и проектирования процессов управления ИТ-услугами. Учитывая, что обслуживание заказчиков переходит на уровень технического консалтинга, необходимо уметь находить решения не до конца формализованных задач и применять индивидуальные методики поиска проблем в конкретных ситуациях. Основываясь на описании функционирования СУУ, можно сказать, что система состоит из двух уровней и всю поступающую информацию можно разбить на N категорий.

На первой фазе осуществляется предварительная обработка заявок. Среднее время пребывания заявок в фазе складывается из времени обращения к базе данных, проверки возможностей пользователя и системы. На выходе СМО 1 обслуженные заявки могут: 1) выйти из системы; 2) поступить на вход СМО 2; 3) вернуться на дообслуживание.

На второй фазе (СМО 2) осуществляются основные действия по результатам обработки заявок. Среднее время пребывания в фазе складывается из времени формирования команд на конфигурацию услуг и отображения статуса.

Обоснована модель и проведено исследование характеристик двухфазовой СМО типа M|G|n->GI|M|n с приоритетным обслуживанием с дисциплиной FIFO и неограниченной очередью перед каждой фазой. Получены и исследованы следующие характеристики модели: среднее время ожидания обслуживания перед каждой фазой, среднее время пребывания на каждой фазе для приоритетных и неприоритетных потоков требований. Предложен подход к исследованию подобных систем в случае редких требований высшего приоритета.

Основными СВ, характеризующими эту систему, являются: 1) период занятости; 2) число требований в системе; 3) время ожидания и время пребывания.

Можно показать, количество обслуживаний υ каждого требования в отдельности имеет геометрическое распределение с параметром 1-P, т.е.

$$P\{u=k\}=(1-p)^{k-1}p, k=1,2,...$$

ПЛС полного времени обслуживания (или, иначе, времени пребывания требования на приборе), очевидно, имеет вид:

$$h(q)=\sum_{k=1}^{\infty}(1-p)^{k-1}p(b(q))^k=\frac{pb(q)}{1-(1-p)b(q)},$$

где $b(q)$ – ПЛС функции распределения $b(t)$ времени обслуживания, P – параметр геометрического распределения времени обслуживания.

Отсюда следует, что функциональное управление для ПЛС периода занятости имеет вид:

$$p(q)=h(q+a-ap(q)),$$

или

$$p(q)=b(q+a-ap(q))[p+(1-p)p(q)],$$

где α – параметр входного потока.

Стационарная ПФ $P(z)$ числа требований в системе имеет вид [2]:

$$P(z)=\frac{PoP(1-z)b(a-az)}{[p+z(1-p)]b(a-az)-z}.$$

Из условия нормировки $P(1)=1$ находим, что $P_0=(P-ab_1)/P$.

Окончательно получаем:

$$P(z)=\frac{(p-ab_1)(1-z)b(a-az)}{[p+z(1-p)]b(a-az)-z}.$$

Тогда стационарная ПФ $R(z)$ числа требований в системе:

$$R(z)=\frac{(p-ab_1)(1-z)[p+(1-p)z]b(a-az)}{[p+(1-p)z]b(a-az)-z}.$$

Условная функция распределения времени обслуживания при условии, что сначала обслуживания прошло y единиц времени, равна:

$$B_y(x)=\frac{B(x+y)-B(y)}{1-B(y)},$$

а ее ПЛС имеет вид:

$$b_y(q)=e^{qy}[1-b(y)]^{-1}\int_0^{\infty}e^{-qx}dB(x).$$

Функция распределения промежутков времени между соседними моментами выхода требований из системы будет иметь вид:

$$F(t)=(1-p+ab_1)B(t)+$$

$$+(p-ab_1)\int_0^t[1-e^{-a(t-x)}]dB(x).$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Засецкий А.В., Иванов А.Б., Постников С.Д., Соколов И.В. Контроль качества в телекоммуникациях и связи. Часть 2. Под редакцией Иванова А.Б. – М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 2001. – 336с.

2. Тихоненко О.М. Модели массового обслуживания в информационных системах. Учеб. Пособие. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 327с.

ТЕХНОЛОГИЯ СТРУКТУРНОГО ОПИСАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Назмеев Ю.Г., Даминов А.З.

Исследовательский центр проблем энергетики Казанского научного центра РАН, Казань

Современный этап развития теории гидравлических цепей характеризуется как существенным расширением проблематики и областей ее применение, так и дальнейшим развитием методической и алгоритмической базы для решения традиционных и новых задач расчета и оптимизации трубопроводных и гидравлических систем различного типа и назначения. Одним из важных направлений развития теории является совершенствование ее модельного аппарата в направлении повышения степени адекватности привлекаемых математических моделей физическими процессами, протекающим в реальных системах. К числу наиболее сложных в теоретическом отношении можно отнести проблему моделирования гидравлических сетей, например, таких как схемы трубопроводов систем теплоснабжения крупного города.

