

УДК 621.6

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Ганиева Н.А.¹

¹ Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми, Самарканд, Узбекистан
nily-85@yandex.ru

Аннотация. Работа посвящена принципам формирования и оценке моделей структурной идентификации объектов газоснабжения. В работе решается задача гидравлического расчета технико-технологических показателей и параметров газораспределительной сети. В этом плане, формирование и оценка достоверности моделей структурной идентификации объектов газоснабжения обусловлена применением совокупности математических методов по данным наблюдений.

Ключевые слова: Модель, идентификация, управление, формирование, газораспределительная сеть, сложная система, функционирование, оценка, процесс, модули.

I. ВВЕДЕНИЕ

Эффективное функционирование газораспределительных сетей, своевременное обеспечение потребителей необходимым количеством газа были и остаются одной из актуальнейших задач народного хозяйства. Поэтому исследование и применение подходов, позволяющих получать оперативную информацию, качественно влияющую на регулирование процессов газообеспечения, продолжают рассматриваться и развиваться [1, 2].

Формирование и оценка достоверности моделей структурной идентификации объектов газоснабжения, как системы управления, обусловлена применением совокупности математических методов по данным наблюдений. При этом, математическая модель в данном контексте означает математическое описание поведения рассматриваемого процесса в частотной или временной области. В настоящее время эта область теории управления находит широкое применение и на практике исследования задач газоснабжения.

Структура составного газопровода как сложной газораспределительной сети, параметры, характеризующие её состояние, позволяют исследовать её как многостадийную систему поточного типа, в которой множество требований (потребителей газа) обслуживаются посредством, приборов (трубопроводов, газорегулирующих приборов).

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.

В работе решается задача гидравлического расчета технико-технологических показателей и параметров газораспределительной сети.

В расчетах использованы формулы [3, 8], которые в нашем примере принимают вид:

$$q_i = \lambda_i \frac{L_i Q_i}{d_i^2}, \quad (1)$$

где $i = \overline{1, n}$ определение потери давления на i -ом участке сети и

$$Q_i = \frac{q_i d_i^2}{\lambda_i L_i}, \quad (2)$$

где $i = \overline{1, n}$ определение расхода газа при известных L_i, d_i, q_i

Здесь λ_i коэффициент гидравлического сопротивления i -го участка, который в отличие от других работ, где $\lambda = const$ определяется для каждого участка, L_i длина i -го участка сети d_i диаметр i -го участка трубопровода (в расчетах приняты следующие единицы измерения q -кгс²/см, Q -кг/с, L -м, d -см).

Основным базовым рабочим элементом составного газопровода является собственно трубопровод, который сооружается на базе соответствующих технических требований. К ним относятся глубина заложения трубопровода, определяющаяся в зависимости от климатических и геологических условий [4-7].

В соответствии с техническими требованиями, на трассе с интервалом 10 – 30 км, в зависимости от рельефа, устанавливают линейные задвижки, необходимые для перекрытия участков трубопровода в случае аварии. Промежуточные станции размещаются по трассе трубопровода после оценки гидравлических расчетов.

В качестве примера в работе рассматривается один из линейных участков составного

газопровода между двумя промежуточными станциями, схема которого приведена на рис. 1.

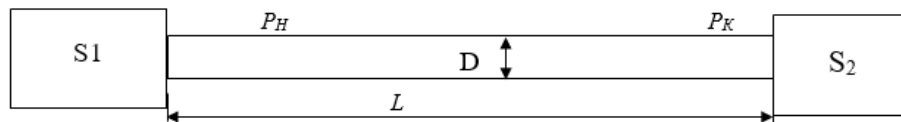


Рис 1. Схема линейного участка составного газопровода между двумя промежуточными станциями

Даны:

$D = 1,14 \text{ м}$ – диаметр трубы,

$K_s = 0,001 \text{ м}$ – шероховатость трубы,

$P_n = 3,7 * 10^6 \text{ кг/м}^2$ – давление,

$L = 300 \text{ м}$ – длина участка составного газопровода,

$T = 293^\circ \text{ К}$ – температура потока газа в окружающей среде.

При вычислительном эксперименте были приняты следующие допущения:

- процесс потокораспределения целевого продукта стационарный и с распределенными параметрами;

- трубопровод не имеет отводов;

- трубопровод не имеет перепадов по высоте;

- движение газа в трубопроводе ламинарное;

- процесс изотермический [6].

