

УДК 004.942

И.А. Долинина, А.И. Секирин

Донецкий национальный технический университет

**ПРОБЛЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИСКРЕТНО-
НЕПРЕРЫВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ТРАНСПОРТА ГАЗА****Аннотация**

Долинина И.А., Секирин А.И. Моделирование дискретно - непрерывных технологических процессов транспорта газа. В статье рассматривается проблема моделирования дискретно-непрерывных технологических процессов транспорта газа с целью улучшения эффективности работы газотранспортных сетей.

Ключевые слова: моделирование, технологический процесс, транспорт, газотранспортная сеть.

Постановка проблемы. Наиболее актуальными проблемами диспетчерской службы газотранспортного предприятия являются задачи обеспечения безопасной эксплуатации и улучшение управления процессами транспорта газа. Для решения данных задач разрабатываются и внедряются системы диспетчерского управления и системы автоматизации, включая системы телемеханики. Однако при использовании «традиционной» системы телемеханики и диспетчерского управления задачу анализа ситуации и принятия решений решает человек-диспетчер. В условиях необходимости принятия ответственных решений в ограниченные сроки (особенно при локализации аварий) и на основе анализа многокритериальных данных нагрузка на диспетчера существенно возрастает. Задача принятия решений усложняется при необходимости анализа технологического объекта сложной структуры, например, закольцованной трубопроводной системы перемычками и различными вариантами потоков газа.

Анализ ряда аварий в газовой отрасли показал, что одной из причин аварий являются ошибки диспетчерского персонала, неприятие или принятие неправильных управляющих решений. К тому же постоянно возрастают требования, предъявляемые к качеству выполнения операторами и диспетчерами своих функций в человеко-машинной системе управления [3].

Исходя из вышесказанного, особую роль приобретает автоматизация принятия решений в области управления газопроводами и другими распределенными объектами. Необходимо

обеспечивать помощь диспетчеру в анализе текущего режима работы объекта, автоматизировать идентификации аварийных ситуаций и выдачу диспетчеру рекомендаций по их локализации и устранению при максимальном сохранении работоспособности газотранспортной системы или другого технологического объекта в целом, что можно обеспечить с помощью систем поддержки принятия решений (СППР). Поставленные задачи решаются СППР за счет первичной автоматической обработки данных, поступающих от систем телемеханики и других систем, проведения расчетов и моделирования режимов работы объекта, а также применения компонентов экспертной системы в виде правил с описанием возможных ситуаций в системе с соответствующими рекомендациями диспетчеру.

Цель статьи: обзор различных методов и алгоритмов моделирования производственного процесса транспорта газа для повышения эффективности работы газотранспортной сети.

Обзор методов и алгоритмов моделирования. Для моделирования работы производственных процессов могут быть применимы такие методы [7]:

- аналитическое (математическое) и численное моделирование
- имитационное моделирование
- физическое моделирование
- натурное моделирование.

1. Аналитические и численные методы моделирования. Эти методы позволяют получить характеристики системы как некоторые функции параметров ее функционирования. Таким образом, модель представляет собой систему уравнений, при решении которой получают параметры, необходимые для расчета выходных характеристик системы. Но часто вследствие сложности большинства реальных систем их законченное математическое описание (модель) либо не существует, либо еще не разработаны аналитические методы решения созданной математической модели. Во-вторых, при выводе формул, на которых основываются аналитические методы, принимаются определенные допущения, которые не всегда соответствуют реальной системе.

Примером является линейное программирование, где для постановки задачи задается система уравнений: одно целевое (минимум или максимум) и ряд ограничений. Частный случай линейного программирования - сетевая задача. Другой пример данных методов моделирования - нелинейное программирование. Оно применяется,

когда зависимости между величинами нельзя выразить линейно. К этой группе методов так же относят метод конечных разностей, метод конечных элементов, методы итераций, прямое численное моделирование (один из методов численного моделирования течений жидкости или газа).

Достоинства методов: не требует больших затрат на проведение, широкая область применения, простота некоторых методов и возможность получения решения без применения ЭВМ.

Недостатки методов: зачастую достаточно сложно построить модель адекватно учитывающую все факторы.

2. Имитационные методы моделирования (статистические).

Суть имитационного моделирования (ИМ) заключается в имитации процесса функционирования системы во времени, с соблюдением таких же соотношений длительности операций как в системе оригинале. При этом имитируются элементарные явления, составляющие процесс, сохраняется их логическая структура, последовательность протекания во времени. В результате применения ИМ получают оценки выходных характеристик системы, которые необходимы при решении задач анализа, управления и проектирования

Есть разные методы ИМ, например, на основ сетей, с помощью графов и конечных автоматов.

