийной работы составит

.

3) Определяем вероятность того, что выход газа произойдет из m-й группы оборудования, по уравнениям:

,

,



**Вывод:** наиболее вероятным источником образования взрывоопасной смеси следует считать трубопроводы.

## Задача 2

1. Определить коэффициенты готовности агрегатов для расчета надежности системы в соответствии с вариантом задания (см. табл. 2).
2. Построить дерево событий и определить показатели надежности системы для случаев:
   1. агрегаты 1 и 2 – рабочие; резерв отсутствует;
   2. агрегаты 1 и 2 – рабочие, агрегат 3 – резервный.

Построение дерева событий и определение показателей надежности описано в п. 3.1.

Таблица 2

Варианты заданий для расчета надежности

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Агрегаты | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | |
| τраб, ч | τав,, ч | τраб ч | τав, ч | τраб ч | τав, ч |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | 3242 | 532 | 2634 | 432 | 2532 | 523 |

Решение

a) Определяем коэффициенты готовности Кг

,

где τр – время работы оборудования; τ0 – время простоя.

,



работают агрегаты 1 и 2; резерв отсутствует. «Дерево событий» для этой ситуации изображено в табл. 3 и на рис.1.

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Событие А – надежная работа агрегата1 | Событие В – надежная работа агрегата 2 |
| P1 | P2 |
| q =1 – P1 | q =1 – P2 |

***P1***

***1 – P1***

***1 – P2***

***1 – P2***

***P2***

***У***

***О***

***О***

***О***

***P*** = ***P1*** ***P2***

***P2***

Рис. 1.

Ветвь У – успех соответствует успешной работе системы, а вероятность безотказной работы для этого случая определится выражением

P = P1\*P2

q1 =1 – 0, 86=0, 14

q2 =1 – 0, 86=0, 14

P = 0, 14\*0, 14=0,012

b)агрегаты 1 и 2 – рабочие, 3-й агрегат – резервный. Соответствующее «дерево событий» приведено на рис. 2.

Таблица 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Событие А – надежная работа агрегата1 | Событие В – надежная работа агрегата 2 | Событие С – надежная работа агрегата 3 |
| P1 | P2 | P3 |
| q =1 – P1 | q =1 – P2 | q =1 – P3 |

***р3***

***1*** – ***р3***

***(1*** – ***P1) P2*** ***р3***

***1*** – ***р3***

***р3***

***У***

***О***

***О***

***О***

***У***

***P1*** ***P2***

***У***

***1 – P2***

***1 – P2***

***P2***

***P2***

***1 – P1***

***P1***

***P1*** ***(1*** – ***P2)р3***

Рис. 2

В этом случае вероятность нормальной работы будет равна

Р = P1 P2 + P1\*(1 – P2)Р3 + (1 – P1)Р2Р3 = P1 P2 + P1 P3 + P2 P3 – 2Р1 P2 P3.

Определяем для резервного агрегата ,

q3 =1 – 0, 83=0,17

Р = 0,14\*0,14+0,14\*(1-0,14)\*0,17+(1-0,14)\*0,14\*0,17= 0,060.

## Задача 3

Построить дерево отказов для данной системы при следующих условиях:

1. венчающее событие – отказ всей системы;
2. в схему добавлен еще один элемент 4 – автоматический переключатель, который должен подключить резервный агрегат при отказе одного из рабочих; показатель надежности Р4 = 0,98.

Определить вероятность отказа системы для этого случая.

#### Пример построения дерева отказов

Пусть агрегаты 1 и 2 – рабочие, агрегат 3 – резервный.

Венчающее событие – отказ всей системы.

Р1, Р2, Р3 – вероятность нормальной работы агрегатов 1, 2 и 3.

q1, q2, q3 – вероятность отказа агрегатов 1, 2 и 3.

Дерево отказов для данного случая приведено на рис.

**Отказ системы**

**III**

**II**

**I**

Рис. 3. Пример построения дерева отказов для случая, когда агрегаты 1 и 2 – рабочие, 3 – резервный

Пояснения.

В рассматриваемом случае отказу соответствуют состояния системы:

* отказ агрегатов 1 и 2 (ветвь I);
* при нормальной работе агрегата 1 отказ агрегата 2 и резервного агрегата 3 (ветвь II);
* при нормальной работе агрегата 2 отказ агрегата 1 и резервного агрегата 3 (ветвь III).

В данном случае можно использовать и знак «запрет». Например, ветвь III можно представить так, как показано на рис. 9: при нормальной работе агрегата 1 отказ агрегата 2 приведет к отказу системы при условии отказа резервного агрегата 3.

Рис. 4. Пример использования знака «запрет»

Определяем вероятность отказа системы:

q = 1– P1P2 – P1 P3 – P2 P3 + 2Р1 P2 P3

q = 1– 0,14\*0,14 – 0,14\* 0,17 – 0,14\* 0,17+ 2\*0, 14\* 0,14\* 0,17=0,93