# TEXHUYECKUE HAYKU TECHNICAL SCIENCES

УДК 62-192: 681.62

## Голуб Н. С.

## НАДЕЖНОСТЬ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ПЕЧАТНЫХ МАШИН ROLAND

Белорусский государственный технологический университет

В данной статье рассмотрено полиграфическое оборудование с точки зрения надежности основных устройств (узлов) входящих в комплектацию печатных машин ROLAND. Рассчитана вероятность отказов для каждого узла машины, приведены диаграммы надежности. Построена аналитическая функция остаточного ресурса оборудования. Данная функция позволяет выявить надежность каждого устройства печатных машин ROLAND за весь период его эксплуатации. Так же в статье приведено сравнение физического и нормативного сроков эксплуатации печатного оборудования.

Ключевые слова: устройство, узел, печатная машина, надежность, отказ, диаграмма, вероятность отказа.

Современные **офсетные машины** — это невероятно сложные системы, которые предъявляют высокие требования к квалификации обслуживающего персонала [1]. Офсетные печатные машины (как с листовой, так и с рулонной подачей) состоят из определённых общих агрегатных узлов, которые, работая в совокупности, выполняют функцию офсетной печати. Наиболее типичные узлы включают устройство для подачи бумаги в печатную машину, ряд цилиндров, с помощью которых создаётся печатное изображение на бумаге, ролики для распреде-

ления краски и для увлажнения областей пробелов на печатной форме, систему вывода напечатанного изображения из печатной машины. Общая схема печатной машины может выглядеть как упрощенное дерево отказов [2], оно представлено на рис. 1.

По рис. 1 будем условно называть устройством бумагопроводящую систему, печатное, вспомогательное и дополнительное устройства, а узлами все то, что относится к этим устройствам (увлажняющий аппарат, лакировальная секция, устройство смывки и т. д.).

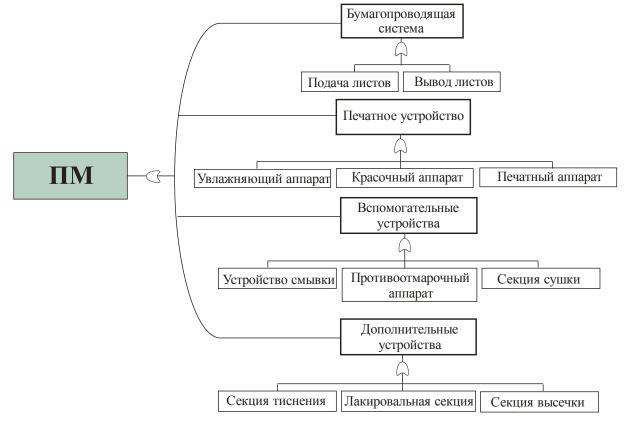


Рисунок 1 — Общая схема печатной машины

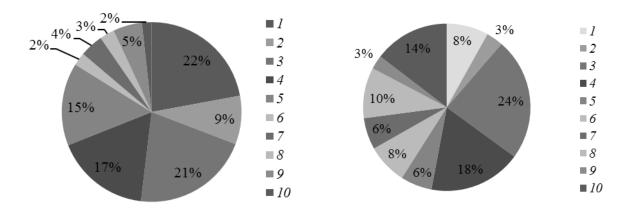
С помощью статистической обработки данных, зафиксированных в журналах отказов оборудования, были найдены интенсивности отказов  $\lambda(t)$  по годам для каждого узла печатных машин ROLAND 705 LV и ROLAND 709 LV, а далее по ним вероятности отказов P(t). Все интенсивности и вероятности находились по аналогии [3-4]. Расчетные

значения вероятности представлены в табл. 1.

Найдя средние значения вероятности каждого узла печатной машины, можно построить диаграмму вероятности отказов узлов, на которой наглядно отображается вклад каждого узла в простои машины. Данная диаграмма представлена на рис. 2.

