

Даев Жанат Ариққулович

Ph.D., к.т.н., ассоциированный профессор,
заведующий лабораторией
Баишев университет, г. Актобе, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Одним из наиболее важных источников ископаемой энергии является природный газ, который легко поддается переработке, транспортировке и распределению. В соответствии с результатами последних исследований в работе [1] уровень добычи и потребления природного газа неуклонно растет, и составляет 24% среди других ископаемых источников энергии. Поэтому совершенствование процессов транспорта, учета и контроля параметров природного газа являются одними из актуальнейших задач современной газовой промышленности. Среди показателей, которые характеризуют качество природного газа, особое место занимает его влажность, нормируемая в виде температуры точки росы по влаге [2].

Избыточное количество влаги в транспортируемом газе при определенных термо-барических условиях может, приводит к образованию газовых гидратов. Наличие гидратов в трубопроводе нарушает эффективность транспортировки, и может служить источником серьезных аварийных ситуаций. Процесс образования гидратов и способы борьбы с ними описаны в монографии [3]. Одним из способов предотвращения газовых гидратов является организация постоянного контроля термо-барических параметров газа на объектах газовой промышленности. Поэтому в рамках настоящего доклада представлено решение задачи о разработке системы автоматического контроля влажности природного газа на основе нечетких множеств. В качестве рабочей модели, которая обеспечивает решение данной задачи, выбрана система Мамдани, описанная в работах [4, 5].

В рамках работы выполним моделирование автоматической системы контроля влажного газа, которая должна выполнять прогнозирование состояния транспортируемого газа в зависимости от изменения входных переменных. Подобные модели легко формализуются, и реализуются на аппаратных средствах современных систем автоматизации производств.

Для решения задачи необходимо ввести в рассмотрение три лингвистические переменные, которые связаны с влажностью, длительностью и расходом газа.

Для первой переменной введем несколько нечетких множеств, связанных с лингвистической переменной характеризующей ее влажность. Термы для данной переменной определим следующим образом: $A_1 = \{w, \mu_{A_1}(w)\}$ – отсутствие влажности газа, $A_2 = \{w, \mu_{A_2}(w)\}$ – приемлемая влажность газа, $A_3 = \{w, \mu_{A_3}(w)\}$ – неприемлемая влажность газа, $A_4 = \{w, \mu_{A_4}(w)\}$ – избыточная влажность газа, где w – массовая концентрация влаги, $\mu(w)$ – функция принадлежности.

В качестве второй переменной выступает длительность действия влажности. Для этого введем в рассмотрение лингвистическую переменную «Длительность времени» со следующими терм-множествами: $B_1 = \{t, \mu_{B_1}(t)\}$ – кратковременное воздействие, $B_2 = \{t, \mu_{B_2}(t)\}$ – достаточное воздействие, $B_3 = \{t, \mu_{B_3}(t)\}$ – длительное воздействие, где t – длительность, измеренная в часах. Функции принадлежности этих переменных представлены на рисунке 1.

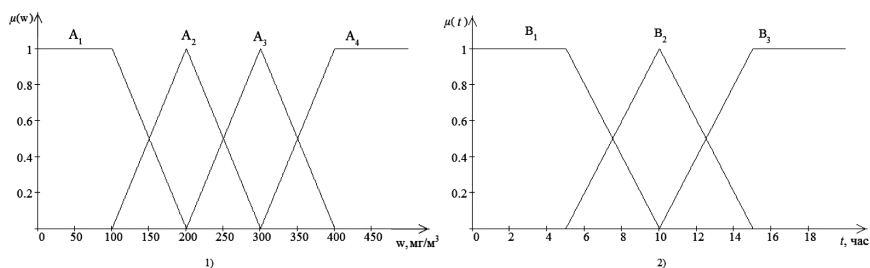


Рис. 1. Переменные «Влажность газа» и «Длительность времени»

Помимо введенных лингвистических переменных необходимо систему дополнить переменной «Расход газа», где термы нечетких множеств определяются следующим образом: $Q_1 = \{q, \mu_{Q_1}(q)\}$ – минимальный расход газа, $Q_2 = \{q, \mu_{Q_2}(q)\}$ – малый расход газа, $Q_3 = \{q, \mu_{Q_3}(q)\}$ – средний расход газа, $Q_4 = \{q, \mu_{Q_4}(q)\}$ – большой расход газа, где q – часовой расход газа. Нечеткие множества данной переменной представлены на рисунке 2.

Выходное значение системы свяжем с лингвистической переменной «Состояние газа» y , которая отражает состояние газа в магистральном трубопроводе при определенных комбинациях входных переменных. Термы для этой переменной будут определены следующими нечеткими множествами:

$Y_1 = \{y, \mu_{Y_1}(y)\}$ – соответствует требованиям, $Y_2 = \{y, \mu_{Y_2}(y)\}$ – соответствует не полностью требованиям, $Y_3 = \{y, \mu_{Y_3}(y)\}$ – не соответствует требованиям. Нечеткие множества выходной переменной представлены на рисунке 3.

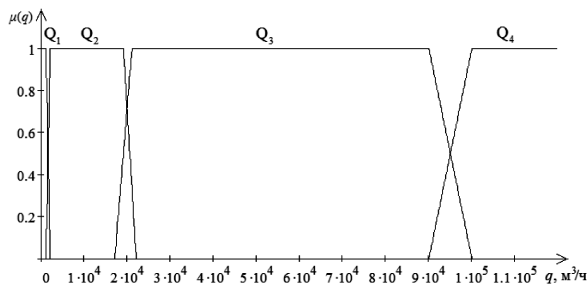


Рис. 2. Лингвистическая переменная «Расход газа»

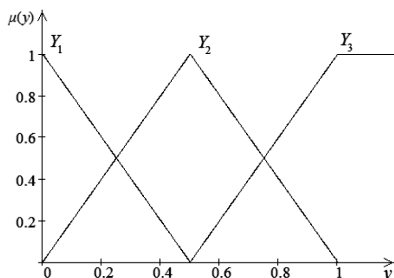


Рис. 3. Лингвистическая переменная «Состояние газа»

Если для этих нечетких множеств ввести базу правил в соответствии с алгоритмом Мамдани, можно получить систему, которая способна выполнять прогнозирование состояния газа относительно гидратообразований, что значительно облегчит работу сотрудникам диспетчерской службы газотранспортных компаний. Для организации базы правил применяемые операции И, ИЛИ выполняют с помощью s-норм и t-норм, которые приводятся в работах [6, 7]. Данные операторы могут быть организованы на любом ПЛК на базе языков программирования стандарта МЭК 61131-3. Предлагаемая система контроля может быть организована в составе штатных АСУТП объектов линейной части магистральных газопроводов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Economides M.J., Wood D.A. The state of natural gas // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2009. – Vol. 1, №1. – P. 1–13.
2. РМГ 75-2014 ГСИ. Измерения влажности веществ. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2015. 20 с.

3. Истомин В.А., Квон В.Г. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах добычи газов. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2004. 506 с.
4. Mamdani E.H. Application of Fuzzy Logic to Approximate Reasoning Using Linguistic Synthesis // IEEE, Transactions on Computers. – 1977. – Vol. C-26, №. 12. – P. 1182–1191.
5. Mamdani E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant // Proc. IEEE. – 1974. – Vol. 121, №12. – P. 1585–1588.
8. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. 798 с.
9. Ярушкина Н.Г. Основы нечетких и гибридных систем. – М.: Финансы и статистика, 2009. 320 с.