

УДК 614.84

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОГО РЕСУРСОВ СПЛИТ-СИСТЕМ С МОДУЛЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРОННОЙ ЗАЩИТЫ

Кулягин И.А.

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону,
e-mail: kulyagin994@mail.ru*

В статье рассматриваются проблемы пожарной безопасности электроприборов, в частности сплит-систем. В данной работе проведен сравнительный анализ обычной сплит-системы и сплит-системы, включающей в себя модуль термоэлектронной защиты. Проведено сравнение эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов для сплит-систем. Приведены расчетные таблицы эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов. Показано, что единственным прибором в комплекте сплит-систем, не нуждающимся в применении модуля термоэлектронной защиты, является пульт управления. Также показано, что без модуля термоэлектронной защиты прибор быстро становится опасным. В результате расчетов выяснилось, что в случае применения модуля термоэлектронной защиты, эксплуатационный ресурс незначительно уменьшается, а пожаробезопасный намного увеличивается. Принципиально новым является придание сплит-системе такого качества, как пожаробезопасность с помощью модуля термоэлектронной защиты.

Ключевые слова: надежность, технический ресурс, пожарная безопасность, пожаробезопасный ресурс, интеллектуализация, диагностика загораний

THE ANALYSIS OF OPERATIONAL AND FIREPROOF RESOURCES A SPLIT SYSTEMS WITH THE MODULE OF THERMIONIC PROTECTION

Kulyagin I.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: kulyagin994@mail.ru

The article deals with the fire safety of electrical appliances, in particular split systems. In this paper, a comparative analysis of an ordinary split-system and a split-system including a thermionic protection module is carried out. Comparison of operational and fire-safe resources for split systems is made. Calculated tables of operational and fire-safe resources are given. It is shown that the control panel is the only device in the set of split systems that do not require the use of a thermionic protection module. It is also shown that without a thermionic protection module, the device quickly becomes dangerous. As a result of the calculations it was found out that in the case of using the thermionic protection module, the service life is slightly reduced, while the fireproof one is much increased. Fundamentally new is to make the split system of such quality as fire safety with the help of a thermionic protection module.

Keywords: reliability, technical resource, fire safety, fireproof resource, intellectualization, diagnostics of tanning

В настоящее время сплит-системы есть практически в каждом доме или квартире (рис. 1). Без них сложно представить комфортную квартиру, особенно в летнее время. Но, как и любые электрические приборы, сплит-системы представляют опасность

при их использовании. Электроприборы в целом, по данным сайта МЧС России, являются причиной около 27% пожаров. Большинство электроприборов не соответствуют ГОСТ 12.1-04 и их пожаробезопасный ресурс в разы ниже требуемого [4].



Рис. 1. Сплит-системы на жилых домах

Расчеты эксплуатационного и пожаро-безопасного ресурсов для внутреннего блока (рис. 2), внешнего блока (рис. 3) и пульта управления (рис. 4) показали, что действительно пожаробезопасным является лишь пульт управления. Расчеты для внутреннего

блока, внешнего блока и пульта управления проводили отдельно, так как они находятся в разных корпусах. Для расчетов брались данные из руководства по эксплуатации сплит-системы Samsung RAC (AQV 09 12 VBCN).

