

А.Н. Членов, Т.А. Буцынская
МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ПРИЁМНО-КОНТРОЛЬНОГО ПРИБОРА
В СИСТЕМЕ ТРЕВОЖНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

В статье изложены инженерные методики расчета основных параметров приёмно-контрольного прибора в системах охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации: сопротивления шлейфа сигнализации и допустимого количества подключаемых извещателей различного вида, а также параметров резервного источника электропитания.

При проектировании и эксплуатации системы тревожной сигнализации возникает практически важная задача расчета параметров шлейфа сигнализации и электропитания. Соответствие этих параметров требуемым в нормативно-технической документации непосредственно влияет на эксплуатационную надёжность системы охранной, пожарной или охранно-пожарной сигнализации. Рассмотрим методику расчета некоторых важных параметров.

Расчет сопротивления шлейфа сигнализации и допустимого количества подключаемых извещателей с электрическими контактами на выходе

Допустимое количество включаемых в шлейф сигнализации электроконтактных извещателей определяется из условия сохранения суммарного сопротивления шлейфа сигнализации ниже установленного предельного значения. Входное сопротивление шлейфа, нагруженного на резистор, определяется по формуле:

$$R_{\text{вх}} = R_{\text{д}} + R_{\text{изв}} + R_{\text{пр}} + R_{\text{ок}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{вх}}$ - входное сопротивление шлейфа сигнализации; $R_{\text{д}}$ - дополнительное сопротивление, определяемое переходным сопротивлением контактов в местах электрических соединений участков шлейфа, а также сопротивлением контактов в местах подключения извещателей; $R_{\text{изв}}$ - переходное сопротивление выходных цепей извещателя; $R_{\text{пр}}$ - сопротивление проводников шлейфа сигнализации; $R_{\text{ок}}$ - сопротивление конечного элемента.

Сопротивление шлейфа сигнализации $R_{\text{ш}}$, без учёта сопротивления конечного элемента, определяется по формуле:

$$R_{\text{ш}} = R_{\text{вх}} - R_{\text{ок}} = R_{\text{д}} + R_{\text{изв}} + R_{\text{пр}}. \quad (2)$$

Фактическое сопротивление шлейфа сигнализации $R_{\text{ш}}$ должно удовлетворять условию:

$$R_{\text{ш}} \geq R_{\text{шд}}, \quad (3)$$

где $R_{шд}$ – максимальное допустимое сопротивление шлейфа сигнализации.

Значения сопротивлений $R_{шд}$ и $R_{ок}$ указываются в технической документации на ПКП.

$$R_{изв} = R_{изв i} N_{пи}, \quad (4)$$

где $R_{изв i}$ – переходное сопротивления выходных цепей одного извещателя; $N_{пи}$ – общее количество извещателей, включаемых в шлейф.

Для одного извещателя, использующего в чувствительном элементе спаянный (сварной) контакт или сухие электрические контакты (в том числе герметизированные), максимальное значение $R_{изв i}$ может быть принято 0,15 Ом.

Дополнительное сопротивление R_d определяется по формуле:

$$R_d = R_{д i} N_{пи} K_{см}, \quad (5)$$

где $R_{д i}$ – максимальное значение дополнительного переходного сопротивления контактов в местах электрических соединений каждого из участков шлейфа, значение $R_{д i}$ может быть принято 0,1 Ом; $N_{пи}$ – общее количество ПИ, включаемых в шлейф; $K_{см}$ – коэффициент сложности монтажа, учитывающий количество электрических соединений участков шлейфа. Значение $K_{см}$ для большинства систем находится в пределах 1,05-1,5. Для системы пожарной сигнализации средней сложности приближенно может быть принято $K_{см} = 1,2$.

Сопротивление двух проводников шлейфа сигнализации $R_{пр}$ определяется по формуле

$$R_{пр} = \frac{2 \rho l}{S}, \quad (6)$$

где ρ – удельное сопротивление материала токопроводящей жилы; для меди $\rho = 1,72 \cdot 10^{-3}$ Ом·см; l – длина шлейфа, м; S – поперечное сечение токопроводящей жилы, мм².

Значение сопротивления $R_{пр}$ двух медных проводников шлейфа в зависимости от диаметра жилы и длины приведено в табл. 4.1.

Из выражений (2), (3) с учётом (4)-(6) максимальное количество извещателей, включаемое в шлейф сигнализации, может быть определено по следующей формуле:

$$N_{пи} \leq \frac{R_{шд} - \frac{2 \cdot \rho \cdot l}{S}}{R_{д i} K_{см} + R_{изв i}}. \quad (7)$$

Расчет допустимого количества подключаемых в шлейф сигнализации активных (энергопотребляющих) извещателей

Расчет проводится из условия соответствия токовой нагрузки в двухпроводном шлейфе сигнализации приёмно-контрольного прибора требуемым техническим условиям. Завышенное значение нагрузки может привести к неустойчивой работе прибора или полной потере его работоспособности.

Значение токовой нагрузки шлейфа с подключенным оконечным элементом и пожарными энергопотребляющими извещателями различных видов определяется по формуле

$$I_{\text{нагр}} = \sum_{i=1}^n I_i N_{\text{пн}i} \quad (8)$$

Условие соответствия:

$$Q I_{\text{н}} \leq I_{\text{н.доп}}, \quad (9)$$

где $I_{\text{н.доп}}$ - максимальное допустимое значение тока потребления всеми установленными в шлейф сигнализации извещателями (указывается в технической документации на прибор приёмно-контрольный); Q - коэффициент, учитывающий воздействие помех, а также переходные процессы в шлейфе; $Q \leq (0,7 - 0,8)$.

