

УДК 516.9

ОЦЕНКА ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПРИ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЯХ

*Ганиева Н.А.¹, Узакова А.¹

¹ Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хорезми, Самарканд, Узбекистан

*Nily-85@yandex.ru

Аннотация. Работа посвящена разработке и оценке ситуационной причинно-следственной модели показателей функционирования газораспределительной сети в условиях нештатных ситуаций. Предложен метод моделирования различных сценариев аварийных ситуаций с использованием причинно-следственных связей для определения факторов, влияющих на безопасность и стабильность работы системы. Результаты исследования могут быть использованы для улучшения процедур технического обслуживания, а также разработки автоматизированных систем управления аварийными ситуациями.

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

I. ВВЕДЕНИЕ

Газоснабжающие сети, представляющие собой сложную техническую систему управления, зачастую подвергаются воздействию неконтролируемых случайных возмущений, определение и оценка которых обусловлена как временными затратами, так и другими видами ресурсов.

Информационные особенности характеристик систем газоснабжения определяют первоочередные требования, которые состоят в обеспечении бесперебойной подачи газа потребителям, в безопасности эксплуатации, простоте и удобности в обслуживании. Кроме того, эта система должна предусматривать возможность отключения отдельных элементов или участков газоснабжающей сети для производства ремонтных и аварийных работ. При этом, качественная оценка сложившейся ситуации требует проведения активного вычислительного эксперимента на базе формализации имитационной причинно-следственной модели, что определяет характер концептуальных особенностей функционирования рассматриваемой задачи [1,2,5].

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И МЕТОД РЕШЕНИЯ

Формирование и формализация ситуационной причинно-следственной модели является, в данном случае, одной из приоритетных задач идентификации показателей функциониро-

вания объектов технических систем управления.

Отметим, что возрастающая потребность в газе и требования, предъявляемые к его кондиции пользователями, приводит к необходимости рационального разрешения таких существенных вопросов, как выбор, обоснование или уточнение распределения потока целевого продукта по объектам на всех уровнях его иерархии [3,4].

По характеру и функциональным свойствам такая задача относится к типу экстремальных, при решении которых, в настоящее время, широко используются и численные методы.

Однако, как отмечено в [7,8], до сих пор нет удовлетворительных тестов, позволяющих проверить, оптимально ли конкретное, допустимое ограничениями, решение рассматриваемой экстремальной задачи, и поэтому, нет общих методов их решений. Разрабатываемые алгоритмы позволяют лишь строить последовательности, предельные элементы которых удовлетворяют частным условиям оптимальности, при нештатных ситуациях.

Как правило, в задачах оптимизации для точек, удовлетворяющих всем ограничениям, вводится термин «допустимое» решение, что обуславливает процесс ситуационной экспертной оценки функционирования исследуемой газораспределительной сети. Затем на множестве допустимых решений отыскивается минимум (максимум) целевой функции [4].

При этом расход газа на участках определяется по формуле [2, 3]:

$$V_p = 0,59 \cdot \sum (K_{об.и} \cdot V_i). \quad (4)$$

В нашем расчете этот коэффициент принят постоянным и равным 0,8 у всех потребителей газа.

V_i - часовой расход газа у соответствующего потребителя, м³/ч.

Расчетная длина участков газопровода определяется по:

$$l_p = 1,1 \cdot l_r. \quad (5)$$

Для начала расчета определяют среднюю удельную разность квадратов давлений:

$$A_{CP} = \frac{P_H^2 - P_K^2}{1,1 \times \sum l_i}, \quad (6)$$

где $\sum l_i$ - сумма длин всех участков по расчетному направлению, км.

Средняя удельная разность квадратов давлений в первом аварийном режиме составит:

$$A_{CP} = \frac{0,7^2 - 0,4^2}{7,86} = 0,042 \text{ МПа}^2, \quad (7)$$

во втором:

$$A_{CP} = \frac{0,49 - 0,16}{7,39} = 0,047 \text{ МПа}^2. \quad (8)$$

III. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Для идентификации и оценки экспериментальных расчетных показателей с реальными производственными данными был проведен их гидравлический анализ в аварийных режимах работы сети и гидравлический расчет газоснабжающей сети [6, 8].

