

Зная закон распределения выборки $\{P_{\text{вых},i}\}_{i=1,\dots,N}$ и его параметры, находим доверительный интервал найденной ранее оценки $\{P_{\text{вых},i}\}_{i=1,\dots,N}$, задавшись доверительной вероятностью $\alpha = 0.95$:

$$6.53 < P_{\text{вых}} = 6.539 < 6.546 \text{ МПа}, P_{\text{вых}} = 6.539 \text{ МПа} \begin{matrix} +0.105 \\ -0.096 \end{matrix} \% .$$

Выводы

Проведено исследование ММ ПУ на предмет возможности параметрической идентификации и метрологической аттестации предлагаемой ММ ПУ. Предложен способ и проведена параметрическая идентификация ММ ПУ. Проведена метрологическая аттестация ММ ПУ с учетом оценок параметров модели, полученных при проведении параметрической идентификации, при использовании её в задаче оценивания пропускной способности ПУ.

Научная новизна. В качестве законов распределения вероятностей оцениваемого параметра (пропускной способности ПУ) были использованы аппроксимирующие кривые Джонсона, что позволило более точно определить интервальные оценки параметров.

Практическая ценность предложенного способа заключается в том, что он может быть использован при эксплуатации ПУ на КС для определения пропускной способности ПУ.

Список литературы: 1. Козаченко А.Н. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов. М.: Нефть и газ, 1999. 463 с. 2. Хан Г., Шатира С. Статистические модели в инженерных задачах. Пер. с англ. М.: Мир, 1969. 297 с. 3. Мустафин Ф.М., Коновалов Н.И., Гильметдинов Р.Ф., Квятковский О.П., Гамбург И.Ш. Машины и оборудование газонефтепроводов: Учеб. пособ. Уфа, 2002. 384 с.

Поступила в редколлегию 13.01.2008

Медведева Леся Никитовна, директор Департаменту информационных ресурсов и технологий НАК „Нефтегаз Украины”. Научные интересы: информационные технологии. Адрес: Украина, 02068, Киев, ул. Анны Ахматовой 3а, кв. 121.

Коток Валерий Борисович, академик УНГА, зам. главного инженера Института транспорта газа. Научные интересы: автоматизированные системы управления. Адрес: Украина, 61000, Харьков, ул. Маршала Конева, 16, тел. 730-57-31.

Сендеров Олег Александрович, канд. техн. наук, нач. сектора Института транспорта газа. Научные интересы: системный анализ. Адрес: Украина, 61171, Харьков, Салтовское шоссе, 240, кв. 100, тел. 711-27-17.

Брагин Михаил Юрьевич, ведущий инженер Института транспорта газа. Научные интересы: системный анализ. Адрес: Украина, 61166, Харьков, ул. Коломенская, 27, кв. 86, тел. 715-96-79.

УДК 519.21

А.В. ВОВК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛЕДЯЩИХ СЕТЕЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЖИДКИХ СМЕСЕЙ

Рассматриваются процессы формирования многокомпонентных смесей. На основе статистических данных исследуется их электрическая проводимость. Анализируется работа следящих сетей. Устанавливаются границы их применимости при исследовании процессов формирования активных смесей.

1. Введение

Изложим вкратце результаты, предложенные в работах [1,2]. Обработка жидкой смеси производится в целях получения её компонент с заданными характеристиками. Объём V , в котором находится смесь, представляет собой резервуар малой глубины, разделённый на n частей – $V_i(t)$ объёмов, которые граничат друг с другом. Изменения компонент

смеси происходят за счет возмущений, локализованных в отдельных частях $V_i(t)$ объема V , который она занимает. Величины объемов $V_i(t)$ изменяются во времени.

Предполагается, что: $\bigcup_{i=1}^n V_i(t) = V$, $V_i(t) \cap V_j(t) = \emptyset$, при $i \neq j$.

Возмущениям подвергаются все объемы $V_i(t)$; характеристики возмущений в разных $V_i(t)$ неодинаковы. В каждом $V_i(t)$ эти характеристики являются функциями точки. Указанные различия обусловлены стремлением сформировать в каждом $V_i(t)$ смесь, распределение компонент которой по своим свойствам отличалось бы от её свойств в других объемах.