Таким образом, допустимое количество пожарных (энергопотребляющих) извещателей k -го типа, включаемых в шлейф сигнализации при установленном количестве извещателей других типов, может быть определено по формуле

$$N_k \leq \frac{I_{\text{н.доп}} - \sum_{i=1}^n I_i N_{\text{пн}i}}{I_k}, \quad (10)$$

где n - общее количество всех видов энергопотребляющих извещателей, включаемых в шлейф сигнализации; k - индекс типа извещателя.

Если в шлейф сигнализации включаются извещатели одного k -го типа, то

$$N_k \leq \frac{I_{\text{н.доп}}}{I_k}. \quad (11)$$

При дробном значении результата N_k выбирается как ближайшее меньшее целое.

Электрическое сопротивление двух медных проводников шлейфа в зависимости от диаметра жилы и длины

Длина, м	Диаметр, мм (сечение, мм ²)						
	1,2 (0,94)	1 (0,79)	0,7 (0,55)	0,5 (0,39)	0,4 (0,31)	0,32 (0,25)	0,2 (0,16)
50	1,5	2,2	4,5	8,9	13,9	21,8	55,7
100	3,1	4,5	9,1	17,8	27,9	43,5	111,4
150	4,6	6,7	13,6	26,7	41,8	65,3	167,1
200	6,2	8,9	18,2	35,7	55,7	87,0	222,8
250	7,7	11,1	22,7	44,6	69,6	108,8	278,5
300	9,3	13,4	27,3	53,5	83,6	130,6	334,2
350	10,8	15,6	31,8	62,4	97,5	152,3	389,9
400	12,4	17,8	36,4	71,3	111,4	174,1	445,6
450	13,9	20,1	40,9	80,2	125,3	195,8	501,3
500	15,5	22,3	45,5	89,1	139,3	217,6	557,0
550	17,0	24,5	50,0	98,0	153,2	239,4	612,7
600	18,6	26,7	54,6	107,0	167,1	261,1	668,5
650	20,1	29,0	59,1	115,9	181,0	282,9	724,2
700	21,7	31,2	63,7	124,8	195,0	304,6	779,9
750	23,2	33,4	68,2	133,7	208,9	326,4	835,6
800	24,8	35,7	72,8	142,6	222,8	348,2	891,3
850	26,3	37,9	77,3	151,5	236,7	369,9	947,0
900	27,9	40,1	81,9	160,4	250,7	391,7	1002,7
950	29,4	42,3	86,4	169,3	264,6	413,4	1058,4
1000	30,9	44,6	90,9	178,3	278,5	435,2	1114,1

Расчет параметров резервного источника электропитания

Ток потребления системы $I_{п.д}$ от резервного источника питания в дежурном режиме:

$$I_{п.д} = I_{н.д} + K \sum_{j=1}^r I_{шj}, \quad (12)$$

где $I_{н.д}$ – начальный ток приёмно-контрольного прибора в дежурном режиме; $I_{шj}$ – ток, протекающий в j -ом шлейфе сигнализации; r – количество используемых шлейфов сигнализации; K – коэффициент преобразования, $K = 2$.

$$I_{шj} = I_{ншj} + I_{нагршj}, \quad (13)$$

где $I_{ншj}$ – начальный ток в шлейфе без извещателей с подключенным оконечным элементом; $I_{нагршj}$ – ток нагрузки шлейфа с пожарными энергопотребляющими извещателями различных видов (определяется по формуле (8)).

Ток потребления системы в режиме "Пожар" $I_{п.п}$ (при включении устройств пожарной автоматики):

$$I_{п.п} = I_{н.д} + K \left(\sum_{j=1}^r I_{шj} + \sum_{z=1}^s I_{аз} \right), \quad (14)$$

где $I_{аз}$ – ток потребления z -й линии пуска пожарной автоматики; s – общее количество линий пуска.

Время работы системы пожарной сигнализации T в автономном режиме (от резервного источника постоянного тока – аккумулятора) определяется с помощью выражений:

$$\text{в дежурном режиме} \quad T = M \frac{C}{I_{п.д}}; \quad (15)$$

$$\text{в режиме "Пожар"} \quad T = M \frac{C}{I_{п.п}}, \quad (16)$$

где C – ёмкость аккумуляторной батареи; M – поправочный коэффициент: $M = 1,1$ при $C / I_{п.д. (п.п)} > 10$; $M = 1$ при $10 > C / I_{п.д. (п.п)}$; $M = 0,75$ при $4 > C / I_{п.д. (п.п)} > 1$; $M = 0,5$ при $C / I_{п.д. (п.п)} < 1$.

Ёмкость аккумуляторной батареи должна соответствовать условию длительности работы системы пожарной сигнализации в дежурном режиме не менее 24 часов, в режиме "Пожар" – не менее 3 часов. Длительность работы ПКП системы охранной сигнализации при пропадании напряжения сети должна быть не менее 4 часов [4].

Литература

1. Кирюхина Г.Г., Членов А.Н., Буцынская Т.А. Электронные системы безопасности. Учебное пособие. – М.: НОУ "Такир", 2006. – 288 с.
2. Бабуров В.П., Бабурин В.В., Смирнов В.И., Фомин В.И., Членов А.Н. Лабораторный практикум по курсу "Производственная и пожарная автоматика" Часть II. "Пожарная сигнализация" (учебное пособие). – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 36 с.