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выв.- дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме-ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры- ва	Про- боя	Воспла- менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.внутр блок, в т.ч.:	275,67	0,60	35	125		9,49E-06	5,29E-08	2,25E-06				4,64E-04	1,96E-02	1,18E-06
Вентилятор	306,5	0,80	2	1	2,25E-06	5,51E-07	8,08E-09	4,41E-07	0,500	0,100	0,300	7,1E-05	3,9E-03	2,73E-07
диод	256,3	0,35	2	16	2,10E-07	2,92E-06	1,68E-08	2,54E-07	0,047	0,264	0,040	1,47E-04	2,22E-03	3,27E-07
резистор	253,0	0,55	2	58	4,50E-08	1,08E-06	1,87E-09	2,92E-08	0,027	0,192	0,000	1,64E-05	2,56E-04	4,20E-09
транзистор	316,1	0,35	3	11	8,40E-07	2,56E-06	4,20E-09	7,87E-07	0,077	0,227	0,230	3,68E-05	6,88E-03	2,53E-07
конденсатор	224,3	0,60	2	33	5,20E-08	7,06E-07	4,57E-09	1,45E-07	0,130	0,000	0,075	4,01E-05	1,27E-03	5,08E-08
оптрон	256,3	0,35	2	4	2,10E-07	7,30E-07	4,20E-09	6,35E-08	0,047	0,264	0,040	3,68E-05	5,56E-04	2,05E-08
дроссель	316,1	0,80	8	1	1,00E-06	2,48E-07	2,27E-09	1,98E-07	0,500	0,100	0,300	1,99E-05	1,7E-03	3,46E-08
микросхема	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	4,87E-06	9,94E-05	4,84E-10
Провода	232,5	0,65	1	12	1,50E-08	6,60E-08	9,41E-10	1,27E-08	0,192	0,027	0,000	8,25E-06	1,11E-04	9,16E-10
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	125	2,00E-08	6,06E-07	9,40E-09	3,03E-07	0,400	0,400	0,100	8,24E-05	2,65E-03	2,19E-07
В среднем по вн бл:	275,67			125		9,49E-06								1,18E-06
Стандартное отклонение						1,00E-06								1,3E-07
Безотказность / пожарная устойчивость:							0,91210900						0,99999869	
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						10,87	- : -	13,43				0,7622	- : -	0,9470

Рис. 2. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов внутреннего блока сплит-системы без модуля термозащиты

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе					
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выв.- дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме-ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры- ва	Про- боя	Воспла- менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.внешний бл, в т.ч.:	257,93			182		1,40E-05	1,78E-07	3,62E-06				1,56E-03	3,16E-02	1,91E-05
Вентилятор	306,5	0,80	2	1	2,25E-06	5,51E-07	8,08E-09	4,41E-07	0,500	0,100	0,300	7,08E-05	3,8E-03	2,73E-07
Компрессор	375,0	0,60	2	1	2,00E-07	9,66E-08	2,41E-09	4,83E-08	0,500	0,150	0,000	2,11E-05	4,23E-04	8,93E-09
Резистор 86	253,0	0,55	2	86	4,50E-08	1,61E-06	2,77E-09	4,34E-08	0,027	0,192	0,000	2,43E-05	3,80E-04	9,24E-09
Конденсатор 63	224,3	0,60	2	63	5,20E-08	1,70E-06	1,10E-08	3,48E-07	0,130	0,000	0,075	9,62E-05	3,04E-03	2,93E-07
Транзистор 7	316,1	0,35	3	7	8,40E-07	1,63E-06	2,67E-09	5,01E-07	0,077	0,227	0,230	2,34E-05	4,38E-03	1,03E-07
Диод 13	256,3	0,35	2	13	2,10E-07	2,37E-06	1,36E-08	2,06E-07	0,047	0,264	0,040	1,20E-04	1,81E-03	2,16E-07
позистор 7	507,8	0,65	5	7	1,25E-06	1,64E-06	2,34E-10	1,56E-07	0,095	0,000	0,000	2,05E-06	1,36E-03	2,80E-09
реле	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,73E-07	3,89E-11	2,59E-08	0,095	0,000	0,000	3,41E-07	2,27E-04	7,75E-11
оптрон	256,3	0,35	2	3	2,10E-07	5,47E-07	3,15E-09	4,76E-08	0,047	0,264	0,040	2,76E-05	4,17E-04	1,15E-08
Провода	232,5	0,65	1	7	1,50E-08	3,85E-08	5,49E-10	7,39E-09	0,192	0,027	0,000	4,81E-06	6,48E-05	3,12E-10
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	405	2,00E-08	3,59E-06	1,33E-07	1,79E-06	0,400	0,400	0,100	1,17E-03	1,56E-02	1,82E-05
В среднем:				182		1,40E-05								1,91E-05
Стандартное отклонение						1,10E-06								5,5E-06
Безотказность / пожарная устойчивость:							0,87574670						0,99997541	
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						7,54	- : -	8,82				0,0407	- : -	0,0732

Рис. 3. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов внешнего блока сплит-системы без модуля термозащиты

