**УДК 621.311.61**

**Вплив частотного регулювання на надійність системи резервного електроживлення систем протипожежного захисту**

**Шаповалов Олег Валерійович,**

к.т.н.,

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

м.Львів, Україна

o1972@ukr.net

**Анотація:** В роботі розглянуто проблему надійності роботи системи внутрішнього протипожежного водопостачання та шляхи її вирішення. Проаналізовано можливі причини несправності ліній електропередач. Запропоновано схему активного резервування електроживлення системи та порівняно її з резервуванням від генеруючих установок з двигунами внутрішнього згорання. Порівняно показники надійності електроживлення системи протипожежного захисту від мережі загального користування та пропонованої схеми та акумуляторними батареями і перетворювачем частоти.

**Ключові слова:** надійність, ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, електроживлення, система внутрішнього протипожежного водопостачання.

Надійність роботи автоматичних систем протипожежного захисту безпосередньо пов’язана із надійністю електричних мереж які є недосконалими з причини їх зношення. В основу вирішення проблеми забезпечення електроживленням автоматичних систем протипожежного захисту запропоновано рішення, яке ґрунтується на використанні автономних джерел з обмеженим запасом енергії у поєднанні з перетворювачами напруги.

Для досягнення поставленої мети необхідно обґрунтувати схему побудови автономного джерела електроенергії для живлення приводного асинхронного двигуна системи протипожежного захисту з метою забезпечення його безперебійної роботи та визначення показника надійності автономного джерела виконаного за запропонованою схемою.

В системах, які відзначаються найбільшим енергоспоживанням можна віднести системи пожежогасіння, протидимного захисту та внутрішнього протипожежного водопостачання, до основних споживачів електроенергії яких можна віднести асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором (АД) які приводять в дію насоси-підвищувачі тиску води та повітряні насоси. До складу основних елементів вказаних систем також можна додати електричну мережу, джерела живлення і схему керування.

При використанні релейної схеми керування привідними електродвигунами, в залежності від потужності самих двигунів та навантаження на них, струми що споживатимуть електродвигуни можуть становити 6-10 струмів номінальних.

Способом зменшення пускових струмів і втрат запасу електроенергії може бути включення в схему керування приводними електродвигунами частотних перетворювачів, які використовуючи закон частотного регулювання U/f=const будуть впливати на пусковий режим. Надійність об’єкта (системи або елемента системи) – це властивість зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризує його здатність виконувати необхідні функції при заданих режимах та умовах застосування при встановлених правилах технічного обслуговування.

$P\left(t\right)=P\{T\geq t\}$(1)

Ймовірність відмови - це ймовірність того, що час *Т* безвідмовної роботи елемента чи системи буде меншим від заданого часу

$Q\left(t\right)=P\{T<t\}$(2)

Для прикладу розглянемо систему внутрішнього протипожежного водопостачання бази відпочинку розташованої у Сколівському районі Львівської області.

Структурна схема автономного активного резервування показаний на рис. 1.



**Рис. 1. Схема автономного резервного джерела електроенергії**

Схема автономного джерела містить: 1- пристрої комутації; 2 – керований випрямляч; 3 – блок АБ; 4 – блок тиристорів; 5 – система керування; 6,7 – блоки керування; 8,9 - АІН; 10,11 – трифазні трансформатори; 12 – АД, 14- перетворювач частоти.

Логічна схема з’єднань елементів при активному резервуванні має вигляд (рис. 2)



**Рис. 2. Логічна схема автономного джерела електроживлення з акумуляторними батареями, інверторами напруги та перетворювачем частоти**

Використання додаткових складових в системі керування може вплинути на надійність роботи самої системи протипожежного захисту, що є неприпустимим.

Одним з основних показників безвідмовності є ймовірність безвідмовної роботи об’єкта протягом заданого часу, тобто що час *Т* безвідмовної роботи системи чи елемента системи буде більшим від заданого часу *t*.

$P\left(t\right)=P\{T\geq t\}$ (1)

Ймовірність відмови - це ймовірність того, що час *Т* безвідмовної роботи елемента чи системи буде меншим від заданого часу *t*.

