

Лекция 6. Примеры применения нечеткой логики

6.1. Прогноз процесса коррозии на МГ

Прогнозирование скорости протекания коррозионных процессов на магистральных газопроводах опирается на математические модели [1], которые требуют точного описания условий, в которых находится газопровод. Однако, некоторые факторы, влияющие на процесс коррозии, оцениваются в баллах на основе экспертизы, т.е. могут быть субъективными. Кроме того, их влияние на процесс коррозии в точности неизвестно – газопроводы эксплуатируются длительное время, поэтому невозможно собрать достаточно полные статистические данные для оценивания зависимостей.

Но у специалистов, эксплуатирующих МГ, накопился значительный опыт, позволяющий без сложных вычислений оценить скорость коррозии только на основании изучения основных влияющих факторов. Поэтому можно построить систему нечеткого вывода для моделирования процесса коррозии [2].

Рассмотрим следующие входные переменные (факторы).

1. Срок эксплуатации газопровода.
2. Уровень напряжений в стенках газопровода.
3. Степень анаэробности грунта (1-10 баллов).
4. Удельное электрическое сопротивление грунта.
5. Качество марки стали.
6. Ионная сила грунтовой влаги.
7. Окислительно-восстановительный потенциал грунта (редокс-потенциал).
8. Средняя плотность катодного тока.
9. Уровень pH грунта.
10. Коррозионная активность грунта (0-10 баллов).
11. Влажность грунта.

На выходе будет единственная переменная (отклик) – скорость коррозии (мм/год).

Для всех переменных строятся функции принадлежности, т.е. проводится фазсификация.

На основании инженерного опыта создается база правил, описывающих зависимость скорости коррозии от всех возможных сочетаний факторов. Качество прогноза нечеткой модели [2] сопоставимо с качеством математической модели [1].

6.2. Оценка риска аварии МГ

Для принятия решения о выводе в ремонт участка магистрального газопровода оценивается риск аварии. Аварии на газопроводах – довольно редкие явления, поэтому статистические оценки не очень надежны и должны подтверждаться экспертными методами. В [3] предлагается оценивать риск методами нечеткой логики.

Поскольку факторы, влияющие на надежность газопровода многочисленны и разнообразны, в [3] предлагается проводить оценку в два этапа.

На **первом этапе** получают балльную оценку риска X_1 на основе анкетирования экспертов. Затем строятся 2 нечеткие системы.

Первая оценивает техническую составляющую риска X_2 по следующим факторам:

- X_{21} – расстояние между трубопроводом и переходами через автомобильные и железные дороги;
- X_{22} – расстояние от трубопровода до населенного пункта;
- X_{23} – количество узлов и деталей по отношению к длине рассматриваемого участка трубопровода;
- X_{24} – количество отказов по отношению к длине рассматриваемого участка трубопровода.

База знаний этой системы состоит из 81 правила.

Вторая оценивает экономическую составляющую риска X_3 по факторам

- возможный объем недопоставок газа;
- затраты на ликвидацию последствий возможной аварии.

Количество правил для этой системы в [3] не указано.

На **втором этапе** строится общая нечеткая система, которая на основе значений X_1 (балльная оценка риска экспертом), X_2 (техническая составляющая) и X_3 (экономическая составляющая), полученных на первом этапе, выводит риск возникновения аварии Y .

6.3. Управление насосной станцией

Насосная станция состоит из 6-ти агрегатов – 4 основных и 2 дополнительных (рис. 6.1).

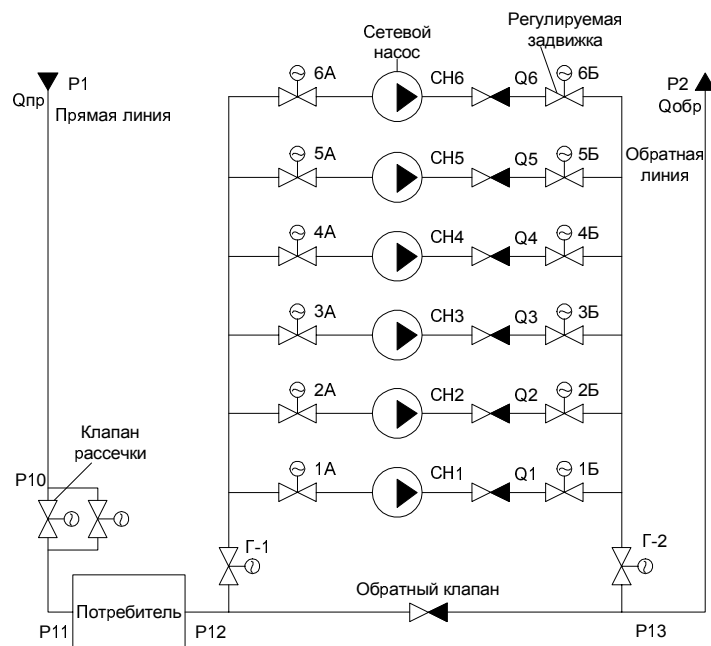


Рис. 6.1. Схема насосной станции

Станция регулирует подачу воды потребителям и поддерживает заданное давление в системе (уставку). В некоторых случаях целесообразно уставку изменять.