Процесс обработки смеси производится следующим образом. Объем $V_i(t)$ разбивается на N_i объемов:

$$V_{i,1}(t), V_{i,2}(t), \dots, V_{i,n}(t). \quad (1)$$

В каждом из них искомая функция $U(\mu(t))$, описывающая процесс формирования компонент, заменяется ее средним значением по объему. Таким образом, каждому объему $V_r(t)$ ($1 \leq r \leq N_i$) из (1) ставится в соответствие усреднение функции $U(\mu(t))$. Смесь, содержащаяся в каждом из них, подвергается возмущениям в разные моменты времени.

Целью работы является исследование процесса формирования жидкой смеси в различных частях занимаемого ею объема и вывод основных свойств и задач следящей сети, при помощи которой будет проведено исследование смеси. *Задачей* работы является анализ полученных данных от следящей сети.

2. Электрическая проводимость жидких смесей

Рассматриваемая следящая сеть применяется при исследовании растворов, в которых существует движение заряженных частиц.

Рассмотрим процесс возникновения заряженных ионов в объеме, заполненном активной смесью. В поле с напряженностью ε на ион, несущий z единиц элементарного заряда, т. е. имеющий заряд ze , действует сила $ze\varepsilon$. Эта сила вызывает ускоренное движение ионов. Однако в результате того, что ионы испытывают сопротивление своему движению, пропорциональное скорости их перемещения v , за ничтожно маленький промежуток времени эти силы уравновешивают друг друга. Отсюда:

$$ze\delta = fv. \quad (2)$$

Таким образом, скорость движения ионов в растворе пропорциональна напряженности электрического поля. Отношение скоростей движения ионов к напряженности поля в рассматриваемом приближении не зависит от последней и называется подвижностью иона [3]. Из (2) следует, что подвижность иона

$$u = ze/f.$$

Согласно формуле $J = cv$ поток ионов i -го типа находим по формуле

$$J_i = c_i v_i = c_i u_i \varepsilon.$$

Удельное сопротивление жидкой смеси в начальный момент времени постоянно во всем его объеме. В этом случае напряженность поля ε , которая является градиентом электрического потенциала поля, может быть выражена как U/l , где U – напряжение (разность потенциалов), приложенное к электродам, l – расстояние между электродами.

Поток ионов создает поток электрического заряда. Эта величина представляет собой количество электричества, проходящее в единицу времени через единицу площади, перпендикулярной к направлению перемещения зарядов (сечение проводника), т.е. силу тока, приходящуюся на единицу сечения проводника (плотность тока j).

Плотность тока, возникающего в результате перемещения ионов i -го типа, получается умножением потока J_i на число единиц заряда данного иона z_i и на количество электричества, соответствующего 1 моль единиц электрического заряда, т.е. на число Фарадея F . Общая плотность тока получается суммированием по всем типам ионов

$$j = \sum_1 z_1 c_1 u_1 F \delta = F(U/l) \sum_1 z_1 c_1 u_1 .$$

3. Структура и задачи следящих сетей

Свойства жидких смесей позволяют исследовать динамику происходящих в них процессов с помощью так называемых «следящих сетей». При этом необходимо фиксировать различие потенциалов в различных точках каждой части $V_i(t)$ общего объема V ($V_i(t) \subset V$). Скорость процесса образования анионов и катионов, а отсюда и скорость протекания химических реакций может быть определена путём подсчёта «перескоков» зарядов в вершинах следящей сети. В нашем случае следящая сеть состоит из «щупов» – накопителей потенциалов, расположенных в исследуемом объёме смеси, соединённых проводниками, и конденсаторов.

Рассмотрим устройство и назначение щупов.

1) В каждом щупе находятся стержни, на концах которых накапливаются ионы. Вследствие этого происходит разряд (с помощью которого производится возмущение смеси), который фиксируется. После каждого разряда потенциалы выравниваются.

2) Разряд происходит тогда, когда на щупе будет сформирован импульс (длительность формирования импульсов одинакова для всех щупов). Воздействие на смесь импульсами происходит тогда, когда их энергия превышает заданный пороговый уровень.

3) Свойства процесса формирования импульсов. В любой фиксированный момент времени их энергетические характеристики, пороговый уровень, после которого они реализуются, их частоты воздействия на смесь во всех ячейках одинаковы.

4) Процесс формирования импульсов изменяется с течением времени. Это свойство процесса не означает, что реализация импульсов (момент их воздействия на смесь) во всех ячейках происходит одновременно. Моменты воздействия импульсов на смесь, вообще говоря, не совпадают. То же самое касается и проскоков зарядов между стержнями, так как моменты реализации импульсов и проскоки зарядов между стержнями зависят от случайных факторов.

