

# УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ С МНОГОУРОВНЕВОЙ СТРУКТУРОЙ

**Н. В. ФЕДОРОВ**, канд. техн. наук, **А. М. ХРЕНОВ**, канд. техн. наук

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова  
61002 Украина, г. Харьков, ул. Революции 12  
E-mail: xrenov.aleksandr@bk.ru*

Системы водоснабжения имеют иерархическую структуру. Первый уровень (самый высокий) образуют сети магистральных водоводов (диаметры труб 600 мм и выше). Следующий уровень образуют межквартальные сети, состоящие из труб диаметром 300-400 мм, и на самом низком уровне сети с трубами диаметром 200 мм и меньше.

При разработке математической модели системы водоснабжения целесообразно вначале строить модель сети самого высокого уровня, а затем можно к ней подключать модели более низких уровней, по мере их готовности. Такой подход позволяет использовать результаты моделирования, не дожидаясь завершения построения всей модели в целом. Кроме того, моделирование различных частей сети можно проводить с различной степенью подробности. В связи с этим, возникают задачи отдельного моделирования взаимосвязанных частей сети, и последующей стыковки полученных моделей. Рассмотрим пример сети, представленный на рис.1.

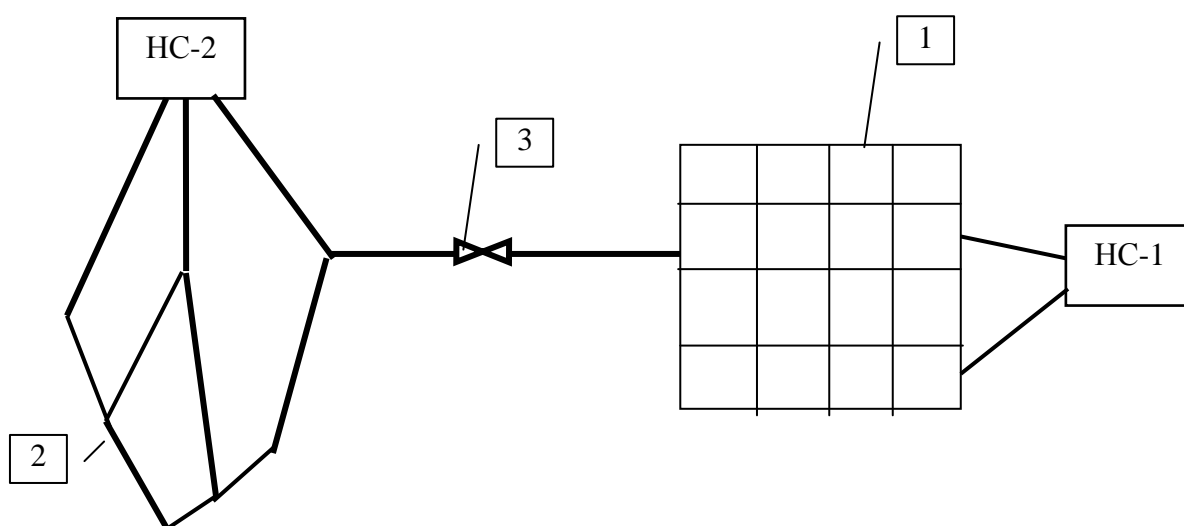


Рисунок 1 - Пример сети, состоящей из двух частей с перетоком между ними:

НС-1 и НС-2 – насосные станции; 1 – часть сети для которой построена подробная модель; 2 – часть сети, при построении модели, которой

использовались только магистральные водоводы; 3 – регулируемая задвижка (в этом месте также установлен датчик давления)

Рассмотрим задачу моделирования потокораспределения для сети обозначенной на рисунке цифрой 1. Исходными данными являются: структура сети, параметры труб (длина, диаметр, материал), геодезические отметки начала и конца каждого участка, давление и расход воды на выходе насосной станции (НС-2), а также давление в месте установки регулируемой задвижки. В результате решения поставленной задачи мы должны получить давления во всех узлах сети и расходы воды по всем участкам, в том числе и по участку соединяющему сети 1 и 3.

Обозначим:  $P_1^*, Q_1^*$  – давление и расход воды на выходе насосной станции НС-1 (звездочкой будем отмечать измеренные величины);  $P_0^*$  – давление в месте установки регулируемой задвижки;  $Q_0$  – расход воды по трубе, соединяющей сети 1 и 2 (если направление потока из сети 1 в сеть 2, то  $Q_0 > 0$ , в противном случае  $Q_0 < 0$ );  $Q_s$  – суммарный расход потребителей сети 1. Очевидно должно выполняться условие  $Q_s + Q_0 = Q_1^*$ . Значения  $Q_s$  и  $Q_0$  нам неизвестны. Для того, чтобы провести гидравлический расчет сети 1 необходимо задать величины  $P_1^*, P_0^*$ , а также расходы у всех потребителей. Будем считать, что для каждого потребителя нам известна его доля в общем объеме потребления  $Q_s$ . Таким образом, задав величину  $Q_s$ , как некоторое текущее значение суммарного потребления сети 1, мы можем определить вектор расходов у всех потребителей. Величина  $Q_0$  получается в результате гидравлического расчета и ее значение зависит от выбранного значения  $Q_s$ . Величину  $Q_0$  можно рассматривать как неявную функцию величины  $Q_s$ :  $Q_0 = f(Q_s)$ . Следовательно неизвестное значение  $Q_s$  может быть найдено в результате решения уравнения:  $Q_s + f(Q_s) = Q_1^*$ .

Это уравнение решается численным методом.  $Q_s$  ищется в диапазоне значений  $[Q_1^* - \Delta Q, Q_1^* + \Delta Q]$ . На каждом шаге итерационного процесса проводится гидравлический расчет сети 1.