

ГАРАНТИИ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ВОДЫ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАССЕЙНОВ

Кожевников А.Б., Петросян О.П. (ФСП «КРАВТ», г. Калуга)

Современный плавательный бассейн обеспечивает максимально возможный комфорт и даёт возможность человеку воспользоваться освежающей энергией воды, что становится всё более актуальным в связи с известными экологическими условиями. Однако ненадлежащее исследование характеристик воды и её ненадлежащая химическая обработка могут повлечь за собой серьёзные проблемы со здоровьем у людей, пользующихся коммерческими бассейнами и комплексами СПА.

Под термином “ненадлежащее” имеется в виду несоответствие современному уровню знаний и технических решений качества воды и технологии водоподготовки. Практика показывает, что применение устаревших методик исследования, то есть оценки качества воды, и недостаточно аргументированная и неточная дозировка реагентов не могут не способствовать возникновению заболеваний людей, пользующихся услугами таких оздоровительных комплексов.

Множество работ было посвящено исследованию характеристик воды плавательных бассейнов, от которых зависит её качество, и, резюмируя накопленный опыт, можно видеть, что это - совокупность оптимальных значений концентрации дезинфектанта, pH и температуры воды. Значения pH изменяются от 0 до 14 и выражают степень кислотности воды. Для дистиллированной воды этот показатель равен 7, при $pH > 7$ вода проявляет щелочные свойства, при $pH < 7$ – кислотные.

Для надлежащего обслуживания бассейнов, кроме значения pH, необходимо также знать окислительно-восстановительный потенциал хлорированной воды – Redox (рис.1).

