

УДК 378.2, 378, ББК 74.58

А.Б. Адельшин, А.А. Барлев, Ж.С. Нуруллин, Л.Р. Хисамеева, А.А. Адельшин

## **КОМПЛЕКС МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДЕЛИРУЕМЫХ УСТАНОВОК СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С КОМПЬЮТЕРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

Лабораторный комплекс относится к области средств обучения и техническим средствам новых информационных технологий обучения и направлен на изучение техники, технологии и автоматического управления систем водоснабжения.

Комплекс (рис.1) представляет собой многофункциональную автоматизированную учебно-исследовательскую лабораторию "Водоснабжение" и направлен на повышение эффективности, совершенствование и интенсификацию учебного процесса по изучению и освоению инженерно-технических дисциплин специальности 290800 "Водоснабжение и водоотведение", а именно "Водоснабжение", "Насосы и насосные станции", "Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения".

Лаборатория выполнена в виде технологически, гидравлически и гидродинамически взаимосвязанных моделей технологических аппаратов и блоков водоперекачки, водоочистки и водоподготовки, образующих систему водоснабжения.

В лаборатории возможно проведение исследований как на отдельных аппаратах и блоках, так и всей системе водоснабжения в целом.

При проведении исследований по перекачке вода из резервуара 2 насосами 1 насосной станции первого подъема по напорным водоводам 5,6 перекачивается в промежуточный резервуар исходной воды водоочистной станции 9. Блок водоочистной станции работает от насосной станции второго подъема 10, который подает исходную воду на обработку из промежуточного резервуара 9 в технологические аппараты и блоки водоподготовки, включающие: камеру хлопьеобразования 11, горизонтальный отстойник 12, воздухоотделитель 13, осветлитель со слоем взвешенного осадка 14, безнапорный скорый фильтр 15, напорный фильтр 16, который может работать в режиме скорого или сверхскоростного фильтрования, аппарат обеззараживания воды 17, резервуары осветленной 18, чистой 19 и сточной 20 вод и осадка 21. В состав очистной станции также входит блок реагентного хозяйства по приготовлению и дозированию реагентов для обработки воды 22-25. Для интенсификации процессов приготовления реагентов и для водовоздушной промывки напорного фильтра предусмотрена воздушная установка 26.

Напорные водоводы 5,6 проложены в две нитки и

снабжены узлами аварийного переключения – блокировками 3,4 (КП-I, КП-II), каждый из которых снабжен трубопроводом сброса воды 7,8, моделирующими аварийные ситуации в системе транспорта воды.

Резервуары 9,18 снабжены погружными насосами и распределительным устройством для перемешивания воды с целью усреднения концентрации заданного состава.

Модель горизонтального отстойника 12 выполнена в виде гидравлического лотка с прозрачными боковыми стенками. С одной стороны модели производится подсветка потока, а с другой - накладываются прозрачные съемные сетчатые кассеты для визуального изучения и фиксации опытных данных, например, для построения кинематической схемы течения движения подкрашенного потока воды в модели и фиксирования его формы и размеров на сетке кассеты или изучения процесса седиментации взвешенных веществ.

Модель горизонтального отстойника выполнена с возможностью изменения размеров модели, снабжена подвижными съемными отражателями, дырчатой перегородкой и дырчатым дном. Высотное положение дырчатого дна над системой сбора осадка и его уклон в продольном направлении можно изменять и фиксировать.

Модель осветлителя со взвешенным осадком 14 выполнена с прозрачной передней стенкой и снабжена съемной сетчатой кассетой. Задняя стенка всех трех коридоров модели осветлителя снабжена световыми окнами и подвижными блоками подсветки.

Модель скорого безнапорного фильтра 15 выполнена с прозрачной передней стенкой с нанесением на нее координатной сетки и снабжена подсветкой, расположенной в надзагрузочном пространстве фильтра.

Модель напорного фильтра 16 снабжена прозрачным окном с координатной сеткой и съемным вертикальным чашечным устройством, прикрепленным к крышке фильтра. Напорный фильтр может также работать и в режиме сверхскоростного фильтрования.

