

максимально положительный экономический эффект при получении биогаза. При вводе в эксплуатацию биогазовых энергетических комплексов большой мощности необходимо предусмотреть поэтапное строительство.

Таким образом, важным является тщательный анализ рисков производства биогаза и организация эффективной работы биогазовых комплексов. Учет рисков производства биогаза позволит избежать многие трудности в эксплуатации и получить максимально положительный экономический эффект при получении биогаза.

Библиографический список

1. *Энергоэффективность аграрного производства / под общ. ред. академиков В.Г. Гусакова и Л.С. Герасимовича. – Минск: Белорусская наука, 2011. – 775с.*

2. *Liquefied Biomethane experiences. European Commission. DG Move. 7th Framework Programme. GC.SST.2012.2-3 GA No. 321592. July 2014*

3. *The LUC impact of biofuels consumed in the EU. 27 August 2015. Ref. Ares(2015)4173087 - 08/10/2015. ECOFYS Netherlands B.V. По заказу Европейской комиссии.*

4. *Saur G. and Milbrandt. A. Renewable Hydrogen Potential from Biogas in the United States. Technical Report NREL/TP-5400-60283, July 2014*

5. *Бельская Г.В., Зеленухо Е.В. Некоторые эколого-экономические аспекты использования биогазовых технологий в Республике Беларусь. Материалы Международного экономического форума «Социально-экономические проблемы развития старопромышленных регионов». - Кемерово, КузГТУ, 2015.*

УДК 699.4

ФАКТОР НАДЕЖНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Соколова С.С., Лягина А.Н.

Тульский государственный университет

Рассмотрены методы расчета надежности на различных стадиях проектирования, особенности автоматизированной системы управления температурным режимом у потребителя, факторы, определяющие надежность и эффективность системы теплоснабжения

При проектировании системы теплоснабжения объекта строительства устанавливаются и обосновываются необходимые требования к надежности, что обеспечивается ее структурой и элементами. На этой стадии разрабатываются методы защиты ее элементов от неблагоприятных воздействий, рассматриваются возможности автоматически восстанавливать утраченную работоспособность, оценивается приспособленность системы к ремонту и техническому обслуживанию.

При проектировании системы и на основании данных готового проекта информацию о надежности изделия можно получить лишь расчетным путем. Именно качество и достоверность расчетов позволит уже на стадии проектирования заложить в конструкцию необходимый уровень надежности проектируемой системы.

При этом большое значение имеет создание базы данных, в которой сосредоточена информация о надежности элементов аналогичных систем и комплектующих узлов, имеются сведения об их работоспособности и другие сведения, необходимые для расчета начального уровня надежности и ее прогнозирования.

Расчет можно проводить уже в начале проектирования параллельно с расчетом принципиальной схемы. Это позволит не только оценить надежность разрабатываемой системы, но также вовремя внести коррективы в принципиальную схему и тем самым повысить ее эффективность.

Расчет надежности на стадии проектирования выполняется в следующих случаях:

- 1) при проверке нормативных требований и предъявлении заказчиком более высоких требований к надежности системы;
- 2) при расчете нормативных данных по надежности отдельных элементов;
- 3) для определения минимально допустимого уровня надежности элементов проектируемой системы;
- 4) при сравнительной оценке надежности отдельных вариантов систем на этапе "проект".

Расчет надежности на начальной стадии проектирования учитывает влияние на надежность только количества и типов использованных элементов и основывается на следующих допущениях:

- все элементы данного типа равнонадежны;
- интенсивности отказов всех элементов не зависят от времени, т.е. отсутствует старение;
- все элементы работают в нормальном режиме, предусмотренном техническими условиями;

- все элементы изделия работают одновременно;
- отказы элементов – события случайные и независимые.

Этот расчет позволяет определить рациональный состав элементов и наметить пути повышения надежности системы.

Основная трудность определения показателей надежности системы заключается в том, что они оценивают ее функционирование за длительный промежуток времени, в то время как эти показатели должны быть заложены и определены во вновь проектируемую систему теплоснабжения.