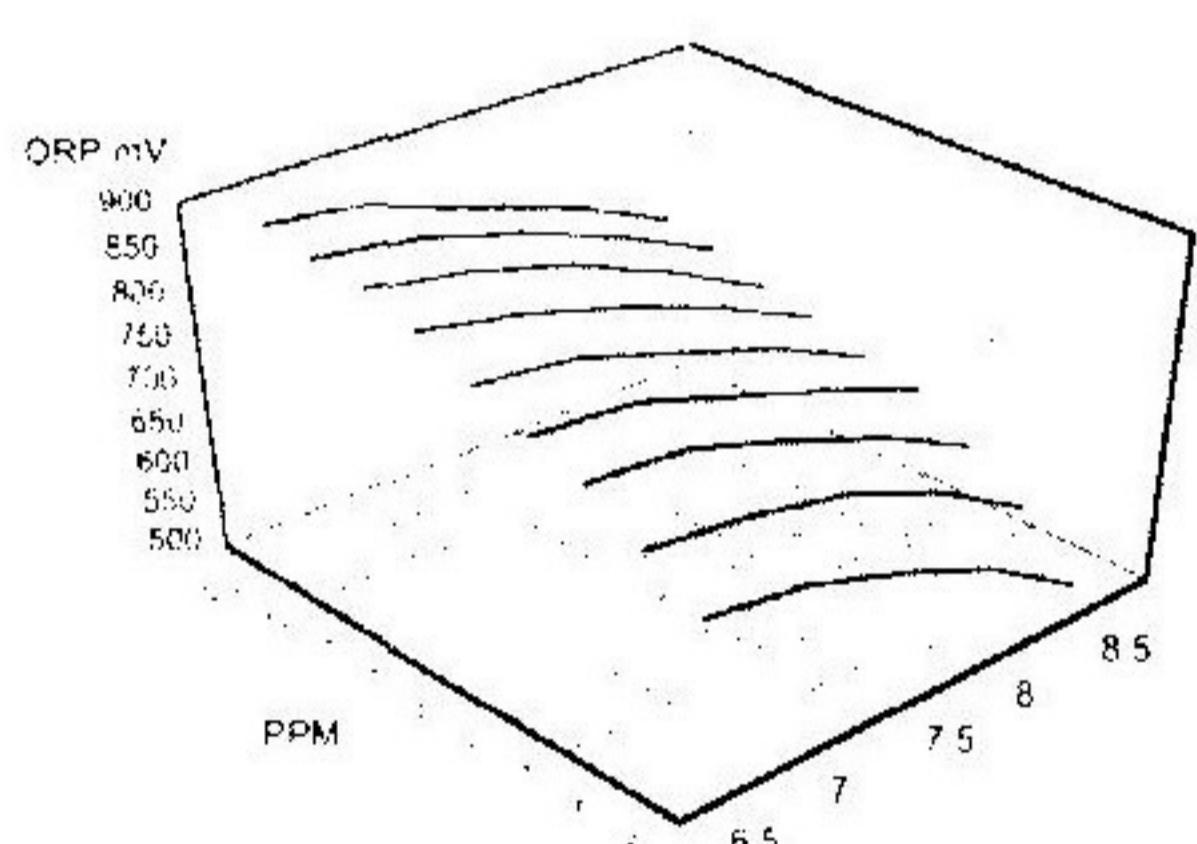


Рис. 1. Диаграмма зависимости Redox (ORP), pH и концентрации хлора (PPM) в воде

Группа биохимиков-исследователей Гарвардского университета, изучавшая окислительную способность хлора Redox-сенсором, выяснила, что показания Redox напрямую связаны с бактерицидной активностью хлора и, следовательно, бактериологическим качеством воды [1]. Это открытие было впоследствии подтверждено дополнительными исследованиями воды плавательных бассейнов в разных странах, что привело к признанию необходимости Redox-тестирования во многих международных и национальных стандартах. Как было показано, Redox является измеряемым параметром, принимающим во внимание множество

аспектов химии воды, которые влияют на общую бактерицидную эффективность хлора (таких, как pH, концентрация остаточного хлора, концентрация органических и азотсодержащих загрязнений и т.д.), и преобразующим их в простое значение (mV), которое может непрерывно и надежно показывать приемлемость бактериологического качества и использоваться для управления дозаторами с целью поддержания этого качества на высшем уровне. Redox-контроль дает простое, надежное и точное представление об активности дезинфектанта и качестве воды. С помощью одного простого измерения можно получить информацию, которая иначе потребовала бы проведения серии отнимающих время тестов и дорогостоящих химических и биологических реактивов. Redox оценивает химическую активность дезинфектанта, в частности, его окислительную способность, следовательно, является одним из наиболее важных параметров, влияющих на биологическую активность дезинфектанта, то есть его способность уничтожать бактерии и микробы, а также позволяет оценить значение параметров, характеризующих качество воды.

Анализ данных показывает, что пока $Redox = 650 \text{ mV}$ или более (рекомендуемый диапазон Redox для бассейнов и комплексов СПА – 650-800 mV) качество воды отвечает бактериологическим стандартам. Он может быть даже выше в очень чистой воде. Однако, если Redox меньше 650 mV, то бактериальное загрязнение очевидно, следовательно, требуется частичная замена отработанной воды на свежую. В более загрязненной воде потребуется большее количество дезинфектанта для достижения необходимых показателей Redox. Утром, перед

использованием бассейна купающимися, следует отрегулировать значение pH от 7,4 до 7,5 и концентрацию хлора от 1 до 2 мг/л. После того, как рециркуляционная помпа проработает в течение нескольких минут, снять показания Redox и использовать это значение в качестве установочного.

Контроль, регулирование и поддержание в оптимальных пределах с достаточно высокой точностью значений pH, Redox и концентрации хлора в воде при известной температуре является важнейшей задачей работы оборудования водоподготовки бассейнов, причем это должно обеспечиваться непрерывно в течение всего времени функционирования бассейна. Такие требования может выдержать только оборудование, работающее в автоматическом режиме и способное не только контролировать в непрерывном режиме значения вышеизложенных параметров, но и изменяющее режим своей работы для поддержания этих значений в требуемых пределах [2]. Такому уровню функционирования соответствуют не просто современные механизмы и устройства, а оснащенные системами автоматического управления на базе современных контроллеров, объединенные на основе современной компьютерной техники в единую автоматизированную систему управления технологическим процессом водоподготовки плавательных бассейнов (АСУТП ПБ), которая является единым комплексом диспетчеризации функционирования всего оборудования бассейна.