Таблица 1 — Вероятность отказов для основных узлов печатных машин

| Год<br>наблюдения | Бумагоподающа<br>система | я Бумаговыводящая<br>система   | Увлажняющий<br>аппарат | Красочный<br>аппарат     | Печатный<br>аппарат |  |  |  |  |
|-------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|--|--|--|--|
| ROLAND 705 LV     |                          |                                |                        |                          |                     |  |  |  |  |
| 2012              | 14,982 · 10-2            | 2,442·10-2                     | 13,626 · 10-2          | 12,919·10-2              | 6,486·10-2          |  |  |  |  |
| 2013              | 9,192·10-2               | 2,192·10-2                     | 12,515 · 10-2          | 9,072 · 10-2             | 7,364·10-2          |  |  |  |  |
| 2014              | 3,518·10-2               | 8,345·10-3                     | 3,252 · 10-2           | 4,610·10-2               | 2,755·10-2          |  |  |  |  |
| 2015              | 3,252 · 10-2             | 1,418·10-2                     | 3,518·10-2             | 2,210·10-2               | 3,147·10-2          |  |  |  |  |
| 2016              | 6,123 · 10-2             | 5,606·10 <sup>-2</sup>         | 4,825 · 10-2           | 2,026·10-2               | 5,680·10-2          |  |  |  |  |
| 2017              | 4,589·10-2               | 3,947·10 <sup>-2</sup>         | 2,013 · 10-2           | 1,333·10-2               | 2,631·10-2          |  |  |  |  |
| ROLAND 709 LV     |                          |                                |                        |                          |                     |  |  |  |  |
| 2013              | _                        | _                              | 4,300 · 10-2           | 2,410·10-2               | 1,227·10-2          |  |  |  |  |
| 2014              | 2,101·10-2               | 7,722 · 10-3                   | 2,500·10-2             | 1,914·10-2               | 1,133·10-2          |  |  |  |  |
| 2015              | 1,718·10-2               | 4,655·10 <sup>-3</sup>         | 1,848 · 10-2           | 9,970·10-3               | 5,115·10-3          |  |  |  |  |
| 2016              | 9,588 · 10-3             | _                              | 4,255 · 10-2           | 3,151·10-2               | 1,923 · 10-2        |  |  |  |  |
| 2017              | 4,107·10-2               | 9,132·10 <sup>-3</sup>         | 13,150·10-2            | 11,203 · 10-2            | 1,881 · 10-2        |  |  |  |  |
| Год<br>наблюдения | Устройство<br>смывки     | Противоотмароч-<br>ный аппарат | Сушка оттисков         | Лакироваль-ная<br>секция | Секция<br>тиснения  |  |  |  |  |
| ROLAND 705 LV     |                          |                                |                        |                          |                     |  |  |  |  |
| 2012              | _                        | _                              | _                      | 1,333·10-2               | _                   |  |  |  |  |
| 2013              | 1,093 · 10-2             | 1,364·10-2                     | 5,479 · 10-3           | 3,709·10-2               | 5,479·10-3          |  |  |  |  |
| 2014              | 5,495·10-3               | 8,658·10-3                     | 8,230 · 10 - 3         | 1,775 · 10-2             | _                   |  |  |  |  |
| 2015              | _                        | 1,368 · 10-2                   | 5,495·10-3             | 1,368·10-2               | _                   |  |  |  |  |
| ROLAND 705 LV     |                          |                                |                        |                          |                     |  |  |  |  |
| 2016              | _                        | _                              | 5,495·10-3             | 8,230·10-3               | _                   |  |  |  |  |
| 2017              | 5,479 · 10-3             | 1,700·10-2                     | 1,676·10-2             | 8,208 · 10-3             | _                   |  |  |  |  |
| ROLAND 709 LV     |                          |                                |                        |                          |                     |  |  |  |  |
| 2013              | 3,539·10-2               | _                              | _                      | _                        | _                   |  |  |  |  |
| 2014              | 7,794·10-3               | _                              | 2,070 · 10-2           | 2,682·10-3               | _                   |  |  |  |  |
| 2015              | 5,343 · 10-3             | 8,889·10-3                     | 2,043 · 10-2           | 5,115·10-3               | _                   |  |  |  |  |
| 2016              | _                        | 6,246 · 10-3                   | 2,3311·10-2            | 4,461 · 10-3             | 1,340 · 10-2        |  |  |  |  |
| 2017              | 1,980·10-2               | 2,522·10-2                     | 2,174·10-2             | 1,120·10-2               | 5,088 · 10-2        |  |  |  |  |



a — ROLAND 705 LV;  $\delta$  — ROLAND 709 LV: l — бумагоподающая система; 2 — бумаговыводящая система; 3 — увлажняющий аппарат; 4 — красочный аппарат; 5 — печатный аппарат; 6 — сушка оттисков; 7 — противоотмарочный аппарат; 8 — устройство смывки; 9 — лакировальная секция; l0 — секция тиснения. Рисунок 2 — Диаграмма отказов узлов печатных машин

