

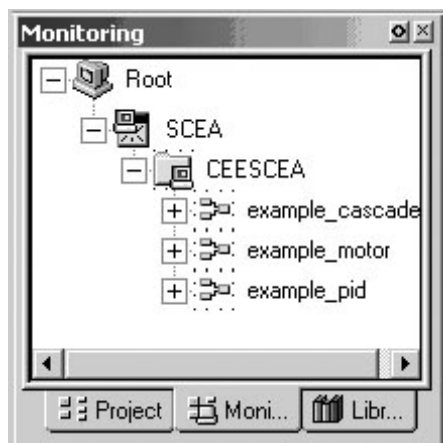


Рис. 3 Зразок вікна «Monitoring» при роботі імітаційної моделі у Control Builder

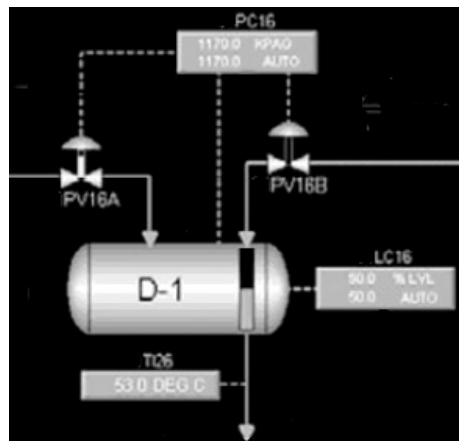


Рис. 4 Графічне відображення моделі у Shadow Plant

Таким чином, використання середовища імітаційного моделювання SCE, що входить до складу Experion PKS, та системи Shadow Plant дозволяє організувати на базі навчальної кафедри тренажер для дослідження різних технологічних процесів та алгоритмів управління ними. Особливістю такого тренажера є використання у якості своїх структурних складових програмних та апаратних продуктів, що застосовуються для реалізації сучасних АСУ ТП підприємств хімічної та іншої промисловості.

1. Медведєв Р.Б., Бондаренко С.Г., Сангінова О.В. Навчальна система побудови стратегій керування на базі мікропроцесорної техніки // Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження / Науковий вісник НТУУ «КПІ». – Київ, 2008. – № 2. – С. 31-36.

ЭКВИВАЛЕНТИРОВАНИЕ И СВРАЧИВАНИЕ УЧАСТКОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ

Медведева В. Н., Исаенко С. А.

Национальный технический университет Украины «КПИ», svetlyachok7@gmail.com

Степень детализации модели гидравлической системы на уровне принципиальной схемы сети приводит к системам уравнений большой размерности, и хотя существующие методы расчета гидравлических сетей позволяют решать системы уравнений до 10 000 неизвестных – уменьшение размерности решаемых систем актуально с точки зрения сокращения времени расчета. Кроме того, встречаются сети, для определенных участков которых невозможно составить соответствующее уравнение, в силу отсутствия начальных данных или особенностей сети, но которые становятся доступными для расчета после выполнения некоторых преобразований расчетной схемы.

В данной работе представлен обзор механизмов подобных преобразований для сетей с висящими узлами, а также алгоритмы эквивалентирования участков сети, приводящие к уменьшению размерности решаемых систем уравнений.

Сначала рассмотрим существующие алгоритмы исключения (или т. н. сворачивания) висящих узлов. При расчете параметров висящих узлов графа гидравлической сети возникают сложности на этапе составления уравнения материального баланса. В связи с этим, требуются специальные механизмы для обработки таких узлов перед тем, как приступать к расчету всех остальных участков сети [1]. Ниже рассмотрены два алгоритма по сворачиванию висящих узлов, которые позволяют рассчитывать сети вида, приведенного на рис. 1. Первый алгоритм используется в методе узловых давлений расчета параметров гидравлических сетей, второй является составляющей метода топологической свертки, который еще будет упомянут позже.

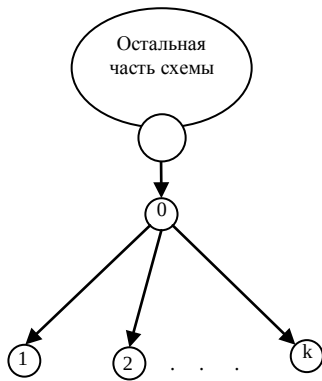


Рис. 1 Топологическая схема участка

Исключение висящего узла по методу узловых давлений

Это традиционный способ исключения висящего узла, используемый в методе узловых давлений. Его суть сводится к тому, что неизвестные расходы поочередно исключаются из частей соответствующих уравнений и подставляются в уравнение баланса расходов в узле. Затем просто решить уравнение относительно давления во внутреннем узле и автономно пересчитывать расходы в каждой ветви в отдельности [2].

Как показали практические исследования, для подготовки расчетной схемы и выполнения операций над элементами матрицы, а также для определения расходов в ветвях для участка сети, состоящего из 1 корневого узла и k отходящих от него висящих узлов, требуется

выполнение следующего количества операций: $k+3$ - делений; $2k+4$ - умножений; $4k+4$ - сложений и вычитаний.

Исключение висящего узла методом топологической свертки

Способ основан на замене висящего узла эквивалентной ветвью, вычислении граничного давления и перепада давления эквивалентной ветви, а также долей расхода, распределяемого в i -ю ветвь. Вычисление перепада давления при сворачивании висящих узлов является обязательным, поскольку для эквивалентной висящему узлу ветви необходимо сформировать зависимость между перепадом давления и расходом [1].

Всего операций: $2k+2$ - делений; $3k$ - умножений; $5k$ - сложений и вычитаний.

