

УПРАВЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ПРИ РЕЗЕРВИРОВАНИИ И ОБЕСПЕЧЕНИИ ТРЕБУЕМОГО УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ

© 2016 С. А. Сазонова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Рассматриваются возникающие по мере развития гидравлических систем проблемы снижения надежности. Обосновывается необходимость совершенствования методов математического моделирования для решения многокритериальных задач. Показано, что посредством применения резервирования может быть обеспечена надежность гидравлических систем. Обеспечивать требуемый уровень надежности предлагается обеспечивать за счет организации процедуры синтеза параметров объекта и при оценке надежности объекта.

Ключевые слова: резервирование, надежность, гидравлическая система, безопасность, математическое моделирование.

Тенденции развития энергетических систем, как известно [1], обостряют проблемы надежности. Это обусловлено рядом обстоятельств и наиболее значимыми среди них являются: рост масштабов этих систем и концентрация мощностей. Снижение надежности, и как следствие снижение безопасности, в силу первого обстоятельства сказывается на хозяйственной деятельности в целом, а в силу второго – на возрастании последствий единичных отказов, поскольку многократно возрастает «цена» аварий, сопряженных с выбросом существенных объемов агрессивных и токсичных веществ в окружающую среду. В областях управления развитием и функционированием энергетических систем требуется все более тщательная проработка решений при проектировании их объектов, качественное улучшение техники и технологии создания производственных ресурсов для компенсации отказов различных типов. Значительная роль в этом отводится совершенствованию методов математического моделирования.

Надежность транспортных гидравлических систем (ГС), как составных частей систем энергетики в соответствии с терминологией [1], трактуется как свойство объекта выполнять свои функции в заданном объеме при определенных условиях эксплуатации. Применительно к системам энергетики в числе заданных функций рассматривается бесперебойное снабжение потребителей целевым продуктом требуемого качества в

нужных количествах при соблюдении условий безопасности их функционирования для людей и окружающей среды.

К важнейшим внешним условиям, определяющим функционирование и развитие энергетических систем относится прогноз потребления целевого продукта. Поскольку потребление зависит от времени, то и надежность как свойство «привязывается» к некоторому временному интервалу, длительность которого определяется степенью заблаговременности принимаемых решений и разграничивает задачи надежности на ряд временных уровней. Согласно принятой для систем энергетики иерархии в области управления развитием выделяют: два основных временных уровня (прогнозирование с заблаговременностью 10-20 лет и (проектирование – от 2 до 10 лет) и три – в области управления функционированием (эксплуатации): длительный цикл регулирования (1-2 года); краткосрочный цикл регулирования (до 1 месяца) и суточный цикл (до одних суток). Кроме того для задач управления иерархичность устанавливается не только по временному, но и территориальному признаку. Здесь обычно выделяют магистральные, распределительные, маневренные системы и отводы. Важно отметить, что от территориально-временного уровня иерархии зависит не только перечень задач анализа и синтеза надежности, но и факторы, влияющие на их решение, средства и способы ее обеспечения.

Известно, что надежность реально может быть обеспечена посредством резервирования, причем главным образом при их перспективном планировании и проектировании и чем больше масштабы системы, тем более

Сазонова Светлана Анатольевна – Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности, к. т. н., доцент, e-mail: Sazonovappp@vgsu.vrn.ru

ответственным становится конкретный выбор таких мероприятий. Существующие способы резервирования достаточно разнообразны, но по форме реализации их можно классифицировать на две категории нагруженное и ненагруженное [2]. У каждой из них есть свои плюсы и минусы [2] и на практике они применяются как индивидуально, так и в сочетании друг с другом, однако для ГС рассмотрим лишь два способа резервирования:

1) увеличение диаметров трубопроводов линейных участков (нагруженный вариант резервирования) который условно (по аналогии с задачей параметрической оптимизацией) можно назвать параметрическим резервированием;

2) поиск состава и размещения байпасных линий (ненагруженный вариант резервирования), который соответственно будем называть структурным резервированием.

В технической литературе [1] оба указанных способа резервирования принято относить к системному резерву, называемому резервом пропускной способности, под которой понимают максимальную производительность объекта, достижимую при данном его состоянии и расчетных условиях функционирования. Пропускная способность является общей характеристикой производственной мощности объекта в условиях пренебрежения зависимостью расхода от давления, колебаний параметров гидравлического состояния, температурой окружающей среды и т. д.

Для оценки пропускной способности q_0 например для магистральных газопроводов используется соотношение

$$q_0 = Q / (K_{PO} K_{ЭТ} K_N),$$

где Q – заданная производительность газопровода; K_{PO} – коэффициент расчетной обеспеченности, отражающий необходимость резерва пропускной способности; $K_{ЭТ}$ – коэффициент экстремальных температур, учитывающий влияние повышенных температур окружающей среды на располагаемую мощность; K_N – коэффициент надежности, учитывающий необходимость компенсации снижения пропускной способности при отказах линейных элементов и технологического оборудования. Первые два коэффициента назначаются экспертным путем и их ориентировочные значения соответственно равны 0,95 и 0,98. Коэффициент надежности предварительно задается по диаметру и длине трубопровода, а затем уточняется в результате гидравлических расчетов.

