УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер организации
п/я А-3398
_____ А.А.Зак
26 " октября 1977 г.

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

РД РТМ 26-07-218 - 77
Взамен
РТМА 102-70

* Снято ограничение срока действия.

Приказом организации п/я А-3398 от "21" октября 1977 г. № 141 срок введения установлен с "01" января 1979 г.

~~на срок до 01 января 1984 г.~~
~~① срок действия продлен до 01.01.89.~~
~~② срок действия продлен до 01.01.94.~~

Настоящий руководящий технический материал (РТМ) распространяется на неремонтируемую трубопроводную арматуру общепромышленного назначения установившегося серийного производства, для которой необходимо подтверждение высоких значений вероятности безотказной работы (0,95 и свыше) при высоких значениях доверительной вероятности (свыше 0,95), и устанавливает методику определения количественных показателей надежности с учетом выполнения расчета на электронно-вычислительных машинах (ЭВМ) и использования при расчете данных анализа технологического процесса, полученных путем случайной выборки изделий от изготовленной партии.

Настоящий РТМ может применяться и для оценки надежности опытных образцов арматуры с учетом требований раздела 2.

* Письмо №21/2-2-373 от 13.06.96 из Управления по развитию химического и нефтяного машиностроения.

Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата
31.05.89

gost.e-ecolog.ru

Инв. 52-

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

②-I.I. В РТМ применены термины по ГОСТ ~~I0 877-75~~ 27.002-83.

I.2. За количественный показатель надежности принята вероятность безотказной работы в течение гарантийного срока (в пределах гарантийной наработки).

I.3. Основой расчета являются результаты анализа маршрутного технологического процесса производства данного вида изделия на предприятии-, а также вероятности безошибочного выполнения технологических операций, составляющих технологический процесс, в том числе и контрольных.

Результаты расчета должны быть подтверждены положительным исходом испытаний случайной выборки из совокупности изделий (партии) в объеме не менее 6 шт до ресурса, равного $N_г$ ($N_г$ - гарантийная наработка в течение гарантийного срока).

I.4. В случае появления отказа хотя бы у одного из изделий случайной выборки, вся партия изделий бракуется независимо от результатов расчета.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА

2.I. Обозначения

2.I.I. Принятые обозначения:

$i = \{1,2,\ldots, Y\}$ - номер по порядку изготовленного изделия;

$j = \{1,2,\ldots, Z\}$ - номер операции, выполняемой в ходе изготовления;

Инв. № подл. 52-48 | Подпись и дата 27.05.82 | Взамен. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

γ – число используемых на ЭВМ случайных чисел, которое выбирается произвольно в зависимости от требуемой степени приближения к истинному значению вероятности безотказной работы в течение гарантийного срока;

n – число операций, выполняемых в процессе изготовления изделия;

P_j – вероятность того, что после j-й операции изделие не выйдет бракованным;

F_j – вероятность того, что действие человека, участвующего в j-й операции, приведет к браку;

Q_j – вероятность того, что действие человека, ведущее к браку в j-й операции, будет произведено;

ℓ_j – число различных действий на j-й операции;

r_{ej} – частота повторения ej-го действия в j-й операции;

$\{K\}$ – множество номеров технологических операций, после которых производится контроль;

P_{Kj} – вероятность того, что дефектное изделие не будет пропущено при контроле, после Kj – й операции;

S_{Kj} – число различных действий контролера на Kj – й операции;

m_{tj} – число повторений tj – го действия контролера;

F'_{Kj} – вероятность того, что ошибка контролера приводит к пропуску бракованного изделия;

Q'_{Kj} – вероятность того, что эта ошибка будет совершена.

Инв. № подл. 52-78 | Подпись и дата 31.05.77 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

2.2. Задача расчета

2.2.1. Задача расчета - определение нижней доверительной границы вероятности безотказной работы изделия в течение гарантийного срока (в пределах гарантийной наработки).

2.3. Исходные данные

2.3.1. Исходными данными для расчета являются:

а) сборочный рабочий чертеж изделия;

б) маршрутный технологический процесс изготовления изделия;

в) перечень возможных отказов, свойственных рассматриваемому изделию, и их причин, вызванных отклонениями от технологического процесса изготовления, которые могут привести к возникновению отказов;

г) значения величин F_j, Q_j, F'_{kj}, Q'_{kj}, определяемых статистическими методами.