При формировании математической модели линейного участка составного газопровода были использованы известные подходы и положения [8, 11]. В соответствии с этим были оценены закон сохранения массы, а так же закон сохранения количества движения.

Закон сохранения массы гласит: масса любой части материальной системы, находящейся в движении, не зависит от времени и является величиной постоянной. Поскольку скорость изменения постоянной величины равна нулю, полная производная по времени от массы любой части рассматриваемой системы будет так же равна нулю. Математически это запишется так:

$$\frac{d}{dt} \int_{\Omega} \rho(x) dV = 0, \quad (3)$$

где $\rho(x)$ – плотность вещества $x = (x_1, x_2, x_3)$ – координаты точки Ω – произвольный объем системы dV – дифференциал объема ($dV = dx_1 + dx_2 + dx_3$). Это уравнение в [9] названо интегральной формой закона сохранения массы.

Согласно закону сохранения количества движения скорость изменения количества движения любой части материальной системы,

находящейся в движении, равна сумме всех внешних сил. Математическая модель этого закона представляется в виде:

$$\frac{d}{dt} \int_{\Omega} (\rho U) dV = F, \quad (4)$$

$$F = \int_{\Omega} F_v dV + \int_s F_s dS, \quad (5)$$

где F_v – силы, обусловленные силовыми полями, F_s – силы, действующие на единицу поверхности.

III. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

Построение информационно-логической модели структурных связей задач систем газоснабжения предопределяет необходимые условия системной формализации прикладных модулей для автоматизации расчета показателей функционирования газоснабжающих сетей, представленных на рис. 1.

Практическую необходимость приобретает анализ методов проектирования и логическое описание изучаемого процесса для оценки информационных связей и классификации задач систем газоснабжения.

Полноту и достоверность исходных данных обеспечивает комплексное использование современных математических методов и вычислительной техники при составлении проекта разработки объектов газоснабжения [10,11].

Современные средства и информационные технологии являются неотъемлемой частью при решении задач проектирования и эксплуатации объектов газоснабжения, так как дают возможность обработке большого объема информации и неременность получения информации, что обуславливает необходимость нахождения этих сведений в распоряжении проектировщика.

Следует отметить, что эффективность применения методов математического моделирования для отображения всей совокупности

важнейших связей и факторов процесса решения задач проектирования и эксплуатации объектов газоснабжения требуют полной априорной информации.

IV. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Данными для проведения гидравлического расчета газопроводов среднего давления являются: схема сети, расчетные расходы газа всех потребителей и перепад давления в сети, то есть разница давлений на выходе газа из ГРС и в самой удаленной от нее точке потребления по схеме.

В связи с этим возникает необходимость проведения комплексного исследования по

определению гидравлического расчета газопровода в аварийных режимах, рассматриваемых технологических процессов на основе разрабатываемых математических моделей, описывающих процессы, и проведение вычислительного эксперимента на ЭВМ, а также управление ими в динамическом режиме.

На основе проведенных исследований можно разработать принципиально новые технологические способы и средства обеспечения продуктом потребителей с учетом различных внешних и внутренних воздействий на технологическом процессе и в целом управлять процессом, чтобы обеспечить продуктом потребителей. Интерфейс программного модуля гидравлического расчета в аварийных режимах представлен на рис. 2.

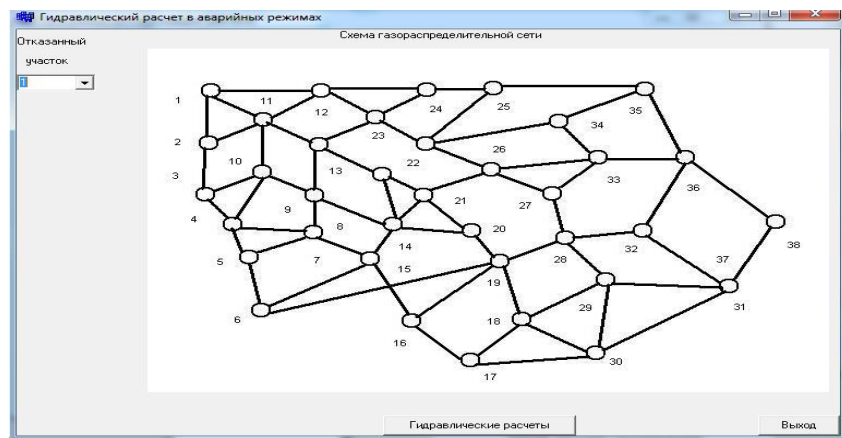


Рис 2. Интерфейс программного модуля процесса гидравлического расчета газопровода в аварийных режимах.

