

4. Выводы

Приведенные векторные диаграммы позволяют выяснить причину появления дополнительных погрешностей углового позиционирования боевых машин в условиях, максимально приближенных к бое-

вым. Выбор методов и средств достижения частичной инвариантности по отношению к проникающему акустическому излучению высокого уровня определяется в контексте обеспечения Тактико-Технических Характеристик объектов в жестких условиях боевого использования.

Литература

1. Ишлинский, А.Ю. Ориентация, гироскопы и навигация [Текст]/ А.Ю. Ишлинский. – М.: Наука, 1976. – 671 с.
2. Кошляков, В.Н. Теория гироскопических компасов [Текст]/ В.Н. Кошляков. – М.: Наука, 1972. – 211 с.
3. Пельпор, Д.С. Гироскопические приборы систем ориентации и стабилизации [Текст]: монография/ Д.С. Пельпор, Ю.А. Осокин, Е.Р. Рахтеенко; под общ. ред. Д.С. Пельпора; МВТУ им. Н. Баумана. – М.: Наука, 1977. – 219 с.
4. Лунц, Я.Л. Ошибки гироскопических приборов [Текст]/ Я.Л. Лунц. – Л.: Судостроение, 1968. – 232 с.
5. Карачун, В.В. О влиянии акустического излучения на плоские элементы конструкции гироскопических приборов [Текст]/ В.В. Карачун // Механика гироскопических систем. – 1993. – Вып. 12. – С. 23-28.
6. Мельник, В.Н. Пассивные методы уменьшения погрешностей гириноинтегратора, обусловленных дифракцией звуковых волн на подвесе гироскопа / В.Н. Мельник, В.В. Карачун // Космічна наука і технологія. – 2003. – Т. 9. - № 1. – С. 22-28.

В роботі розглядаються методи розрахунку надійності щодо трубопровідних систем. Визначені переваги та недоліки методів розрахунку надійності трубопровідних систем

Ключові слова: трубопровідна система, розрахунок надійності

В работе рассматриваются методы расчета надежности применительно к трубопроводным системам. Определены преимущества и недостатки методов расчета надежности трубопроводных систем

Ключевые слова: трубопроводная система, расчет надежности

This article covers reliability calculation methods regarding pipeline systems. Advantages and defects of reliability calculation methods of pipeline systems are determined

Keywords: pipeline system, reliability calculation

УДК 656.02:338.47

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

И. А. Гавриленко

Ассистент

Кафедра прикладной математики и
информационных технологий

Харьковская национальная академия городского
хозяйства

ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: (057) 707-31-31, 067-573-39-50

E-mail: i.gavrilenko@ukr.net

1. Введение

Трубопроводная система с точки зрения теории надежности представляет собой сложную техническую систему, характеризующуюся следующими специфическими особенностями:

- структурной избыточностью (резервированием), приводящей к тому, что при отказе единичных элементов оборудования система в большинстве случаев может сохранять работоспособность;

- наличием большого спектра отказов, отличающихся вероятностью появления и последствиями – ущербом и длительностью устранения;

- наличием регулярных планово-предупредительных ремонтов в процессе эксплуатации, устраняющих неисправности и неполадки – потенциальные источники отказов;

- восстанавливаемостью (ремонтпригодностью), т.е. возможностью устранять отказы оборудования путем проведения аварийных ремонтов в течение срока функционирования системы.

Расчет надежности таких систем обычно проводится в несколько этапов.

Цель исследования: провести анализ методов расчета надежности трубопроводных систем и разработать их классификацию.

2. Анализ методов расчета трубопроводных систем

Существующие подходы к решению задач расчета технической надежности трубопроводных систем базируются на применении прямых и косвенных методов расчета надежности [1-3].

Применение прямых методов, основанных на обработке данных эксплуатации или статистических испытаний об отказах системы, для оценки показателей надежности трубопроводных систем и ее подсистем из-за их специфики ограничено. Основная причина заключается в том, что статистическая информация, получаемая в процессе эксплуатации одной системы, обычно не может быть обобщена на другие системы. Даже в рамках одной системы получение совокупной информации о подсистемах одной трубопроводной системы затруднено в силу уникальности самих подсистем и различных режимов их функционирования. К тому же прямые методы не решают задачу оценки надёжности при произвольном изменении структуры сети или при проектировании новой сети.