2.4. Условия расчета

2.4.1. Конструкция изделия и технологический процесс его изготовления должны исключать возможность возникновения отказа изделия из-за конструктивных недоработок и несовершенства технологического процесса изготовления.

2.4.2. Отказ изделия может произойти только по причине отклонений от установившегося технологического процесса, приводящих к браку отдельных деталей, не замеченному контролером в процессе производства.

2.4.3. Появление брака в процессе производства является событием случайным (как в части появления дефектов на различных операциях, так и в части брака готовых изделий из одной партии).

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взамен инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата
52-48 | 24.05.77

2.4.4. Детали, сборочные единицы, готовое изделие изготовляются по установившемуся технологическому процессу.

2.4.5. Изделие состоит из N деталей, обозначаемых далее в соответствии с присвоенными им порядковыми номерами:

$g_1, g_2, \ldots, g_{N-1}, g_N$.

2.4.6. Каждая из деталей ($g_1, g_2, \ldots, g_{N-1}, g_N$) может быть изготовлена на предприятии или поступать как комплектующая.

2.4.7. Каждая деталь может быть бракованной или небракованной. Бракованной считается деталь, которая не отвечает требованиям технической документации.

2.4.8. Если относительно детали g_x известна вероятность того, что эта деталь небракованная, следует условно считать, что на производство этой детали затрачена одна операция с вероятностью непоявления брака на этой операции P_x .

2.4.9. Если перед сборкой деталь контролируется и вероятность того, что бракованная деталь при этом не будет пропущена, равна P_{ox} , то считается, что после операции стоит контрольный пост под номером x с эффективностью контроля P_{ox} .

2.4.10. Если относительно всех деталей, составляющих изделие, известны вероятности P_x и P_{ox} , то остается как было указано в п.2.4.5 присвоить каждой детали порядковый номер.

2.4.11. Составить условную схему технологического процесса с использованием следующих обозначений:

O_x производственная операция;

K_x контрольный пост.

При этом схема изготовления изделия, если не все его детали контролируются, будет следующая:

$$O_1 \to O_2 \to K_2 \to O_3 \to K_3 \to \ldots O_x \to K_x \to O_{(x+1)} \to$$
$$\to K_{(x+1)} \to \ldots O_N \to O_{(N+1)} \text{ (сборка)} \to K_{(N+1)}$$

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата
52-78 | 31.05.78

2.4.12. Контрольным операциям присваиваются номера тех производственных операций, за которыми они следуют.

Особо выделяется множество контрольных операций

$$\{K\} = \{2, 3, \ldots, i, i+1, \ldots, N+1\}$$

, которое вводится в машину.

2.4.13. Для определения вероятности появления брака при производстве изделия с учетом производства отдельных деталей составляется общая схема в следующем порядке: записывается схема изготовления первой детали с нумерацией всех операций, затем схема производства второй детали, но нумерация продолжается последовательно от номера последней операции в схеме предыдущей детали, затем третьей детали и т.д.

$$O_1 \to K_1 \to \cdots O_{M_1} \to O_{(M,+1)} \to \cdots \to O_{\sum_1^{\varkappa} M_\varkappa}.$$

Аналогично последовательно нумеруются

$$P_i,\ P_{ok},\ \mathcal{Z} = \sum_1^{\varkappa} M_\varkappa,\ \{K\}$$

2.4.14. При математическом описании процесса изготовления деталей, входящих в изделие, следует считать, что брака не получится, если исходный материал взят небракованным и рабочий (оператор) в своих действиях не допускает ошибок.

2.4.15. Процесс изготовления $\varkappa$ -й детали, проходящей $M_\varkappa$ операций, не все из которых контролируются при известной вероятности возникновения брака на каждой из операций, в том числе при контроле, может быть описан по схеме:

$$O_{1\varkappa} \to K_{1\varkappa} \to O_{2\varkappa} \to \cdots O_{M\varkappa}$$

2.5. Расчет количественных показателей надежности

2.5.1. Количество бракованных изделий, содержащихся в партии, следует определять в результате моделирования процесса производства методом "Монте-Карло" на ЭВМ.

