

УДК 504.056;504.06

С.В. Карась, д-р. техн. наук, профессор,

Донецкий национальный технический университет

А.В. Клемяшова, аспирант,

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности

Л.В. Квасова, старший преподаватель

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: ps@sevgtu14.sebastopol.ua

ТИПИЗАЦИЯ СТРУКТУРНЫХ И РАСЧЕТНО-ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

Дан анализ структурных схем приборов и систем контроля и их типизация, на основе которой рекомендована схема с последовательным соединением элементов (блоков, модулей) для оценки надежности средств контроля объектов повышенной опасности.

Наибольшее число аварий и катастроф, сопровождающихся человеческими жертвами и значительным экономическим ущербом, происходит на объектах повышенной опасности. Из числа этих объектов большую опасность представляют взрывопожароопасные объекты, которые широко распространены в промышленности. Украина по числу аварий и травматизму с летальным исходом занимает одно из первых мест в мире, поэтому в стране принимаются меры по повышению безопасности жизнедеятельности, на государственном уровне разрабатываются и утверждаются постановления и решения Президента и правительства Украины и Автономной Республики Крым, а также Совета национальной безопасности и обороны Украины и Национального совета по вопросам безопасности жизнедеятельности населения. Например, принято Решение «О дополнительных мерах по предотвращению аварий, пожаров и случаев производственного травматизма и профзаболевания». В основе безопасности объектов находятся профилактические меры. Важнейшими из них являются меры контроля состояния рабочих мест и в целом объектов.

Контроль объектов осуществляется с помощью измерительных приборов и систем. В настоящее время выбор средств контроля из их множества ни как не обоснован. В лучшем случае на практике выбор осуществляется по исполнению и точности средств контроля. При этом игнорируется экономическая целесообразность этого выбора, поэтому рассматриваемый вопрос является, безусловно, актуальным.

В настоящее время проводятся работы научной школы профессора Севрикова В.В. [1 – 3] по научно-техническому обоснованию выбора средств контроля для объектов повышенной опасности. В этих работах обоснован вы-

бор средств контроля по трем важнейшим условиям: исполнению, метрологической обеспеченности и экономической целесообразности. По последнему условию предложен критерий выбора в виде интегральной целевой функции, включающей обобщенный показатель – надежность контроля P . Этот показатель включает в себя надежность технической части (средства контроля) $P_{т.ч}$ и надежность человека – оператора $P_{ч-о}$, т.е. результирующая надежность, как случайное событие $P = P_{т.ч} \cdot P_{ч-о}$.

Эти составляющие надежности заслуживают особого внимания, они в настоящее время недостаточно изучены, особенно для средств контроля. Практически отсутствует статистика отказов элементов и в целом средств контроля. Восполнение этого пробела должно идти по направлению декомпозиции существующих структурных схем на элементы (узлы, блоки, модули), по которым в радиоэлектронике и частично в механике имеется статистика отказов, что позволяет определить расчетным путем надежность отдельных элементов и в целом устройства. Но структурные схемы средств контроля разнообразны, подчас громоздки и для удобства расчетных операций их следует типизировать.

Целью данной работы является анализ и типизация структурных и расчетно-логических схем надежности средств контроля.

По функциональному назначению средства измерения классифицируются на три основные группы: измерительные преобразователи, измерительные приборы и измерительные системы. Измерительный преобразователь предназначен для преобразования входного измерительного сигнала в сигнал, удобный для дальнейшего преобразования, передачи, обработки и хранения измерительной информации.

Измерительный прибор, включая в себя измерительный преобразователь, позволяет вырабатывать сигнал в форме, удобной для непосредственного восприятия измерительной информации наблюдателем.

Более сложной структурой обладает измерительная система, представляющая собой совокупность средств измерений, вспомогательных устройств и блоков, соединенных каналами связи.

В свою очередь измерительные средства можно разделить на два вида: электронные приборы и механоэлектронные измерительные системы. В последних существенную роль в получении и преобразовании сигнала измерительной информации играют механические узлы (блоки, модули), работа которых синхронизирована с преобразованием и передачей сигнала измерительной информации.

Средство измерения можно представить как совокупность преобразующих устройств, осуществляющих преобразование вида физической величины при измерении ее значения. Элементы структурной схемы средства измерения могут быть соединены последовательно, параллельно, встречно - параллельно, смешано. Способ соединения определяет метод преобразо-

вания сигнала измерительной информации. Анализ структурных схем различных приборов позволяет дать обобщенную структурную схему прибора преобразования сигнала, изображенную на рисунке 1.

