

УДК 621.37

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКАЗОВ ПАССАЖИРСКИХ ЛИФТОВ ПО ДАННЫМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Н.А. Шпет, О.П. Муравлёв

Томский политехнический университет
E-mail: Shpet_Nataly@sibmail.com

Статья посвящена исследованию надежности пассажирских лифтов в процессе эксплуатации и получению количественных данных по отказам, необходимых для совершенствования системы технического обслуживания и ремонта. Рассмотрена конструкция лифта, и приведены основные его части. При помощи системного анализа упорядочены все элементы лифта, установлены взаимосвязи и соподчиненность между ними, построена структурная модель и представлена в виде дерева целей, имеющего иерархическую структуру и определяющего порядок расчета надежности. С использованием выборочного наблюдения сформирована цензурированная интервалом выборка, учитывающая наличие отказавших и работающих лифтов. Изучены материалы эксплуатационных наблюдений, зафиксированные в журналах диспетчерского пункта. Проведен анализ полученной статистической информации, и представлено распределение отказов элементов лифтов на всех уровнях дерева целей.

Ключевые слова:

Пассажирский лифт, лебедка, асинхронный двигатель, эксплуатационная надежность, отказ, системный анализ, цензурированная выборка.

Лифт является неотъемлемой частью инженерного оборудования жилых административных зданий и сооружений. Он становится одним из наиболее важных и массовых средств пассажирского транспорта в городах. Роль его непрерывно возрастает в связи с объективной тенденцией повышения этажности строительства. В современном ритме жизни очень важно, чтобы окружающие нас средства передвижения были надежными, комфортабельными и технически совершенными [1].

Актуальность темы заключается в исследовании надежности пассажирских лифтов в процессе эксплуатации.

Цель работы – получить количественные данные по отказам пассажирских лифтов при эксплуатации, которые необходимы для совершенствования системы технического обслуживания и ремонта асинхронных двигателей.

Основные составные части пассажирского лифта показаны на рис. 1. Транспортирование пассажиров производится в кабине, которая перемещается по вертикальному направляющему и приводится в движение лебедкой, установленной в машинном помещении, с помощью тяговых канатов подвески. Для входа в кабину и выхода из нее шахта по остановкам имеет ряд проемов, закрытых дверями. Противовес размещен в шахте лифта, а дополнительное оборудование – в нижней части шахты, на кабине лифта и в машинном помещении.

Как видно из представленного выше общего вида пассажирского лифта, его конструкция состоит из довольно большого числа элементов, которые должны обеспечить надежную работу при эксплуатации. Для нахождения направления совершенствования лифта применен системный анализ, позволяющий разработать структурную модель [2]. Одна из главных задач этого метода состоит в том, чтобы установить полный набор элементов на каждом уровне и определить взаимосвязи и соподчиненность между ними. Для этого лифт рассмотрен как система, имеющая следующие свойства: зада-

ны связи, существующие между элементами; каждый элемент внутри системы считается неделимым; с окружающей средой система взаимодействует как единое целое.

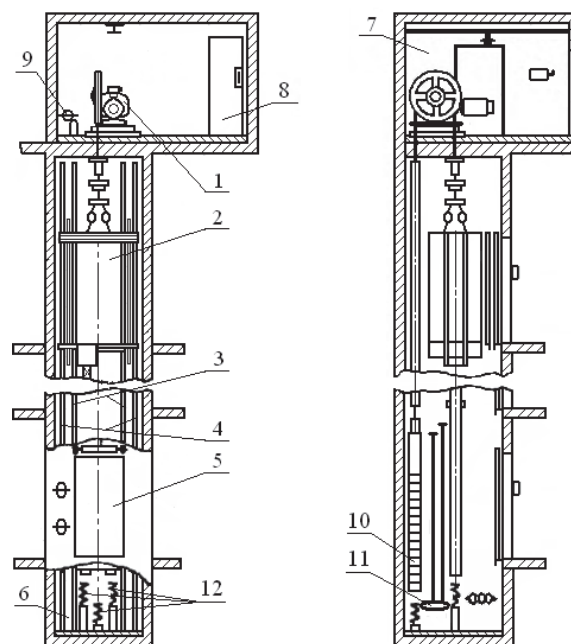


Рис. 1. Общий вид пассажирского лифта: 1 – лебедка; 2 – кабина; 3 – направляющие противовеса; 4 – направляющие кабины; 5 – двери шахты; 6 – приямок; 7 – машинное помещение; 8 – станция управления; 9 – ограничитель скорости; 10 – противовес; 11 – натяжное устройство каната ограничителя скорости; 12 – буферы кабины и противовеса

На рис. 2 структурная модель пассажирского лифта представлена в виде дерева целей, имеющего иерархическую структуру и определяющего порядок расчета надежности: надежность элементов каждого предыдущего иерархического уровня является основой для надежности элементов последующего уровня.