АСУТП ПБ позволяют не только поддерживать состояние воды в бассейне в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии, но и, что очень важно, дают возможность минимизировать дозу вводимого хлора и тем самым исключить его испарение с поверхности воды. Отсутствие таких систем на действующих объектах, как правило, сопровождается передозировкой хлора для обеспечения гарантий качественной дезинфекции воды, а значит, испарением его нерастворенной части с водной поверхности в помещение (с чем связан характерный запах в помещении многих бассейнов). Соединяясь с влагой, содержащейся в помещении бассейна, хлор образует следующие продукты: $Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + HCl$.

В результате реакции образуются хлорноватистая и соляная кислоты, что, кроме прочих негативных факторов, увеличивает коррозию металлоконструкций, ведет к ухудшению прочностных характеристик железобетонных и иных элементов здания, в котором расположен бассейн. Более того, длительное обслуживание бассейнов на таком уровне может привести к разрушению элементов его конструкций и, как следствие, с возможным их обрушением и травмами для находящихся в этом помещении людей.

На сегодня практически нет технических проблем в создании передовых автоматических систем водоподготовки для плавательных бассейнов, причем большинство элементов этих систем производится российскими товаропроизводителями с техническими характеристиками и качеством исполнения, соответствующими современным требованиям к изделиям такого класса, что обеспечивает их конкурентоспособность и на мировом рынке.

Системы водоподготовки, на наш взгляд, следует разделить на два типа в зависимости от вида применяемого дезинфектанта, а именно: системы на базе хлор – дезинфектанта и системы на базе гипохлорит – дезинфектанта. Их различие базируется прежде всего на том, что системы, использующие газообразный хлор, относятся к числу опасных производственных объектов [3], а значит, их техническое обеспечение и функционирование более жестко регламентированы по сравнению с системами, использующими гипохлорит. Более того, такое разделение следует учитывать и по той причине, что существует технологическая и экономическая целесообразность применения либо хлора, либо гипохлорита. Это вытекает из того факта, что гипохлорит, используемый в виде раствора, имеет слишком низкую концентрацию активной составляющей (190 г/л для гипохлорита марки А, 10 г/л – гипохлорита марки Б). Поэтому его применение целесообразно для небольших бассейнов. Большие бассейны, требующие значительного количества дезинфектанта для обеззараживания воды, должны использовать для этих целей чистый хлор, т.к. с его помощью можно произвести обеззараживание в десятки и сотни раз большего количества воды за один и тот же промежуток времени. На рис.2 представлена современная типовая схема водоподготовки больших плавательных бассейнов, широко распространенная в странах Западной Европы и, к сожалению, практически не внедренная до сего времени в России.

