

ходов теплоты и топлива при сушке зерна и семян. Эффективность энергосберегающих мероприятий заметно снижается при повышении КПД зерносушилок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цубанов, А.Г. К вопросу энергосбережения в конвективных зерносушилках / А.Г. Цубанов, А.Л. Сиянков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №3, 2009. – с.22-27.
2. Сиянков, А.Л. Энергосбережение в конвективных зерносушилках путем рециркуляции сушильного агента /А.Л. Сиянков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №5, 2009. – с.40-44.
3. Данилов, О.Л. Экономия энергии при тепловой сушке / О.Л. Данилов, Б.И. Леончик. –М.: Энергоатомиздат, 1986. – 136
4. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: справ. пособие/Л.Д.Богуславский и [др.]; под ред. Л.Д.Богуславского и В.И.Дивчака. – М.: Стройиздат. 1990.– 624 с.

### РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СЧЕТЧИКА ГАЗА БУГ 01

**Бугаев Е.В., инженер, Булко М.И., ст. преподаватель,  
Довнар И.В.,ст. преподаватель**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь*

#### 1. Исходные данные и методика расчета.

1.1 Исходными данными для расчета долговечности являются: перечень электрорадиоэлементов (ЭРЭ); гамма-процентный ресурс  $T_{\gamma}$  ЭРЭ каждого типа (таблица 1); критерий предельного состояния; коэффициент использования  $K_i$ .

1.2 Расчет показателей долговечности проведен по методике, изложенной в СТП ЕИРВ 27.01-2007.

Срок службы ( $T_{сл}$ ) определяется по формуле:  $T_{сл} = T_{\gamma} / 8760 \times K_i$  (1)

где  $T_{\gamma}$  - гамма-процентный ресурс,

$K_i$  - коэффициент использования.

За критерий предельного состояния принимается выработка гамма-процентного ресурса  $T_{\gamma}$  у 30% комплектующих изделий при  $\gamma = 95\%$ .

Значение  $T_{\gamma}$  электрорадиоэлементов (ЭРЭ) определялись по единым справочникам "Надежность электроизделий. Изделия электронной техники" ВНИИ "Электростандарт" 1990 г. и по ТУ на них.

#### 2. Расчет долговечности счетчика газа БУГ-01.

Исходные данные для расчета Тгу счетчика газа приведены в таблице 1.

Тип ЭРЭ	Количество ЭРЭ, шт.	Тгу, ч при $\gamma = 95\%$	Примечание
1	2	3	4
Микросхемы	16	112000	
Конденсатор CAP CAPACITOR	23 5	100000 96000	
Дроссель 7447709471	1	105000	
Фильтр EMI	10	90000	
Кварц. резонатор HC33	2	78000	
Резистор RES	90	145700	
Предохранитель F1206	1	15000	
Кнопка SWT	4	54000	
Транзистор FDV304P КМОП	5 1	160000 160000	
Стабилитрон DZ23C5	1	144000	
Диод LL4148	6	179000	
Транз.сборка BC857BS	2	160000	
Светодиод GNL	2	70000	
Транзистор FMMTA BSP89	2 11	160000 160000	
Стабилитрон BZX84C	2	144000	
Диодная сборка	2	179000	
Соединитель WF BH	5 2	74000 74000	
Разъем DBI	2	74000	

Итого: 201 элемент

Результаты вычислений, проведенных с учетом порядка, изложенного в СТП ЕИРВ 27.01-2007, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Гамма-процентный ресурс Тгу при $\gamma = 95\%$ , ч	Количество ЭРЭ, шт.	Процент от общего числа ЭРЭ, %	Примечание
До 15000	1	0,5	71,67%
До 54000	4	2,0	
До 70000	2	1,0	
До 74000	11	5,47	
До 78000	2	1,0	
До 90000	10	4,97	
До 100000	23	11,44	
До 105000	1	0,5	
До 112000	16	7,96	
До 144000	3	1,5	
До 145700	96	47,76	
До 160000	21	10,45	
До 179000	8	4,0	

Для заданного критерия предельного состояния, соответствующего уровню неизрасходованного гамма-процентного ресурса ЭРЭ, равного или большего 70%, значение Тгу определяют суммированием данных графы 3 таблицы 2 снизу вверх до получения суммы рав-

ной или максимально близкой к численному значению критерия предельного состояния. Последний член суммирования определяет ресурс счетчика

Для счетчика газа БУГ-01  $T_{ру} = 112000$  ч

Согласно формуле (1) срок службы счетчика газа БУГ-01 при  $Kи=0,6$  («спящий» режим не менее 40% от общего времени работы) составляет:

$$T_{сл.} = 112000/8760 \times 0,6 = 21,3 \text{ лет}$$

### 3. Результаты расчета.

3.1 Долговечность (срок службы) счетчика газа БУГ-01 составляет 21,3 года при  $Kи=0,6$  (заданный ТУ срок службы счетчика – не менее 16 лет).

#### Расчет ожидаемой надежности счетчика газа

Величина наработки на отказ ультразвукового счетчика газа БУГ-01, заданная ТУ, должна быть не менее 55 000 ч.