В реальных схемах трубопроводов системы теплоснабжения можно выделить несколько расчетных циклов

При структурном описании разветвленную схему трубопроводов можно представить в виде орграфа с вершинами: i = 1, …, N, N+1, …, N+K, N+K+1, …, N+K+M, где вершины N и M соответствуют исходным и конечным пунктам; K – промежуточные вершины, соответствующие переходам между различными участками трубопровода с неизвестными характеристиками потоков.

Между вершинами существует связь в виде участков трубопровода, которую можно моделировать ребрами l_{ij} – длинами участков соединяющих i-ю и j-ю вершины. Наличие таких связей можно отразить с помощью составления матрицы $\{n_{ij}\}(i = 1,\dots,N+K+M;\ j = 1,\dots,N+K+M)$.

Считается, что изучаемый трубопровод является связным, т.е. такой, что для каждой пары вершин существует цепь их соединяющая. В противном случае несвязанные между собой участки рассчитываются отдельно.

Каждому существующему ребру l_{ij} соответствует свой диаметр d_{ij}, средняя скорость течения W_{ij}, расход Q_{ij}, падение давления ΔP_{ij} и дополнительный напор P_{ij}, создаваемый насосами. Каждой вершине соответствует свое значение гидравлического напора P_k (k=1, …, N+K+M). От каждой исходной вершины отходит только одно ребро и к каждой конечной вершине также ведет лишь одно ребро. Для каждого узла j, начиная с i = N+1 до N+K+M, выбираются такие входящие в этот узел участки, для которых ΔP_{ij} имеет наибольшее значение. Затем путем исключения всех ребер, принадлежащих уже рассчитанным цепочкам участков, идентифицируются следующие участки схемы трубопроводов.

Технология проведения структурного анализа проверена на примере разветвленных внутриквартальных трубопроводов системы теплоснабжения жилых районов крупных населенных пунктов, имеющие большое количество участков. Каждая система трубопроводов имеет свои особенности и отличия по пространственной конфигурации, сильной разветвленности, количества потребителей, большой плотности оборудования на малых расстояниях и т.д. Соответственно будут существовать отличия в числе идентифицированных контуров, их рангов и последовательности расчета. В результате осуществлена идентификация участков трассы трубопроводов систем теплоснабжения с последующим их выделением по наибольшему гидравлическому сопротивлению и определена оптимальная последовательность ее расчета.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТЕЧЕНИИ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В КРУГЛОЙ ТРУБЕ

Назмеев Ю.Г., Малов К.М., Лившиц С.А.
Исследовательский центр проблем энергетики Казанского научного центра РАН, Казань

Одной из важнейших задач в теории тепломассопереноса является изучение критических режимов теплообмена, в том числе и на начальном участке движения.

При исследовании критических режимов теплообмена движения вязкой химически реагирующей жидкости на начальном участке круглой трубы была рассмотрена система уравнений движения и сохранения энергии. При ламинарном течении жидкости в предположении, что теплофизические характеристики меняются незначительно и перенос теплоты вдоль направления движения за счет теплопроводности много меньше вынужденного система уравнений принимает вид:

$$\frac{\partial t}{\partial \mathrm{r}} + \frac{t}{\mathrm{r}} = \frac{\partial \mathrm{P}}{\partial \mathrm{z}} = \mathrm{const}, \quad \mathrm{r} \in (0, \mathrm{r}_1), \tag{1}$$

$$l\left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r}\right) + mI_2 + Q_0 k_0 e^{-\frac{E}{RT}} = v\frac{\partial T}{\partial z}, \quad \mathrm{r} \in (0, \mathrm{r}_1), \tag{2}$$

с граничными условиями:

$$\text{при } \mathrm{r} = 0 \quad \frac{\partial \mathrm{v}}{\partial \mathrm{r}} = 0, \quad \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \mathrm{r}} = 0, \tag{3}$$

$$\text{при } \mathrm{r} = \mathrm{r}_1 \quad \mathrm{v} = 0, \quad \lambda\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \mathrm{r}} = -\alpha(\mathrm{T} - \mathrm{T}_0), \tag{4}$$

где r, z – текущие координаты; r_1 – радиус трубы; v – скорость; T – температура; T_0 – температура окружающей среды; t – напряжение сдвига; l, m – коэффициенты теплопроводности и динамической вязкости; I_2 – второй инвариант тензора скоростей деформации; Q_0 – тепловой эффект; k_0 – константа скорости; E – энергия активации химической реакции; R – газовая постоянная.

Преобразовывая имеющуюся систему уравнений и переходя к безразмерным параметрам, мы получаем обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial x^2} + \frac{1}{x}\frac{\partial\theta}{\partial x} + \chi x^2 e^{\frac{\alpha\theta}{\beta\theta+1}} + \delta e^{\frac{\theta}{\beta\theta+1}} = \gamma \cdot w \cdot \frac{\partial\theta}{\partial \tilde{x}}, \tag{5}$$

где x, $\tilde{x}$, θ – безразмерные функции координат и температуры; w – безразмерная функция скорости; коэффициенты χ и δ характеризуют интенсивность тепловыделения от вязкого течения и от протекания химической реакции; γ – параметр, характеризующий соотношение конвективного и молекулярного переносов теплоты в потоке; коэффициент α является от-