



«ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ. ДИАГНОСТИКА-2010»

**Материалы XII Международной
научно-практической конференции**

**г. Димитровград,
2-4 марта 2010 г.**

г. Димитровград
2010 г.



ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ДАТЧИКОВ МИДА-13П ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ У ПОТРЕБИТЕЛЯ

В.В. Волков, В.М. Стучебников

Надёжность является одним из основных параметров, определяющих качество систем измерительной техники; особенно высокие требования по надёжности предъявляются к датчикам физических величин как важнейшим составляющим этих систем. Применяемые на практике количественные показатели надёжности оцениваются на различных этапах от разработки изделия до его выпуска.

На этапе проектирования используют расчётные показатели надёжности, которые основываются на данных по надёжности элементов, входящих в состав изделия; однако эти данные не всегда доступны и достоверны. На этапе разработки и изготовления используют расчётно-экспериментальные и экспериментальные методы оценки надёжности.

Однако все эти методы имеют существенные недостатки.

1. Ограниченное время испытаний и ограниченное число изделий, устанавливаемых на испытания. Чем надёжнее изделия, тем труднее проверить его надёжность. Для этого требуется не только все большее число испытаний, но и значительное увеличение их длительности, что практически невозможно выполнить.

2. Несоответствие условий испытаний условиям эксплуатации. Как правило, условия эксплуатации разнообразнее и зачастую намного жёстче.

3. Используемые для расчета показателей надёжности статические и вероятностные методы не дают единого подхода к расчёту надёжности. Несмотря на то, что теоретические исследования постоянно наращиваются, и оценке надёжности продукции посвящены многочисленные работы, полной ясности в этом вопросе нет, как нет и хорошего соответствия между полученными характеристиками надёжности и фактическими, получаемыми у потребителя в период эксплуатации изделия.

Таким образом, потребитель практически не имеет достоверной информации о надёжности изделий, которые он приобретает.

Существуют, конечно, эксплуатационные испытания, но они имеют те же недостатки, что и указанные выше (с учётом того, что условия эксплуатации у одного или нескольких потребителей некорректно переносить на всех остальных).

Чтобы получить более реальные данные по надёжности выпускаемых датчиков давления, на нашем предприятии разработана и внедрена "Система оценки качества продукции по результатам эксплуатации у потребителя". Эта система представляет собой комплексную задачу, включающую в себя:

- организацию возврата от потребителей максимального числа отказавших датчиков;
- анализ отказов датчиков, поступивших от потребителя, и формирование базы данных;
- статистическую обработку результатов анализа;
- работу с потребителем (в том числе информирование его, если какой-либо вид отказа по его вине носит систематический характер);
- внесение изменений в конструкцию и технологию изготовления датчиков по результатам анализа отказов.

Необходимость специальной организации возврата отказавших датчиков вызвана тем, что реально потребитель заинтересован в возврате только тех датчиков, у которых не истёк срок гарантии, и которые отказали, по мнению потребителя, не по его вине. Во всех остальных случаях возврат отказавших датчиков для потребителей не имеет смысла. Чтобы



заинтересовать потребителя в возврате всех отказавших датчиков, была введена льготная цена (80% от реальной стоимости) на новые датчики, поставляемые в обмен на возвращённые датчики, не подлежащие гарантийному обслуживанию.

Анализ отказов включает в себя:

- определение причины, по которой произошёл отказ датчика,
- установление ответственного за отказ датчика (потребитель, если нарушены правила эксплуатации, или изготовитель, если имеются заводской дефект или нарушения правил эксплуатации со стороны потребителя нельзя уверенно доказать).

Для анализа показателей надёжности продукции ПГ МИДА разработано АРМ брака, в базу данных которого заносится следующая информация:

- предприятие (потребитель);
- тип прибора (датчик, преобразователь, блок питания ит.д.);
- отказавший элемент;
- причина отказа (очевидная или вероятная);
- по чьей вине произошёл отказ (потребитель, изготовитель).