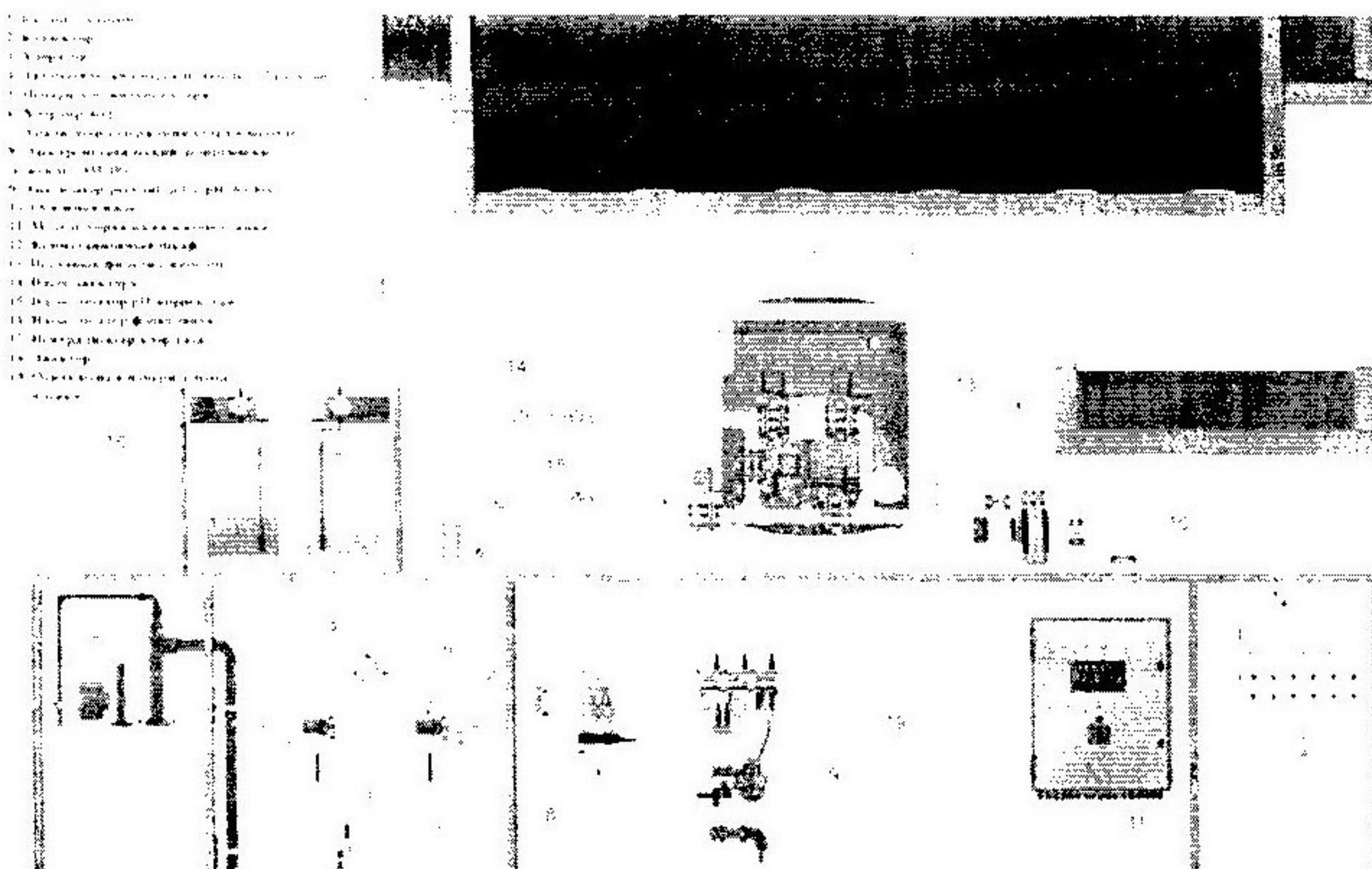


Рис.2. Система водооподготовки большого бассейна

Используемая в ней технологическая процедура обычна: основным насосом (10) отработанная вода бассейна вводится в систему водоподготовки, проходит с помощью дозирующего насоса (16) флокуляцию и далее прокачивается через песчаный фильтр (13), после которого дозирующим насосом (15) в неё добавляется раствор рН-корректора и, наконец, осуществляется обеззараживание воды хлором с помощью эжектора (18) и насоса (14), чем завершается процесс водоподготовки, и вода направляется в бассейн.

Заслуживает внимания в этой схеме организация систем локальной автоматики, включая подбор измерительных и исполнительных устройств, обеспечивающих её успешное функционирование, и их объединение в единую автоматизированную систему АСУТП ПБ.

Для обеззараживания воды хлором применены автоматические вакуумные хлораторы эжекционного типа (3) и сопутствующие этому процессу устройства (4-7), например, входящие в модельный ряд АХВ-1000 как наиболее полно представляющий изделия этого класса [4]. В частности, рассматриваемая система водоподготовки укомплектована системами автоматического регулирования расхода хлора (САР-РХ)(рис.3),