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе						
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выво- дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме- ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры- ва	Про- боя	Воспла- менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2. пульт, в т.ч.:	252,72			29		3,25E-06	2,76E-08	5,35E-07				2,42E-04	4,68E-03	3,68E-07	
диод	256,3	0,35	2	11	2,10E-07	2,01E-06	1,15E-08	1,75E-07	0,047	0,264	0,040	1,01E-04	1,53E-03	1,55E-07	
резистор	253,0	0,55	2	4	4,50E-08	7,47E-08	1,29E-10	2,02E-09	0,027	0,192	0,000	1,13E-06	1,77E-05	2,00E-11	
транзистор	316,1	0,35	3	1	8,40E-07	2,33E-07	3,82E-10	7,16E-08	0,077	0,227	0,230	3,35E-06	6,27E-04	2,10E-09	
конденсатор	224,3	0,60	2	3	5,20E-08	6,42E-08	4,16E-10	1,32E-08	0,130	0,000	0,075	3,64E-06	1,15E-04	4,20E-10	
оптрон	256,3	0,35	2	2	2,10E-07	3,65E-07	2,10E-09	3,17E-08	0,047	0,264	0,040	1,84E-05	2,78E-04	5,12E-09	
микросхема	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	4,87E-06	9,94E-05	4,84E-10	
Провода	232,5	0,65	1	7	1,50E-08	3,85E-08	5,49E-10	7,39E-09	0,192	0,027	0,000	4,81E-06	6,48E-05	3,12E-10	
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	71	2,00E-08	4,45E-07	1,20E-08	2,23E-07	0,400	0,400	0,100	1,05E-04	1,95E-03	2,04E-07	
В среднем:	252,72			29		3,25E-06								3,68E-07	
Стандартное отклонение						6,66E-07								8,35E-08	
Безотказность / пожарная устойчивость:						0,99417762			0,99999955						
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						29,16	-:-	44,21				2,2166	-:-	3,5205	

Рис. 4. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов пульта управления

Для сокращения ущерба от пожаров необходимо повышать безопасность самой сплит-системы. Практика эксплуатации, а также анализ результатов испытаний, проведенных НИИ и предприятиями-производителями электроприборов[1], говорят о том, что главными причинами возгорания являются схемотехнические и конструкторские ошибки, несовершенство технологии производства узлов и модулей, применение материалов с неудовлетворительными тепловыми, электрофизическими и другими параметрами. Для этого мы предлагаем исключить возможность загорания при помощи модулей термозащиты[5]. Используя их, мы

получим совершенно другие результаты. Модуль термозащиты защищает прибор от воспламенения, что в разы увеличивает пожаробезопасный ресурс[3]. Использование модуля термозащиты сделает прибор соответствующим ГОСТ 12.1–04.

Ниже приведены расчеты для внутреннего (рис. 5) и внешнего (рис. 6) блока сплит-системы. Расчеты для пульта управления нет, так как он удовлетворяет требованиям безопасности. Безопасность сплит-системы связана с частью отказов, частота которых на 1 или 2 порядка ниже средних значений параметрических отказов и обуславливается схемотехническими и конструкторскими решениями [2].

