

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ШЛЕЙФА ДВУХПОРОГОВОГО ППКП

И. Неплохов

к.т.н., технический директор Бизнес группы «Центр-СБ»

Принципы работы неадресных приемно-контрольных приборов и основные варианты построения уже обсуждались в отраслевой печати. В основном проводился анализ помехоустойчивости при использовании различных схемотехнических решений. Рассмотрим более подробно электрические характеристики шлейфов двухпороговых ППКП при работе с пожарными извещателями различного типа.

Требования по согласованию неадресных ППКП с неадресными пожарными извещателями изложены в общем виде в ГОСТ Р 53325-2009 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний». В п. 4.2.1.1 указано, что «извещатели пожарные, взаимодействующие с прибором приемно-контрольным пожарным, должны обеспечивать информационную и электрическую совместимость с ним». В п. 4.2.1.3 содержится требование: «электрические характеристики извещателей пожарных (напряжение и токи дежурного режима и режима тревожного извещения) должны быть установлены в технической документации (ТД) на извещатели пожарные конкретных типов и должны соответствовать электрическим характеристикам шлейфа пожарной сигнализации пожарного приемно-контрольного прибора, с которым предполагается использовать извещатели пожарные».

В технической документации на приемно-контрольные приборы по п. 7.2.1.5 ГОСТ Р 53325-2009 должны быть указаны «диапазоны тока в неадресном шлейфе сигнализации, в том числе максимальный ток питания извещателей, при котором ППКП регистрирует все предусмотренные виды извещений и диапазон питающих напряжений». Как правило, в документации на ППКП приводится максимально допустимый ток потребления активных извещателей, уровень ограничения тока шлейфа в режиме «Пожар», достаточно часто – диапазон сопротивлений шлей-

фа, соответствующий различным режимам, но значения напряжений и токов шлейфа обычно не указываются, что затрудняет оценку совместимости конкретного типа извещателей и ППКП. Причем в настоящее время по экономическим причинам используются практически исключительно только так называемые двухпороговые ППКП с идентификацией сработки 1-го и 2-го извещателя, что и определило появление проблемы согласования извещателей с ППКП [1].

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНЫХ ШЛЕЙФОВ

Различные варианты построения пожарных приемно-контрольных приборов с точки зрения обеспечения надежности подробно рассмотрены в статье В. Баконова [2]. В статье А. Пинаева и М. Никольского [3] существующие методы контроля состояния неадресных шлейфов сведены к двум типам:

- контроль по напряжению шлейфа;
- контроль по току шлейфа.

Упрощенная структура шлейфа может быть представлена в виде источника напряжения U_{XX} порядка 12-24 В, токоизмерительного резистора $R_{ППКП}$ (рис. 1), значение которого для различных приборов может изменяться в широких пределах, от сотни Ом до нескольких кОм, и устройства обработки информации с установленными пороговыми, соответствующими границам режимов шлейфа. В этом плане ППКП можно разделить на приборы с высокоомным выходом шлейфа, где токоизмерительный резистор одновремен-

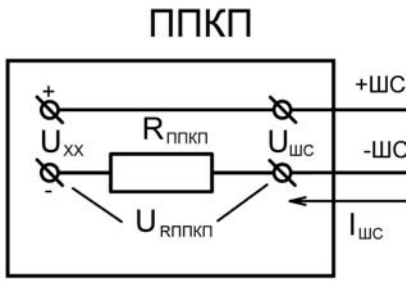


Рис. 1. ППКП контролирует ток шлейфа по напряжению на резисторе

но играет роль токоограничивающего резистора, обеспечивающего ток короткого замыкания шлейфа на уровне порядка 20 мА, и с низкоомным выходом, порядка 100 Ом, где для ограничения тока шлейфа используется дополнительная схема. Значение напряжения U_{XX} соответствует напряжению шлейфа без нагрузки, т.е. в режиме холостого хода. Для контроля обрыва шлейфа устанавливается оконечный резистор R_{OK} обычно в пределах от 3,3 до 9,1 кОм, в зависимости от типа ППКП. Состояние шлейфа ППКП может определяться по току шлейфа, посредством измерения напряжения на токоизмерительном резисторе. По каким-то причинам в документации на ППКП обычно указывается только сопротивление шлейфа в различных режимах. В общем случае сопротивление шлейфа $R_{ШС}$ пропорционально отношению напряжения шлейфа к напряжению на токоизмерительном резисторе: $R_{ШС} = R_{ППКП} U_{ШС} / U_{R_{ППКП}}$. А так как обычно используется стабилизиро-