При расчете надежности (наработки на отказ) счетчика газа считалось, что отказ любого электрорадиоэлемента приводит к отказу изделия в целом, т.е. все элементы структурной схемы надежности соединены последовательно.

Расчет показателей надежности выполнен по методике, изложенной в ОСТ 4ГО.012.242-84 и СТП ЕИРВ 27.01-2007.

Наработка на отказ ( $T_0$ ) счетчика газа определяется выражением:

$$T_0 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot N_i}, \quad (1)$$

где  $\lambda_i$  - интенсивность отказов элементов  $i$ -го типа;

$N_i$  - количество элементов  $i$ -го типа в составе счетчика;

$n$  - количество типов элементов в счетчике.

Значения интенсивности отказов элементов определялись по единым справочникам "Надежность электрорадиоизделий. Изделия электронной техники" ВНИИ "Электронстандарт" 1990 г. В таблице приведены значения интенсивностей отказов, рассчитанные для каждого элемента, входящего в состав счетчика газа БУГ-01.

Тип элемента	Количество элементов в устр. (Ni)	$\lambda_i \times 10^{-6}$ 1/ч	$\lambda_i \times N_i \times 10^{-6}$ 1/ч
Микросхемы MSP430F	1	0,03	0,03
AT45DB	1	0,021	0,021
HCPL0701	3	0,05	0,15
MAX9144	1	0,01	0,01
MAX4452	2	0,01	0,02
IN74H	2	0,021	0,042
AD8031	1	0,03	0,03
AD8226	1	0,03	0,03
LP2981	1	0,03	0,03
SN74LS	1	0,021	0,021
ADP3300	1	0,03	0,03
Микросхема SN65LBC	1	0,03	0,03
Конденсатор CAP	23	0,02	0,46
CAPACITOR	5	0,03	0,15
Дроссель 7447709471	1	0,03	0,03
Фильтр ЕМI	10	0,032	0,32
Кварц.резонатор HC33	2	0,0808	0,16
Резистор RES	96	0,00125	0,12
Предохранитель F1206	1	0,9	0,9
Кнопка SWT	9	0,02	0,18

Тип элемента	Количество элементов в устр. (Ni)	$\lambda_i \times 10^{-6}$ 1/ч	$\lambda_i \times N_i \times 10^{-6}$ 1/ч
Транзистор FDV304P	5	0,058	0,29
КМОП	1	0,058	0,058
FMMTA	2	0,058	0,058
BSP89	11	0,058	0,638
Стабилитрон DZ23C5	3	0,0038	0,0114
Диод LL4148	6	0,024	0,144
Транз. сборка BC857BS	2	0,043	0,086
Светодиод GNL	2	0,45	0,9
Диодная сборка BAT54C	4	0,0085	0,034
Кнопка SWT	4	0,024	0,96
Батарея литиевая ER34615	1	0,431	0,431
Соединитель WF	5	0,02	0,1
ВН	2	0,02	0,04
Разъем DBI	2	0,02	0,4

Суммарная интенсивность отказов ЭРЭ, примененных в составе счетчика газа СГУ001G16, составляет  $\Lambda = 5,5684 \times 10^{-6}$  1/ч.

Наработка на отказ счетчика газа БУГ-01, рассчитанная по формуле (1), составляет  $T_0 = 179584$  ч.

#### Выводы.

Расчетное значение наработки на отказ счетчика газа БУГ-01 не ниже заданного значения (55 000 ч), согласно п.1.10 ГОСТ 27.410 - 87 принимается решение о соответствии показателя надежности – наработки на отказ счетчика газа заданным требованиям, что обеспечивает МПИ 6 лет.

УДК 631.243.3: 631.371

### ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ПУТИ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Климкович П.Н магистр техн. наук

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

Сушка – это сложный процесс одновременно тепло- и массообмена, а также технологический процесс, при проведении которого должны быть сохранены не только исходные свойства материалов, но в ряде случаев даже улучшены

С целью обеспечения продовольственной безопасности страны, в соответствии с государственной программой возрождения и развития села планируется довести урожай зерновых до 10 млн.т. Наряду с этим увеличивается и производительность выпускаемых зерносушильных комплексов. Однако стоит отметить, что рост производительности не всегда пропорционален энергопотреблению. Например СЗК-10Г (производительность по сырому зерну при снижении влажности с 20 до 14% ,10 т/ч), имеет установленную мощность электродвигателей 40,4кВт, теплогенератора 0,8МВт. В свое время ЗСК-40Г с производительность 40 т/ч, мощность теплогенератора 4 МВт, удельный расход электроэнергии при этом 250 кВт.

Следует отметить, что в процессе переработки зерновых культур около 70% энергии расходуется на сушку и очистку зерна. Потребляемая мощность отечественных комплексов на порядок выше зарубежных аналогов.С учетом сложившейся ситуации проводятся исследования по снижению энергозатрат ЗСК на основе оптимизации энергетических процессов. С этой целью разработана методика проведения исследований режимов работы различных