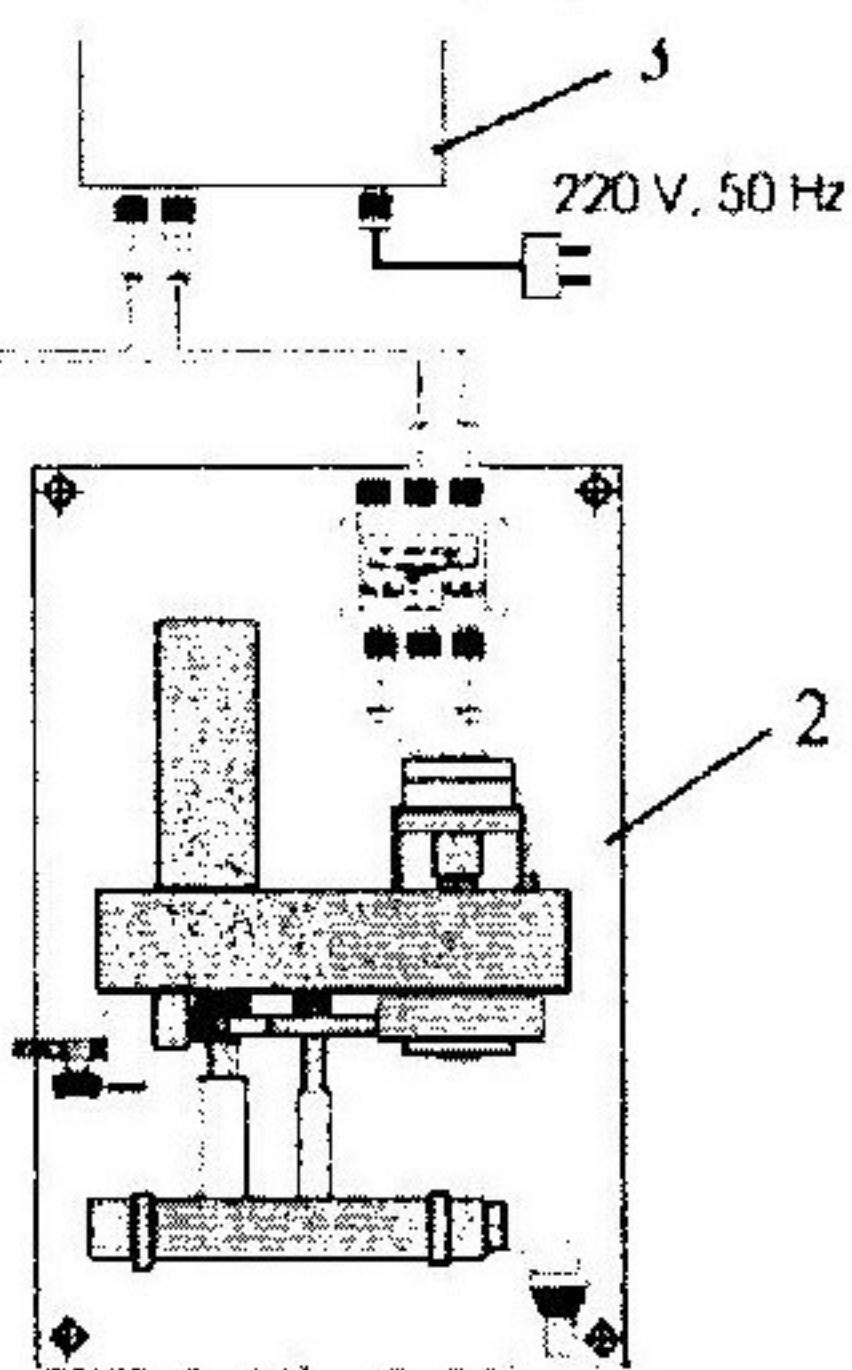


Рис.3. САР-РХ

pH (САР-pH), и Redox (САР-Redox), а также системами дистанционного управления (СДУ), а именно: СДУ-РХ, СДУ-pH, СДУ-Redox, каждая из которых является составной частью вышеперечисленных САР. Объединение всех этих систем локальной автоматики в АСУТП ПБ осуществляется аквапроцессором (11).

САР-РХ предназначена для автоматического регулирования расхода хлора через эжектор хлоратора в зависимости от содержания активного хлора в воде бассейна, отслеживания возникновения аварийных ситуаций, оповещения диспетчера о текущих значениях параметров процесса хлорирования воды и возникновения аварийной ситуации в реальном масштабе времени.

В состав САР-РХ входят анализатор содержания хлора в воде (АСХВ) с блоком дистанционного управления БДУ-РХ (2); электромеханический дозирующий вентиль (1) (ЭМДВ), блок питания (БП) (3).

СДУ-РХ не содержит АСХВ, но позволяет производить регулирование расхода хлора непосредственно диспетчером с его рабочего места. Таким образом, отпадает необходимость нахождения оператора в хлораторной. Она состоит из ЭМДВ, БДУ-РХ и БП.

