

ОСОБЕННОСТИ КОРРЕКТИРОВКИ ДИАМЕТРОВ В ЗАДАЧЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Рассмотрены два алгоритма локальной корректировки диаметров, необходимые для последующей реализации в составе пакета прикладных программ. При формировании алгоритмов обосновывается выбор группы участков, диаметры труб на которых подлежат изменению. Решение задачи параметрической оптимизации необходимо для обеспечения требуемого уровня надежности и безопасности гидравлических систем.

Ключевые слова: гидравлические системы, параметрическая оптимизация, алгоритм, безопасность.

Рассмотрим два алгоритма локальной корректировки диаметров гидравлических систем (ГС), реализованных в разработанном пакете прикладных программ [1, 2].

Первый алгоритм применим при формировании граничных условий в энергоузлах (ЭУ), являющихся конечными узлами тупиковых ответвлений или узлами схода потоков в виде фиксированных потенциалов \bar{P}_j . Его основная задача состоит в восстановлении статуса таких узлов при образовании из них в процессе анализа точного потокораспределения «ложных» источников. Содержание алгоритма, совмещенного с процедурой анализа потокораспределения [3, 4, 5] на основе энергетического эквивалентирования [6], заключается в контроле всех участков со сменой направления течения на каждой итерации. Если среди них будет обнаружен участок, хотя бы один узел которого меняет свой режим функционирования, то процедура анализа прерывается с возвращением всем параметрам значений, соответствующих предыдущей итерации.

После этого из всего множества выбирается участок с максимальным перепадом давлений и выполняется проверка его совместного присутствия с участком, на котором смена направления потока недопустима,

в составе одной цепи или кольца. Если при этом ориентация (знак) направления течений на обоих участках совпадает, то для участка с максимальным перепадом давлений диаметр увеличивается до ближайшего (большого) стандартного значения согласно используемого сортамента труб. В противном случае предпринимается перебор оставшихся участков в сторону уменьшения перепада давлений с проверкой указанного условия до тех пор, пока оно не будет выполнено. После смены диаметра на любом участке процедура анализа возобновляется.

К положительным качествам рассмотренного алгоритма несомненно относятся простота и надежность. В то же время для него характерны существенные недостатки. Во-первых, при обнаружении ложного источника на каждом этапе, производится изменение диаметра только одного участка, таким образом исключается возможность комплексного воздействия. Во-вторых, при выборе участка для воздействия полностью игнорируется экономическая оценка его целесообразности, тем самым проектируемая система практически бесконтрольно «удаляется» от оптимального состояния. В-третьих, алгоритм носит односторонний (узко направленный) характер, поскольку в его составе нет механизма контроля за соответствием расчетного потребления заданному.

Второй алгоритм уже формируется в виде самостоятельной вычислительной процедуры. Исходной позицией реализации этого алгоритма является анализ потокораспределения [3, 4, 5] при фиксировании номинального потребления, в результате которого определяются участковые расходы Q_i и узловые потенциалы P_j .

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.

На основе требуемых и расчетных значений узловых потенциалов определяется совокупность отклонений $\Delta P_j = \hat{P}_j^- - P_j$, $j \in J_{\eta(q)}^z$, по всем ЭУ присоединения потребителей. Из их множества выбирается максимальное значение ΔP^{\max} , на величину которого (искусственно) увеличиваются давления одновременно во всех источниках не изменяя значения P_j в остальных ЭУ сети.

Далее по математическим моделям [3, 4, 5] выполняется повторный анализ потокораспределения. Если при новом распределении расходов Q_i вновь обратиться к процедуре параметрической оптимизации [7], то в результате будут получены новые оптимальные перепады давлений на участках сети $\Delta P_i'$, которые будут отличаться от соответствующих им перепадов ΔP_i . Таким образом удастся установить соотношения гидравлических параметров для двух состояний одной и той же системы.

Проведенный эксперимент показал, что минимальное значение $\delta \bar{D}^{\min}$ находится в пределах - 30-35 %, что примерно соответствует рекомендациям о смещении границы между двумя соседними размерами диаметров труб в сортаменте в меньшую сторону от среднеарифметического значения, с которой сопоставляется расчетная величина диаметра в традиционных процедурах стандартизации.

Локальная корректировка диаметров в задаче параметрической оптимизации необходима при реализации математических моделей резервирования [8, 9, 10] с целью обеспечения безопасности ГС.

Рассмотренная задача может быть реализована в комплексе с такими задачами, как управление функционированием ГС [11, 12], статическое оценивание [13, 14], диагностика утечек [15], имитационное моделирование аварийных ситуаций в ГС [16]. Моделирование аварийных ситуаций предполагает решение целого ряда задач, обеспечивающих надежность и безопасность при эксплуатации ГС. В том числе требуется обеспечить требуемый уровень безопасности труда [17, 18, 19, 20] при обслуживании опасных и сложных производственных объектов, к которым можно отнести ГС. В случае аварий с выбросом опасных веществ [21], дополнительно потребуется решать экологические задачи [22].

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

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. Колодяжный С. А. Применение энергетического эквивалентирования для формирования граничных условий к модели анализа потокораспределения системы теплоснабжения / С. А. Колодяжный, Е. А. Сушко, С. А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 3 (12). – С. 8-15.

7. Сазонова С. А. Реализация методов и алгоритмы при решении задач обеспечения безопасности функционирующих систем теплоснабжения / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2015. – №15. – С. 79-80.

8. 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.

9. Сазонова С. А. Вычислительный эксперимент на основе моделей резервирования для обеспечения безопасности систем газоснабжения / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2015. – № 15. – С. 62-64.

10. Сазонова С. А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С. А. Са-

зонова, В. Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2015. – № 1. – С. 138-147.

11. 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.

12. 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.

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

14. 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.

15. 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.

16. Сазонова С. А. Обеспечение безопасности гидравлических систем с помощью имитационного моделирования аварийных ситуаций / С. А. Сазонова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2015. – № 15. – С. 59-61.

17. Сазонова С. А. Результаты вычислительного эксперимента по оптимизации оценки условий труда операторов смесите-

лей 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.

18. Сазонова С. А. Безопасность труда при эксплуатации машин и оборудования на асфальтобетонных и цементобетонных заводах / С. А. Сазонова, С. Д. Николенко, В. Я. Манохин, М. В. Манохин // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2016. – № 1. – С. 28-33.

19. Николенко С. Д. Обеспечение безопасности труда при погрузочно-разгрузочных работах / С. Д. Николенко, С. А. Сазонова, В. Я. Манохин, М.В. Манохин // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2016. – № 1. – С. 22-27.

20. Манохин М. В. Требования к безопасности труда и пожаровзрывобезопасность при эксплуатации асфальтобетонных заводов / М. В. Манохин, В. Я. Манохин, С. А. Сазонова, С. Д. Николенко // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2016. – № 1. – С. 16-21.

21. 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.

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.

FEATURES ADJUSTMENTS DIAMETER IN PROBLEMS OF PARAMETRIC OPTIMIZATION TO ENSURE SAFETY IN THE OPERATION OF HYDRAULIC SYSTEMS

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

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering

We consider two algorithms for adjusting the local diameters required for subsequent sale as part of the application package. In forming the group selection algorithms justified plots pipe diameters which are subject to change. Solution of parametric optimization is necessary to ensure the required level of reliability and safety of hydraulic systems.

Keywords: hydraulic systems, parametric optimization, security.