Достоинства метода: широкий круг решаемых задач, могут решать задачи практически любой сложности, можно провести неограниченное количество экспериментов с разными параметрами,

Недостатки метода: сложность описания всех условий и требования вычислительной мощности.

3. Физическое моделирование.

Это экспериментальное моделирование, основанное на физическом подобии уменьшенной в размерах модели.

Достоинства метода: область применения недоступная другим методам.

Недостатки метода: метод может дать надёжные результаты лишь при соблюдении физического подобия модели.

4. Натурное моделирование.

Достоинства метода: возможность протестировать объект моделирования в реальных условиях.

Недостатки метода: высокие затраты на создание модели.

Обзор прикладных программ. Существуют следующие программы, применяемые для моделирования работы, анализа и управления работой ГТС:

1. Программа SPS для поддержки принятия диспетчерских решений (включает разные программные продукты)
Основные функции: отслеживание состава и свойств, имитация тепловых условий, расчет ёмкости трубопроводной системы.
2. PSIPrognosis- программа, разработанная PSI AG, используется для прогнозирования потребления газа. Работает совместно со SCADA-системой PSIControl и/или системой планирования и балансирования поставок газа PSITransport.
3. SynerGEE – расчеты и оптимизация режимов работы трубопроводных сетей.
4. Galiom – Управление целостностью оборудования (RBI, RCM).
5. Uptime-управление целостностью трубопроводов.
6. Scada-системы (Supervisory Control And Data Acquisition – Диспетчерское управление и сбор данных) – промышленные управляющие системы, предназначенные в первую очередь для сбора информации об объекте управления, ее отображения и архивирования.
7. Комплекс программ «АРМ диспетчера»
Автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера (оператора) предназначено для оперативного наблюдения за одной или несколькими частями технологического процесса объекта автоматизации, а также для управления ограниченной частью оборудования.
8. Комплекс программ «Режимный журнал диспетчера»- комплекс по сбору, отображению данных в удобном виде, а также междууровневому обмену информацией.

Основные недостатки программ: сложность внедрения и работы, не всегда объясняются результаты, не везде учитывается спецификация ГТС Украины.

Математическая постановка задачи. В штатном режиме функционирования ГТС решается задача минимизации энергозатрат на транспортировку при соблюдении плана поставок газа, а в аварийном режиме решается задача минимизации потерь [2].

Мощность, затрачиваемая на перекачку газа через заданный трубопровод с заданным средним давлением пропорциональна расходу газа в кубе (L^3).

Таким образом можно записать, что расход энергии на перекачку газа будет равен:

$$W=K*L^3*T \quad (1)$$

Где К – коэффициент пропорциональности характерный для заданных условий (сопротивление трубопровода, свойства газа, давление),

T – период времени,

L - расход газа.

Количество газа, которое будет перекачено за время T составит:

$$M=L*T \quad (2)$$

Тогда затраты энергии на единицу объема перекачанного газа составят :

$$\text{Удельн. Затр. Энергии} = W/M = K*L^3*T/L*T = KL^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

Для потерь газа имеем: \square

$$\Delta p = \xi * \rho * u^2 / 2 \rightarrow \min \quad (4)$$

где \square ξ – коэффициент сопротивления трубы, u – средняя по сечению скорость газа, ρ – газовая постоянная.

Заключение. Проведение расчётов и моделирование режимов работы объектов газотранспортных сетей является актуальной и до конца не решённой задачей, так как с одной стороны моделирование важно для улучшения эффективности работы газотранспортных сетей, но с другой стороны существует большое количество методов моделирования и все они не идеальны и имеют недостатки. В статье описаны основные группы методов моделирования производственных процессов и выполнена постановка задачи, которая позволит в дальнейшем создать работоспособную модель процесса транспорта газа.

Список литературы

1. Абузова Ф.Ф., Алиев Р.А., Новоселов В.Ф. и др. Техника и технология транспорта и хранения нефти и газа. -М.: Недра, 1992. - 320 с.
2. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа.- М.: Недра, 1988
3. Блок моделирования и прогнозирования режимов работы газотранспортных сетей.
(<http://www.atgs.ru/articles/?aid=6c10d1d9825475d8969d7b720e5275b8>)
4. Новицкий К.А. Задача управления потоками в транспортной системе: сб. науч. тр. МАДИ. Ротапринт МАДИ - М., 2009
5. Сарданашвили С.А. Расчётные методы и алгоритмы (трубопроводный транспорт), М.-2005
6. Статья «Решения по организации связи и передачи данных по линейной части магистральных газопроводов» (www.cta.ru/cms/f/342654.pdf)
7. Статья «Методы моделирования производственных процессов» (www.tehnomag.ru/doc/203858.html)