5) С помощью щупов производится процесс фиксирования «перескоков» зарядов (разности потенциалов) в каждой части $V_i(t)$ исследуемого объёма V . Фиксирование разности потенциалов происходит после каждого возмущения объёма $V_i(t)$.

Следящую сеть удобно рассматривать как граф, в вершинах которого находятся щупы, позволяющие контролировать процесс. Отсюда проводники, которыми соединены щупы, являются рёбрами графа. Назначение рёбер (проводников) заключается в следующем: наличие перескоков зарядов на рёбрах свидетельствует о неоднородности электростатического поля на всём объёме V , а значит о наличии отклонений в процессе формирования жидкой смеси от нормы в некоторых частях $V_i(t)$ общего объёма смеси V .

Наличие перескоков зарядов на проводниках означает, что произошла ошибка в процессе обработки некоторого объёма $V_i(t)$; т.е. необходимо внести определённые изменения в процесс обработки активной смеси импульсами. Под изменениями предполагаются изменения силы импульсов и (или) частоты их воздействия на $V_i(t)$.

Важным компонентом работы следящей сети является следующее её свойство: для получения большего количества информации о том или ином фрагменте объёма $V_i(t)$ можно свободно перемещать щуп в пределах этого объёма (в котором щуп находится изначально).

4. Исследование объёмов $V_i(t)$ при помощи следящих сетей

Здесь может быть рассмотрено два случая:

1) стационарные части $V_i(t)$ ($i=1, \dots, n$) объёма V , в которых возмущения влияют только на ту часть $V_i(t)$, где они локализованы;

2) нестационарные $V_i(t)$, в которых возмущения оказывают влияние не только на $V_i(t)$, где оно проводилось, но и на смежные с ним объёмы.

Естественно, что для исследования наиболее интересным является второй случай. При исследовании такого процесса необходимо учитывать не только эволюцию отдельной части $V_i(t)$, но и всего объема V в целом, так как рассматриваются нестационарные объемы, а значит положение $V_i(t)$ зависит от момента времени t_j ($j=1, \dots, m$, $m \gg n$), т.е., возмущение Z_i , действующее в части $V_i(t)$ объема V , в момент времени t_{j+k} будет воздействовать на другой набор смежных к $V_i(t)$ объемов, чем в момент времени t_j .

Подчеркнем, что линейные размеры используемой следящей сети достаточно малы и не влияют на процесс формирования жидкой смеси. Для более детального исследования процесса формирования смеси в обрабатываемом объеме допускается расположение в объемах $V_i(t)$ нескольких щупов, которые будут использованы для более детального анализа изменений физико-химических характеристик смеси во времени.

Данные, полученные от следящей сети такого вида, можно использовать для сравнительной характеристики двух различных процессов формирования жидкой смеси.

Рассмотрим два процесса формирования смеси. Они производятся так, как предложено в п.1. Смеси находятся в одинаковых объемах V_1 и V_2 , разбитых на одинаковое количество ячеек $V_i(t)$ и $V_j(t)$ ($i=j=1, \dots, n$). Различие между этими процессами заключается в алгоритме обработки смеси электрическими импульсами. Возмущения в объемах V_{1i} и V_{2j} ($i=j$) происходят в одинаковые моменты времени t_r .

Формирование смеси происходит под воздействием электрических импульсов с напряжением, изменяющимся в пределах 15–100 В.

Приведем разности потенциалов, зафиксированные щупами из следящих сетей S_1 и S_2 (значения приведены в мкВ):

- 1) {5,43; 5,06; 4,89; 4,72; 5,19; 4,72; 5,37; 5,01},
- 2) {3,71; 2,89; 3,83; 3,66; 2,95; 3,93; 2,76; 4,1},

расположенных соответственно в объемах V_1 и V_2 , в момент времени t_r . Данные первой выборки соответствуют 8-ми щупам следящей сети S_1 , расположенных в объеме $V_{1i} \subset V_1$; данные из второй выборки – 8-ми щупам следящей сети S_2 из $V_{2i} \subset V_2$.

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод, что алгоритм возмущений, действующий в объеме V_1 , привел к более активному процессу протекания химических реакций в смеси, а значит к экономии времени при формировании заданного раствора.

Используя данные следящих сетей, можно найти связь между силой импульсов, воздействующих на смесь, и возникновением в исследуемом объеме различных турбулентных структур.

На скорость формирования жидкой смеси влияет использование химических реагентов, кислот, которые отличаются по своим физико-химическим характеристикам. В этом случае данные от следящей сети могут быть использованы для сравнительной характеристики различных процессов формирования смеси, в которых применяются разные виды реагентов.