ванный источник, то сумма напряжений $U_{ШС} + U_{R_{ППКП}}$ постоянна и равна напряжению U_{XX} и режим шлейфа определяется по любой из этих величин.

Рассмотрим несколько примеров пожарных шлейфов при различных значениях напряжения U_{XX} , токоизмерительного резистора $R_{ППКП}$ и оконечного резистора R_{OK} . Определим примерные пороги по току, по напряжению и, исходя из условия однозначного определения режима шлейфа в соответствии с требованиями п. 7.2.1.5 ГОСТ Р 53325-2009, оценим допустимые токи потребления активных извещателей в дежурном режиме.

ПРИМЕР № 1

Комбинированный шлейф, т.е. включены извещатели с нормально разомкнутыми контактами и с нормально замкнутыми контактами, при этом определяется сработка 1-го и 2-го извещателя на замыкание и на размыкание (рис. 2). Этот тип шлейфа имеет максимальное число режимов 7:

- обрыв шлейфа;
- сработка двух извещателей на размыкание – «Пожар 2»;
- сработка одного извещателя на размыкание – «Пожар 1»;
- дежурный режим;
- сработка одного извещателя на замыкание – «Пожар 1»;
- сработка двух извещателей на замыкание – «Пожар 2»;
- короткое замыкание шлейфа и, соответственно, 6 порогов.

В качестве исходных характеристик зададим типовые параметры: напряже-

ние разомкнутого шлейфа U_{XX} равным 20 В, токоограничивающий резистор шлейфа $R_{ППКП}$ возьмем 1 кОм, чтобы обеспечить ограничение тока короткого замыкания на уровне 20 мА, оконечный резистор R_{OK} 7,5 кОм ± 5%, максимальное сопротивление кабеля шлейфа $R_{КАБ}$ 220 Ом и минимальное сопротивление утечки $R_{УТ}$ между проводами шлейфа 50 кОм. Тогда номинальный ток шлейфа в дежурном режиме составит $I_{деж} = U_{XX} / (R_{ППКП} + R_{OK}) = 20 В / (1+7,5) кОм = 2,35 мА$. Определим максимальный разброс параметров шлейфа, т.е. при минимальном значении оконечного резистора $R_{OK} - 5\%$ будем учитывать сопротивление утечки шлейфа 50 кОм, а при максимальном значении $R_{OK} + 5\%$ будем учитывать сопротивление кабеля 220 Ом. С учетом этих допущений сопротивление шлейфа может изменяться в пределах 6,24 кОм ÷ 8,1 кОм, соответственно, ток дежурного режима может быть в диапазоне от 2,2 до 2,76 мА. Таким образом, разброс тока дежурного режима превышает 0,5 мА! Соответственно, напряжение шлейфа в дежурном режиме на выходе ППКП может быть в пределах 17,24 В ÷ 17,8 В.

Извещатели с нормально разомкнутыми контактами включаем в шлейф с дополнительными резисторами $R_{доп} = 1,6 кОм ± 5\%$, извещатели с нормально замкнутыми контактами – с балластными резисторами $R_{БАЛ} = 4,7 кОм ± 5\%$ (рис. 2). Параметры шлейфа для минимального, номинального и максимального сопротивления шлейфа для различных режимов приведены в таблице 1.