Инв. № подл. 58-48 | Подпись и дата 31.05.77 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

2.5.2. Алгоритм определения вероятности появления брака в процессе производства приведен в приложении I.

2.5.3. Программа расчетов на ЭВМ приведена в приложении 2.

2.5.4. Вероятность безотказной работы изделия в течение гарантийного срока (в пределах гарантийной наработки), выражаемую через вероятность появления в партии бракованных изделий, следует определять по формуле

$$P_{тп} = 1 - q \quad , \quad (I)$$

где $P_{тп}$ – вероятность безотказной работы изделия с учетом его изготовления по установившемуся технологическому процессу;

q – вероятность появления в партии бракованных изделий из-за случайных нарушений технологического процесса производства (доля бракованных изделий).

2.5.5. После завершения работ, предусмотренных подразделом п.2.4, имеются все необходимые для проведения расчета данные:

$$j = z \ , \ J = N+1 \ , \ \{k\} = \{2, 3, \ldots z, z+1, \ldots N+1\}$$

2.5.6. Для каждой технологической операции вероятность непоявления брака следует определять по формуле:

$$P_j = \prod_{k_j=1}^{l_j} \left(1 - F_j Q_j\right)^{r_{kj}} \quad , \quad (2)$$

Для каждой операции контроля вероятность непоявления брака следует определять по формуле:

$$P_{kj} = \prod_{t_j=1}^{s_j} \left[1 - \left(F'_{t_j} Q'_{t_j}\right)^{m t_j}\right] , \quad (3)$$

Например, на операции сварки сильфона с концевыми деталями рабочий должен совершить следующие действия ($l_j = 6$ ():

а) установить сильфон;

Инв. № подл. 52-78 | Подпись и дата 31.05.87 | Взамен. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

б) подвести горелку;

в) отрегулировать расход аргона;

г) установить силу тока;

д) установить скорость сварки;

е) включить установку и произвести сварку сильфона.

2.5.7. Качество работы сварщика проверяет контрольный пост визуально путем сравнения сварного шва с эталоном.

При этом контрольная операция складывается из трех действий контролера ($S_j=3$):

а) выбор эталона;

б) осмотр шва с целью выявления видимых дефектов;

в) сравнение цвета шва с эталоном.

Вероятностные характеристики указанных действий сводятся в табл. I.

Таблица I

Номер действия	Наименование действия	F_{kj}	Q_{kj}	r_{kj}	F'_{tj}	Q'_{tj}	m_{tj}
I6I	Установить сильфон	0,2	0,I	I	–	–	–
I62	Подвести горелку	0,2	0,I	I	–	–	–
I63	Отрегулировать расход аргона	0,4	0,I	I	–	–	–
I64	Установить силу тока	0,4	0,2	I	–	–	–
I65	Установить скорость сварки	0,4	0,2	I	–	–	–
I66	Включить установку и произвести сварку сильфона	0,3	0,I	2	–	–	–
I67	Выбрать эталон	–	–	–	0,8	0,05	I
I68	Осмотреть шов	–	–	–	0,9	0,I	2
I69	Сравнить шов с эталоном	–	–	–	0,8	0,I	2

Инв. № подл. 52-48 | Подп. и дата 31.05.77 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

По формуле (2) рассчитываем P_j.

$$P_j = (1-0{,}2\cdot 0{,}1)^2(1-0{,}4\cdot 0{,}1)(1-0{,}4\cdot 0{,}2)^2\cdot$$
$$\cdot(1-0{,}3\cdot 0{,}1)^2 \approx 0{,}79$$

По формуле (3) рассчитываем P_{Kj}

$$P_{Kj} = (1-0{,}8\cdot 0{,}05)[1-(0{,}9\cdot 0{,}1)^2][1-(0{,}8\cdot 0{,}1)^2] \approx 0{,}83$$

2.5.8. Рассчитанные вероятности P_j и P_{Kj} задаются как исходные данные к стандартной программе. Кроме того, к стандартной программе необходимо задать Z, $\{K\}$.