Таблица 1. Результаты гидравлического расчета в аварийных режимах

Отказал участок 7						Отказал участок 10			
№ уч	d _y мм	l _p км	V _p м ³ /ч	(p _H ² - p _K ²) Ip	p _H ² -p _K ² МПа ²	№ уч.	d _y мм	l _p км	V _p м ³ /ч
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
19	600	0.594	11384.6	0.021	0.0125	1	600	0.077	11384.6
18	600	0.616	11383.8	0.021	0.0129	2	600	0.429	11342.2
17	600	0.154	11368.6	0.021	0.0032	3	500	0.759	9953.9
16	600	0.275	11340.6	0.021	0.0058	4	500	0.187	9953.1
15	600	1.221	11304.9	0.021	0.0256	5	500	0.44	9596.9
14	600	0.11	11269.2	0.021	0.0023	6	200	0.792	660.6
13	500	0.924	11226.8	0.06	0.0554	7	200	0.198	618.2
12	500	0.341	11225.9	0.06	0.0205	8	200	0.561	582.5
11	500	0.055	11190.2	0.06	0.0033	9	150	0.44	551.3
10	500	0.55	10834.1	0.054	0.0297	10	150	0.55	550.5
9	500	0.44	10833.3	0.054	0.0238	11	125	0.055	194.3
8	500	0.561	10802.1	0.054	0.0303	12	125	0.341	158.6
7	500	0.198	10766.4	0.054	0.0107	13	125	0.924	157.8
6	500	0.792	10724.0	0.054	0.0428	14	100	0.11	115.4
5	125	0.44	1787.6	0.034	0.015	15	100	1.221	79.7
4	125	0.187	1431.5	0.027	0.005	16	100	0.275	43.9
3	125	0.759	1430.7	0.027	0.0205	17	100	0.154	16.0
2	100	0.429	42.4	0.03	0.0129	17	100	0.616	0.8
		8.646		Итого		0.3322	8.129		

Правильность расчетов проверяется путем вычисления конечного давления по:

$$P_K = \sqrt{P_H^2 - \sum (P_H^2 - P_K^2)} - 0,1, \quad (9)$$

где $\sum (P_H^2 - P_K^2)$ - сумма разностей квадратов давлений на участках.

Значение P_K , полученное по (9), не должно более чем на 5 % отличаться от заданного избыточного давления P_K . Например, при «отказе» участка 7:

$$P_K = \sqrt{0,49 - 0,3322} - 0,1 = 0,297 \text{ Мпа},$$

здесь отклонение составляет – 1%.

При «отказе» участка 10:

$$P_K = \sqrt{0,49 - 0,3253} - 0,1 = 0,306 \text{ Мпа},$$

здесь отклонение составляет – 2 %.

Следовательно, расчет сделан правильно. Зная потери давления на каждом участке далее, можно определить абсолютное давление газа в каждой точке в обоих аварийных режимах:

$$P_i = \sqrt{P_H^2 - \sum (P_H^2 - P_K^2)_i}, \quad (10)$$

где $\sum (P_H^2 - P_K^2)_i$ - сумма разности квадратов давлений на участках, предшествующих точке определения давления.

Справка	L^*	$(P_n^2 - P_k^2)/L$	$K_0 \cdot b^*$	Q_i^*	$P_n^2 - P_k^2$	P_i	$(P_n^2 - P_k^2)/Q_i^2$
1	0,333333333333	8,18181818181	0,8	4684	2,99999999999	5,97215762238	0,00064047821
2	0,246666666666	6,05454545454	0,8	2024	1,6428	5,97940911239	0,00081166008
3	0,086666666666	2,12727272727	0,8	3363	0,2028	5,99277342582	6,03033004153
4	0,046666666666	1,14545454545	0,8	814	0,05880000000	5,99610985000	7,22358745406
5	0,246666666666	6,05454545454	0,8	941	1,6428	5,97940911239	0,00174580235
6	0,08	1,96363636363	0,8	4124	0,1728	5,99332962550	4,19010684709
7	0,006666666666	0,16363636363	0,8	4212	0,0012	5,99944441872	2,84900295355
8	0,293333333333	7,19999999999	0,8	2659	2,32319999999	5,97505557411	0,00087371194
9	0,093333333333	2,29090909090	0,8	4678	0,2352	5,99221717452	5,02778966620

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

Результаты расчетов:
 Расчетный расход газа, м³/ч: 1736547,79496189
 Уязвимый круговой расход м³/ч: 0,464690993834552
 Падение квадрата давления: 154,309066772461
 Длина всех участков: 6,28666543960571
 Конечное давление: 1,63205075263977
 Отклонение конечного давления: -1,36794924736023
 Выход

Рис. 2. Окно результатов расчетов

Результаты вычислительного эксперимента аварийного режима работы сети, представленные в интерфейсе программы, получены на основе проявления гидратообразующих компонент газа [9, 10].