Рис. 2. Комбинированный шлейф с двойной сработкой на замыкание и на размыкание

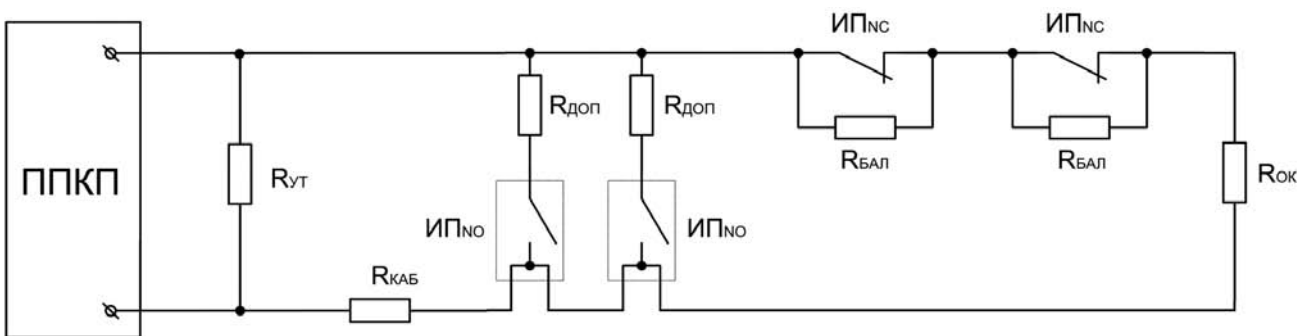


Табл. 1

		Обрыв шлейфа	Сработка двух извещателей на размыкание	Сработка одного извещателя на размыкание	Дежурный режим	Сработка одного извещателя на замыкание	Сработка двух извещателей на замыкание	Короткое замыкание шлейфа
Сопротивление шлейфа, кОм	мин.	50	12,15	9,41	6,24	1,22	0,68	0
	номин.	∞	16,9	12,2	7,5	1,32	0,72	0
	макс.	∞	17,96	13,03	8,1	1,60	0,98	0,22
Ток шлейфа, мА	макс.	0,40	1,52	1,92	2,76	9,00	11,9	20
	номин.	0	1,12	1,52	2,35	8,63	11,6	20
	мин.	0	1,05	1,43	2,20	7,68	10,1	16,39
Напряжение шлейфа, В	мин.	19,61	18,48	18,08	17,24	11,00	8,08	0
	номин.	20	18,88	18,48	17,65	11,37	8,39	0
	макс.	20	18,95	18,57	17,80	12,32	9,89	3,61

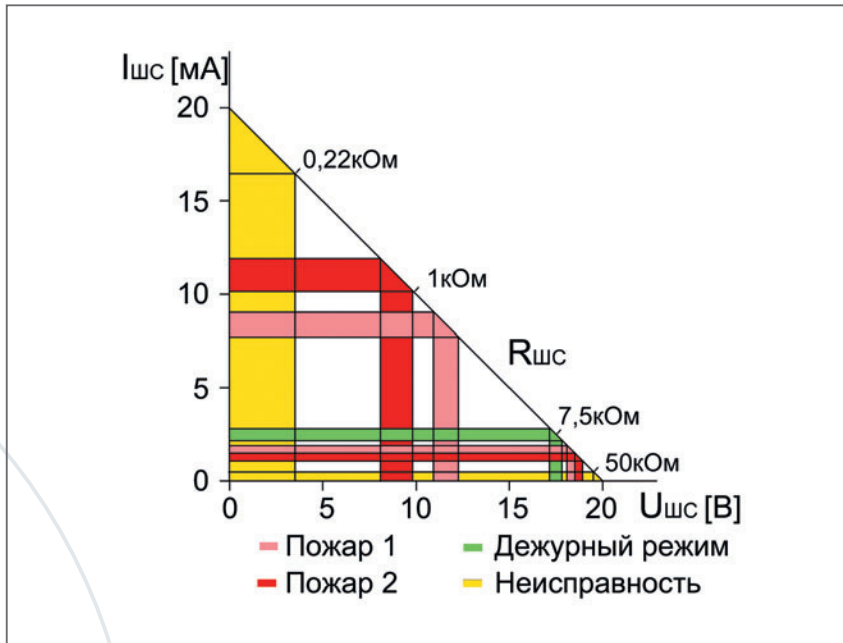


Рис. 3. Режимы комбинированного шлейфа

Обычно в документации на ППКП приводятся границы сопротивления шлейфа, соответствующие различным режимам, однако рассмотрение соответствующих им токов и напряжений дает дополнительную информацию, позволяющую оценить помехоустойчивость и определить максимально допустимый ток потребления извещателей в дежурном режиме. Данные *таблицы 1* показывают, что области срабатки одного и двух извещателей на размыкание пересекаются, при сопротив-