Для нейтрализации аварийного выброса хлора предлагается система автоматической нейтрализации аварийного выброса хлора (САН-АВ), которая состоит из датчика содержания хлора в воздухе (ДСХВ), блока дистанционного управления нейтрализатором и сигнализаций (БДУ-НС), нейтрализатора, аварийной сигнализации и блока электропитания. Нейтрализатор представляет собой ёмкость, наполненную нейтрализующим хлор раствором, который прокачивается насосом по замкнутому контуру: емкость нейтрализатора – насос – эжектор – емкость нейтрализатора. При этом в эжектор всасывается газообразный хлор из помещения хлораторной и поступает в поток нейтрализующего раствора, что приводит к исключению его воздействия на окружающую среду и человека.

Для обеспечения высокой эффективности обеззараживания хлором необходимо контролировать и корректировать pH воды, т.к. от него зависит концентрация активной формы хлора в воде – хлорноватистой кислоты. Эта зависимость представлена на рис.4, из которого следует, что эффективность хлора с ростом pH убывает. Наиболее эффективное значение pH лежит в диапазоне 7,4-7,5. САР-рН обеспечивает непрерывное измерение значения pH в воде и автоматическое регулирование расхода pH-корректора в соответствии с заданным диспетчером значением. В состав САР-рН входят следующие узлы, работающие как самостоятельные устройства: анализатор pH, АС-рН с блоком дистанционного управления (БДУ-рН); дозирующий насос мембранного типа ДНМТ, блок питания. СДУ-рН не содержит АС-рН, но позволяет производить регулирование расхода pH-корректора непосредственно диспетчером с его рабочего места. Она состоит из ДНМТ, БДУ-рН и блока электропитания.