Если учесть, что чаще всего число ветвей в узле (степень вершин) равняется 3 (т.е. $k=2$), то можно сделать вывод, что оба способа практически эквивалентны: 6 и 5 делений; 6 и 8 умножений; 10 и 12 сложений и вычитаний. Но важно заметить при этом, что оценка максимальной относительной погрешности для метода узловых давлений выше чем для метода топологической свертки [1].

Далее рассмотрим некоторые методы эквивалентирования участков гидравлических сетей. Наиболее эффективно снижает вычислительные затраты метод эквивалентирования сетей, связанных с магистральным трубопроводом одной врезкой.

Квартальные сети теплосетей, как правило, присоединяются к магистральному трубопроводу одной врезкой, т.е. образуют ответвление, которое можно назвать "листом". Общепринято такие "листы" заменять обобщенным потребителем, с эквивалентным сопротивлением, которое равно сопротивлению "листа". Такой подход укрупняет схему, а следовательно, уменьшает размерность решаемой системы нелинейных уравнений и улучшает сходимость вычислительного процесса.

После решения задачи потокораспределения и определения напоров в узлах определяется разность напоров на врезке, что позволяет затем решить задачу потокораспределения внутри квартальной сети ("листа"). Отметим, что такой подход правомерен, если внутри листа отсутствуют источники напоров и регуляторы расхода и напора, т.е. элементы с изменяющимся сопротивлением.

Еще один алгоритм эквивалентирования представлен в методе топологической свертки расчета параметров гидравлической сети. Он эффективен для сетей структуры, изображенной на рис. 2.

Если все граничные узлы с граничным давлением объединить в один узел, то получим систему параллельных ветвей, которые можно заменять одной ветвью с эквивалентным сопротивлением. Затем для параллельных ветвей рассчитываются общее сопротивление и соотношение между расходами в ветвях. Продолжая таким образом, приходим к тому, что расход в произвольной из ветвей системы можно найти как произведение, в которое входит

расход в первой ветви и соотношения между расходами для двух из трех ветвей узлов, через которые проходит путь от ветви 1 до ветви с искомым расходом. С помощью такого подхода для схем, аналогичных представленной на рис 2, можно с высокой точностью определять расходы в ветвях системы [1].

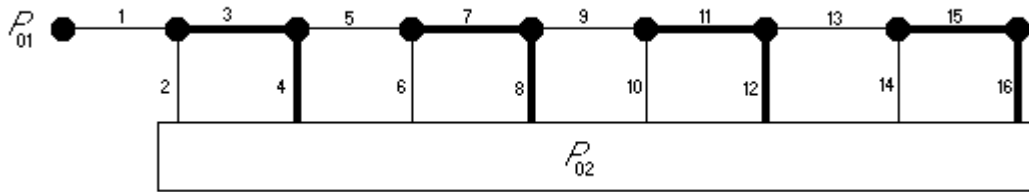


Рис. 2 Топологическая схема гидравлической сети при определенном задании начальных условий

Для реализации представленных выше алгоритмов разработано программное обеспечение, которое реализует эквивалентирование участков сетей и сворачивание висящих узлов автоматически без участия пользователя и не вносит погрешности в расчеты.

1. Винничук С. Д. Метод линейной свертки для расчета распределительных сетей. // Моделирование и диагностика сложных процессов и систем: Сб. науч. тр. – Киев: ИПМЭ НАН Украины, 1997. – с. 71-79.
2. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. – М.: Наука, 1985. – 278 с.

СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИБОРУ ГАЗОТУРБІННОГО УСТАТКУВАННЯ

Бугаєва Л.М., Горб М.П.

Національний технічний університет України «КПІ», bugaeva_l@ukr.net

В наш час можна спостерігати зростаючий попит на газотурбінне устаткування, тому й газотурбінним технологіям, їх екологічності приділяється все більша увага. Так у жовтні 2008 року в Брюсселі пройшла конференція, присвячена перспективам розвитку газотурбінних технологій, де виступили представники Оксфордського університету та провідні фахівці відомих світових електротехнічних компаній, такі як RWE Power (Великобританія), німецької Siemens та ін. Насамперед розглядалися перспективні технології, що забезпечують найбільшу ефективність та надійність устаткування (ГТУ). Особливу увагу було приділено задачам підвищення екологічності ГТУ, що не можуть бути вирішені без застосування сучасних стаціонарних засобів контролю відпрацьованих газів з метою екологічного моніторингу сучасних ГТУ. Зрозуміло, що регулярні моніторингові спостереження дозволять не тільки визначати обсяг викидів шкідливих речовин, але й контролювати ефективність спалювання палива, оптимізувати технологічні процеси його горіння.

Аналіз програм розвитку газотранспортних систем (ГТС) в Росії та Україні також показує зростаючу актуальність питань підвищення ефективності роботи ГТУ та їх екологічності у відповідності до міжнародних стандартів та протоколів.

Суттєвим недоліком газотурбінних двигунів (ГТД), що працюють на ГТС України, є низький коефіцієнт корисної дії (ККД) – 18–25%. Крім того, їх основні показники істотно нижче зарубіжних аналогів (10–25 МВт), які мають ресурс до 150 тис. годин і ККД на рівні 34–38%. У цих умовах щорічна перевитрата природного газу на власні потреби в українській ГТС дуже висока, у 2006 р. він складала близько 2 млрд м³, що в цінах 2008 р. еквівалентно \$ 400 млн.

Для радикального і довгострокового вирішення викладених проблем потрібен принципово новий підхід, пов'язаний зі створенням та використанням ГТД, які задовольняють основним вимогам їх експлуатації в газотранспортній системі України. Такі