Программный модуль состоит из следующих частей:

- окно ввода показателей рабочего процесса;
- окно для вывода численных результатов;
- окно для представления вывода результатов.

В окно ввода показателей рабочего процесса вводятся данные об отказанном участке,

номер этого участка. Для вычисления результатов нужно ввести числовые значения параметров участков газопровода в аварийном режиме. Числовые данные как длина участка, начальное и конечное давление и расход газа на участке будут заполняться в окне программного модуля (рис. 3).

Справка	L*	(Pn ² - Pk ²)/L	Kоб*	Qi*	Pn ² - Pk ²	Pi	(Pn ² - Pk ²)/Qi
1	0,333333333333		0,8	4684			
2	0,246666666666		0,8	2024			
3	0,086666666666		0,8	3363			
4	0,046666666666		0,8	814			
5	0,246666666666		0,8	941			
6	0,08		0,8	4124			
7	0,006666666666		0,8	4212			
8	0,293333333333		0,8	2659			
9	0,093333333333		0,8	4678			

Рис 3. Окно ввода параметров участков газопровода в аварийном режиме.

Рис 4. Окно ввода входных данных кольцевого газопровода.

После ввода данных всех входных параметров с помощью командной кнопки «Расчет» вычисляется изменение расчетного расхода

($\text{м}^3/\text{ч}$), увязочного кругового расхода ($\text{м}^3/\text{ч}$), длина всех участков (м), конечное давление газа и его отклонение в газопроводе.

№	L^*	$(P_n^2 - P_k^2)/L$	$K_{об}^*$	Q_n^*	$P_n^2 - P_k^2$	P_i	$(P_n^2 - P_k^2)/Q_n^*$
1	0,3333333333	8,1818181818	0,8	4684	2,9999999999	5,97215762238	0,00064047821
2	0,2466666666	6,0545454545	0,8	2024	1,6428	5,97940911239	0,00081166008
3	0,0866666666	2,1272727272	0,8	3363	0,2028	5,99277342582	6,03033004153
4	0,0466666666	1,1454545454	0,8	814	0,0588000000	5,99610985000	7,22358745406
5	0,2466666666	6,0545454545	0,8	941	1,6428	5,97940911239	0,00174980235
6	0,08	1,9636363636	0,8	4124	0,1728	5,99332962550	4,19010684709
7	0,0066666666	0,1636363636	0,8	4212	0,0012	5,99944441872	2,84900295355
8	0,2933333333	7,1999999999	0,8	2659	2,3231999999	5,97550555741	0,00087371194
9	0,0933333333	2,2909090909	0,8	4678	0,2352	5,99221717452	5,02778966620

Начальное давление * 6 **Проверка аварийных участков**
Конечное давление * 3
Количество участков * 35 **Расчет**
Очистить

Результаты расчетов:
 Расчетный расход газа, $\text{м}^3/\text{ч}$: 1736547,79496189
 Увязочный круговой расход $\text{м}^3/\text{ч}$: 0,464690993834552
 Падение квадрата давления: 154,309066772461
 Длина всех участков: 6,28666543960571
 Конечное давление: 1,63205075263977
 Отклонение конечного давления: -1,36794924736023
Выход

Рис 5. Окно результатов расчетов

Вычислительный эксперимент, проведенный на базе экспериментальных производственных данных ГРС г. Самарканда и данных справочного материала показал достаточную сходимость результатов расчетов. Это позволяет судить о целесообразности использования численных методов и метода многофакторного дисперсионного анализа

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена информационно-аналитическая модель процессов проектирования, анализа функционирования, регулирования и оперативного управления систем газоснабжения на примере г. Самарканда. Данная модель позволит автоматизировать решения поставленных задач и создать объектно-ориентированные программные средства для принятия практических решений по бесперебойному обеспечению потребителей целевым продуктом.

