

УДК 681.5

Магистрант О.К. Демидов

Научн. рук. доц. О.Г. Барашко

(кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, БГТУ)

ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) опасных производственных объектов должны реализовываться с учетом обеспечения безопасности и непрерывности ведения технологического процесса. Для применения какого-либо оборудования на опасных производственных объектах необходимо и достаточно разрешение – как для оборудования, входящего в состав системы управления технологическим процессом, так и для применяемого в качестве компонента системы противоаварийной защиты. ГОСТ Р МЭК 61508 "Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью" и ГОСТ Р МЭК 61511 "Безопасность функциональная. Системы безопасности, обеспечиваемые приборами для сектора обрабатывающей отрасли промышленности" расширяют требования к системам безопасности и вводят классификацию уровня безопасности в зависимости от допустимой вероятности отказа.

Невысокая надёжность средств контроля метаносодержания и регулирования внутришахтного воздухораспределения привело к невозможности эффективного управления процессом вентиляции в шахтах.

В связи с этим остро стоит задача определения наиболее надёжной схемы автоматизированной системы управления шахтной вентиляции.

Для этого рассмотрим надёжность автоматизированной системы управления шахтной вентиляции с разным количеством датчиков, установленных в местах, определённых правилами безопасности в шахтах.

Блок-схема автоматизированной системы управления шахтной вентиляции с одним датчиком: 1) контролирующим концентрацию метана в исходящей струе очистной выработки, 2) контролирующим концентрацию метана в исходящей струе шахты, 3) контролирующим местные скопления метана в очистной выработке, 4) контролирующим концентрацию метана в струе, поступающей в очистную выработку (АСУ №1) показана на рисунке 1

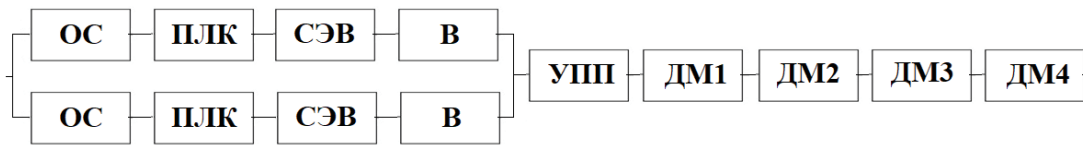


Рисунок 1 - Блок-схема автоматизированной системы управления шахтной вентиляции с одним датчиком (АСУ №1)

Условные обозначения на схеме: УПП- устройство переключения потока, СЭВ - система электропривода вентилятора, ПЛК- программируемый логический контроллер, ОС – станция оператора,

В - шахтная вентиляторная установка, ДМ1 – датчик метана, контролирующий концентрацию метана в исходящей струе очистной выработки, ДМ2 – датчик, контролирующий концентрацию метана в исходящей струе шахты, ДМ3 - датчик, контролирующий местные скопления метана в очистной выработке, ДМ4 – датчик, контролирующий концентрацию метана в вентиляционной струе, поступающей в очистную выработку.

Операторская станция состоит из процессора, видеокарты, материнской платы, блока питания, монитора, жёсткого диска, оперативной памяти.

Среднее время работы между отказами для компонентов операторской станции: $MTBF_{ОЦ}=17520$ часов, $MTBF_{В}=17520$ часов, $MTBF_{МП}=26280$ часов, $MTBF_{БП}=26280$ часов, $MTBF_{М}=17520$ часов, $MTBF_{ЖД}=17520$ часов, $MTBF_{ОП}=17520$ часов.

Надёжность ПЛК (Siemens Simatic S7 400H) найдём из формулы из [1]: $MTBF_{1002} = 818611$ часов.

Для примера возьмём главную вентиляторную установку ВО-30ВК. Для системы электропривода вентилятора среднее время наработки на отказ $MTBF=1292$ часа. Для вентилятора главной вентиляторной установки время наработки на отказ $MTBF=1613$ часа. Для устройства переключения потока время наработки на отказ $MTBF=3021$ часов, $MTTR=8$ часов [2].

Среднее время наработки на отказ датчика метана (ДМС 03) $MTBF=10000$ часов [3].