В теории и практике управления сложными системами при принятии решений

приходится прибегать к экстремальному подходу для их экспертизы и обоснования, который, по существу, является безальтернативным. Построение оптимизационных моделей, учитывающих надежность сопряжено с необходимостью сформулировать критерий оптимизации (функцию цели).

При выборе критериев оптимизации естественной представляется комбинация суммы затрат на мероприятия по обеспечению надежности и стоимостное выражение ущербов от отказов системы [2]. Несмотря на то, что такой подход не вызывает принципиальных возражений, его практическая реализация почти неосуществима. Главные трудности здесь связаны с неопределенностью экономической оценки величины ущерба.

В свою очередь решение многокритериальных задач представляет собой сложную научно-техническую проблему. Между выбираемыми критериями часто возникает конфликт, требующий дополнительных исследований по определению его меры, степени устойчивости и т. д. Традиционные подходы преодоления этих проблем связаны с поиском линейной комбинации совокупности критериев, либо нахождением множества Парето и принятием окончательного решения исходя из эвристического анализа этого множества.

Для исследуемого территориально временного уровня иерархии выход из создавшейся ситуации пока связан с нормированием надежности, посредством обеспечения равенства некоторой совокупности показателей соответствующему наперед заданному уровню. Под показателем обычно подразумевается [2-6] количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.

Таким образом, проблема надежности по существу связана с решением двух основных вопросов:

1) как оценить надежность объекта (то есть сделать рациональный выбор одного или нескольких показателей, наиболее информативных для характеристики этого комплексного свойства и установить достаточно простые способы их численного определения);

2) как организовать процедуру синтеза параметров объекта, в результате которой расчетные значения этих показателей соответствовали нормативным.

Изложенный подход лежит в основе разработанных моделей структурного резервирования для функционирующих систем

теплоснабжения [7]. В основе разработанных моделей лежит энергетическое (функциональное) эквивалентирование [8], применение которого позволяет эффективно моделировать и численно комплексно решать поставленные задачи [9-12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Сухарев М. Г. Обоснование резервов при проектировании магистральных трубопроводов. / М. Г. Сухарев и др. // Надежность систем энергетики и их оборудования: в 4 т. Т. 3. Надежность систем газо- и нефтеснабжения. Кн. 1; под ред. М. Г. Сухарева. – М.: Недра, 1994. – С. 210-248.

2. Меренков А. П. Об эффективности нагруженного резервирования в многиточных системах нефтепроводов / А. П. Меренков, А. А. Морев, В. Я. Хасилев // Нефтяное хозяйство. – 1980. – № 6. – С. 48-52.

3. Жидко Е. А. Методология системного математического моделирования информационной безопасности / Е. А. Жидко // Интернет-журнал науковедение. – 2014. – № 3 (22). – С. 101.

4. Жидко Е. А. Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия / Е. А. Жидко, В. Я. Манохин // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: высокие технологии. Экология. – 2010. – № 1. – С. 13-17.

5. Жидко Е. А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц пыли и технология ее утилизации в строительстве / Е. А. Жидко // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2002.

6. Жидко Е. А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е. А. Жидко,

Л. Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 2 (21). – С. 33.

7. Сазонова С. А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С. А. Сазонова, В. Я. Манохин, М. В. Манохин, С. Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 4 (34). – С. 440-448.

8. Квасов И. С. Анализ и параметрический синтез трубопроводных гидравлических систем на основе функционального эквивалентирования: автореф. дис. доктора технических наук: 05.13.16 / И. С. Квасов. – Воронеж, 1998. – 30 с.

9. Мезенцев А. Б. Результаты расширенного вычислительного эксперимента по оценке надежности и резервированию распределительных гидравлических систем / А. Б. Мезенцев, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2015. – № 2. – С. 26-29.

10. Сазонова С. А. Математическое моделирование гидравлических систем в области управления функционированием и развитием / С. А. Сазонова, А. Б. Мезенцев // Моделирование систем и процессов. – 2015. – № 1. – С. 60-63.

11. Сазонова С. А. Решение вспомогательных задач диагностики утечек для обеспечения безопасности функционирующих трубопроводных систем // Моделирование систем и процессов. – 2015. – № 1. – С. 57-59.

12. Манохин М. В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М. В. Манохин, В. Я. Манохин, С. А. Сазонова, Е. И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 4 (34). – С. 370-376.

CONTROL THE HYDRAULIC SYSTEM WHEN REDUNDANCY AND REQUIRED LEVEL OF RELIABILITY

© 2016 S. A. Sazonova

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

We consider emerging with the development of hydraulic problems of reduced reliability. The necessity of improving the methods of mathematical modeling to solve a lot of criteria tasks. It is shown that through the use of redundancy may be provided the reliability of hydraulic systems. To provide the required level of reliability offered by the organization to ensure procedures and synthesis of object parameters in assessing the reliability of the object.

Keywords: redundancy, reliability, hydraulics, safety, mathematical modeling.