$Q\left(t\right)=P\left\{T<t\right\}$ (2)

З точки зору надійності об’єкти (елементи) систем автоматичного протипожежного захисту перебувають в логічному послідовному з’єднанні, оскільки відмова будь-якого елемента в системі, не залежно від його розташування у схемі, призводить до відмови системи загалом і не виконання системою її основної функції. Логічна схема з’єднань елементів системи протипожежного захисту (як приклад система внутрішнього протипожежного водопостачання) наведена на рис.2.



**Рис. 2. логічна схема автономного джерела електроживлення з акумуляторними батареями, інверторами напруги та перетворювачем частоти**

Згідно логічної схеми з’єднань наведеної на рис.2. обчислюємо значення інтенсивності відмов пропонованого автономного резервного джерела.

$$λ\_{pc}=\left(0,07+0,23+0,207+0,2+\left(2×0,128\right)+\left(2×0,025\right)\right)×10^{-6}+8,3×10^{-6}==9,106×10^{-6} год^{-1}$$

Отримані результати значень інтенсивностей відмов основної схеми та пропонованої схеми активного резервування електроенергії підставимо у вирази (1), за умови використання перетворювача частоти типу ACS601 середнім часом напрацювання на відмову 120000 год, визначимо залежності зміни ймовірностей безвідмовної роботи для основної та резервованої системи..

$$P3\left(t\right)=e^{-10,753×10^{-6}t}-\left[10,753×\frac{10^{-6}}{\left(10,753×10^{-6}+0,07×10^{-6}-10×10^{-6}-9,106×10^{-6}\right)}\right]×$$

$$×e^{-666,7×10^{-6}-0,806×10^{-6}t×[e^{-\left(10,753×10^{-6}+0,07×10^{-6}-10×10^{-6}-9,106×10^{-6}\right)×t}-1]}$$

Коефіцієнт збільшення ймовірності безвідмовної роботи пропонованої схеми резервованого джерела електроенергії Sp1, яка складається з акумуляторних батарей, інверторів напруги і перетворювачів частоти визначаємо з виразу

$$S\_{P1}=\frac{P3}{P1}=\frac{0,883222}{0,628430}=1,405$$

Залежності ймовірностей безвідмовної роботи  електроживлення системи і резервованої системи Р3(t) наведені на рис. 3.



Рис. 3. Залежність ймовірності безвідмовної роботи систем електроживлення: Р1- основної (Рос), Р3- резервованої системи з ПЧ, Р4 - резервованої системи без ПЧ, Р5 –з генераторною установкою

**Висновки.** Провівши порівняльний аналіз коефіцієнтів збільшення ймовірності безвідмовної роботи у запропонованій схемі побудови автономного резервного джерела електроенергії для автоматичних систем протипожежного захисту, в склад якої входять акумуляторні батареї, перетворювачі напруги і перетворювачі частоти, становить 1,4, що свідчить про підвищення надійності функціонування резервного електроживлення автоматичних систем протипожежного захисту В свою чергу підвищення коефіцієнту ймовірності безвідмовної роботи вказує на доцільність застосування у пропонованій схемі резервного джерела електроенергії регульованого перетворювача частоти. Запропонована схема автономного резервного джерела електроенергії здатна підвищити рівень захисту людей та майна.

**Список літератури**

1. Шаповалов О.В. Зависимость надежности функционирования систем противопожарной защиты от состава их электроэнергетической системы .-Журнал «Вестник Кокшетауского технического института» № 3 (35), 2019 г.
2. Гук Ю.Б. Основы надежности энергоэлектрических установок / Ю.Б.Гук. – Л.: Высш. шк.., 1976. – 236с.
3. Боднар Г.Й. Выбор вида и обоснование параметров источника питания системы противопожарной защиты объектов туристической отрасли / Г.Й.Боднар, О.В.Шаповалов // Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. Wydawnictwo Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej Vol. 33 Issue 1, 2014.
4. Надежность ЭРИ: Справочник // С.Ф. Прытков, В.М. Горбачева, А.А. Борисов и др. / Науч. Рук. С.Ф. Прытков. – М.: 22 ЦНИИИ МО РФ, 2002. – 574с.