а б

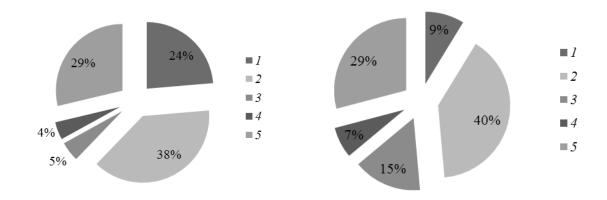
Как видно из диаграммы первое место по отказам занимают увлажняющий и красочный аппараты. При этом у ROLAND 705 LV максимум отказов приходится на бумагоподающую. Минимальное количество отказов наблюдается у устройств сушки, противоотмарочного аппарата и лакировальной секции. Следовательно, опираясь на рис. 1-2, можно говорить о значительной вероятности отказов у печатного устройства, и незначительной вероятности отказов у вспомогательных устройств печатной машины.

Таким образом, проанализировав все основные узлы устройств печатной машины, можно найти

вероятность отказов основных устройств печатных машин и построить диаграмму надежности. В табл. 2 представлена вероятность отказов основных устройств печатных машин ROLAND, а на рис. 3 отображается процентная вероятность отказов. На диаграмме представлены средние значения вероятности отказов устройств печатных машин за все время наблюдения. В данном расчете также учитывалось компьютерное управление машиной (отказы различного рода датчиков) и отказы электрической части оборудования. В статье эти отказы называются отказы управления печатной машины.

Таблица 2 — Вероятность отказов для основных устройств печатных машин

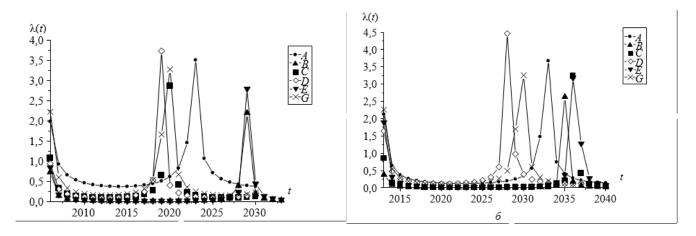
| Год<br>наблюдения | Бумагопроводящая<br>система | Печатное<br>устройство | Вспомогательные<br>устройства | Дополнительные<br>устройства | Управление    |  |  |  |  |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------|--|--|--|--|
| ROLAND 705 LV     |                             |                        |                               |                              |               |  |  |  |  |
| 2012              | 17,058 · 10-2               | 29,663 · 10-2          | 2,977·10 <sup>-2</sup>        | 4,237·10-2                   | 15,077·10-2   |  |  |  |  |
| 2013              | 11,183·10-2                 | 26,310·10-2            | 2,222·10-2                    | 1,775 · 10-2                 | 19,408 · 10-2 |  |  |  |  |
| 2014              | 4,323·10 <sup>-2</sup>      | 10,255 · 10-2          | 1,910·10-2                    | 1,368·10-2                   | 8,139·10-2    |  |  |  |  |
| 2015              | 4,624·10 <sup>-2</sup>      | 8,619·10-2             | 5,495·10 <sup>-3</sup>        | 8,230·10-3                   | 4,482·10-2    |  |  |  |  |
| 2016              | 11,386·10-2                 | 12,050·10-2            | 3,877·10 <sup>-2</sup>        | 8,208 · 10-3                 | 11,775 · 10-2 |  |  |  |  |
| 2017              | 8,355·10-2                  | 5,864 · 10-2           | _                             | 1,333·10-3                   | 10,186·10-2   |  |  |  |  |
| ROLAND 709 LV     |                             |                        |                               |                              |               |  |  |  |  |
| 2013              | _                           | 7,752 · 10-2           | 3,539·10-2                    |                              | 2,857·10-2    |  |  |  |  |
| 2014              | 2,857·10-2                  | 5,450 · 10-2           | 2,833·10-2                    | 2,682·10-3                   | 9,056·10-2    |  |  |  |  |
| 2015              | 2,176·10-2                  | 3,324 · 10-2           | 3,433·10-2                    | 5,115·10-3                   | 2,817·10-2    |  |  |  |  |
| 2016              | 9,588·10 <sup>-3</sup>      | 9,055·10-2             | 2,941·10 <sup>-2</sup>        | 1,780·10-2                   | 5,801 · 10-2  |  |  |  |  |
| 2017              | 4,983·10-2                  | 24,330·10-2            | 6,529 · 10-2                  | 6,151·10-2                   | 15,941 · 10-2 |  |  |  |  |



Исходя из диаграммы и табл. 2 можно сделать вывод, что на отказы машины большое влияние оказывают печатное устройство и управление машиной (компьютерное управление и электрооборудование). Первое место по отказам занимает печатное устройство, а в нем самый нестабильный узел увлажняющий аппарат ( $\approx 50$  %), далее идет красочный аппарат ( $\approx 30$  %) и печатный аппарат ( $\approx 20$  %). В управление машиной отказы компьютерного сбоя составляют 70-80 %, а электрооборудование — 20-30 %.