Все аппараты и установки снабжены необходимыми информационными преобразователями уровня, давления и качественных показателей воды, а также управляемой запорно-регулирующей арматурой, образующими автоматизированную систему управления технологическими процессами с центральным диспетчерским пунктом 27 на базе ПЭВМ и мнемосхемой,

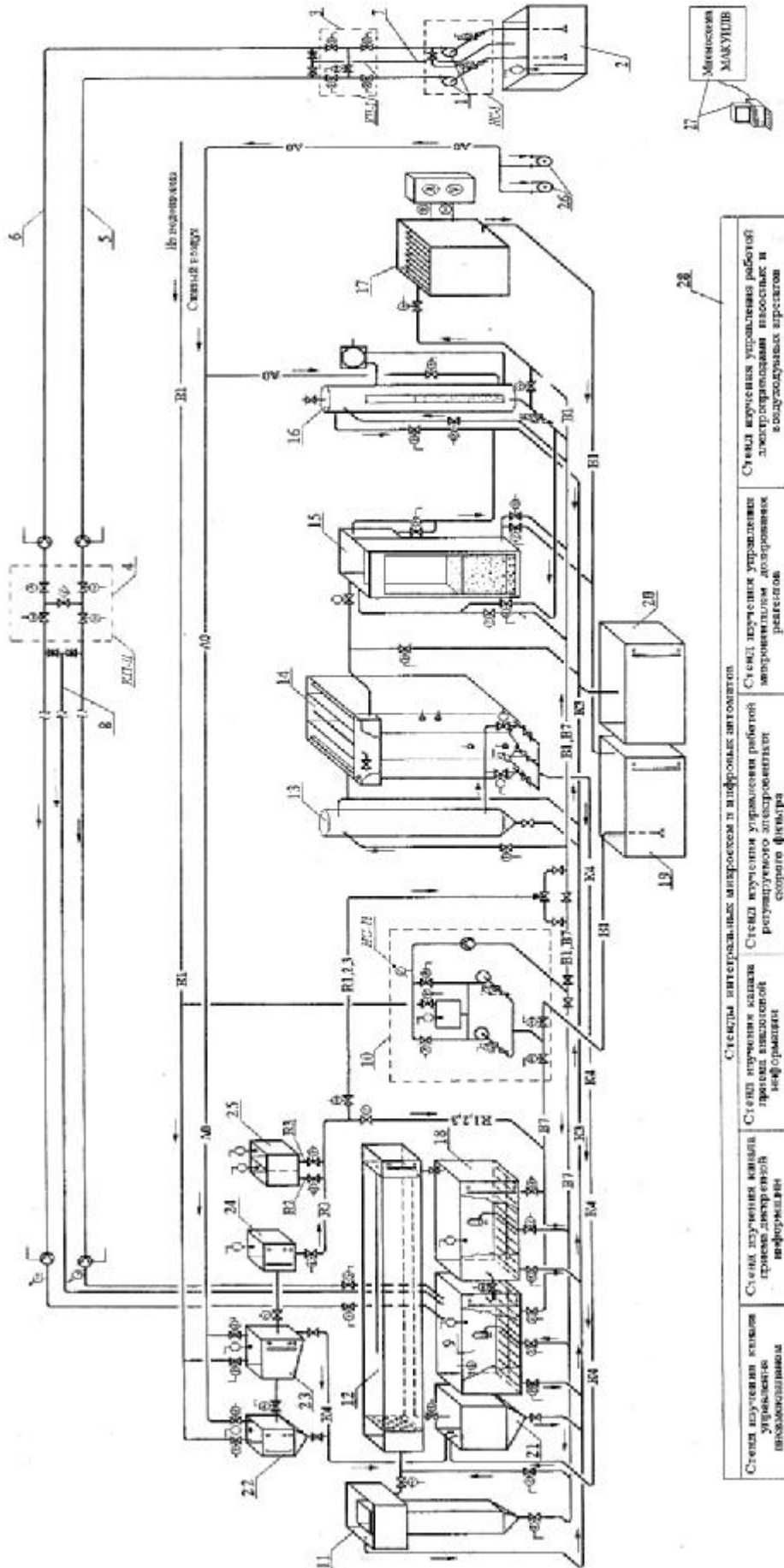


Рис. 1. Схема лабораторного комплекса системы водоснабжения с компьютерным управлением

1 – насосная станция I подъема; 2 – резервуар сходной воды; 3,4 – камеры переключения; 5,6 – напорные водоводы; 7,8 – трубопроводы сброса воды; 9 – промежуточный резервуар; 10 – насосная станция II подъема; 11 – камера хлорсодержания; 12 – горизонтальный отстойник; 13 – воздухоотделитель; 14 – осветлитель со взвешенным осадком; 15 – скорый безнапорный фильтр; 16 – напорный фильтр; 17 – установка обеззараживания воды “Пилот”; 18,19,20 – резервуары осветленной, чистой и сточной вод; 21 – резервуар осадка; 22,23 – растворный и расходный баки коагулянта; 24,25,26 – баки-дозаторы коагулянта, флокулянта и щелочи; 27 – диспетчерский пункт; 28 – стенд интегральных микросхем и цифровых автоматов. Трубопроводы: А0 – сжатого воздуха; В1, В7 – чистой и исходной вод; К3, К4 – сточной воды и осадка; Р1, Р2, Р3 – растворов коагулянта, флокулянта и щелочи



работающей в режиме реального времени.