лении утечки между проводами шлейфа 50 кОм и при сработке двух извещателей ток шлейфа будет соответствовать номинальному току при сработке одного извещателя. То есть прибор не сможет идентифицировать сработку второго извещателя! Кроме того, необходимо отметить, что даже номинальные токи и напряжения шлейфа, без учета кабеля, различаются незначительно при сработке извещателей на размыкание. При сработке первого извещателя ток шлейфа

Рис. 4. Шлейф с нормально замкнутыми извещателями

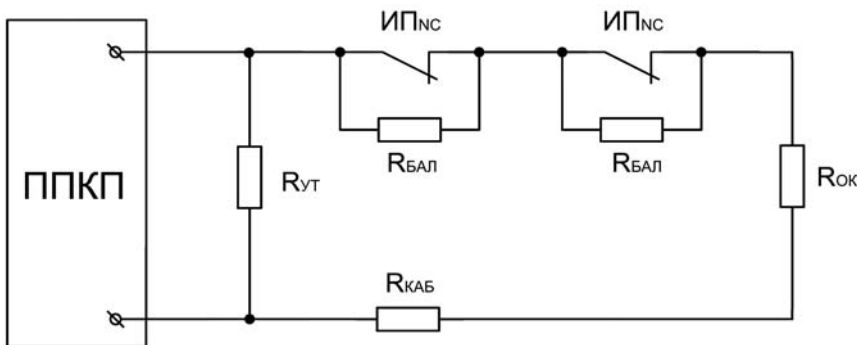
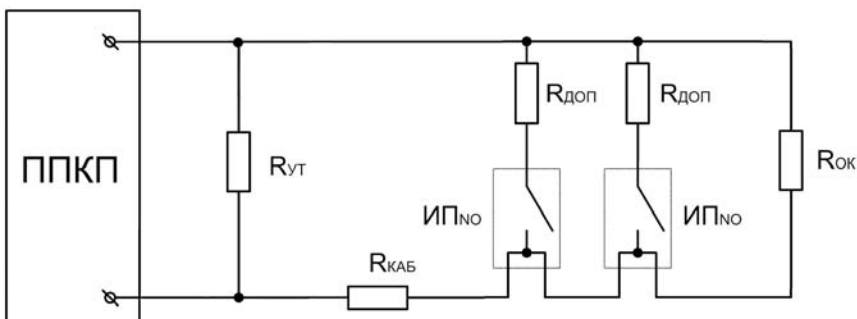


Рис. 5. Шлейф с нормально разомкнутыми извещателями



снижается на 0,83 мА, а при сработке второго извещателя всего лишь на 0,4 мА.