Системой можно управлять путем включения/выключения дополнительных насосов и регулирования частоты оборотов основных. Регулирование предполагается одинаковым для всех основных насосов.

В [4] рассмотрены следующие входные переменные:

- расход воды потребителями (название: расход, термы: большой, средний, небольшой, нулевой);
- скорость изменения расхода (название: потребление воды, термы: быстро увеличивается, увеличивается, не изменяется, уменьшается, быстро уменьшается);
- состояние основных насосов (название: основные насосы, термы: на верхней границе регулирования, в диапазоне регулирования, на нижней границе регулирования);
- состояние дополнительных насосов (название: дополнительные насосы, термы: выключены, один включен, два включены).

Системой управляют три выходные переменные:

- частота оборотов основных насосов (название: частоту оборотов, термы: увеличить, не изменять, уменьшить);
- дополнительный насос (название: дополнительный насос, термы: включить, выключить);
- уставка давления (название: уставку давления, термы: увеличить, не изменять, уменьшить).

В [1] приведены примеры правил нечеткого вывода.

1) ЕСЛИ

- потребление воды – быстро уменьшается;
- расход воды – небольшой;
- насос — на верхней границе диапазона регулирования;
- дополнительные насосы – не включены,

ТО

- частоту оборотов – уменьшить;
- уставку давления – уменьшить.

2) ЕСЛИ

- потребление воды – увеличивается;
- расход воды – небольшой;
- основные насосы – в диапазоне регулирования;
- дополнительные насосы – не включены,

ТО

- частоту оборотов – увеличить;
- уставку давления – увеличить.

В системе используется 4 входных переменных, что достаточно много, поэтому таких правил будет ОЧЕНЬ много. К сожалению, в [4] не указано их количество и не приведен пример работы системы.

6.4. Гибридный ПИ-регулятор для АВО

При компримировании на компрессорной станции (КС) газ нагревается, и перед подачей в магистральный газопровод (МГ) газ необходимо охладить. Для этого КС оборудованы аппараты воздушного охлаждения (АВО). Электропривод вентилятора управляется ПИ-регулятором, на вход которого подается сигнал рассогласования $\varepsilon = T - T^*$, а на выходе – частота вращения вентилятора ω . Здесь T – температура газа после АВО, T^* – уставка.

Напомним, что ПИ-регулятор – это частный случай ПИД-регулятора, в котором имеются только пропорциональная и интегральная составляющие.

Для настройки (подбора параметров) регулятора в [5] предлагается применить методы нечеткой логики.

Входные переменные нечеткой системы:

- T_0 – температура газа до АВО;
- $T_{\text{в}}$ – температура охлаждающего воздуха;
- q – расход газа.

Выходные переменные – коэффициенты K_p и K_i для пропорциональной и интегральной составляющих ПИ-регулятора.

В [5] приведено сравнение гибридного ПИ-регулятора и ПИ-регулятора, настроенного на средние значения возмущающих параметров. Естественно, в пользу гибридного.