Схема включает в себя чувствительный элемент 1, преобразователь аналогового электрического сигнала 2, преобразователь аналог-код 3, вычислительное устройство 4, отсчетное устройство 5 и устройство управления контролем, например углекислого газа 6.

Чувствительный элемент 1 является частью преобразовательного элемента, находящейся под непосредственным воздействием измеряемой величины X . Измерительный преобразователь 2 служит для преобразования измеряемой величины в некоторую промежуточную величину, функционально связанную с измеряемой величиной X . Совокупность чувствительного элемента 1 и преобразователя 2 представляет собой первичный преобразователь 7 (входной блок). Преобразующие элементы 3 и 4 могут быть представлены как вторичные преобразователи (вторичный преобразующий блок) 8.

Таким образом, типовая укрупненная структурная схема прибора может быть представлена пятью блоками: первичным (входным) 1, вторичным 2, отчетно-командным устройством (блок) 3, устройством (блок) управления контролем 4 и элементом человек-оператор 5, показанная на рисунке 2.

Механоэлектронные измерительные системы представляют собой, как отмечалось выше, совокупность электронных преобразователей и механических узлов и блоков. Примером механоэлектронной измерительной системы может служить система измерения запыленности воздуха с пылеметром ИЗВ – 1. Структурная схема данной системы изображена на рисунке 3.

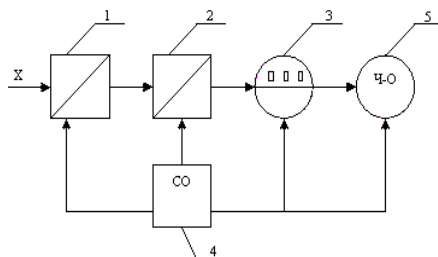


Рисунок 2 – Типовая укрупненная структурная схема электронного измерительного прибора

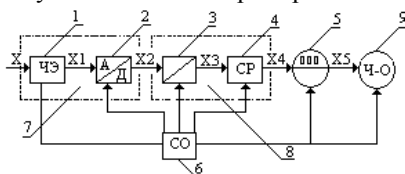


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема измерительного прибора

Она включает в себя источник излучения Х-частиц (ИИ) 1, среду распространения излучения (ленту с пылевым осадком) 2, первичный измерительный преобразователь 3, усилитель сигнала 4, отсчетное устройство 5, устройство управления контролем запыленности воздуха (ЗВ) 6, механизм поворота (МП) 7, лентопотяжный механизм (ЛП) 8, побудитель расхода воздуха (ПР) 9, элемент человек-оператор (ЧО) 10.

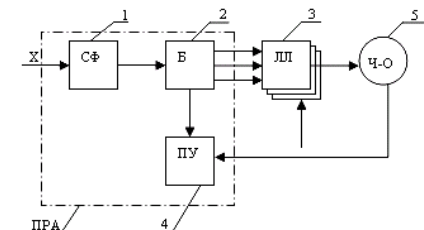


Рисунок 5 – Структурная схема осветительного прибора с газоразрядными лампами

Укрупненная схема механоэлектронной измерительной системы может быть сформирована из семи основных блоков показанных на рисунке 4.

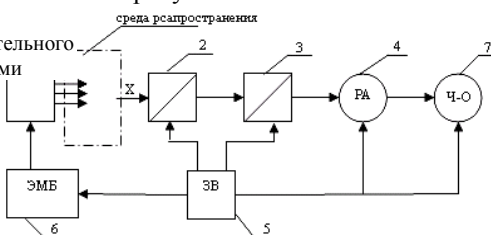


Рисунок 4 – Укрупненная схема механоэлектронной измерительной системы

Схема включает в себя следующие элементы (блоки): источник излучения 1, первичный (входной) измерительный преобразователь 2, вторичный преобразователь 3, отсчетное устройство 4, блок управления контролем 5, электромеханический блок 6, элемент человек – оператор 7.

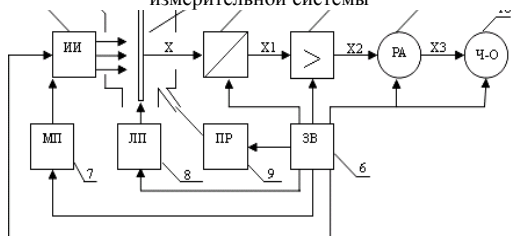


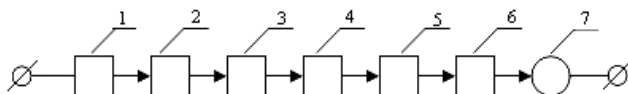
Рисунок 3 – Обобщенная структурная схема измерительной системы запыленности воздуха ИЗВ – 1

Аналогичным образом следует поступать и для других устройств при построении структурных схем для оценки их надежности. Например, структурная схема для осветительных приборов с газоразрядными источниками света имеет вид рисунка 5.

Данная схема включает в себя следующие элементы: сетевой фильтр 1, балласт (сопротивления) 2, люминесцентные лампы 3, пусковое устройство 4, элемент человек-оператор 5.

Объединенные элементы 1,2,4 представляют собой блок пуска регулируемой аппаратуры (ПРА). В данной схеме человек-оператор регулирует уро-

вень освещенности путем измерения режима электрической осветительной системы и количеством источников света.



Та-

Рисунок 6 – Расчетно-логическая схема надежности системы контроля для объектов повышенной опасности

ким образом, анализ структурных схем средств измерения позволяет выделить две типовые укрупненные схемы электронного измерительного прибора (рисунок 2) и механоэлектронной измерительной системы (рисунок 4), позволяющие прийти к расчетно-логическим схемам оценки надежности элементов (узлов, блоков, модулей) приборов и систем в целом.

Эти схемы по структуре также могут быть различными: последовательными, параллельными, последовательно-параллельными, мостовыми, сложными. В большинстве случаев принимается основная (последовательная) схема. При такой схеме отказ любого элемента приводит к отказу всей системы или прибора. При этом ужесточаются условия расчета надежности, что является, по нашему мнению, необходимым требованием для средств контроля объектов повышенной опасности. В этом случае расчетная надежность занижается по сравнению с другими расчетно-логическими схемами, и поэтому для исключения аварий на объектах повышенной опасности требуются фактическое повышение точности надежности контроля путем выявления «слабых звеньев» средств контроля и повышение их надежности за счет конструктивных решений или резервирования элементов. Естественно, это приведет к усложнению средств контроля и их удорожанию. Очевидно, что эти издержки оправданы за счет снижения числа аварий, человеческих жертв и экономического ущерба при качественном контроле, т.е. более высокой надежности контроля объектов повышенной опасности. В других случаях, т.е. для объектов, не имеющих повышенной опасности, оправдано применение более сложных отмеченных расчетно-логических схем средств контроля, при которых расчетная точностная надежность контроля завышается по сравнению с последовательной схемой.

На рисунке 6 изображена последовательная расчетно-логическая схема, на примере структурной схемы измерительной системы рисунка 4.

Выводы

1. Выполнен анализ структурных схем средств контроля, позволяющий типизировать укрупненные схемы для расчета точностной надежности контроля состояния объектов повышенной опасности.
2. Рекомендовано для оценки точностной надежности контроля состояния объектов повышенной опасности применять последовательную

расчетно-логическую схему элементов средств контроля, ужесточающую условия расчета, с обязательным учетом надежности человека-оператора.

3. Перспективой дальнейших исследований является построение графов состояний элементов и средства измерения в целом для состояния уравнений финальных вероятностей состояний при оценке расчетной надежности контроля объектов повышенной опасности.

Библиографический список

1. Карпенко В.А. Новый подход и методика технико-экономического обоснованного выбора средств контроля / В.А. Карпенко // Вестник СевГТУ. Сер. экономика — Севастополь, 2003. — № 44. — С. 3 – 7.
2. Карпенко В.А. Приводы измерительных приборов и автоматов и их надежность / Учеб. пособие / В.А. Карпенко, А.П. Васютенко, В.В. Севриков. — К. — С. 196 – 256.
3. Севриков И.В. Критерий оптимизации структур эргатических систем контроля и защиты объектов повышенной опасности / И.В. Севриков, М.Д. Солодовник, Л.В. Квасова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. — Луганск, 2003. — № 12(70). — С.198 – 204.

Поступила в редакцию 15.03.2006 г.