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе				Вероятность в группе						
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выво- дов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла ме- ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры- ва	Про- боя	Воспла- менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1.внутр блок, в т.ч.:	283,23			126		9,37E-06						2,3E-06		5,2E-09	
Вентилятор	306,5	0,80	2	2	2,25E-06	1,10E-06	1,01E-08	8,82E-07	0,500	0,100	0,300	6,62E-07	7,70E-03	5,10E-09	
диод	256,3	0,35	2	16	2,10E-07	2,92E-06	1,68E-08	2,54E-07	0,047	0,264	0,040	1,10E-06	2,22E-03	2,45E-09	
резистор	253,0	0,55	2	58	4,50E-08	1,08E-06	1,87E-09	2,92E-08	0,027	0,192	0,000	1,23E-07	2,56E-04	3,14E-11	
транзистор	316,1	0,35	3	11	8,40E-07	2,56E-06	4,20E-09	7,87E-07	0,077	0,227	0,230	2,76E-07	6,88E-03	1,90E-09	
конденсатор	224,3	0,60	2	33	5,20E-08	7,06E-07	4,57E-09	1,45E-07	0,130	0,000	0,075	3,00E-07	1,27E-03	3,80E-10	
оптрон	256,3	0,35	2	4	2,10E-07	7,30E-07	4,20E-09	6,35E-08	0,047	0,264	0,040	2,75E-07	5,56E-04	1,53E-10	
дрессель	316,1	0,80	8	1	1,00E-06	2,48E-07	2,27E-09	1,98E-07	0,500	0,100	0,300	1,49E-07	1,7E-03	2,59E-10	
микросхема	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	3,64E-08	9,94E-05	3,62E-12	
Модуль термозащиты МТ-2, в т.ч.:				12		8,57E-07						1,53E-07		1,67E-11	
- микросхемы	368,7	0,85	14	1	1,30E-08	1,92E-08	5,56E-10	1,13E-08	0,370	0,240	0,220	3,64E-08	9,94E-05	3,62E-12	
- тиристоры	507,8	0,35	3	1	5,00E-07	1,18E-07	3,36E-10	1,02E-08	0,047	0,264	0,040	2,21E-08	8,97E-05	1,98E-12	
- стабилитроны	256,3	0,35	2	1	2,10E-07	1,82E-07	1,05E-09	1,59E-08	0,047	0,264	0,040	6,89E-08	1,39E-04	9,58E-12	
- резисторы	253,0	0,55	2	5	4,50E-08	9,34E-08	1,61E-10	2,52E-09	0,027	0,192	0,000	1,06E-08	2,21E-05	2,34E-13	
- конденсаторы	224,3	0,60	2	2	5,20E-08	2,18E-08	1,41E-10	4,48E-09	0,130	0,000	0,075	9,27E-09	3,92E-05	3,63E-13	
- разъемы	358,2	0,65	4	1	1,00E-06	1,90E-07	5,20E-11	1,81E-09	0,095	0,000	0,000	3,41E-09	1,58E-04	5,40E-13	
- позистор	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,32E-07	3,31E-11	2,20E-08	0,095	0,000	0,000	2,17E-09	1,93E-04	4,20E-13	
Провода	232,5	0,65	1	12	1,50E-08	6,60E-08	9,41E-10	1,27E-08	0,192	0,027	0,000	6,17E-08	1,11E-04	6,85E-12	
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	331	2,00E-08	1,60E-06	2,49E-08	8,02E-07	0,400	0,400	0,100	1,63E-06	7,01E-03	1,14E-08	
В среднем по вн бл:				150		1,19E-05						4,11E-06		1,66E-08	
Стандартное отклонение						8,96E-07								2,79E-09	
Безотказность / пожарная устойчивость:						0,89389739			0,99999998						
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						8,92	-:-	10,37				51,5	-:-	72,2	

Рис. 5. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов внутреннего блока сплит-системы с модулем термозащиты