Блок-схема автоматизированной системы управления шахтной вентиляции с двумя датчиками: 1) контролирующими концентрацию метана в исходящей струе очистной выработки; 2) контролирующими концентрацию метана в исходящей струе шахты; 3) контролирующими местные скопления метана в очистной выработке; 4) контролирующими концентрацию метана в струе, поступающей в очистную выработку

(АСУ№2) показана на рисунке 2

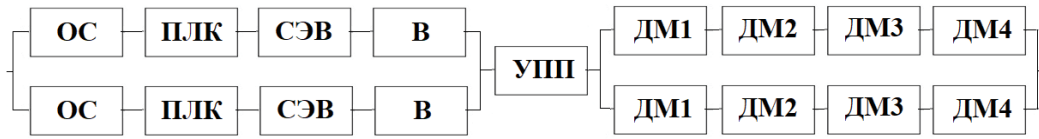


Рисунок 2 – Блок-схема автоматизированной системы управления шахтной вентиляции с двумя датчиками (АСУ№2)

Блок-схема автоматизированной системы управления шахтной вентиляции с тремя датчиками: 1) контролирующими концентрацию метана в исходящей струе очистной выработки; 2) контролирующими концентрацию метана в исходящей струе; 3) контролирующими местные скопления метана в очистной выработке; 4) контролирующими концентрацию метана в струе, поступающей в очистную выработку (АСУ№3) показана на рисунке 3

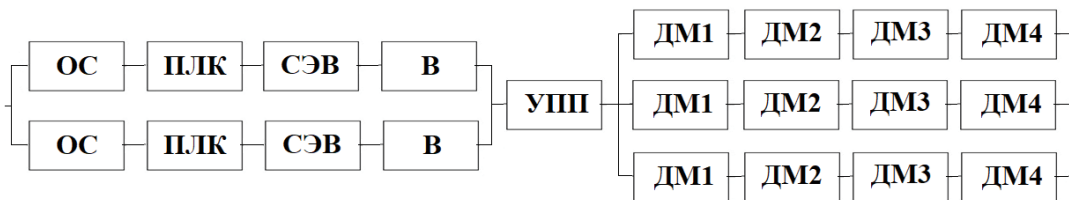


Рисунок 3 - Блок-схема автоматизированной системы управления шахтной вентиляции с тремя датчиками (АСУ№3)

По формулам из [4], найдём проектную надёжность для автоматизированных систем управления шахтной вентиляции №1,2,3. В таблицу 1 снесены результаты расчёта проектной надёжности автоматизированной системы управления шахтной вентиляции.

Таблица 1 - Результаты расчёта проектной надёжности автоматизированной системы управления шахтной вентиляции

Оборудование	Интенсивность отказов (1/час)	MTBF (час)	Готовность %
АСУ№1	0.0035490246	282	97,497700135
АСУ№2	0.0003515746	2844	99,719495091
АСУ№3	0.0003490161	2865	99,721545422

Уровень безопасности (SIL) – это требуемые свойства системы безопасности с учетом оценки риска определенной инструментальной функции безопасности (SIF).

Таблица 2 – Интегральный уровень безопасности (SIL)

Интегральный уровень безопасности SIL	Допустимая вероятность опасного отказа PFD_{avg}	Требуемая надёжность (стационарная готовность) $(1 - PFD_{avg}) * 100\%$	Интенсивность опасных отказов (1/час) $PFD_{avg} (\lambda_{avg})$	Факторы снижения риска (годы) $RRF=1/ PFD_{avg}$ ($RRF=1/ \lambda_{avg}$)
1	От 10^{-2} до 10^{-1}	90%-99%	От 10^{-6} до 10^{-5}	От 10 до 100 лет
2	От 10^{-3} до 10^{-2}	99%-99.9%	От 10^{-7} до 10^{-6}	От 100 до 1000 лет
3	От 10^{-4} до 10^{-3}	99.9-99.99%	От 10^{-8} до 10^{-7}	От 1000 до 10000 лет
4	Менее 10^{-4}	Более 99.99%	Менее 10^{-8}	Более 10000 лет

Из сопоставления результатов расчёта (таблица 1) с опорными значениями таблицы 2 следует, что максимальный уровень интегральной безопасности для АСУ№1 – первый, для АСУ№2 – второй и для АСУ№3 – второй.

В результате расчётов показано, что наиболее надёжной схемой автоматизированной системы управления шахтной вентиляции является схема с тремя датчиками: 1) контролирующими концентрацию метана в исходящей струе очистной выработки; 2) контролирующими концентрацию метана в исходящей струе шахты; 3) контролирующими местные скопления метана в очистной выработке; 4) контролирующими концентрацию метана в струе, поступающей в очистную выработку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Компания Matrix Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.siemens-ru.com/doc/S7-400H.pdf> – Дата доступа: 2.04.2018.
2. Зедгенизов, Д. В. Разработка системы автоматического управления главным вентилятором при автоматизации проветривания шахт: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06/ Д. В. Зедгенизов. – М., 2011. – 187 л
3. Компания ООО "ИНГОРТЕХ" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ingortech.ru/novosti/item/282-стационарные-датчики-метана-дмс – Дата доступа: 2.04.2018.
4. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие. - М.: Инфра-Инженерия, 2008. -928 с