Теперь определим допустимый ток потребления извещателей в дежурном режиме. Александр Зайцев предложил ввести термин, который ясно определяет возникающую проблему: «ток обрыва шлейфа». Действительно, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53325-2009 п. 7.2.1.1, «ППКП должны обеспечивать... автоматический контроль целостности линий связи с внешними устройствами (ИП и другими техническими средствами), световую и звуковую сигнализацию о возникшей неисправности». В общем случае обрыв шлейфа идентифицируется по снижению тока шлейфа при отключении оконечного резистора. При этом необходимо учитывать ток потребления пожарных извещателей и сопротивление утечки между проводами шлейфа. Какой ток потребления извещателей желательно обеспечить? Если одним шлейфом защищается до 10 помещений, по 3 извещателя в помещении, при токе дежурного режима извещателя порядка 0,1 мА необходимо обеспечить ток 3 мА. Однако в соответствии с данными *таблицы 1*, если обрыв шлейфа произойдет в конце шлейфа и величина тока составит 2-3 мА, ППКП останется в дежурном режиме и не обнаружит неисправности. Если при обрыве шлейфа отключится примерно половина извещателей, а оставшаяся часть извещателей будет потреблять примерно 1,5 мА, прибор выдаст сигнал «Пожар 1», так как эта величина тока шлейфа соответствует сработке одного извещателя на размыкание (*рис. 3*). Соответственно, если обрыв шлейфа определит ток извещателей порядка 1,2 мА, то прибор выдаст сигнал «Пожар 2»! Какой же «ток обрыва» в рассматриваемом случае? Естественно, он должен быть меньше тока шлейфа, соответствующего формированию сигнала «Пожар 2» при активизации двух извещателей с нормально замкнутыми контактами. Исходя из данных, приведенных в *таблице 1*, можем определить «ток обрыва шлейфа», при котором будет формироваться сигнал «Неисправность», меньше 1 мА, а с учетом тока утечки шлейфа, который может достигать 0,4 мА, максимально допустимый ток потребления извещателей должен быть снижен примерно до 0,5 мА.

Но при наличии в шлейфе извещателей на размыкание в нашем случае подключение извещателей с током потребления 0,5 мА тоже недопустимо. Номинальный ток шлейфа в режиме «Пожар 2», соответствующий сработке двух извещателей с нормально замкнутыми контактами, равный 1,12 мА, увеличится до 1,62 мА, что соответствует режиму «Пожар 1». То есть прибор в принципе не допускает одновременного включения в шлейф нормально замкнутых извещателей и токопотребляющих извещателей.

Табл. 2

		Обрыв шлейфа	Сработка извещателя на размыкание	Дежурный режим	Сработка двух извещателей на замыкание	Короткое замыкание шлейфа
Сопротивление шлейфа, кОм	мин.	50	12,48	6,24	0,68	0
	номин.	∞	17,5	7,5	0,72	0
	макс.	∞	18,59	8,1	0,98	0,22
Ток шлейфа, мА	макс.	0,40	1,48	2,76	11,9	20
	номин.	0	1,08	2,35	11,6	20
	мин.	0	1,05	2,20	10,1	16,39
Напряжение шлейфа, В	мин.	19,61	18,52	17,24	8,08	0
	номин.	20	18,92	17,65	8,39	0
	макс.	20	18,98	17,80	9,89	3,61

Табл. 3

		Обрыв шлейфа	Сработка двух извещателей на размыкание	Сработка одного извещателя на размыкание	Дежурный режим	Сработка одного извещателя на замыкание	Сработка двух извещателей на замыкание	Короткое замыкание шлейфа
Сопротивление шлейфа, кОм	мин.	50	6,81	5,19	3,45	1,47	0,93	0
	номин.	∞	8,3	6,1	3,9	1,60	1,00	0
	макс.	∞	8,93	6,62	4,31	1,90	1,27	0,22
Ток шлейфа, мА	макс.	0,51	3,25	4,07	5,59	9,73	12,18	21,67
	номин.	0	2,74	3,56	5,10	9,30	11,80	21,67
	мин.	0	2,57	3,32	4,71	6,91	8,80	18,31
Напряжение шлейфа, В	мин.	25,31	22,11	21,12	19,29	14,32	11,39	0
	номин.	26	22,72	21,73	19,88	14,82	11,84	0
	макс.	26	22,92	22,01	20,34	13,09	11,20	4,03

ПРИМЕР № 2

Для устранения явных недостатков шлейфа, приведенного в примере 1, на практике в ППКП используют два или три типа шлейфа: шлейф только с нормально замкнутыми извещателями (рис. 4) и шлейф только с нормально разомкнутыми извещателями (рис. 5) с определением сработки двух извещателей, иногда еще допускается комбинированный шлейф с различными типами извещателей, но с определением сработки только одного извещателя и с минимальным током извещателей в дежурном режиме. В этом случае для шлейфа с активными извещателями, при тех же исходных параметрах ППКП, «ток обрыва» не должен попадать в область, отведенную для тока дежурного режима, и с учетом тока утечки максимальный ток потребления активных извещателей мог бы быть увеличен примерно до 1,5 мА. Однако граница между режимами «Пожар 1» и «Пожар 2» составляет всего лишь 1 мА, и чтобы при сработке одного извещателя формировался сигнал «Пожар 1», а не «Пожар 2», ток извещателей должен быть, соответственно, менее 1 мА.