Например, если контроль стоит после 5-й, 18-й и 103-й операции, то $\{K\} = \{5, 18, 103\}$

J = 100000; 1000000; 10000000.

2.5.9. В ЭВМ вводятся данные, приведенные в п.2.5.7, а также стандартная программа.

2.5.10. На печать выводится величина q — (количество дефектных изделий - отношение числа бракованных изделий к числу всех выпущенных.

3. ОБРАБОТКА ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ЭВМ

3.1. Вычисляется точечная оценка надежности изделий

$$P = 1 - q$$

3.2. Вычисляется нижняя доверительная граница надежности изделий по формуле

$$\underline{P} = \frac{P + \frac{1}{2} + \frac{t_\beta^2}{J} - t_\beta\sqrt{\frac{P(1-P)}{J} + \frac{1}{4}\frac{t_\beta^2}{J^2}}}{1 + \frac{t_\beta^2}{J}}, \quad (4)$$

где β - доверительная вероятность;
t_β - параметр, принимаемый в зависимости от β по табл.2.

Инв. № подл. 52-78 | Подп и дата 31.05.85 | Взам. инв. № | Инв. № дл. | Подп и дата

Если y велико, то P не слишком мало, т.е. yP и $y(1-P)$ порядка 10 или более, и следует пользоваться формулой

$$\underline{P} = P - t_\beta \sqrt{\frac{P(1-P)}{y}} \qquad (5)$$

Таблица 2

β	t_β	β	t_β	β	t_β	β	t_β
0,80	1,282	0,86	1,475	0,91	1,694	0,97	2,169
0,81	1,310	0,87	1,513	0,92	1,750	0,98	2,325
0,82	1,340	0,88	1,554	0,93	1,810	0,99	2,575
0,83	1,371	0,89	1,597	0,94	1,880	0,9973	3,000
0,84	1,404	0,90	1,643	0,95	1,960	0,999	3,290
0,85	1,439	-	-	0,96	2,053	-	-

3.3. Пример расчета вероятности безотказной работы в течение гарантийного срока приведен в приложении 3.

Руководитель предприятия п/я Г-4745 — С.И.Косых

Главный инженер — М.Г.Сарайлов

Зам. главного инженера — О.Н.Шлаков

Зам. главного инженера — Б.И.Велишек

Заведующий отделом 161 — П.Ф.Перов

Заведующий отделом 151 — Б.Д.Симкин

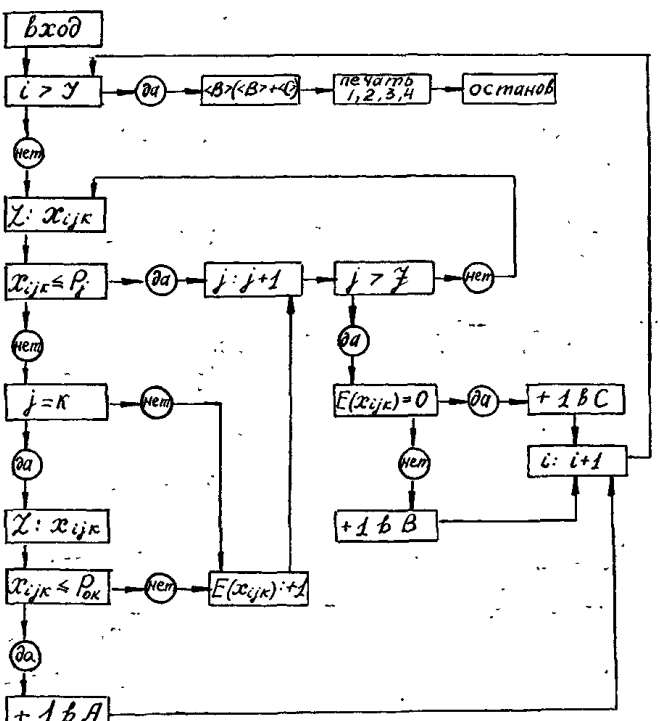
Руководитель темы — В.Е.Харьковский

Исполнитель-инженер — Т.П.Яковлева

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взамен. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