При этом если невозможно достоверно установить причину выхода элемента из строя (например, при отказе микросхемы из-за попадания на прибор высокого напряжения или из-за дефекта микросхемы, не выявившегося в процессе изготовления и испытаний), то считается, что отказ произошёл по вине изготовителя.

Ниже приводятся результаты анализа отказов датчиков МИДА-13П (всех типов), которые получены на основе обработки данных с мая 2001г. по май 2009г. Из всего количества возвращенных датчиков (1777 приборов) 1050 датчиков отказали по вине потребителя, а 727 датчиков – по вине изготовителя. Исходя из этих данных, можно определить такую характеристику как средний процент отказов, который вычисляется как отношение числа отказавших датчиков по вине изготовителя к общему числу датчиков, поставленных за этот период потребителям (100480 приборов), и равен 0,72%.

Анализ отказов выявил 60 причин, по которым датчики вышли из строя. Если отбросить те виды отказов, количество которых меньше 5, то число причин отказов снизится до 21. При этом суммарное количество отказов уменьшится всего на 64шт. Такая сводная таблица приведена ниже.

№	Причины отказов	изготовитель	потребитель	всего	%
1	Залит	255	182	437	24,6
2	Забракован ошибочно	2	303	305	17,2
3	Передавлен	1	262	263	14,8
4	Эл. пробой	0	234	234	13,2
5	Дефекты радиоэлементов	202	0	202	11,4
6	Повреждение при установке	20	39	59	3,2
7	Дефект изготовления	41	0	41	2,3
8	Брак разварки	24	0	24	1,4
9	Повреждение EEPROM	23	1	24	1,4
10	Уход параметров преобразователя	21	0	21	1,2
11	Брак электромонтажа	17	0	17	1,0
12	Ошибка в программе	15	0	15	0,8
13	Трещина на кристалле	14	0	14	0,8
14	Негерметичность	11	0	11	0,6
15	Брак сварки	11	0	11	0,6
16	Засорённость приёмной полости	3	7	10	0,6
17	Перемежающийся отказ	8	0	8	0,5
18	Обрыв проводника	6	0	6	0,3



19	Заливка гелем	5	0	5	0,3
20	Высокий уровень вибрации	0	6	6	0,3
21	Загрязнение платы	5	0	5	0,3
	Итого	684	1029	1713	

В таблице в графах "Потребитель", "Изготовитель" указаны отказы, произошедшие соответственно по вине потребителя и изготовителя (в последнем случае включая те, причины которых не установлены однозначно). В графе "%" указан процент данного типа отказов по отношению к общему числу отказов. Величина процента отказов показывает, на какие виды отказов необходимо обратить внимание в первую очередь.

Текущий анализ причин отказов, что называется в режиме "on line", позволяет оперативно выявить появление новых видов отказов или нарастание ранее статистически незначимых видов отказов. Это позволяет своевременно принимать меры по совершенствованию конструкции и технологии изготовления датчиков, если отказы происходят по вине изготовителя, и своевременно информировать потребителя, если отказы происходят по его вине.

Имеющиеся данные по результатам эксплуатации датчиков у потребителя позволяют провести оценку такого важного показателя надёжности для невосстанавливаемых изделий, как средняя наработка до отказа (ГОСТ 27.002-89, ГОСТ 27.402-85).

При расчете наработки до отказа используются следующие основные положения.

Функция распределения отказов - экспоненциальная.

Считается, что примерно половина всех датчиков, отправленных потребителю, установлены и проходят испытания на надёжность, а число отказавших датчиков (включая не возвращённые потребителем) принято равным пятикратному количеству возвращённых датчиков.

Время испытаний принималось равным $t_n = t_a/2$, где t_a – время, соответствующее периоду, за который проведён анализ отказов датчиков. Такое значение времени испытаний определяется тем, что количество эксплуатируемых датчиков постоянно увеличивается, а скорость нарастания количества датчиков в первом приближении можно считать постоянной.