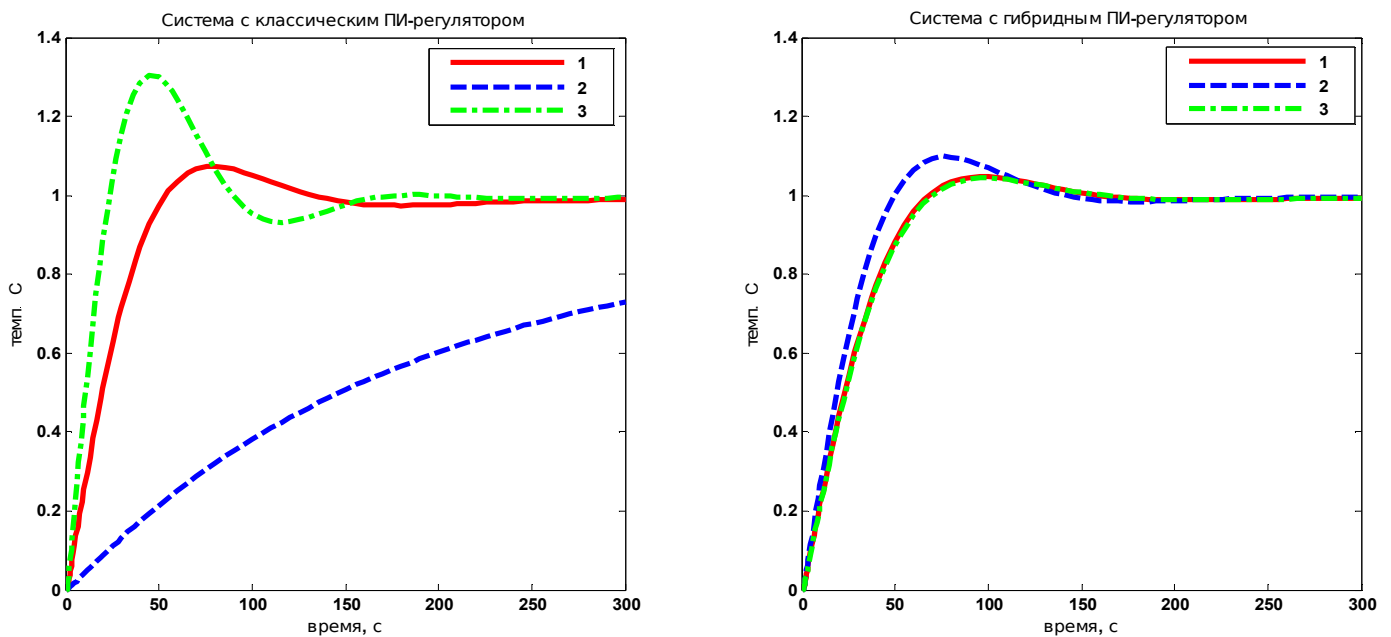


Рис. 6.2. Реакция регуляторов на изменение уставки

Линия 1 получена при $T_{\text{в}} = 14^\circ, T_0 = 30^\circ$, линия 2 – при $T_{\text{в}} = 20^\circ, T_0 = 35^\circ$, линия 3 – при $T_{\text{в}} = 8^\circ, T_0 = 25^\circ$.

6.5. Нечеткое управление кондиционером

В [6] рассмотрена двухуровневая система управления кондиционером. На нижнем уровне находится нечеткий регулятор температуры, на верхнем – система нечеткого определения уставки температуры.

Уставка температуры T^* определяется на основании сочетания температуры и влажности воздуха. Рассчитывается индекс комфортности

$$D_n = 0.72 (t_{\text{сух}} + t_{\text{вл}}) + 40.6,$$

который является входной переменной нечеткой системы верхнего уровня. Для индекса комфортности определяются термы: комфортно для всех, комфортно для большинства, комфортно для 50%, некомфортно для всех, невыносимый дискомфорт. На выходе системы – уставка температуры для регулятора.

На вход регулятору подаются две переменные – сигнал рассогласования температур (название: температура, термы: высокая, средняя, большая) и скорость изменения температур (название: температура, термы: уменьшается, постоянная, увеличивается)

На выходе регулятора – холодопроизводительность (термы: очень малая, малая, средняя, большая, очень большая). Холодопроизводительность определяет частоту вращения компрессора, которая может принимать дискретные значения 37, 62, 87 и 115 Гц.

Литература

1. Теплинский Ю.А, Быков И.Ю. Управление эксплуатационной надежностью магистральных газопроводов. М.: Нефть и газ, 2007 - 400 с.
2. Колосова А.Л., Кузяков О.Н. Нечеткое моделирование коррозионных процессов магистральных газопроводов в среде MATLAB.// Вестник Тюменского государственного университета, 2011, №7.
3. Пономарева М.А., Овчинников И.Г. Применение нечеткого моделирования при оценке работоспособности трубопровода.//Институт Государственного управления, права и инновационных технологий (ИГУПИТ), интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», 2012, №4.
4. Архангельская Е.Л. Применение нечеткой логики при управлении насосными агрегатами.// «Вестник ИГЭУ», 2008, Вып. 4.
5. Артюхов И.И., Тарисов Р.Ш. Система управления частотно-регулируемым электроприводом вентиляторов установок охлаждения газа с применением нечеткой логики.// Электронный журнал «Современные проблемы науки и образования», 2012, № 5, URL <http://www.science-education.ru>.
6. Бондарь Е.С., Гордиенко А.С., Михайлов В.А., Нимич Г.В. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Киев, 2005 - 560 с. О нечетких регуляторах см. с.95-101.