Приложение I

Блок-схема программы определения вероятности брака в процессе производства изделий
(алгоритм)



Инв. № подл. 52-78 | Подп. и дата 21.05.78 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

$\tilde{x}_{ijk}$ – некоторое число, заменяющее изделие; Целая и дробная части его формируются различно:дробная часть – равномерно распределенное случайное число, целая часть – формируется прибавлением согласно схеме единиц к 0;

$\mathcal{L}$ – оператор формирования дробной части

$j = \{1, 2, \dots J\}$ – номер операции, производимой над изделием (числом);

$\{K\}$ – множество номеров тех операций, после которых имеется операционный контроль;

J – число используемых на ЭВМ случайных чисел ;

J – число операций, выполняемых в процессе изготовления изделия;

P_j – вероятность того, что после j -й операции изделие не выйдет бракованным;

$P_{ок}$ – вероятность того, что K -й контрольный пост не пропустит бракованное изделие;

A – накопитель замеченного брака;

B – накопитель незамеченного брака;

C – накопитель небракованных изделий;

$\langle A \rangle, \langle B \rangle, \langle C \rangle$ – содержимое соответствующих накопителей;

E – целая часть числа.

$x_{ijk}; i = \{1, 2, \dots J\}$ – номер изделия(числа), подвергаемого обработке.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
52-48 | 31.05.

Приложение 2

Стандартная программа определения вероятности брака в процессе производства.

```
1. begin integer I, J, U, i, j, u, A, B, C;
2. real a,x,y; p0042 (I, J, U);
3. Boolean z;
4. begin array K[1:U], Pj[1:J], Pk[1:U];
5. p0042 (K, Pj, Pk);
6. A:=B:=C:=0; p1147(a);
7. for i:=1 step1 until I do begin y:=0; z:=true;
8. for j:=1 step1 until J do begin p1147(a,x);
9. if x≤Pj[j] then go to D;
10. for u:=1 step1 until U do
11. if K[u]=j then begin z:false; goto F end;
12. if z then begin y:=1; go to D end;
13. F: p1147(a,x);
14. if x≤Pk[u] then begin A:=A+1; go to E end;
15. else begin y:=1; go to D end;
16. D: end;
17. if y=0 then begin C:=C+1; go to E end;
18. else begin B:=B+1; go to E end;
19. E: end;
20. p1041(A,B,C,B/(B+C))end end.
```

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
52-74 | 31.05.77

Приложение 3

Пример расчета вероятности безотказной работы в течение гарантийного срока многослойного сильфона НС-27-4-0,14х6М

1. ЗАДАЧА РАСЧЕТА

1.1. Задача расчета – определение доверительной границы вероятности безотказной работы сильфона НС-27-4-0,14х6М в течение гарантийного срока.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

2.1. Исходными данными для расчета являются:

а) сборочный чертеж сильфона;

б) перечень возможных отклонений от технологического процесса изготовления сильфонов, которые определяют отказ изделия;

в) маршрутный технологический процесс, составленный с учетом перечня возможных отклонений, которые приводят к браку; из маршрутного технологического процесса исключены те операции, исход которых не влияет на надежность сильфона ;

г) значения величин F, Q, F' и Q'.

Примечание. В примере использованы условные значения этих величин, что сделано для иллюстрации метода, излагаемого в настоящей методике.

3. УСЛОВИЯ РАСЧЕТА

3.1. Конструкция сильфонов исключает возможность возникновения отказа из-за конструктивных недоработок.

Инв. № подл. 52-48 | Подп. и дата 31.05.78 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

3.2. Сильфоны изготовляются по установившемуся технологическому процессу, что исключает возможность возникновения отказа изделия.

3.3. Отказ изделия может возникнуть только вследствие нарушения требований установившегося технологического процесса, что приводит к браку отдельных деталей, не замеченному контролем в процессе производства.

3.4. Появление брака в процессе производства является событием случайным.

3.5. Появление брака при различных операциях – события независимые.

3.6. Появление бракованных изделий – события независимые, равномерно распределенные по партии.