Итак, статистические данные, полученные от следящей сети, можно применять для нахождения не только наиболее оптимальных реагентов (зависит от необходимого конечного результата), но и всего процесса обработки активной смеси в целом (вплоть до каждого шага – применение программного моделирования процесса).

Показателем того, что химическая реакция закончилась, т.е. закончилось полезное действие реагентов на смесь, является однородность распределения зарядов в исследуемой среде, так как пока будет наблюдаться движение зарядов, реакция не закончится.

5. Заключение

Научная новизна состоит в следующем. Проведено исследование процесса формирования многокомпонентной смеси. Установлено, что при прохождении в смесях химических реакций возникает электрический ток, что позволяет использовать следящие сети для исследования процесса их формирования.

Практическая ценность работы заключается в том, что полученные в ней результаты позволяют производить общий анализ процессов, происходящих в многокомпонентных

смесях при помощи следящих сетей. Это дает возможность предсказать эволюцию таких процессов.

Список литературы: 1. Гора Н.Н. Уравнения процесса формирования многокомпонентных смесей / АСУ и приборы автоматики. 2006. Вып. 133. С. 124-130. 2. Гора Н.Н., Вовк А.В. Вывод системы дифференциальных уравнений, описывающей процесс обработки многокомпонентной смеси // Вестник НТУ ХПИ, тематический выпуск «Информатика и моделирование», В23, 2006. С. 19-28. 3. Кнорре Д.Г., Крилова Л.Ф., Музыкантов В.С. Физическая химия. М.: Высшая школа, 1990, 416с. 4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: В 10 т. Т.6: Гидродинамика – 4-е изд., стереотип. М.: Наука, 1986. 736с.

Поступила в редколлегию 04.02.2008

Вовк Александр Владимирович, аспирант кафедры «Прикладной математики» ХНУРЭ. Научные интересы: теория вероятностей, случайные процессы. Адрес: Украина, 61100, Харьков, пр. Маршала Жукова, 45, кв. 16, тел. 716-16-88.

УДК 681.396

А.Н. ГОРА, В.И. КОРТУНОВ, С.Н. ВАСИЛЬЕВ

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛА И ПЕРЕДАЧИ ПОЛЕТНЫХ ДАННЫХ. ОБЗОР И ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Излагаются вопросы применения глобальной системы безопасности полетов и передачи полетных данных. Приводится анализ современных систем мониторинга ЛА и передачи полетных данных, выявляются недостатки этих систем. Предложена и подробно рассмотрена структура глобальной системы передачи полетных данных, которая способна увеличить авиационную безопасность. Формулируются задачи для разработки и создания глобальной системы передачи полетных данных. При значительном увеличении объема передаваемых данных делается акцент на задачах выбора и сжатия данных, так как это определяет применимость и эффективность системы.

Введение

Необходимость принятия мер по повышению безопасности полетов связана с рекомендациями Международной организации гражданской авиации, а также с тяжелыми катастрофами, произошедшими в последние годы. Сложилась даже своеобразная «норма» мировой аварийности – 1-3 самолета в месяц [1].

Современный авиационный комплекс, каким бы он ни был совершенным с технической точки зрения, еще не дает гарантию его высокоэффективного использования. Эффективность зависит от свойств системы «человек-машина». Иначе говоря, технические решения должны учитывать возможности человека. Это касается информационных и управляющих систем авиационной техники, в ней должны быть учтены закономерности функционирования человеческой психики по восприятию, переработке информации, принятию решений и управляющим действиям летчика.

Безопасность полетов – это система мер, проводимых всеми авиационными службами, направленная на обеспечение успешного завершения полета, предотвращения и предупреждения авиационного происшествия [2]. Безопасность полета воздушного судна (ВС) – это основное свойство авиационно-транспортной системы. Оно формируется на этапе создания авиационной техники [2]. Авиационно-транспортная система (АТС) включает в себя следующие звенья: воздушное судно, экипаж, службы подготовки полетов, службы обеспечения полетов, управление воздушным движением [3]. Аварии и катастрофы, которые время от времени происходят с ВС, являются следствием сбоев в работе звеньев АТС. Анализ статистики катастроф по регионам мира показывает, что уровень безопасности полетов самолетов зависит, прежде всего, от структуры подсистемы АТС и их взаимодействия [3].

В плане безопасности полета необходимо обеспечить: