

# Еще раз про надежность компонентов СПС

## Часть 3

### Организация испытаний на надежность

Надежность во всех отраслях техники имеет существенную связь с экономическими показателями деятельности, как производителя продукции, так и потребителя. При понижении уровня надежности производителем потребитель может понести неоправданно высокие затраты из-за частых аварий, затрат на запасные части и ремонт, а также по причине перерывов в эксплуатации оборудования, которое должно было бы приносить доход. С другой стороны, существенное повышение уровня надежности возможно только при значительном повышении затрат производителя, а потребитель вообще может не заметить, или сделать вид, что не заметил таких изменений в качестве продукта. Особенностью отрасли противопожарной защиты является то, что надежность СПС и ее компонентов имеет непосредственную связь с безопасностью объектов, сохранностью материальных ценностей и даже человеческих жизней. По этой причине государство должно выполнять свою функцию регулятора рыночных отношений, формируя нормативные требования к таким видам продукции, в том числе и по показателям надежности [15].

Одна из задач отраслевой науки как раз и состоит в том, что бы проводить определительные (исследовательские) испытания на надежность — они должны обеспечить нахождение фактических значений показателей надежности по видам продукции и при необходимости параметров законов распределения таких случайных величин, как время безотказной работы, наработка между отказами, время восстановления и др.

У производителей продукции иная задача в области обеспечения надежности компонентов СПС. Они должны обеспечивать проведение контрольных испытаний — проверку соответствия фактических значений показателей надежности требованиям стандартов, технических заданий и технических условий, т. е. принятие решения типа «да — нет» о соответствии или несоответствии надежности компонентов предъявляемым требованиям (не говоря более конкретно о том, чему равно значение показателя надежности) [16].

По ГОСТ 27.410 экспериментальные методы исследования показателей надежности должны основываться на использовании статистических данных, получаемых при испытании изделий на надежность или данных опытной или подконтрольной эксплуатации.

Лабораторные испытания на надёжность могут проходить при тех же воздействиях (температуре, влажности, вибрации и т. д.) и режимах работы, которые обычно имеют место при эксплуатации. Иногда с целью быстрее получения показателей надёжности устанавливают более тяжёлые, форсированные условия и режимы работы по сравнению с эксплуатационными. Такие испытания называют ускоренными.

Ускорение испытаний возможно, если при форсировании не искажается процесс естественного старения и износа, протекающий при нормальном режиме, если распределения изменений выходного параметра испытываемого изделия при нормальном и форсированном режимах аналогичны, а также близко разделение отказов по их причинам. Ускоряющими факторами могут быть механические воздействия, температура, электрическая нагрузка и др. Ускоренные испытания на надёжность обычно проводятся для серийных технических средств и их элементов, выпускаемых в течение длительного времени по стабильной технологии.

Испытания надёжности в условиях эксплуатации заключаются в сборе и обработке информации о поведении СПС и их компонентов при воздействии внешней среды и других внешних факторов. Эти испытания могут быть определительными для системы в целом. Необходимо отметить, что для СПС в целом, ряда ее функций, а так же для некоторых технических средств, например, шлейфов пожарной сигнализации, испытания в условиях эксплуатации являются практически единственным способом экспериментального определения показателей надёжности.

После того, как СПС изготовлена и принята в эксплуатацию, осуществляется мониторинг ее надёжности, оцениваются и корректируются недоработки и недостатки. Мониторинг включает в себя электронное и визуальное наблюдение за критическими параметрами, выявленными на стадии проектирования при разработке дерева неисправностей. Для обеспечения заданной надёжности системы данные постоянно анализируются, используя статистические методы, такие как Вейбулл-анализ и линейная регрессия [17].

Систематический подход к оцениванию надёжности, с точки зрения пожарной безопасности основан на отчетах об отказах и авариях, менеджменте, анализе корректирующих (предупреждающих) действий.

При выполнении условий некоторых допущений данные, представленные в исследовании [14] могут быть положены в основу для расчета показателей надёжности подконтрольных объектов. Это исследование проводилось на десяти АЭС и охватывало период 1.01.2000 – 31.05.2006 гг. Всего за это время был зафиксирован в системах автоматического управления пожаротушением (АУПТ) и автоматических устройствах пожарной

сигнализации 331 отказ технических средств (в том числе отказы, приводящие к ложному срабатыванию) и 725 ложных срабатываний (в том числе 62 срабатывания АУПТ с пуском огнетушащего вещества). Результаты исследований представлены в таблице.

Тип технического средства	Общее количество используемых технических средств	Количество отказов, ед	Количество ложных срабатываний, ед	Наработка на отказ, $T_0$ , ч	Интенсивность отказов, $\lambda_{от}$ , 1/ч	Наработка на ложное срабатывание, $T_{лс}$ , ч	Интенсивность ложных срабатываний, $\lambda_{лс}$ , 1/ч
ППС - 1	292	24	29	$5,9 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^{-6}$
ТОЛ -10/100	21	8	9	$1,25 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^5$	$9,1 \cdot 10^{-6}$
ППК - 2(2М)	95	16	16	$2,9 \cdot 10^5$	$3,4 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^5$	$3,4 \cdot 10^{-6}$
ИП105 - 2/1	6204	31	33	$9,5 \cdot 10^6$	$1,05 \cdot 10^{-7}$	$9,1 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^{-7}$
ДИП - 1	14800	58	116	$1,2 \cdot 10^7$	$8,2 \cdot 10^{-8}$	$5,9 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^{-7}$
ДИП - 3	16321	21	72	$3,65 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^{-8}$	$1,1 \cdot 10^6$	$9,2 \cdot 10^{-7}$
ИП212 - 5	3029	16	16	$9,1 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$9,1 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^{-7}$
ИП212 - 45	330	8	38	$2 \cdot 10^6$	$5,1 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^6$	$2,7 \cdot 10^{-7}$
ИП212 - 46	107	8	8	$6,25 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$6,25 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^{-6}$
ИДФ - 1М	629	133	237	$2,25 \cdot 10^5$	$4,45 \cdot 10^{-6}$	$1,25 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^{-6}$
ИДПЛ - 1	33	1	8	$1,6 \cdot 10^6$	$6,4 \cdot 10^{-7}$	$1,96 \cdot 10^5$	$5,1 \cdot 10^{-6}$

Получается, что дымовой пожарный извещатель ДИП-1 показал наработку до отказа 12 000 000 ч, а дымовой извещатель ДИП-3 - 36 500 000 ч. Эти значения значительно перекрывают нормативное требование: не менее 60 000 ч. Экспериментальные исследования извещателей пожарных дымовых первого-второго поколения, проведенные на подконтрольных объектах показали, что их наработка до отказа превысила и второй рубеж: не менее 438 000 ч., который был установлен, для извещателей имеющих 10% запас изделий на весь срок службы.

Что касается организации стендовых испытаний на надежность пожарных извещателей на предприятиях изготовителях, то планы контроля изготовитель продукции вправе устанавливать сам. Типовая запись в ТУ по параметрам и методикам испытаний на надежность выглядит следующим образом [18]:

#### *"Х. Требования надежности*

##### *Х.1 Извещатель рассчитан на круглосуточную непрерывную работу.*

*X.2 Средняя наработка на отказ извещателя должна быть не менее 60000 часов при условии выполнения требований эксплуатации.*

*X.3 Средний срок службы извещателя должен быть не менее 10 лет".*

Тогда испытания проводят следующим образом:

*"У. Проверку вероятности безотказной работы извещателя проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 27.410-87.*

*У.1 Проверка осуществляется одноступенчатым методом с ограниченной продолжительностью испытаний при наблюдаемом риске поставщика, равному риску потребителя ( $\alpha = \beta = 0,2$ ), и с приемочным числом отказов, равным 1. Объем выборки определяется, исходя из приемочного уровня вероятности безотказной работы и времени испытаний, по таблице 35 ГОСТ 27.410-87.*

*У.2 Испытаниям должны подвергаться извещатели, прошедшие приемосдаточные испытания. Формирование выборки должно осуществляться методом случайного выбора.*

*У.3 В процессе испытаний извещатели должны находиться в дежурном режиме.*

*У.4 Извещатель считается выдержавшим испытания на надежность, если в процессе испытания отсутствовали ложные сигналы срабатывания, после испытаний извещатели сохраняли работоспособность по п. Z".*

Формально выбирая приемочный и браковочный уровни вероятности безотказной работы можно получить достаточно малый объем выборки  $N$ , и в результате получить легко воспроизводимые испытания с положительным исходом, подтверждающим выполнение существующего нормативного требования по средней наработке на отказ извещателя.

Из этого вытекает еще одна задача для отраслевой науки – разработка и предоставление в открытом доступе типовых программ и методик испытаний на надежность компонентов СПС. Только на основе единых технических требований, соответствующих современному уровню развития техники, а также на основе единых программ и методик испытаний можно будет говорить про достаточный уровень надежности компонентов и самой СПС для обеспечения высокого уровня пожарной безопасности, защиты имущества и жизни.

## **Владимир Баканов – главный конструктор ЧП "Артон"**

### **Литература:**

15. Баканов В. "Надежность СПС и ее компонентов, как фактор обеспечения пожарной безопасности", ж. "ТЗ Украина", №2, 2013г., с. 28.
16. Испытание на надёжность. Диагностика и надежность автоматизированных систем. <http://www.teh-lib.ru/dinas/ispytanie-na-nadjozhnost.html>
17. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Надёжность>
18. Извещатель пожарный ручной ИПР513-9П, ТУ 4371-008-84864467-08  
<http://www.planetaops.ru/?instr/69/ipr513-9p>