4. РАСЧЕТ

4.1. Согласно [illegible] РД РТМ 26-07- -77 составляется условная схема технологического процесса. Последовательность операций представлена в табл.I, причем операциям контроля присваиваются номера тех производственных операций, за которыми они следуют (графы I и 2).

Таблица I

Обозначение технологической операции	Наименование операции	P_j	P_{kj}
01	Проверка места	0,99999	
K1	Контроль	–	0,99999
02	Лакировка	0,99998	
K2	Контроль после лакировки	–	0,99999
03	Вырубка диска	0,99999	

Инв. № подл. 52-48 | Подп. и дата 31.05.80 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Продолжение табл.I

Обозначение технологической операции	Наименование операции	P_j	P_{kj}
К3	Контроль после вырубки		0,99998
04	Вытяжка I	0,99996	
К4	Контроль после вытяжки I		0,99998
05	Снятие лака	0,99995	
К5	Контроль после снятия лака		0,99999
06	Обезжиривание	0,99995	
К6	Контроль после обезжиривания		0,99999
07	Термическая обработка трубок	0,99994	
К7	Контроль после термической обработки		0,99999
08	Травление	0,99998	
К8	Контроль после травления		0,99999
09	Лакировка	0,99998	
К9	Контроль после лакировки		0,99999
010	Вытяжка II	0,99996	
К10	Контроль после вытяжки II		0,99998
011	Снятие лака	0,99995	
К11	Контроль после снятия лака		0,99999
012	Обезжиривание	0,99995	
К12	Контроль после обезжиривания		0,99999
013	Термическая обработка трубок	0,99994	
К13	Контроль после термической обработки		0,99999
014	Травление	0,99998	
К14	Контроль после травления		0,99999

Инв. № подл. 52-78 | Подп. и дата 31.05. | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Продолжение табл.1

Обозначение технологической операции	Наименование операции	P_j	P_{kj}
015	Лакировка	0,99998	
К15	Контроль после лакировки		0,99999
016	Вытяжка III	0,99996	
К16	Контроль после вытяжки III		0,99998
017	Снятие лака	0,99995	
К17	Контроль после снятия лака		0,99999
018	Обезжиривание	0,99995	
К18	Контроль после обезжиривания		0,99999
019	Термическая обработка трубок	0,99994	
К19	Контроль после термической обработки		0,99999
020	Травление	0,99998	
К20	Контроль после травления		0,99999
021	Лакировка	0,99998	
К21	Контроль после лакировки		0,99999
022	Вытяжка IV	0,99996	
К22	Контроль после вытяжки IV		0,99998
023	Снятие лака	0,99995	
К23	Контроль после снятия лака		0,99999
024	Обезжиривание	0,99995	
К24	Контроль после обезжиривания		0,99999
025	Термическая обработка трубок	0,99994	
К25	Контроль после термической обработки		0,99999

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
52-48 31.05.85

Обозначение технологической операции	Наименование операции	P_j	P_{kj}
026	Травление	0,99998	
К26	Контроль после травления		0,99999
027	Лакировка	0,99998	
К27	Контроль после лакировки		0,99999
028	Вытяжка У	0,99996	
К28	Контроль после вытяжки У		0,99998
029	Снятие лака	0,99995	
К29	Контроль после снятия лака		0,99999
030	Обезжиривание	0,99995	
К30	Контроль после обезжиривания		0,99999
031	Термическая обработка трубок	0,99994	
К31	Контроль после термической обработки		0,99999
032	Травление	0,99998	
К32	Контроль после травления		0,99999
033	Лакировка	0,99998	
К33	Контроль после лакировки		0,99999
034	Вытяжка УI	0,99996	
К34	Контроль после вытяжки УI		0,99998
0,35	Снятие лака	0,99995	
К35	Контроль после снятия лака		0,99999
036	Обезжиривание	0,99995	
К36	Контроль после обезжиривания		0,99999
037	Травление	0,99998	
К37	Контроль после травления		0,99999

Инв. № подл. 52-48 | Подп. и дата 31.05.80 | Взам. инв. № | Инв. № д | Подп. и дата

Продолжение табл.1

Обозначение технологической операции	Наименование операции	P_j	P_{kj}
038	Лакировка	0,99998	
К38	Контроль после лакировки		0,99999
039	Вытяжка УП	0,99996	
К39	Контроль после вытяжки УП		0,99998
040	Снятие лака	0,99995	
К40	Контроль после снятия лака		0,99999
041	Обезжиривание	0,99995	
К41	Контроль после обезжиривания		0,99999
042	Термическая обработка трубок	0,99994	
К42	Контроль после термической обработки		0,99999
043	Травление	0,99998	
К43	Контроль после травления		0,99999
044	Лакировка	0,99998	
К44	Контроль после лакировки		0,99999
045	Вытяжка УШ	0,99996	
К45	Контроль после вытяжки УШ		0,99998
046	Снятие лака	0,99995	
К46	Контроль после снятия лака		0,99999
047	Обезжиривание	0,99995	
К47	Контроль после обезжиривания		0,99999
048	Термическая обработка трубок	0,99994	
К48	Контроль после термической обработки		0,99999

Инв. № подл. 52-48 | Подп. и дата 31.05.87 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

049	Травление	0,99998	
К49	Контроль после травления		0,99999
050	Лакировка	0,99998	
К50	Контроль после лакировки		0,99999
051	Развальцовка торцов трубки	0,99997	
052	Раскатка трубки до нужной толщины	0,99995	
К52	Контроль после раскатки		0,99999
053	Развальцовка торцов трубки после раскатки	0,99997	
054	Обезжиривание трубки	0,99995	
К54	Контроль после обезжиривания		0,99999
055	Термическая обработка трубки	0,99994	
К55	Контроль после термической обработки		0,99999
056	Травление	0,99998	
057	Оксидирование	0,99998	
К57	Контроль после оксидирования		0,99999
058	Вытяжка предварительная после раскатки № I	0,99996	
К58	Контроль после вытяжки предварительной		0,99999
059	Обезжиривание	0,99995	
К59	Контроль после обезжиривания		0,99995

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № | Подп. и дата

52-48 | 31.05.80

Продолжение табл.I

Обозначение технологической операции	Наименование операции	P_j	P_{kj}
060	Термическая обработка	0,99994	
К60	Контроль после термической обработки		0,99999
06I	Травление	0,99998	
К6I	Контроль после травления		0,99999
062	Оксидирование	0,99998	
063	Вытяжка трубок (слоев)	0,99996	
К63	Контроль после вытяжки		0,99998
064	Отрезка трубок в размер	0,99999	
065	Обезжиривание трубки	0,99995	
К65	Контроль после обезжиривания		0,99999
066	Термическая обработка выходной трубки	0,99994	
К66	Контроль после термической обработки		0,99999
067	Травление	0,99998	
К67	Контроль после травления		0,99999
068	Омыливание	0,99999	
069	Калибровка	0,99997	
070	Развальцовка трубок перед УДМ	0,99997	
К70	Контроль качества поверхности откалиброванных трубок		0,99999
07I	Обезжиривание	0,99995	
К7I	Контроль после обезжиривания		0,99999

Инв. № подл. 52-48 | Подп. и дата 31.05.87 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Продолжение табл.I

Обозначение технологической операции	Наименование операции	P_j	P_{kj}
072	Сборка трубок в пакеты	0,99999	
К72	Контроль после сборки трубок в пакеты		0,99998
073	Токарная накатка	0,99997	
К73	Контроль после накатки		0,99998
074	Токарная подрезка торцов в размер	0,99998	
К74	Контроль после подрезки		0,99998
075	Сборка	0,99996	
К75	Контроль после сборки		0,99997
076	Сварка	0,99998	
К76	Контроль после сварки		0,99999
077	Формование	0,99992	
К77	Контроль после формования		0,99999
078	Поджатие сильфона в размер	0,99997	
К78	Контроль после поджатия в размер		0,99998
079	Обточка втулки сильфона в размер по чертежу	0,99998	
К79	Контроль качества проточки втулок		0,99998
080	Испытание	0,9995	
К80	Контроль		0,99999

Инв. № подл. 52-48 | Подп. и дата 31.05.87 | Взам. инв № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

4.2. Для определения вероятностей безошибочного выполнения производственных операций и операций контроля, каждая из операций расчленяется на переходы.