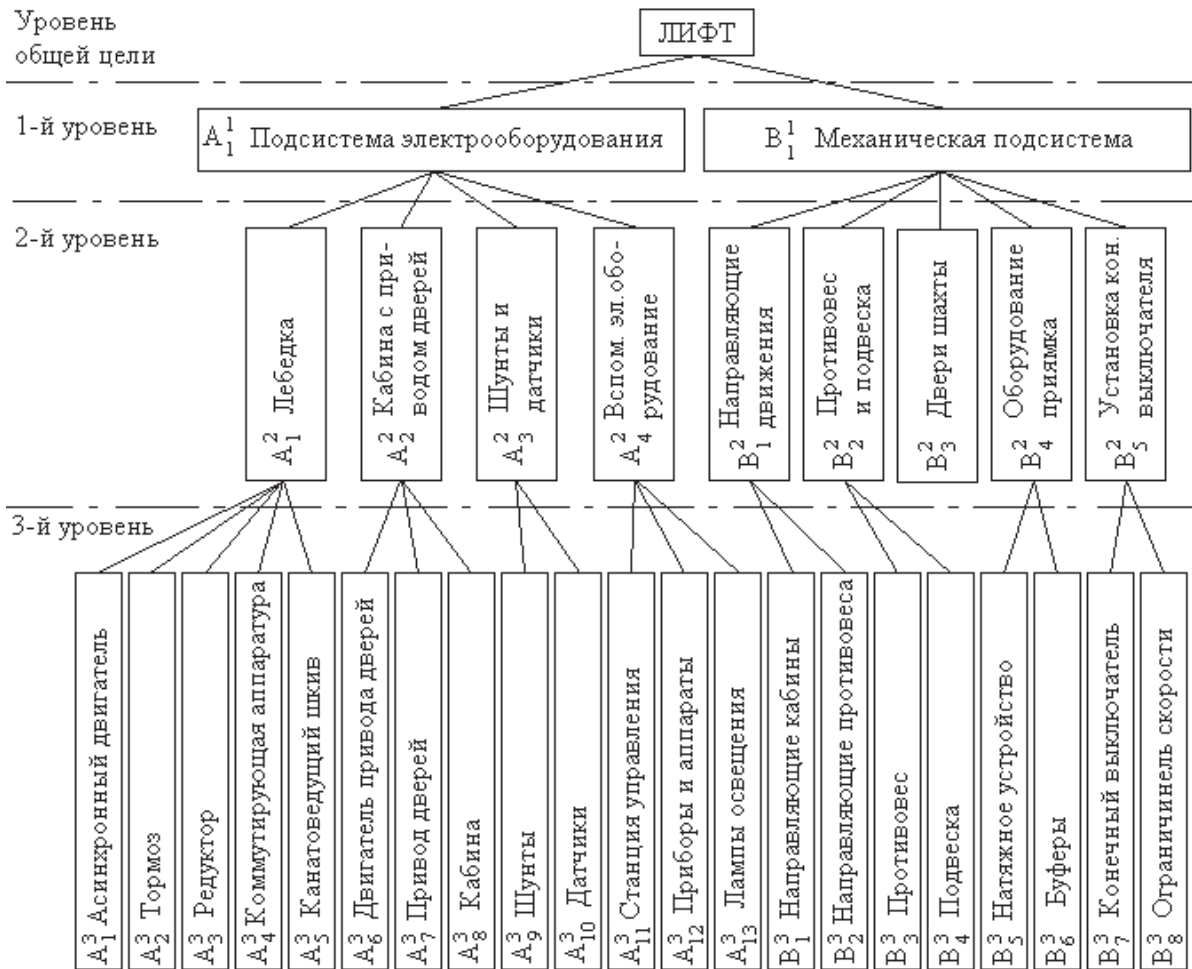


Рис. 2. Структурная модель пассажирского лифта

На первом уровне произведено разделение лифта на две подсистемы: A_1^1 – подсистема электрооборудования; B_1^1 – механическая подсистема.

На втором уровне показаны основные составные части пассажирского лифта (9 элементов) так, как они указываются в руководстве по эксплуатации [3].

На третьем уровне приводится перечень элементов (21 элемент), из которых состоят основные части лифта [3].

Для исследования отказов пассажирских лифтов применены выборочные наблюдения, заключающиеся в обследовании определенного числа единиц совокупности [4]. Анализируемые объекты при этом идентичны по устройству, назначению и эксплуатируются примерно в одинаковых условиях [3]:

- предельные значения температуры воздуха в машинном помещении от +40 до +5 °С;
- предельные значения температуры воздуха в шахте от +40 до +1 °С;
- верхнее значение относительной влажности не более 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- число включений в час не более 120–150;

- относительная продолжительность включения не более 50...60 %.

