

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО АПРОБАЦИИ АППРОКСИМАЦИОННОГО АЛГОРИТМА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

© 2016 С. А. Сазонова, А. П. Калинин, Л. Д. Карпов, В. О. Овсянников, Е. А. Недоцука

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

В качестве объекта исследования для проведения вычислительного эксперимента предложена система газоснабжения низкого давления жилого микрорайона. Приведены основные результаты вычислительного эксперимента по апробации аппроксимационного алгоритма параметрической оптимизации гидравлических систем. Оптимизационные расчеты предложено применять для обеспечения безопасного функционирования гидравлических систем.

Ключевые слова: гидравлические системы, вычислительный эксперимент, параметрическая оптимизация, аппроксимационный алгоритм, безопасность функционирования.

Апробация аппроксимационного алгоритма параметрической оптимизации гидравлических систем (ГС) выполнена с помощью вычислительного эксперимента, в котором исследовалась система газоснабжения низкого давления жилого микрорайона [1].

Уже по самой постановке задачи [1, 2], решаемой с применением аппроксимационного алгоритма, ясно, что даже на первом этапе с континуальными аргументами добиться точного соответствия расчетных и фиксируемых значений узловых потенциалов невозможно, поскольку ограничения по D_S^- и D_S^+ уже задействованы. Для оценки возможностей алгоритма [1] обратимся теперь к результатам вычислительного эксперимента, которые представлены на рисунке 1.

Исходные (недопустимые) состояния системы, характеризуются самым широким остаточным диапазоном, причем при $D_S^+ = 273 \times 10^{-3}$ м его значение достигает $\Delta P = 300$ даПа, а давление в некоторых ЭУ опускается ниже барометрического и в этом случае система не работоспособна. При повышении D_S^+ система переходит в работоспособное, но недопустимое состояние. Применение аппроксимационного алгоритма привело к су-

жению остаточного диапазона ΔP более чем в три раза, причем даже в худшем случае (при $D_S^+ = 273 \times 10^{-3}$ м) система сохраняет работоспособное состояние с положительными избыточными давлениями во всех ЭУ.

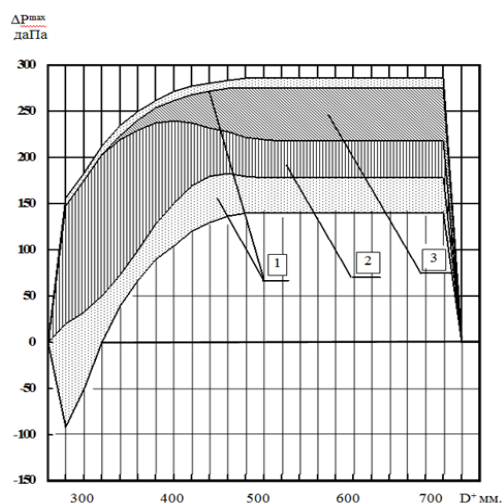


Рис. 1. Зависимость диапазона давлений в узлах ГС при варьировании верхнего предела диаметра труб используемого сортамента

По результатам вычислительного эксперимента построена зависимость металлоемкости труб (М) от общей ширины остаточного диапазона ΔP [1], рисунке 2. В случае необходимости (по условиям технологического процесса потребления) получение достаточно узкого диапазона значений узловых потенциалов при фиксированном режиме потребления возможно только за счет ухудшения экономических показателей оптимизированной ГС.

Сазонова Светлана Анатольевна – доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности ВГАСУ, к. т. н., доцент, e-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru;
Калинин Андрей Петрович – доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности ВГАСУ, к. т. н.;
Карпов Леонид Данилович – доцент кафедры пожарной и промышленной безопасности ВГАСУ;
Овсянников Вадим Олегович – студент группы 1241 ВГАСУ;
Недоцука Екатерина Александровна – студентка группы 1231 ВГАСУ.

Аппроксимационный алгоритм решения задачи параметрической оптимизации лежит в основе численной реализации математических моделей резервирования [2], в основе которых лежат математические модели потокораспределения [3, 4, 5]. Дополнительно с рассмотренными комплексно решаются задачи статического оценивания [6, 7], диагностики утечек [7, 8] и оперативного управления [9, 10] ГС. Проверка их работоспособности выполнена с помощью проведения вычислительных экспериментов в работах [11, 12, 13].

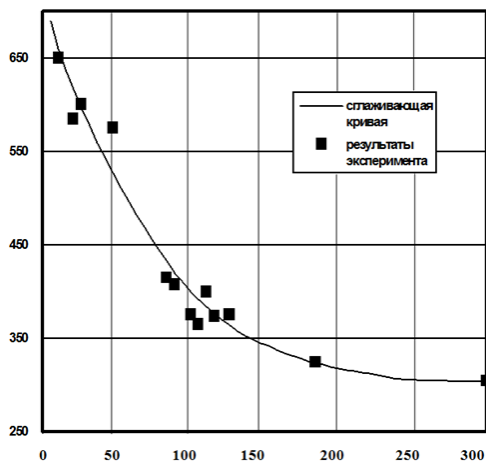


Рис. 2. Зависимость металлоемкости системы от ширины остаточного диапазона узловых давлений при учете технологических ограничений в задаче параметрической оптимизации

С целью обеспечения требуемого уровня безопасности при функционировании и надежности, в том числе конструктивной [14, 15, 16, 17], рассматриваемых систем, необходимо решить комплексно целый ряд инженерных задач, таких как экологические [18, 19, 20, 21, 22], в случае возникновения аварий [23] на объектах защиты. В качестве дополнительной задачи в комплексе рассматриваемых задач может рассматриваться задача управления функционированием сложных объектов на базе современных информационных технологий [24].