Для изучения интегральных микросхем и цифровых автоматов, используемых в системе автоматического контроля и управления процессами водоочистки и водоподготовки, в составе комплекса имеется комплект стендов 28.

Система автоматического контроля и управления от ПЭВМ выполнена по радиально-последовательному принципу с размещением блоков сопряжения непосредственно около объектов с возможностью ручного и автоматического режимов управления технологическими процессами водоснабжения и при этом каждый режим управления выполнен в двух вариантах: с применением релейно-контактных элементов и интегральных микросхем и микропроцессорной цифровой техники.

Пульт диспетчера может выполнять также функцию тренажера для приобретения практических навыков по управлению системой водоснабжения при подготовке диспетчеров и инженеров по эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения.

Обмен информацией между объектами системы и управляющей ПЭВМ производится на базе интерфейсов 323/485 по двухпроводной линии связи – телефонной связи.

Работа системы контроля, управления и состояние технологического оборудования отражается на экране монитора ПЭВМ и дублируется мнемосхемой в режиме реального времени.

Система управления комплексом выполнена на современных технических средствах фирмы Octagon Sitems (США) и графической системы TRASE MODE версии 4.20 для разработки графической системы.

Учебный комплекс позволяет студентам и аспирантам специальности 290800 теоретически и практически изучать и исследовать работу моделируемых технологических установок, принципы автоматизации приготовления и дозирования реагентов для обработки воды, работу насосных станций с регулируемыми электроприводами, позволяющими изменять динамические параметры работы насосных агрегатов.

На комплексе возможно моделирование и изучение более 30 различных технологических схем перекачки и обработки воды с управлением в ручном или автоматическом режимах, в том числе:

- изучение и исследование гидродинамических и технологических параметров работы установок, аппаратов при различных режимах, конструктивных параметрах и геометрии, путем инструментальных измерений, визуального наблюдения и видеосъемки;

- исследовать и фиксировать расходно-напорные характеристики насосных агрегатов для нахождения оптимального режима совместной работы насосов и водоводов при нормальной и аварийной схемах работы;

- изучать устройства и приборы контроля и управления работой технологических аппаратов и сооружений, выполненных на элементах цифровой техники;

- изучать схемы автоматического и ручного управления технологическими установками с контролем работы схем на мониторе ПЭВМ и мнемосхеме в режиме реального времени;

- изучать принцип действия, элементную базу автоматического поиска и выбора оптимальной технологической схемы в зависимости от количественных, качественных и режимных параметров исходной воды, поступающей на обработку;

- изучать схемы контроля и оперативного оповещения диспетчера с указанием аварийного участка на водоводах;

- исследовать схемы запуска насосов и контроля за их нормальной работой;

- исследовать системы автоматического управления работой насосной станции с насосами с регулируемыми электроприводами и проводить сравнительные исследования по энергоресурсосбережению и стоимости подачи воды потребителю:

- а) при ступенчатой почасовой работе насосной станции, базирующейся на программном управлении без обратной связи;

- б) по интегральному графику подачи воды, автоматизированная система управления которым основана на жесткой обратной связи с контролем напора в диктующей точке датчиком давления, применение которого позволяет экономить потребляемую электроэнергию, по сравнению со ступенчатой работой насосной станции.

Достоинством комплекса является то, что он позволяет многократно расширить дидактические возможности при освоении специальных инженерно-технических дисциплин: углубить обучение, повысить эффективность и интенсифицировать учебно-познавательный процесс изучения специальных инженерно-технических дисциплин в условиях моделирования реальных систем водоснабжения и автоматизации процессов перекачки и очистки воды; решить задачи распознавания и анализа объектов, ситуаций, процессов систем водоснабжения; создать оптимальные условия для реализации государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 290800 “Водоснабжение и водоотведение”.

Комплекс не имеет аналогов в вузах России и странах ближнего зарубежья и защищен патентом РФ.

Решением учебно-методического объединения Министерства образования РФ лаборатория рекомендована к тиражированию.

### Литература

1. Адельшин А.Б., Барлев А.А., Нуруллин Ж.С., Хисамеева Л.Р., Адельшин А.А. Патент РФ № 2248942, Бюл. №19, 27.03.2005.