В комбинированном шлейфе обычно выбирается примерно двойная величина балластного сопротивления, например, $R_{\text{бал}} = 10 \text{ кОм}$, и в два раза меньшее дополнительное сопротивление, соответственно, увеличивается дельта между током дежурного режима и режима «Пожар» при сработке нормально замкнутого извещателя (табл. 2), однако «ток обрыва» остается тем же, что и в примере 1, следовательно, ток активных извещателей также должен быть менее 0,5 мА.

Иногда встречается рекомендация компенсировать ток потребления активных извещателей путем увеличения окон-

ечного резистора. Очевидно, в комбинированном шлейфе при токе шлейфа в режиме «Пожар» от извещателя на размыкание порядка 1 мА ни о каких компенсациях речи быть не может. В шлейфе с дымовыми извещателями компенсация повышения тока большого числа извещателей за счет снижения тока оконечного резистора позволяет «уложиться» в пороги дежурного режима и режимов «Пожар 1», «Пожар 2», но если при этом возникает превышение «тока обрыва», прибор не обнаружит обрыв шлейфа.

ПРИМЕР № 3

Изменим параметры шлейфа, для повышения тока дежурного режима увеличим максимальное напряжение шлейфа $U_{\text{ХХ}}$ до 26 В, оконечный резистор зададим $3,9 \text{ кОм} \pm 5\%$, а токоограничивающий резистор шлейфа $R_{\text{ППКП}}$ возьмем $1,2 \text{ кОм}$. При этом номинальный ток шлейфа в дежурном режиме увеличится до 5,1 мА. Ток короткого замыкания шлейфа будет менее 22 мА, что обеспечивает возможность подключения извещателей без токоограничивающих резисторов. Для формирования сигналов «Пожар 1, 2» извещатели с нормально разомкнутыми контактами включаем в шлейф с дополнительными резисторами $2,7 \text{ кОм} \pm 5\%$, извещатели с нормально замкнутыми контактами с балластными резисторами $2,2 \text{ кОм} \pm 5\%$. Максимальное сопротивление кабеля шлейфа и минимальное сопротивление утечки оставим те же, что и в первых двух примерах $R_{\text{КАБ}} = 220 \text{ Ом}$, $R_{\text{УТ}} = 50 \text{ кОм}$. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Снижение примерно в 2 раза номинала оконечного резистора определило значительно меньшее влияние на величину сопротивления шлейфа параллельно-

го подключения сопротивления утечки кабеля, но, соответственно, увеличилось влияние последовательно включенного сопротивления кабеля. Определим «ток обрыва шлейфа» для этого случая. Минимальный ток дежурного режима равен 4,71 мА, вроде бы позволяет предположить больший ток потребления извещателей, по сравнению с рассмотренными ранее примерами, однако здесь появляется другое ограничение. Максимальный ток дежурного режима без учета токопотребления активных извещателей может достигать 5,59 мА, а минимальный ток шлейфа при сработке первого извещателя 6,91 мА. Следовательно, чтобы не возникли ложные сигналы «Пожар 1» в дежурном режиме, максимальный ток извещателей должен быть менее 1 мА. С другой стороны, здесь необходимо отметить, что максимальный ток шлейфа в режиме «Пожар 1» равен 9,73 мА, а минимальный ток шлейфа в режиме «Пожар 2» равен 8,8 мА (табл. 3), т.е. в данном примере возможно формирование ложного сигнала «Пожар 2» при сработке одного извещателя, либо при сработке второго извещателя прибор может оставаться в режиме «Пожар 1». Области режимов «Пожар 1» и «Пожар 2» пересекаются, что не позволяет корректно выбрать пороги даже при отсутствии токопотребляющих извещателей. Для шлейфа с нормально замкнутыми извещателями области режимов «Пожар 1» и «Пожар 2» хотя и не пересекаются, но их границы практически совпадают.