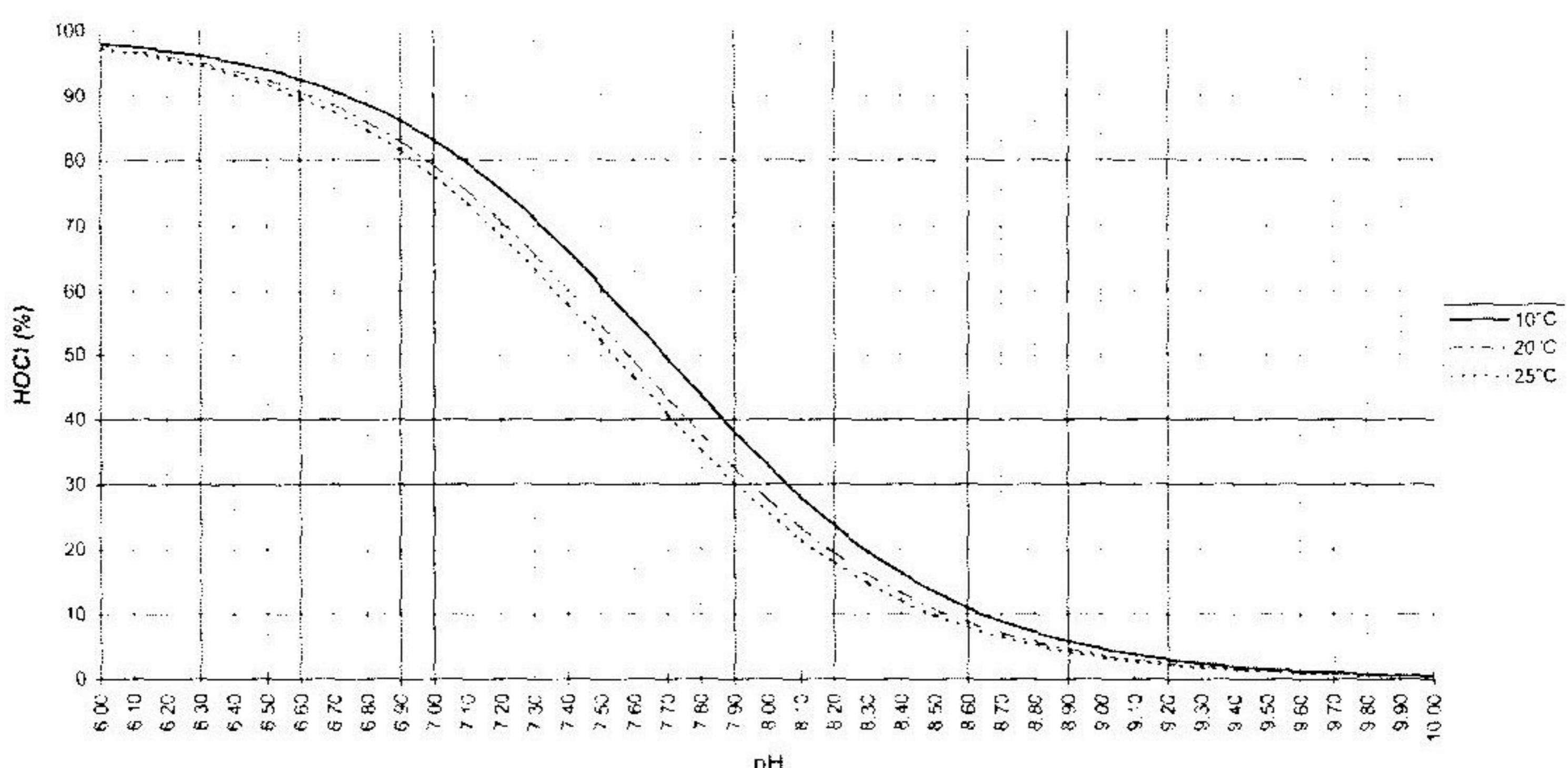


Рис. 4. Зависимость концентрации НОCl от pH в воде

Система автоматического регулирования Redox (САР-Redox) используется в бассейнах и комплексах СПА для поддержания требуемого качества воды путем периодической дозированной замены отработанной воды на свежую с целью поддержания Redox в диапазоне 650-800 mV (область максимальной дезинфекционной активности хлора).

В состав САР-Redox входят следующие узлы, работающие как самостоятельные устройства: Redox-анализатор (AC-Redox) с блоком дистанционного управления (БДУ-Redox); насосы, блок электропитания. Сенсоры монтируются на рециркуляционной (либо на обводной для большого бассейна) линии перед фильтром или после него.

Нормальное функционирование системы требует адекватного дозирующего оборудования. Расположение и мощность дозаторов должны быть выбраны таким образом, чтобы быстро реагировать на команды процессора. Если дозаторы будут меньшей мощности, чем не-

обходимо, это приведет к долговременным периодам их работы, вызывающим запаздывание реакции дозирующих устройств и, как следствие, ведущее к химическому дисбалансу.

В рассматриваемой схеме (рис.2) ACXB, AC-рН и AC-Redox, а также БДУ-RХ, БДУ-рН и БДУ-Redox смонтированы на одной панели (9), а соответствующие им блоки питания, как и блоки питания других устройств - в коммутационном шкафу (12). ЭМДВ с ротаметром расхода хлора установлен на панели (8). Сформированные в блоках дистанционного управления выходные сигналы направляются в аквапроцессор и после их программной обработки в рамках обеспечения функционирования всей автоматизированной системы поступают на исполнительные механизмы и средства визуализации, регистрации и контроля текущих состояний каждого объектного модуля системы.

Для комплексов малых бассейнов система водоподготовки в принципе аналогична (рис. 5), отличие заключается лишь в том, что дозирование гипохлорита для обеззараживания воды в каждом бассейне осуществляется не хлораторами, а дозирующими насосами. Кроме того, отпадает необходимость в централизаторе аварийного выброса хлора, что в целом упрощает систему, позволяет исключить аквапроцессор и управлять дозирующими насосами напрямую с БДУ-RХ, БДУ-рН и БДУ-Redox, расположеными на панелях 1 и 2.

В заключение следует подчеркнуть, что рассмотренные схемы водоподготовки плавательных бассейнов апробированы на многих объектах за рубежом, и их эксплуатация подтвердила надежность применения технических решений, качественную работу устройств локальной автоматики и автоматизированной системы в целом.