ЛИТЕРАТУРА

1. Квасов И. С. Анализ и параметрический синтез трубопроводных гидравлических систем на основе функционального эквивалентирования: автореф. дис. доктора технических наук: 05.13.16 / И.С. Квасов. - Воронеж, 1998. - 30 с.
2. Сазонова С. А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях /

С. А. Сазонова, В. Я. Манохин, М. В. Манохин, С. Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 4 (34). – С. 440-448.

3. Сазонова С. А. Моделирование неустановившегося и установившегося потокораспределения систем теплоснабжения / С. А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 1 (10). – С. 55-60.

4. Сазонова С. А. Итоги разработок математических моделей анализа потокораспределения для систем теплоснабжения / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Том 7. – № 5. – 2011. – С. 68-71.

5. Сазонова С. А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С. А. Сазонова // Инженерная физика. – 2010. – № 3 – С. 45-46.

6. Сазонова С. А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Том 7. – № 11. – 2011. – С. 139-141.

7. Сазонова С. А. Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореф. дис...канд. техн. наук / С. А. Сазонова. – Воронеж, 2000. – 15 с.

8. Сазонова С. А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Том 7. – № 11. – 2011. – С. 119-121.

9. Сазонова С. А. Решение прикладных задач управления функционированием системами теплоснабжения / С. А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 2 (11). – С. 59-63.

10. Сазонова С. А. Комплекс прикладных задач оперативного управления, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2015. – № 2 (15). – С. 37-41.

11. Сазонова С. А. Численная апробация математических моделей мониторинга безопасного функционирования систем газоснабжения / С. А. Сазонова, С. Д. Николенко, В. Я. Манохин, М. В. Манохин // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 1. – С. 255-264.

12. Сазонова С. А. Результаты вычислительного эксперимента по оптимизации

оценки условий труда операторов смесителей асфальтобетонных заводов / С. А. Сазонова, С. Д. Николенко, В. Я. Манохин, М. В. Манохин, Е. И. Головина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 15.

13. Сазонова С. А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С. А. Сазонова, В. Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2015. – № 1. – С. 138-147.

14. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / С. Д. Николенко, Д. А. Казаков, И. В. Михневич. Патент на изобретение RUS 2415237 27.10.2009.

15. Сооружение, возведенное на несъемной пневматической опалубке / С. Д. Николенко, Д. А. Казаков. Патент на изобретение RUS 2371555 05.06.2008.

16. Сазонова С. А. Свободные колебания прямоугольных сетчатых пластин с упругим контуром / С. А. Сазонова // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 1993. – № 6. – С. 153-155.

17. Ткаченко А. Н. Теоретическая оценка распределения фибр в дисперсно-армированных бетонах / А. Н. Ткаченко, С. Д. Николенко, Д. В. Федулов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – Воронеж: ВГАСУ, 2010. – № 4. – С. 54-58.

18. Жидко Е. А. Анализ состояния атмосферы в регионе и социально-экономические последствия загрязнения окружающей среды / Е. А. Жидко, В. С. Муштенко // В сборнике: Высокие технологии в экологии труды 11-й международной науч-

но-практической конференции. – 2008. – С. 69-74.

19. Жидко Е. А. Управление эколого-экономическими рисками как важнейший фактор эффективной деятельности предприятия / Е. А. Жидко // Безопасность труда в промышленности. – 2011. – № 3. – С. 57-62.

20. Жидко Е. А. Методический подход к идентификации экологического риска, учитываемого в деятельности предприятия / Е. А. Жидко, В. С. Муштенко // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2011. – № 1. – С. 11-14.

21. Жидко Е. А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е. А. Жидко. – Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2015. - 183 с.

22. Манохин М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета.- 2015. - №4(34). – С. 370-376.

23. Золотарев В. Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В. Л. Золотарев, В. Я. Манохин, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2015. – № 1. – С. 8-16.

24. Жидко Е. А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е. А. Жидко, Л. Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 2 (21). – С. 33.

USE RESULTS OF COMPUTATIONAL EXPERIMENTS ON TESTING APPROXIMATION ALGORITHMS OF PARAMETRIC OPTIMIZATION TO ENSURE SAFETY DURING OPERATION OF HYDRAULIC MACHINERY

© 2016 S. A. Sazonova, A. P. Kalinin, L. D. Karpov, V. O. Ovsyannikov, E. A. Nedocuka

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

As the object of study for the realization of computing experiment, a system of low pressure gas supply of a residential district. The main results of computational experiment for testing the approximation algorithm of parametric optimization of hydraulic systems. Optimization calculations are requested to apply to ensure the safe operation of hydraulic systems.

Keywords: hydraulic systems, numerical simulation, parameter optimization, approximation algorithm, the security operation.