IV. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Расчетный модуль для решения задач закольцованных газопроводов основывался на априорных данных. Для проведения гидравлического расчета газопроводов среднего давления были представлены 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.

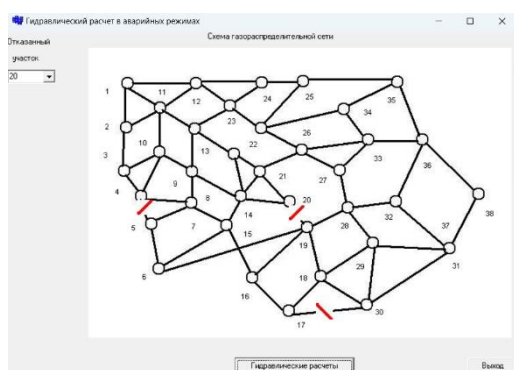


Рис. 3. Схема закольцованной сети

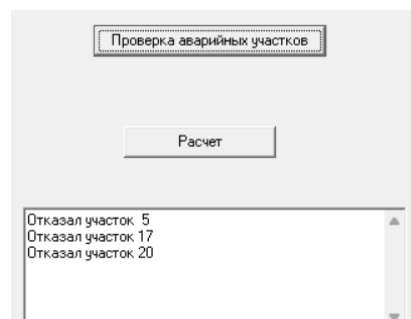


Рис. 4. Окно проверки аварийных участков

В связи с этим возникла 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.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан вычислительный алгоритм, и программа автоматизации расчета оценки показателей функционирования газораспределительной сети при проявлении нештатных ситуаций и внедрен в «Самаркандшахаргаз». Результаты расчетов позволяют вести оперативный учёт и оценку показателей функционирования газоснабжающих систем низкого давления на базе априорных данных отдела эксплуатации.

На основе проведенных исследований можно разработать принципиально новые технологические способы и средства обеспе-

чения продуктом потребителей с учетом различных внешних и внутренних воздействий технологического процесса и в целом управлять процессом, чтобы обеспечить продуктом потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. Учебное пособие. Санкт-Петербург ИТМО, 2009. -173-175 с.
- [2] Ходжаев Ш.Т., Ганиева Н.А., Ходжаев Т.Т., Гостев Н.В. Формирование и оценка модели вычислительного эксперимента функционирования кольцевой газоснабжающей сети. Сборник научных трудов Международной молодежной научно-практической конференции: «Прогрессивные технологии и процессы». – Курск, 2014.– Том 2.– С.227-229.
- [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] Дилигенская А.Н. Идентификация объектов управления. Изд-во: Самарский государственный технический университет, Самара, 2009.-61-68 с.
- [5] Колтакова Н. В. Проектирование городских систем газоснабжения: учеб.-метод. Пособие. — Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2017. — 17-20 с.
- [6] СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: ЦИТП Госстроя России, 2000. – 136с.
- [7] Ямалов И. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуациях. Издательство «ЛитРес». -2021 с.17-20.
- [8] Кассина Н.В. и др. Математическое моделирование разветвленных гидравлических систем // Компьютерные исследования и моделирование. – 2009. – Т.1, №2. – С.173-179.
- [9] 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.
- [10] 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 05.09.2024

Цитирование: Ганиева Н.А., Узакова А. (2024). Оценка причинно-следственной модели показателей функционирования газораспределительной сети при нештатных ситуациях. *Международный Журнал Теоретических и Прикладных Вопросов Цифровых Технологий*, 7(4), –С. 68-72. <https://doi.org/10.62132/ijdt.v7i4.221>

ASSESSMENT OF THE CAUSE-AND-EFFECT MODEL OF GAS DISTRIBUTION NETWORK PERFORMANCE INDICATORS IN EMERGENCY SITUATIONS

Ganieva N.A.¹, Uzakova A.¹

¹Samarkand branch of Tashkent university of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Samarkand, Uzbekistan

Abstract. The work is devoted to the development and evaluation of a situational cause-and-effect model of the gas distribution network performance indicators in emergency situations. A method for modeling various emergency scenarios using cause-and-effect relationships to determine the factors affecting the safety and stability of the system is proposed. The results of the study can be used to improve maintenance procedures, as well as to develop automated emergency management systems.

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