Выборочный метод дает достаточно точные результаты, позволяет провести исследование более тщательно и квалифицированно. Для этого использованы материалы эксплуатационных наблюдений, зафиксированные в журналах диспетчерского пункта ООО «Томской лифтовой компании», г. Томск.

Сформированная в ходе эксплуатации выборка лифтов по надежности имеет цензурирование интервалом (период наблюдения определен календарным сроком: декабрь 2010 – май 2012 гг.), которая учитывает наличие как отказавших, так и работающих лифтов в момент проведения выборки [4]. Она состоит из 633 лифтов, установленных в период с 1986 по 2011 гг. в жилых домах этажностью от 5 до 17 этажей:

- 1986–1990 – 120;
- 1990–1995 – 89;
- 1995–2000 – 55;
- 2000–2005 – 50;
- 2005–2011 – 319.

Обработка существующего массива статистической информации позволила выявить распределе-

ние отказов по всем основным узлам пассажирского лифта на различных уровнях дерева целей, которое представлено на рис. 3–5.



Рис. 3. Распределение отказов лифта на первом уровне дерева целей

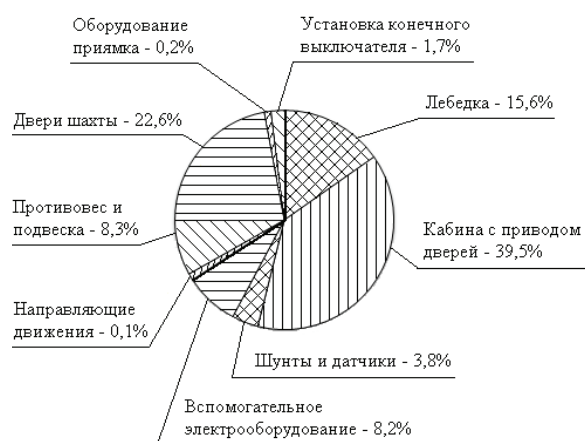


Рис. 4. Распределение отказов лифта на втором уровне дерева целей

Выводы

Исследована конструкция пассажирского лифта, состоящая из большого числа элементов. С помощью системного анализа построена структурная модель лифта и представлена в виде дерева целей, имеющего иерархическую структуру.

Проведен анализ отказов по основным узлам лифтов на всех уровнях дерева целей на примере выборки, состоящей из 633 лифтов. Полученные количественные данные показали следующее:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лифты / под общ. ред. Д.П. Волкова. – М.: АСВ, 1999. – 480 с.
2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. – Томск: НТЛ, 2001. – 396 с.
3. Лифт пассажирский. Руководство по эксплуатации 0601.00.00.000 РЭ. – М.: «Щербинский лифтостроительный завод», 2010. – 176 с.

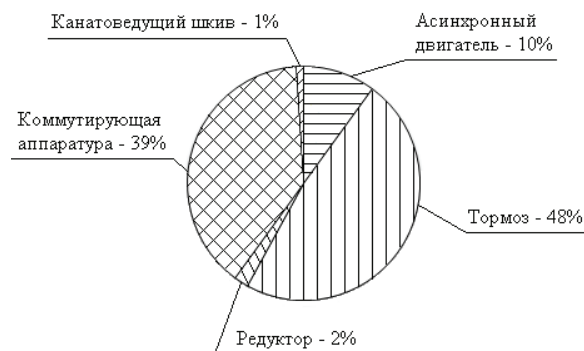


Рис. 5. Распределение отказов лебедки на третьем уровне дерева целей

- на первом уровне 67,1 % всех отказов составляют отказы подсистемы электрооборудования и только 32,9 % отказов относятся к механической подсистеме;
- на втором уровне видно, что наибольшее влияние на надежность пассажирского лифта оказывают три узла: кабина лифта с приводом дверей – 39,5 %, двери шахты – 22,6 % и лебедка – 15,6 %;
- на третьем уровне исследованы отказы лебедки: наибольшее количество отказов приходится на тормоз – 48 % и коммутирующую аппаратуру – 39 %; отказы асинхронного двигателя составляют 10 %; наиболее надежными элементами являются редуктор – 2 % и канатоведущий шкив – 1 %.

Таким образом, надежность лифта в значительной степени определяется надежностью лебедки, в которой немаловажную роль играют двухскоростные асинхронные двигатели. Несмотря на то, что на двигатели приходится только 10 % отказов, эти отказы приводят к длительному простоя пассажирских лифтов и являются наиболее дорогими по исправлению. Из анализа информации о длительностях простоев установлено: для восстановления рабочего состояния тормоза, редуктора, коммутирующей аппаратуры и канатоведущего шкива в среднем требуется в три раза меньше времени, чем для восстановления двигателей.