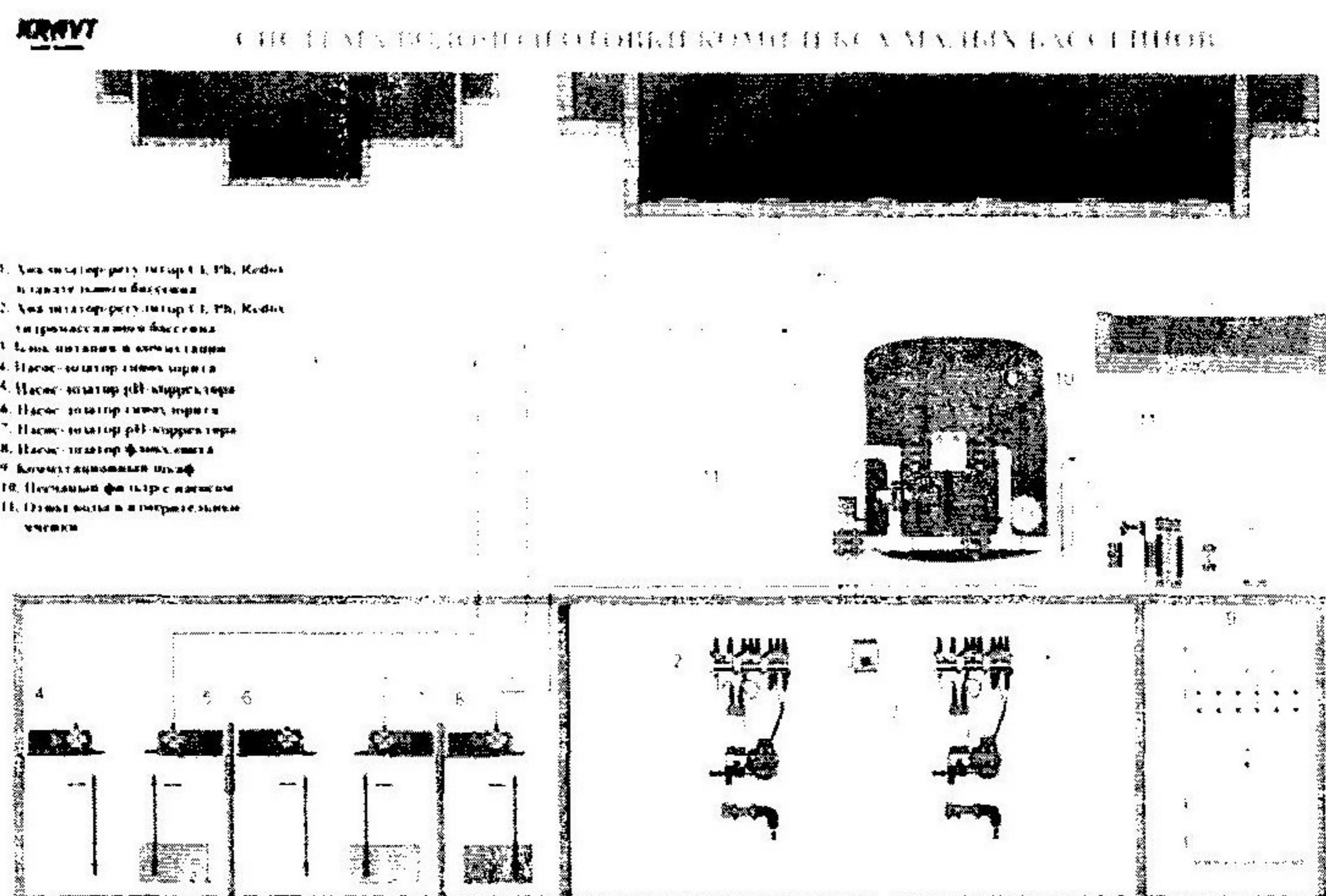


Рис. 5. Система водоподготовки комплекса малых бассейнов

ЛИТЕРАТУРА

1. J.Steininger D. Sc. ORP control in pools and spas/ Santa Barbara Control Sistems. –Copyright SBCS, 1998.
2. А.Б. Кожевников, О.П. Петросян. Комплексная автоматизация станций водоподготовки. –Тр. семинара-конференции «Правовое и техническое регулирование в области охраны окружающей среды, питьевого водоснабжения и водоотведения.».–М.:НИИ КВОВ, 2005.
3. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
4. А.Б. Кожевников, О.П. Петросян. Промышленная и эпидемиологическая безопасность при обеззараживании питьевой воды// Водоснабжение и санитарная техника, 2005, №5.