Кроме того, при оценке стабильности работы прибора следует также учитывать нестабильность параметров приборов, температурные уходы порогов, дрейф в процессе старения и т.д. Очевидно, что сложность построения двухпороговых приборов

определила разработку ППКП с адаптивными порогами, что позволяет в какой-то мере учесть исходные параметры каждого шлейфа. Однако возможности автокомпенсации ограничены и не все можно скомпенсировать, например, разброс номиналов резисторов $R_{доп}$ и $R_{Бал}$ у каждого извещателя, сопротивление кабеля и сопротивление утечки кабеля имеют распределенный характер и их влияние зависит от расположения извещателя в шлейфе. В наилучшем случае можно обеспечить номинальные параметры шлейфа, которые приведены в таблицах 1-3.

В заключение еще раз необходимо отметить, что в документации на ППКП обычно приводятся только диапазоны сопротивления шлейфа для различных режимов, несмотря на то, что в п. 7.2.1.5 ГОСТ Р 53325-2009 указано, что «ППКП должны иметь следующие показатели назначения, численные значения которых приводятся в технической документации (ТД) на ППКП конкретного типа: – диапазоны тока в неадресном шлейфе сигнализации, в том числе максимальный ток питания извещателей, при котором ППКП регистрирует все предусмотренные виды извещений». Отсутствие в документации информации о режимах ППКП в зависимости от тока шлейфа не по-

зволяет корректно определить допустимый ток извещателей в дежурном режиме и оценить совместимость прибора с пожарными извещателями различного типа, особенно с дымовыми пожарными извещателями с нелинейной вольт-амперной характеристикой, но это тема отдельной статьи.

На практике для проверки обеспечения «тока обрыва шлейфа» можно рекомендовать достаточно простой способ: отключить последний пожарный извещатель, в базе которого установлен оконечный резистор, и проконтролировать формирование сигнала «Неисправность» на ППКП. Если сигнал «Неисправность» отсутствует или формируется сигнал «Пожар», значит, ток дежурного режима извещателей превышает «ток обрыва шлейфа». В этом случае необходимо по одному отключать извещатели до появления сигнала «Неисправность». После этого отключить еще несколько извещателей для обеспечения технологического запаса, а базы снятых извещателей подключить к дополнительному шлейфу или к дополнительным шлейфам, если количество снятых извещателей больше чем число оставшихся извещателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неплохов И.
Классификация неадресных шлейфов, или Почему за рубежом нет двухпороговых приборов // «Алгоритм безопасности», № 3, 2008.
2. Баканов В.
Ключ к системам пожарной сигнализации высокой надежности // SECURITY.UA, № 2, 2010.
3. Пинаев А., Никольский М.
Оценка качества и надежности неадресных приборов пожарной сигнализации // «Алгоритм безопасности», № 6, 2007.

ЛУЧШИЙ КАБЕЛЬ ДЛЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ



ПАРИТЕТ
ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДОМ



ПРОИЗВОДСТВО КАБЕЛЯ

Кабели с повышенными требованиями по пожарной безопасности:

КСРЭВ нг(A)-FRLS - самый огнестойкий кабель!
Работает в огне до 180 мин.
ФЗ №123 статья 82 п.2 требование выполнено!

КСВВ нг(A)-LS - не распространяет горение в пучках.

КСВВ - не распространяет горение при одиночной прокладке

Наши клиенты - вся страна
Мы профессионалы на рынке безопасности!

www.paritet-podolsk.ru
paritet@podolsk.ru
т/ф. (495) 926-22-69 (многокан.)
(4967) 65-05-25, 67-48-58.