Важнейшими мероприятиями, снижающими поток отказов и повышающими долговечность асинхронных двигателей, а соответственно и пассажирских лифтов в целом являются соблюдение технических требований, таких как профилактическое обслуживание, плановый ремонт, контроль износа деталей. А полученные эксплуатационные данные служат основой для прогнозирования сроков предупредительных текущих ремонтов.

4. Скрипник В.М., Назин А.Е., Приходько Ю.Г., Благовещенский Ю.Н. Анализ надежности технических систем по цензурированным выборкам. – М.: Радио и связь, 1988. – 184 с.

Поступила 02.04.2013 г.

UDC 621.37

INVESTIGATION OF PASSENGER LIFT FAILURE BY THE OPERATION DATA

N.A. Shpet, O.P. Muravlev

Tomsk Polytechnic University

The article is devoted to investigation of reliability of passenger lifts during operational process and obtaining quantitative failure data required to repair and improve the technical service system. The paper considers lift construction and its main elements. All elements of a passenger lift were ordered with the help of the system analysis, their subordination and relationships were determined; the structural model was built and presented as a tree of goals with hierarchical structure which determines the order of reliability calculation. Using sampling inquiry the interval censored sample considering the availability of failed and working lifts was formed. The authors studied the operational observation materials recorded in control station journals. The obtained statistical information was analyzed and distribution of failures of lift elements was introduced at all levels of the tree of goals.

Key words:

Passenger lift, hoist, asynchronous motor, operating reliability, failure, systems analysis, censored samples.

REFERENCES

1. Volkov D.P. *Lifty (Lifts)*. Moscow, ASV Publ., 1999. 480 p.
2. Peregodov F.I., Tarasenko F.P. *Osnovy sistemnogo analiza (Fundamentals of system analysis)*. Tomsk, NTL Publ., 2001. 396 p.
3. *Lift passazhirskiy (Passenger lift). Rukovodstvo po ekspluatatsii 0601.00.00.000 RE (Operation manual 0601.00.00.000 RE)*. Moscow, Shcherbinskiy liftostroitelnyy zavod, 2010. 176 p.
4. Skripnik V.M., Nazin A.E., Prikhodko Yu.G., Blagoveshchenskiy Yu.N. *Analiz nadezhnosti tekhnicheskikh sistem po tsenzurovannym vyborkam (Analysis of reliability of technical systems censored samples)*. Moscow, Radio i svyaz, 1988. 184 p.

УДК 621.311

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ЗВЕНОМ ПОВЫШЕННОЙ ЧАСТОТЫ

А.В. Осипов, Ю.А. Шиняков, А.И. Отто, М.М. Черная

Томский университет систем управления и радиоэлектроники

E-mail: ossan@mail.ru

Рассмотрены способы суммирования энергии солнечной и аккумуляторной батарей с помощью инверторно-трансформаторных преобразователей с промежуточным звеном повышенной частоты, позволяющих согласовывать существенно отличающиеся уровни напряжений источников с нагрузкой. Показано, что структура с суммированием выходных напряжений инверторов в общем контуре позволяет регулировать напряжение солнечной батареи в диапазоне, достаточном для реализации режима максимального отбора мощности. Получены регулировочные характеристики преобразователя при заданной вольт-амперной характеристике солнечной батареи и различных значениях нагрузки. Определены условия наиболее энергетически выгодного распределения мощностей источников, соответствующего минимальной мощности аккумуляторной батареи и максимальной мощности солнечной батареи. Показано, что в таких системах положение рабочей точки вольт-амперной характеристики солнечной батареи зависит от сопротивления нагрузки. Сделаны выводы, обсуждены полученные результаты.

Ключевые слова:

Система электропитания космического аппарата, звено повышенной частоты, солнечная батарея, аккумуляторная батарея, экстремальное регулирование мощности.

Введение

Энергетическая эффективность систем электропитания (СЭП) космических аппаратов (КА) во многом зависит от согласования уровней напряжения нагрузки с напряжениями аккумуляторной (АБ) и солнечной батареи (СБ), имеющей нелинейную вольт-ваттную характеристику (ВВХ) с ярко выраженным максимумом мощности. Применяемые в настоящее время СЭП КА построены на осно-

ве нескольких импульсных преобразователей постоянного напряжения, соединяющих СБ и АБ с нагрузкой по последовательной, параллельной (шунтовой) или последовательно-параллельной схеме, получившей наибольшее распространение [1]. В таких системах применяется экстремальное регулирование мощности (ЭРМ), заключающееся в регулировании напряжения на СБ по условию максимальной снимаемой с нее мощности. При