Задача № 1

Оценка надёжности восстанавливаемых ремонтируемых систем

Задание:

Выполнить расчёт параметров надёжности системы воздухоснабжения защитного сооружения второго режима работы в зоне возможной аварии. А также обеспечить выполнения условия обеспечения требуемой надёжности.

Исходные данные:

Требуемая надёжность: = 0,8;

Максимально допустимое время перерыва в работе (время востановления): = 0,35 час;

Расчетное время работы системы: = 34 час.

Решение:

1. Составляем структурно-логическую схему надёжности рассматриваемой технической системы Для представленной принципиальной схемы системы воздухоснабжения защитного сооружения (рисунок 1), структурно-логическая схема надёжности имеет следующий вид (12 последовательно соединённых элементов)



1 - защитное устройство (ЗУ); 2 - противопыльный фильтр (ФЯР); 3 - гермоклапан (ГК1); 4 - колонка фильтров-поглотителей (ФП); 5 - гермоклапан (ГК2); 6 - Вентагрегат (В2); 7 - гермоклапан (ГКЗ); 8 - вентагрегат (В1); 9 - дроссельный клапан (ДК); 10 - клапан КИД (КИД); 11 - клапан КИД (КИД); 12 - защитное устройство (ЗУ)

2. Находим и уточняем значения показателей надёжности элементов и системы в целом.

2.1. Определяем параметры надёжности элементов.

Параметры надёжности элементов системы выбираем из таблицы 2:

= 10 1/час; = 1 1/час;

= 10 1/час; = 1 1/час;

= 150 1/час; = 0,5 1/час;

= 10 1/час; = 1 1/час;

= 150 1/час; = 0,5 1/час;

= 500 1/час; = 0,5 1/час;

= 10 1/час; = 0,5 1/час;

= 500 1/час; = 0,5 1/час;

= 10 1/час; = 1 1/час;

= 75 1/час; = 1 1/час;

= 75 1/час; = 1 1/час;

= 10 1/час; = 1 1/час

Распределения отказов и восстановлений элементов рассматриваемой системы подчиняется экспоненциальному закону. Тогда вероятность безотказной работы элементов вычисляем по формуле:

=

2.2. Определяем параметры надёжности системы.

Вероятность безотказной работы последовательно соединённых элементов за время τ вычисляем по формуле:

= = 0,5985

Интенсивность востановления последовательно соединённых элементов вычисляем по формуле:

= = 0,5355 1/час

Вероятность востановления последовательно соединённых элементов за время τв вычисляем по формуле:

= 1 - = 0,1709

2.3. Определяем надёжность (вероятность безотказной работы) системы (последовательно соединённых элементов) за время τ вычисляем с учётом востановления завремя τв:

= + (1 - ) = 0,6671

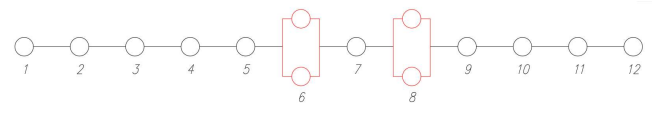
3. Проверяем обеспечение требуемой надёжности системой воздухоснабжения защитного сооружения (проверяем выполнение условия РC ≥ Ртр)

Так как = 0,6671 < Pтр = 0,8 , то надёжность системы не обеспечена.

Дублируем наименее надёжные элементы (в рассматриваемой системе - это элементы под номерами 6 и 8), корректируем структурно-логическую схему надёжности системы, переопределяем значения параметров надёжности элементов и системы в целом и проверяем выполнение условия обеспечения надёжности системы.

Так как элементы номер 6 и 8 (выбранные для дублирования) имеют одинаковые значения интенсивности отказов, то дублируем и 6 и 8 элементы.

4. Корректируем структурно-логическую схему надёжности рассматриваемой технической системы с учётом дублирования 6-го и 8-го элементов



5. Находим и уточняем значения показателей надёжности элементов и системы в целом при дублировании элементов

5.1. Определяем параметры надёжности элементов Вероятность безотказной работы дублируемых (параллельно соединённых) элементов вычисляем по формуле:

= ,

=

Вероятность безотказной работы последовательно соединённых элементов вычисляем:

=

5.2. Определяем параметры надёжности части системы из последовательно соединённых элементов

Вероятность безотказной работы последовательно соединённых элементов за время τ вычисляем по формуле:

= = 0,8379

Интенсивность восстановления последовательно соединённых элементов вычисляем по формуле:

= = 0,6265 1/час

Вероятность восстановления последовательно соединённых элементов за время τв вычисляем по формуле:

= 1 - = 0,1969

5.3. Определяем надёжность системы за время τ вычисляем с учётом восстановления за время τв при дублировании 6-го и 8-го элементов:

= + (1 - ) = 0,8669

6. Проверяем обеспечение требуемой надёжности системой воздухоснабжения защитного сооружения с учётом дублирования элементов/

Так как = 0,8669 > Pтр = 0,8 , то надёжность системы обеспечена.

Вывод: Требуемая надёжность системы обеспечивается при дублировании 6-го и 8-го элементов.

Задача № 2

Оценка риска аварий методами теории надежности

Задание

Задача 2.1. За период наблюдения Τ = 15 лет на объекте с потенциально опасным производством произошло n = 4 аварий. Оценить риск аварийных ситуаций на объекте за двухлетний период, а также определить вероятность возникновения 4 аварий за двухлетний период.

Решение:

Определим среднее число аварий на объекте:

λ = = 0,2667 аварий/год

Сформируем две функции пользователя, одну для определения вероятности возникновения N аварий за τ лет, вторую для риска аварий за τ лет:

Вероятность возникновения N аварий за τ лет вычисляется по формуле:

Q(n, τ) =

Риск аварий за τ лет вычисляется по формуле:

R(τ) = 1 – Q(0, τ)

Находим:

Вероятность возникновения 4 аварий за двухлетний период:

Q(4, 2) = 0,001978

Риск аварий за двухлетний период:

R(2) = 0,4133

Задача 2. 2 . Рассмотрим взрывоопасный объект (агрегат с взрывоопасным энергоносителем) аварии, на котором возникают в результате накопления элементарных повреждений. Оценить риск возникновения аварий объекта в течение недели, если предельное число элементарных повреждений объекта равно 7.

Исходные данные:

Средняя скорость износа агрегата: λ = 0,06 1/час;

Время работы агрегата в сутки: τ = 6 час/сутки;

Предельное число элементарных повреждений агрегата: r = 7

Решение

Сформируем функцию пользователя для определения риска аварий за период Τ:

R(T) = 1 -

Определяем риск аварий за неделю:

T = τ7 = 42

R(T) = 0,01475