Автоматизированные системы являются сложными техническими системами, которые должны рассматриваться как единое целое. Объединение различных элементов узлов, механизмов в единую систему придает ей новые свойства, связанные с взаимодействием и взаимовлиянием ее составных частей. Поэтому, для решения проблемы надежности необходимо [1] не только расчленение на отдельные элементы, а, главное, рассмотрение ее как сложной связанной системы, не идеализация функционирования, а изучение свойственных ей проблем с разрегулированием, не использование статистики как основного источника информации о надежности, а прогнозирование возможного изменения технических характеристик системы с учетом процессов старения.

Автоматизация усложняет решение проблемы надежности, так как появляются сложные, высокопроизводительные и энергонапряженные системы. Однако эти трудности возникают лишь до тех пор, пока для решения задач, связанных с повышением надежности, привлекается только тот арсенал средств, который применим и для обычных неавтоматизированных систем.

Для автоматизированной системы еще более важно, чем для обычной, совершенствовать качество применяемых материалов, деталей и узлов, так как применение самой автоматики предназначено для обеспечения длительного выполнения системой своего назначения в разнообразных условиях эксплуатации.

Применение в системах управления температурным режимом современного автоматического оборудования с различными датчиками, расширение и качественное изменение функций, выполняемых этим оборудованием, позволяет осуществлять широкое использование средств автоматики в новом аспекте.

Используют три основных источника информации [2] для суждения о возможной потере работоспособности, которая будет иметь место в процессе эксплуатации системы:

- статистическая обработка данных по надежности из

сферы эксплуатации и ремонта аналогичных систем;

- испытания на надежность;
- расчеты и прогнозирование надежности.

Чем сложнее система теплоснабжения, тем труднее сделать пересчет на нормальный процесс ее работы, так как для разных элементов системы форсирование испытаний оказывает разное влияние.

В связи с этим перспективными являются автоматизированные испытания, сочетающие испытания с аналитическими расчетами, моделированием и прогнозированием надежности.

Аналитические расчеты, включая математическое и имитационное моделирование и прогнозирование, являются основным источником информации о будущем поведении системы. Только расчетным путем можно судить о надежности будущей системы на стадии ее проектирования, до минимума свести время, необходимое для определения показателей надежности, выявить основные взаимосвязи между выходными параметрами.

При прогнозировании надежности теплоснабжающей системы решается вероятностная задача, в которой поведение сложной системы в будущем определяется лишь с той или иной степенью достоверности и оценивается вероятность ее нахождения в определенном состоянии при различных условиях эксплуатации. Применительно к надежности задача прогнозирования сводится в основном к предсказанию вероятности безотказной работы системы в зависимости от возможных режимов работы и условий эксплуатации. Качество прогноза в большой степени зависит от источника информации о надежности отдельных элементов и о процессах потери ими работоспособности. Для прогнозирования в общем случае применяются разнообразные методы с использованием моделирования, аналитических расчетов, статистической информации, экспертных оценок, метода аналогий, теоретико-информационного и логического анализа и др.

Для прогнозирования изменения показателей надежности системы на длительный период ее эксплуатации необходимо опираться не столько на статистические данные, сколько разрабатывать математические и вероятностные модели надежности, учитывающие влияние процессов старения оборудования на выходные параметры системы теплоснабжения.

В большинстве работ по надежности существующих систем наиболее распространенным является подход, при котором надежность энергетического объекта в целом определяется исходя из надежности составляющих его элементов и вида струк-

турной схемы. В связи с этим для оценки надежности системы на стадии проектирования предлагается использовать в качестве исходной информацию о показателях надежности отдельных элементов структуры системы и рассматривать общую надежность как совокупность надежностей ее отдельных частей.

Прогнозирование отличается от расчета системы тем, что решается вероятностная задача, когда о поведении сложной системы в будущем можно говорить лишь с той или иной степенью достоверности и оценивать вероятность ее нахождения в определенном состоянии при различных условиях эксплуатации.

Моделирование является основным методом прогнозирования надежности. В этом случае оценка поведения системы и изменения ее характеристик в процессе длительной эксплуатации осуществляется путем построения и изучения моделей объекта (оригинала). В основном это математические (аналитические) модели, которые называют динамическими, поскольку они описывают изменение состояния системы во времени. Модель должна описывать и отражать основные свойства объекта, т.е. необходимо обеспечить идентификацию оригинала и модели.