Основными для решения задач анализа надежности трубопроводных систем являются косвенные методы, предполагающие расчет показателей надежности сложного объекта по характеристикам надежности его элементов. В области трубопроводных систем могут применяться три класса косвенных методов: аналитические; статистического моделирования; аналитико-статистические.

Аналитические методы обеспечивают высокую точность расчетов и позволяют исследовать зависимости значений показателей надежности от различных влияющих факторов и условий функционирования в любых интервалах времени. При этом процесс функционирования системы сводится обычно к модели полумарковского или многомерного марковского процесса. Основными аналитическими методами для расчета показателей надежности трубопроводных систем являются: прямое вычисление вероятностей, включая логико-вероятностные методы, дифференциальный и интегральный методы, интерпретированные к анализу надежности систем.

Возможности аналитических методов, как правило, ограничены сложностью математического описания системы (особенно при законах распределения наработки на отказ и времени восстановления, отличных от экспоненциальных). Дополнительные ограничения возникают в связи с необходимостью априорного выделения существенных факторов, влияющих на надёжность и включаемых в математическую модель.

Аналитические методы расчета надежности трубопроводных систем включают:

- методы, основанные на использовании марковских и полумарковских моделей;
- логико-вероятностные методы;
- логико-топологические методы.

Марковские модели оценки надежности основываются на аппарате дискретных марковских процессов с непрерывным временем. Область применения этих моделей при анализе надежности трубопроводных систем ограничивается требованием на закон распределения времени наработки на отказ и времени восстановления элементов, который в данном случае должен быть исключительно экспоненциальным.

Полумарковские модели предусматривают решение систем интегральных и алгебраических уравнений, описывающих процесс функционирования трубопроводной системы как сложной системы и записанных с использованием переходных вероятностей. Для их решения применяются прямое и обратное операционные преобразования Лапласа и Лапласа-Карсона в сочетании с итерационными методами.

Существенными преимуществами полумарковских моделей являются: возможность получения компактных приближенных аналитических зависимостей для расчета показателей надежности, удобство применения численных методов и компьютерной обработки, малое время счета. К их недостаткам можно отнести трудность обоснования ряда допущений, связанных с декомпозицией структуры трубопроводных систем, а также быстрое возрастание сложности анализа при дальнейшей детализации структур.

К логико-вероятностным методам относятся методы, в которых математические модели надежности элементов и системы описываются с помощью алгебры логики, а показатели надежности – теоремами теории вероятностей, причем и то, и другое осуществляется в неявной форме.

Основными достоинствами логико-вероятностных методов являются: четкость, однозначность и высокая степень формализации при описании объекта исследования; выполнение расчета и анализа надежности на единой методологической основе.

Расчет надежности с помощью логико-вероятностных методов состоит из двух этапов. Цель первого – переход от словесного описания процесса функционирования системы к формализованному описанию. Цель второго – количественный учет в формальном описании показателей надежности системы в целом и показателей надежности отдельных её элементов.

Приближенным логико-вероятностным методом могут считаться таблицы готовых решений, которые рекомендуются для решений локальных задач анализа надежности, но также могут быть использованы для приближенного анализа крупных систем.

Недостатком данного метода является необходимость вербального описания процесса функционирования системы на первом этапе и его замены на формальное описание, что делает метод малоэффективным при оперативном расчёте надёжности системы, связанного с изменением её структуры.

К логико-топологическим методам относятся методы, в которых математические модели надежности элементов и системы описываются, как и в логико-вероятностных методах, с помощью алгебры логики, а на втором этапе, при нахождении показателей надежности систем, используются аналитические выражения, полученные с помощью специализированных топологических методов. Для топологических методов характерно представление условий функционирования системы в виде графа состояний. При этом показатели надежности вычисляются без составления и решения систем уравнений, а с помощью различного рода аналитических выражений и мнемонических правил.

Достоинством логико-топологических методов является непосредственное нахождение показателей надежности по логическим функциям, без вычисления

вероятностей работоспособного и неработоспособного состояний системы. К недостаткам этих методов можно отнести громоздкость вычислений при нахождении точного решения, так как расчет фактически выполняется не на основе вычисления логических функций, а по сложным моделям, описывающим возможные состояния системы.

Для логико-вероятностных методов и логико-топологических методов на любом из двух этапов расчёта имеет место как выполнение точных, так и приближенных действий с оценкой знака и значения погрешности.