Результаты, полученные при решении задачи анализа гидравлических параметров, будут исходными данными для последующих задач.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. Учебное пособие. Санкт-Петербург ИТМО, 2009. -173-175 с.
- [2] Ганиева Н., Ходжаев Ш. Вероятностно-статистическая оценка идентификации показателей функционирования составного газопровода. Узбекский журнал: Проблемы информатики и энергетики. – Ташкент, 2014/2. – (совместно. №1-2) – с.33-38.
- [3] Ходжаев Т.Т., Ходжаев Ш.Т., Ганиева Н.А. Исследование и оценка задачи структурной идентификации параметрической модели газораспределительной сети // Проблемы механики». – Ташкент, 2012. – № 3. – С.81-84.

- [4] Диллигенская А.Н. Идентификация объектов управления. Изд-во: Самарский государственный технический университет, Самара, 2009.-61-68 с.
- [5] Ганиева, Н. (2023). Концептуальные особенности формирования и формализации информационно-логической модели оценки структурных связей задач систем газоснабжения. *Международный журнал теоретических и прикладных вопросов цифровых технологий*, 4(2), 34–42.
- [6] Колтакова Н. В. Проектирование городских систем газоснабжения: учеб.-метод. пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2017. — 17-20 с.
- [7] Ходжаев Ш.Т., Гостев Н.В., Ганиева Н.А., Ходжаев Т.Т. Вычислительный эксперимент анализа и оценки параметров функционирования газопроводной сети. *Международный научно-практический журнал: «Современные материалы, техника и технологии»*. – Курск, 2015.–Том №2(2).–С.178-185.
- [8] Ямалов И. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуациях. Издательство «ЛитРес». -2021 с.17-20.
- [9] Кассина Н.В. и др. Математическое моделирование разветвленных гидравлических систем // Компьютерные исследования и моделирование. – 2009. – Т.1, №2. – С.173-179.
- [10] J. Ruths, A. Zlotnik, and J.-S. Li. Convergence of a pseudospectral method for optimal control of complex dynamical systems. In 50th IEEE Conf. on Decision and Control, pages 5553–5558. IEEE, 2011.
- [11] Khuzhayorov B.Kh., Ganieva N.A., Khodzhaev T.T. Research and assessment of the situation model of the performance indices analysis of gas supply network // *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*. – 2020. – Vol. 10, Issue 3. – P.15485-15494.

Поступила в редакцию 25.09.2023

Цитирование: Ганиева Н.А. (2023). Принципы формирования и оценки достоверности моделей структурной идентификации объектов газоснабжения. *Международный Журнал Теоретических и Прикладных Вопросы Цифровых Технологий*, 4(6), –С. 13-17.

PRINCIPLES OF FORMING AND ASSESSING THE RELIABILITY OF MODELS FOR STRUCTURAL IDENTIFICATION OF GAS SUPPLY FACILITIES

Ganieva N.A.¹

¹Samarkand branch of Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Samarkand, Uzbekistan, nily-85@yandex.ru

Abstract. *The work is devoted to the principles of formation and evaluation of models for structural identification of gas supply facilities. The work solves the problem of hydraulic calculation of technical and technological indicators and parameters of the gas distribution network. In this regard, the formation and assessment of the reliability of models for the structural identification of gas supply facilities is due to the use of a set of mathematical methods based on observational data.*

Keywords: *Model, identification, management, gas distribution network, complex system, functioning, evaluation, process, modules.*

GAZ TA'MINOTI OB'EKTLARINI STRUKTURAVIY ANIQLASH UCHUN MODELLARNI SHAKLLANTIRISH VA ISHONCHLILIGINI BAHOLASH TAMOYILLARI

Ganiyeva N.A.¹

¹Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Samarqand filiali, Samarqand, O'zbekiston, nily-85@yandex.ru

Annotasiya. *Mazkur maqola gaz ta'minoti ob'ektlarini strukturaviy aniqlash uchun modellarni shakllantirish va baholash tamoyillariga bag'ishlangan. Tadqiqot ishida gaz taqsimlash tarmog'ining texnik va texnologik ko'rsatkichlari va parametrlarini gidravlik hisoblash muammolari hal qilingan hamda shu munosabat bilan gaz ta'minoti ob'ektlarini konstruktiv identifikatsiyalash modellarini shakllantirish va ishonchligini baholash va kuzatish ma'lumotlariga asoslangan matematik usullar majmuasini qo'llash inobatga olingan.*

Kalit so'zlar: *Model, identifikatsiya, boshqaruv, gaz taqsimlash tarmog'i, murakkab tizim, ishlash, baholash, jarayon, modular.*