Пример расчленения на переходы наиболее сложной операции производства сильфонов - накатки приведен в табл.2.

Таблица 2

Наименование перехода накатки	F_j	Q_j	l_{ej}
I. Установка накатной оправки в шпиндель	0,000005	0,000002	I
2. Закрепление накатного ролика в резце-держателе	0,000006	0,0000002	I
3. Подводка суппорта по центру канавки (I-й, 2-й, 3-й, 4-й)	0,0000009	0,0000002	4
4. Запись показания на лимбе	0,0000006	0,0000003	4
5. Установка пакета на оправку	0,000004	0,0000003	I
6. Фиксирование пакета гайкой	0,0000005	0,0000003	I
7. Подведение задней бабки до упора	0,0000007	0,0000002	I
8. Закрепление задней бабки	0,0000008	0,0000002	I
9. Настройка коробки скоростей на нужную скорость вращения с помощью переключателя скоростей	0,000004	0,00000004	I
I0. Включение станка с помощью рычага	0,0000II	0,0000001	I
II. Перемещение ролика в продольном направлении до центра канавки (I-й, 2-й, 3-й, 4-й)	0,0000009	0,0000002	4
I2. Отвод ролика в исходное положение	0,0000002	0,00000002	4
I3. Осуществление поперечной подачи ролика по нониусу	0,0000008	0,0000001	4

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
52-78 | 3105.57

4.3. Для каждой производственной и контрольной операции определяется вероятность непоявления брака по формуле

$$P = \prod_{j=1}^{e_j} (1 - F_j Q_j)^{2e_j}$$

Для операции накатки:

P_{73} = (I-0,000005.0,000002).(I-0,000006.0,0000002)x
x (I-0,0000009.0,0000002)^4.(I-0,00000006.0,0000003)^{4}x
x (I-0,000004.0,0000003)x
x (I-0,0000007.0,0000002) (I-0,0000008.0,0000002)x
x (I-0,000004.0,00000004) (I-0,000011.0,0000001)x
x (0,I-0,0000009.0,0000002)^4 (I-0,0000002.0,00000002)^{4}x
x (I-0,0000008.0,0000001)^4 = 0,99997.

4.4. Полученные значения вероятностей непоявления брака сводятся в табл.I.

4.5. Для расчета количества дефектных изделий q на ЭВМ следует выдать алгоритм, стандартную программу (см. приложения I и 2) и следующие исходные данные:

а) J = I00.000 (принято произвольно);

б) значения P_j, взятые из табл.I с соблюдением принятого в ней порядка;

в) множество номеров операций контроля:

$\{K\}$ = {I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, I0, II, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, 20, 2I, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 3I, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 4I 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 6I, 63, 65, 66, 67, 69, 70, 7I, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80};

Инв. № подл. 62-48 | Подп. и дата 31.05.77 | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

г) значения P_{kj}, взятые из табл.I с соблюдением принятого в ней порядка.

4.6. В результате работы ЭВМ на печать выведено значение доли дефектных изделий $q = 0{,}00010028682$.

5. ОБРАБОТКА ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ЭВМ

5.I. Точечная оценка надежности сильфонов:

$$p = I - q;$$

$$p = I - 0{,}00010028682 = 0{,}9999.$$

5.2. Нижняя доверительная граница вероятности безотказной работы сильфона в течение гарантийного срока:

$$P = \frac{P + \frac{1}{2}\frac{t_\beta^2}{J} - t_\beta\sqrt{\frac{P(1-P)}{J} + \frac{1}{4}\frac{t_\beta^2}{J^2}}}{1 + \frac{t_\beta^2}{J}}$$

При доверительной вероятности

$$\beta = 0{,}96 \qquad t_\beta = 2{,}053$$

$$P = \frac{0{,}9999 + \frac{I}{2}\frac{2{,}053^2}{I00000} - 2{,}053\sqrt{\frac{0{,}9999(I-0{,}9992)}{I00000} + \frac{I}{4}\cdot\frac{2{,}053^2}{I00000^2}}}{I + \frac{2{,}053^2}{I00000}}$$

$$= 0{,}99982.$$

gost.e-ecolog.ru