Методы статистического моделирования, базирующиеся на том, что вероятность случайного события можно оценить частотой его наступления за достаточно длительное время функционирования, свободны от ограничений на сложность объекта и вид функций распределения случайных величин. Эти методы позволяют учитывать индивидуальные свойства объектов, условия их эксплуатации и т.д. Их основным недостатком являются чрезмерные затраты времени при оценке надежности систем с большим числом элементов, при исследовании зависимостей показателей надежности от влияющих факторов, а также при анализе высоконадежных систем. Методы статистического моделирования, как и прямые методы, не решают задачи оценки надежности при произвольном изменении структуры трубопроводной сети. В связи с этим применение методов статистического моделирования в настоящее время более эффективно при исследовании надежности источника целевого продукта, которые имеют по сравнению с распределительной сетью намного меньше структурных элементов.

Аналитико-статистические методы – наиболее перспективное направление в исследовании надежности как трубопроводной системы в целом, так и ее отдельных подсистем. Объясняется это тем, что, с одной стороны, данные методы за счёт своей аналитической части позволяют ускорить процесс оценки, а за счёт статистической – увеличить её адекватность.

На основе проведенного анализа разработана классификация методов расчета надежности трубопроводных систем, приведенная на рис. 1.

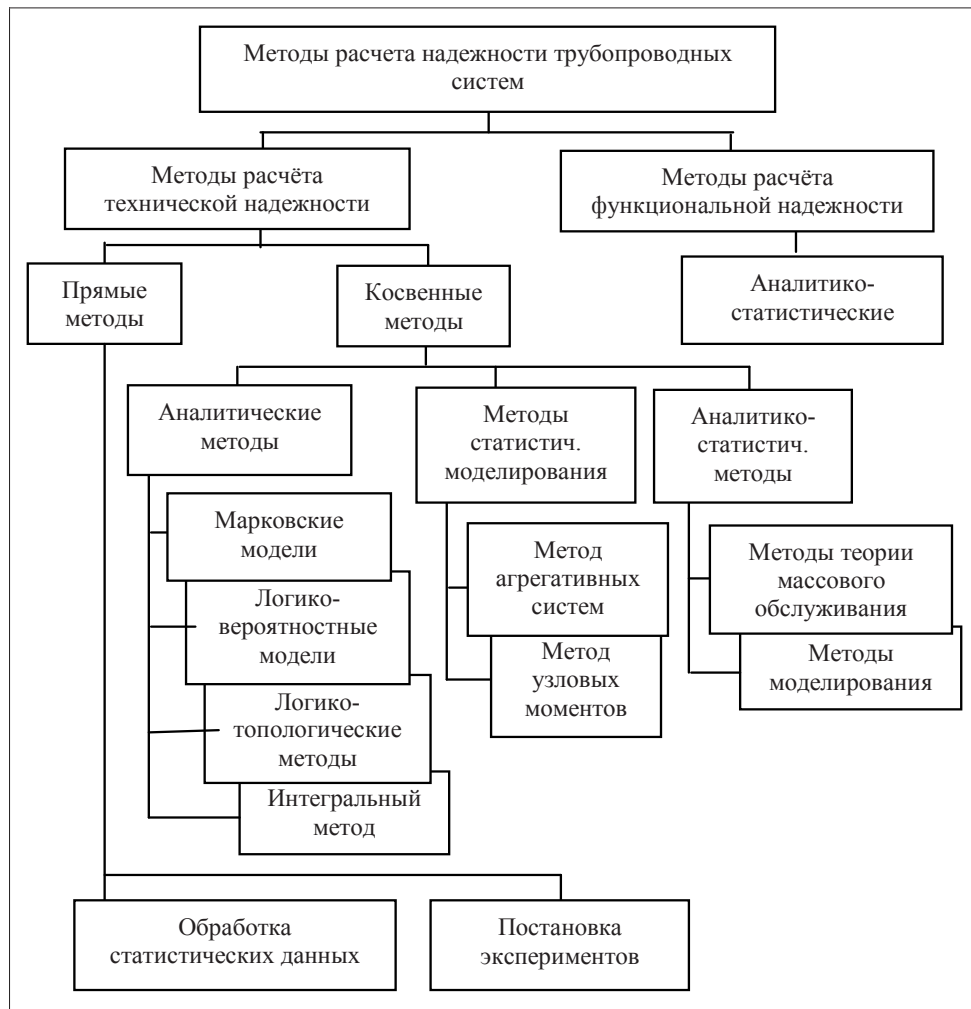


Рис. 1. Классификация методов расчёта надёжности трубопроводных систем

3. Выводы

Известные косвенные методы расчета надежности, применимые к трубопроводным системам, можно классифицировать по используемому математическому аппарату на аналитические, статистического моделирования и аналитико-статистические. Кроме того, все методы можно разделить по подходу к воспроизведению свойств объекта при оценке его надежности на:

- методы, учитывающие его отдельные случайные состояния и позволяющие определить частоты отказов и время восстановления;
- методы, учитывающие случайные процессы функционирования объекта и позволяющие определять функции распределения продолжительности любых его состояний.

Рассмотренные методы в их существующем виде в большей степени применимы для расчетов надежности трубопроводных сетей в магистральных транспортных системах. Для расчетов же распределительных сетей они должны быть модифицированы таким образом, чтобы позволяли выполнять расчет для объектов большой размерности.

Таким образом, анализ существующих методов расчета надежности трубопроводных систем позволяет сделать следующие выводы:

1) статистическі методи забезпечують найбільш адекватні оцінки технічної і функціональної надійності незалежно від складності і розмірності мереж, але вимагають надто великих часових витрат при визначенні надійності систем, і не дозволяють розрахувати надійність в залежності від складності структури мережі, тому вони є непридатними на етапі проектування нових мереж;

2) аналітичні методи здатні визначати показники надійності в залежності від структури мережі, але не забезпечують достатньої адекватності і практично непридатні для розрахунку надійності мереж великої розмірності;

3) найбільш перспективними є аналітико-статистическі методи розрахунку показників надійності, які вимагають подальшого удосконалення і розвитку з метою їх застосування для

розподільних трубопроводних мереж великої розмірності і складності.

Зроблені висновки висувають потребу в розробці нового методу, який в відмінність від існуючих, дозволяв би здійснювати розрахунки функціональної надійності складних трубопроводних мереж великої розмірності.

Метод повинен бути здатним забезпечувати розрахунки як для мереж, які тільки проектуються, так і для мереж, які знаходяться в експлуатації або реконструюються. Крім того, новий метод повинен бути достатньо оперативним, щоб диспетчерські служби могли вираховувати і аналізувати зміни функціональної надійності при зміні структури або експлуатаційних режимів мереж, т.є. метод повинен працювати в реальному масштабі часу.

Література

1. Надійність систем енергетики і їх обладнання. Справочник: в 4 т. / [сост. Сеннова Е.В., Смирнов А.В., Іонін А.А. і др.; ред. Руденко Ю.Н.] – М.: Енергоатоміздат, 2000. Т.4. – 2000. – 351 с.
2. Сухарев М.Г., Карасевич А.М. Технологічний розрахунок і забезпечення надійності газо- і нафтопроводів / М.Г. Сухарев, А.М. Карасевич. – М.: «Нафта і газ» РГУ нафти і газу, 2000. – 272 с.
3. Іонін А.А. Надійність систем теплових мереж / Іонін А.А. – М.: Стройіздат, 1989. – 268 с.

В статті представлені перспективні напрямки проектування несучих систем (модулів рами та кузова) у вантажному вагонубудуванні та їх особливості

Ключові слова: вагонубудування, напрямки і аспекти проектування

В статті представлені перспективні напрямки проектування несучих систем (модулів рами та кузова) в грузовому вагонустроєнні і їх особливості

Ключевые слова: вагонустроєння, напрямки і аспекти проектування

In this article the perspective directions of the design of bearing systems (frame and body modules) in cargo car building and their features are presented

Keywords: car building, areas and aspects of design

УДК 629.463.65.001.63

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ ПРОЕКТУВАННЯ НЕСУЧИХ СИСТЕМ У ВАНТАЖНОМУ ВАГОНУБУДУВАННІ

О.В. Фомін

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра «Рухомий склад залізниць»
Донецький інститут залізничного транспорту Української
державної академії залізничного транспорту
вул. Артема, 184, м. Донецьк, 83018
E-mail: fomin1985@list.ru

Постановка проблеми і аналіз результатів останніх досліджень

Залізничний транспорт є базовою галуззю національної економіки та основою її транспортної системи, забезпечує понад дві третини загального вантажообігу. Тому в основних положеннях Транспортної стратегії

України на період до 2020 року, яка була затверджена на засіданні Кабінету Міністрів України 20 жовтня 2010 року та Комплексної програми оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки, яку затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 жовтня 2008 року №1259 визначено, що одним з пріоритетних напрямків розвитку галузі