Интенсивность отказов λ определяется по формуле

$$\lambda = \Delta d / [(n - d_i) t_n],$$

где Δd – число датчиков, отказавших за время t_n по вине изготовителя, n – число датчиков, установленных на испытания, d – общее число изделий, отказавших за время испытаний

По результатам проведённого анализа отказов получена интенсивность отказов равная $\lambda \approx 5 \cdot 10^{-7}$ 1/час. Соответственно среднее время наработка до отказа $T = 1/\lambda$ (для принятой функции распределения отказов) составляет около 2 млн. часов, что значительно больше величины, заявленной в нормативной документации на датчик (180000 часов).

Введение "Системы оценки качества продукции по результатам эксплуатации у потребителя" позволяет не только оценить качество продукции, но и с внедрением программы "Предприятие 1С" и автоматизации учёта и отчётности информировать каждого потребителя:

- о количестве отправленных ему датчиков,
- о количестве возвращённых им отказавших датчиков с указанием причин отказов,
- о нарушениях условий эксплуатации с рекомендациями по принятию соответствующих мер.



Последнее особенно важно для тех предприятий, где обслуживающий персонал, имеет недостаточную квалификацию (с чем мы сталкиваемся достаточно часто) и пытается переложить вину за отказы датчиков, произошедшие из-за допущенных им нарушений правил эксплуатации, на недостаточное качество датчиков. Надо сказать, что уже есть предприятия, которые заинтересованы в такой информации, чтобы на месте принять меры по устранению выявленных нарушений.

Основные нарушения правил эксплуатации, которые допускаются потребителями, видны из приведённой выше таблицы (строки 1, 2, 3, 4, 6).

"Залит" - попадание жидкости под крышку датчика и его внутреннюю полость. Происходит при нарушении герметичности сальникового ввода (потребителем не устанавливается крышка или резиновые уплотняющие элементы, используется кабель не круглого сечения).

"Забракован ошибочно" – датчик, возвращенный потребителем, не подтверждает отказ. Как правило, это происходит из-за того, что датчик бракуется в составе системы и автономно не проверяется.

"Передавлен" – на датчик подано статическое или динамическое давление, значительно превышающее по величине предельно допустимое. В частности, источником высоких динамических давлений в гидравлических системах являются гидроудары. Довольно часто этот вид отказа возникает при установке датчика в гидросистему при уплотнении по резьбе вместо шайбы по торцу.

"Эл. Пробой" – отказ датчика в результате электрического пробоя. Вызывается высоким напряжением, превышающим по величине предельно допустимые значения, как в цепях питания, так и в цепи между корпусом и шинами питания. Последнее связано с грозовыми разрядами, прокладкой линии связи рядом с силовыми цепями, аварийных ситуациях в электрических сетях, плохим заземлением и т.п. Надо сказать, что далеко не всегда электрический пробой можно точно идентифицировать; в этом случае выход из строя датчика списывается на **«Дефекты радиоэлементов»** и возлагается на изготовителя.

"Повреждение при установке" - отказы датчиков, связанные с механическим повреждением датчиков при монтаже и демонтаже, когда корпус датчика используется как силовой элемент (применение трубного ключа, установка датчика вращением за крышку).

Более подробно об этих и других эксплуатационных нарушениях написано в руководстве по эксплуатации на датчик в разделе "Рекомендации потребителю".

Волков Вячеслав Васильевич,

начальник группы качества

Стучебников Владимир Михайлович,

д.т.н., генеральный директор ЗАО МИДАУС

Россия, Ульяновск, 432012, а/я 5370

www.midaus.com

Телефоны:

общие +7(8422)360361, 360363, 360372

отдел маркетинга +7(8422)360378, 360379 (факс)

отдел сбыта +7(8422)360691

Электронная почта:

общие вопросы info@midaus.com или mida@mv.ru

отдел маркетинга sales@midaus.com