Очевидно, что каждый узел и устройство вкла-

дывает соответствующий процент в отказы машины, ее производительность, продолжительность ее нормальной эксплуатации. При сравнение физического и нормативного сроков эксплуатации было показано, что физический срок эксплуатации машины ROLAND 705 LV составляет 18 лет, а ROLAND 709 LV — 20 лет, в то время как нормативный срок колеблется от 8 до 12 лет. В свою очередь основные устройства печатных машин имеют другие сроки физической эксплуатации, это показано на рис. 4, алгоритм построения которых приведен в статье [6].



a — ROLAND 207 LV;  $\delta$  — ROLAND 209 LV: A — машины; B — бумагопроводящей системы; C — печатное устройство; D — вспомогательные устройства; E — дополнительные устройства; G — управление печатной машиной Рисунок 4 — Функции остаточного ресурса

Если посмотреть на рис. 4, то можно заметить, что у машины ROLAND 207 LV, печатное устройство по физическому сроку эксплуатации выходит из строя на 4 года раньше, чем сама машина. Управление машиной и бумагопроводящая система также имеет срок физической эксплуатации меньше на 3

года, в отличие от вспомогательных и дополнительных устройств, у которых он выше на 6 лет. Такая же картина наблюдается и у машины ROLAND 209 LV. Физический срок эксплуатации у печатного устройства меньше на 5 лет, у управления машиной — на 3 года. Тем временем как у бумагопро-

водящей системы и дополнительного устройства срок больше на 3 года, у вспомогательного устройства — на 2 года.

Таким образом, если уменьшить отказы управления и печатного устройства, то машины могут продлить свой срок службы, иначе отказы могут привести к ее списанию на 5 лет раньше.

Подводя итог по наблюдению за надежностью основных устройств и узлов полиграфического оборудования, можно сказать, что надежность машины сильно зависит от надежности одной детали или одного сопряжения деталей с наименьшим сроком работы. Не точный ремонт одного из основных

устройств, приводит к снижению надежности машины в целом, и наоборот, точная и четкая работа узлов приводит к увеличению надежности и работоспособности машины.

Наличие огромного парка полиграфического оборудования требует высококвалифицированного сервисного обслуживания для установки, технического обслуживания, ремонта и контроля за техническим состоянием машин и устройств. Своевременная диагностика, качественный ремонт, правильные условия эксплуатации машины, приведет к более продолжительному сроку службы полиграфического оборудования.

#### Список источников:

- 1. Раскин, А. Н. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин, И. В. Ромейков, Н. Д. Бирюкова. М.: Книга, 1989. 432 с.
- 2. Анализ дерева отказов (Fault tree analysis (FTA)) [Электронный ресурс] // Портал «Знаний». Режим доступа: http://statistica.ru/knowledge-clusters/technical-sciences/analiz-dereva-otkazov/. Дата доступа: 07.02.2016.
- 3. Голуб, Н. С. Надежность кондитерского упаковочного оборудования / Н. С. Голуб, М. И. Кулак // Труды БГТУ. 2014. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 36–40.
- 4. Кулак, М. И. Теоретическая оценка надежности печатного оборудования на стадиях его жизненного цикла / М. И. Кулак, Н. Э. Трусевич, Т. А. Сакулевич, И. В. Харитончик // Труды БГТУ. 2012. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 27–32.
- 5. Трусевич, Н. Э. Теоретическое исследование отказов печатного оборудования на стадии выведения из эксплуатации / Н. Э. Трусевич, М. И. кулак, Т. А. Сакулевич, И. В. Харитончик // Труды БГТУ. 2013. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 39–42.

#### Golub N. S.

## RELAND RELIABILITY OF MAIN UNITS OF ROLAND PRINTING MACHINES

Belarusian State Technological University

### **Summary**

This article considers printing equipment from the point of view of reliability of the main devices (units) of the ROLAND printing machines included in the set. The probability of failures for each machine node is calculated, and reliability diagrams are given. The analytical function of the residual resource of the equipment is constructed. This function allows you to identify the reliability of each device ROLAND printing machines for the entire period of its operation. Also, the article compares the physical and regulatory life of the printing equipment.

Key words: device, node, printing machine, reliability, failure, diagram, probability of failure.