Применение методов моделирования для прогнозирования параметрической надежности систем теплоснабжения имеет свою специфику. В этом случае необходимо определить необратимое изменение во времени областей состояний выходных параметров, дать ее вероятностную характеристику в зависимости от предполагаемых условий работы системы и на этой основе сделать прогноз о возможных изменениях показателей начального уровня надежности.

Решение этой сложной задачи базируется на положениях и разработках [2] и, в первую очередь, таких как:

- особенности автоматизированной системы управления температурным режимом у потребителя, как объекта управления;
- факторы, определяющие надежность и эффективность системы;
- модель переходных и установившихся процессов, обеспечивающая исследование системы как объекта управления;
- изменения параметров, влияющие на возникновение отказов в системе;
- комплексную оценку надежности автоматизированной системы при отказах и восстановлении ее элементов;
- методика оценки уровня и показателей надежности автоматизированной системы, обеспечивающая требуемую температуру;
- определение зависимости для расчета уровня и показа-

телей надежности;

- общая физико-вероятностная модель взаимодействия системы с окружающей средой;

- формирование выходных параметров системы и областей состояний;

- модели параметрических отказов, учитывающие физику и стохастическую природу процессов старения;

- экспериментальное исследование, подтверждающее эффективность комплексной оценки системы с учетом требуемого уровня надежности.

Опираясь на общую схему потери системой работоспособности, можно представить три основных задачи по прогнозированию надежности:

- 1) Прогнозируется поведение всей генеральной совокупности систем, т. е. учитывается как вариация исходных характеристик системы, так и возможных условий ее эксплуатации

- 2) Прогнозируется поведение конкретного варианта системы, т. е. начальные параметры системы становятся неслучайными величинами, а режимы и условия эксплуатации системы могут изменяться в определенном диапазоне. В этом случае область состояния сужается и становится подмножеством множества .

- 3) Прогнозируется поведение данной системы в определенных условиях эксплуатации при постоянных режимах работы. В этом случае необходимо выявить реализацию случайного процесса, которая соответствует заданным условиям работы.

Таким образом, если в первых двух случаях необходимо предсказать возможную область существования выходных параметров и оценить вероятность их нахождения в каждой зоне данной области, то в третьем случае отсутствует неопределенность в условиях функционирования системы, и прогноз связан лишь с выявлением тех закономерностей, которые описывают процесс изменения выходного параметра во времени.

Если же прогнозируется поведение данной системы в пределах выделенной области, то следует оценить возможную скорость изменения процесса потери работоспособности в ближайший период времени, т. е. использовать корреляционную функцию.

Точность прогнозирования надежности зависит от ряда факторов. Во-первых, насколько принятая схема потери системой работоспособности отражает объективную действительность. Во-вторых, насколько достоверны сведения о режимах и условиях предполагаемой работы системы, а также о ее начальных параметрах.

Библиографический список

1. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» М.: Минстрой России, 2011. – 116 с.
2. Соколова С.С., Соколов В.А. Управление температурным режимом производственных зданий: Монография; Тул. гос. ун-т – Тула, 2010. – 167 с.

УДК 697.1

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИИ ТЕПЛОТЫ ПРИ МЕСТНОМ ПРОГРАММНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

Солодков С.А.

Тульский государственный университет

В статье приведена методика расчета экономии тепловой энергии при программном регулировании отопительной нагрузки.

Согласно федеральному закону от 23 ноября 2009 г. РФ № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» энергетический паспорт, составленный по результатам обязательного энергетического обследования должен включать оценку возможной экономии энергетических ресурсов и перечень типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. В качестве одного из типовых мероприятий предлагается Снижение температуры воздуха в помещениях зданий в часы отсутствия там людей-выходные и праздничные дни, ночное время. То есть применение в этих зданиях прерывистого отопления. Согласно различным источникам экономия энергоресурсов при этом должна составить 10–30 %.

В статье предлагается методика количественной оценки снижения теплотрат при переходе на программный отпуск теплоты на отопление.

Снижение температуры помещений достигается полным прекращением подачи тепла в систему отопления здания по окончании рабочего периода. Понижение температуры в нерабочее время допустимо до 5 °С в производственных помещениях и до 10 °С в помещениях общественных зданий [1].