Наименование изделия, блока, класса и типа ЭРЭ	Ср. значения в изделии				Ср. интенсивность в группе					Вероятность в группе				
	Темп-ра восплам.	Рек. нагр.	Выводов	Кол-во ЭРЭ	Отказов номин.	Отказов фактич.	Воспла-ме-ния	Пож.опас. отказов	Кор. замык.	Обры-ва	Про-бо-я	Воспла-менения	Распр-я огня	Пожара ЭРЭ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I.внешний бл, в т.ч.:	287,48			182		1,04E-05						3,80E-06		2,02E-07
Вентилятор	306,5	0,80	2	1	2,25E-06	5,51E-07	5,05E-09	4,41E-07	0,500	0,100	0,300	4,68E-07	3,86E-03	1,81E-09
Компрессор	375,0	0,60	2	1	2,00E-07	9,66E-08	2,41E-09	4,83E-08	0,500	0,150	0,000	2,23E-07	4,23E-04	9,45E-11
Резистор 86	253,0	0,55	2	86	4,50E-08	1,61E-06	2,77E-09	4,34E-08	0,027	0,192	0,000	2,57E-07	3,80E-04	9,78E-11
Конденсатор 63	224,3	0,60	2	63	5,20E-08	1,70E-06	1,10E-08	3,48E-07	0,130	0,000	0,075	1,02E-06	3,04E-03	3,10E-09
Транзистор 7	316,1	0,35	3	7	8,40E-07	1,63E-06	2,67E-09	5,01E-07	0,077	0,227	0,230	2,48E-07	4,38E-03	1,09E-09
Диод 13	256,3	0,35	2	13	2,10E-07	2,37E-06	1,36E-08	2,06E-07	0,047	0,264	0,040	1,27E-06	1,81E-03	2,29E-09
позистор 7	507,8	0,65	5	7	1,25E-06	1,64E-06	2,34E-10	1,56E-07	0,095	0,000	0,000	2,17E-08	1,36E-03	2,96E-11
реле	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,73E-07	3,89E-11	2,59E-08	0,095	0,000	0,000	3,61E-09	2,27E-04	8,21E-13
оптрон	256,3	0,35	2	3	2,10E-07	5,47E-07	3,15E-09	4,76E-08	0,047	0,264	0,040	2,92E-07	4,17E-04	1,22E-10
Модуль термозащиты МТ-1, в т.ч.:				13		1,21E-06						2,07E-07		1,05E-10
- транзисторы	316,1	0,35	3	2	8,40E-07	4,66E-07	7,64E-10	1,43E-07	0,077	0,227	0,230	7,09E-08	1,25E-03	8,89E-11
- стабилитроны	256,3	0,35	2	1	2,10E-07	1,82E-07	1,05E-09	1,59E-08	0,047	0,264	0,040	9,74E-08	1,39E-04	1,36E-11
- резисторы	253,0	0,55	2	7	4,50E-08	1,31E-07	2,26E-10	3,53E-09	0,027	0,192	0,000	2,09E-08	3,09E-05	6,48E-13
- конденсаторы	224,3	0,60	2	1	5,20E-08	1,09E-08	7,06E-11	2,24E-09	0,130	0,000	0,075	6,56E-09	1,96E-05	1,29E-13
- разъемы	358,2	0,65	4	1	1,00E-06	1,90E-07	5,20E-11	1,81E-08	0,095	0,000	0,000	4,83E-09	1,58E-04	7,64E-13
- реле	507,8	0,65	5	1	1,25E-06	2,34E-07	6,39E-11	2,22E-08	0,095	0,000	0,000	5,93E-09	1,95E-04	1,15E-12
Провода	232,5	0,65	1	7	1,50E-08	3,85E-08	5,49E-10	7,39E-09	0,192	0,027	0,000	5,09E-08	6,48E-05	3,30E-12
Монтажные соединения(пайки)	274,6	0,65	1	405	2,00E-08	3,59E-06	1,33E-07	1,79E-06	0,400	0,400	0,100	1,24E-05	1,56E-02	1,93E-07
В среднем:				202		1,53E-05								3,94E-07
Стандартное отклонение						9,93E-07								4,81E-08
Безотказность / пожарная устойчивость:						0,86728008						0,99999956		
Технический / пожаро-безопасный ресурс, лет:						7,02	- : -	8,00				2,2598	- : -	2,8872

Рис. 6. Расчетная таблица эксплуатационного и пожаробезопасного ресурсов внешнего блока сплит-системы с модулем термозащиты

Исходя из полученных данных, можно отметить, что при совершенно небольшом снижении эксплуатационного ресурса мы получаем в разы больший пожаробезопасный ресурс, что делает их соизмеримым [5]. Для внутреннего блока получаем, что технический ресурс уменьшился с 13 до 10 лет, а пожаробезопасный увеличился с 9 месяцев до 60 лет. Для внешнего блока технический уменьшился с 8 до 7,5 лет, а пожаробезопасный увеличился с 3 недель до 2,5 лет. Также, данные таблицы наглядно показывают преимущества использования модулей термозащиты [1]

Список литературы

1. Белозеров В.В. Методика оценки пожарной опасности и надежности холодильников-морозильников «STINOL» / отчет о НИР № б/н от 14.01.2000 (ЗАО «СТИНОЛЬ») – URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23428114>.
2. Белозеров В.В., Тетерин И.М., Топольский Н.Г. Модульные системы безопасности электроприборов // Технологии техноферной безопасности. – 2005. – № 4. – С. 3.
3. Белозеров В.В., Гапкало Н.И. «Интеллектуализация» бытовых электроприборов // Строительство-2008: Материалы между. науч.-практ. конф. – Ростов н/Д: РГСУ, 2008. – С. 263–267.
4. Белозеров В.В. Методы, модели и средства автоматизации управления техноферной безопасностью: дисс.... доктора технических наук / Академия государственной противопожарной службы. – М/, 2013 – URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23454553/>.
5. Белозеров В.В. Синергетика безопасной жизнедеятельности. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2015. – 420 с. – URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=23669678>.