

Автоматическое дозирование гипохлорита и иных жидких реагентов

Хлорирование на сегодня остается единственным способом, обеспечивающим микробиологическую безопасность воды в любой точке распределительной сети благодаря эффекту последствия, присущего только хлору. Этот эффект заключается в том, что молекулы хлора сохраняют свою активность по отношению к микробам и угнетают их ферментные системы на всем пути следования воды по водопроводным сетям — от объекта водоподготовки (водозабора) до каждого потребителя, что гарантирует безопасную для потребителей питьевую воду [1]. В качестве хлорсодержащего реагента, наиболее часто используемого при хлорировании (второе место после жидкого хлора), выступает гипохлорит натрия (ГХН)[2].

Несмотря на простоту использования гипохлорита, его относительную безопасность есть существенные ограничения его широкого применения на протяженных водопроводных сетях, в больших плавательных бассейнах. Эти ограничения связаны, во-первых, с недостаточной изученностью степени обеззараживания воды производными гипохлорита и, во-вторых, с ухудшением качества воды при применении гипохлорита обусловленного тем, что процесс образования тригалометанов при использовании гипохлорита происходит более длительное время, что увеличивает их концентрацию[3].

Использование гипохлорита сопровождается постоянными газовыделениями в ходе его естественного разложения. А в составе выделяемого газа содержится и хлор, поэтому помещения с насосными и фильтровальными установками и другие аналогичные пространства необходимо оснастить системами очистки воздуха. При этом следует учесть, что выделяется в таких случаях влажный хлор, который при проникновении в легкие не вызывает болевых ощущений, поэтому наиболее опасен. Возникают проблемы и с подбором оборудования в связи с его эксплуатацией в среде растворов ГХН [4], обладающих очень высокой коррозионной активностью [5].

Таким образом, учитывая вышеизложенные проблемы, возникающие при использовании гипохлорита, важное значение приобретает правильный подбор оборудования для реализации технологических процессов обеззараживания воды с использованием гипохлорита.

В качестве дозаторов жидких реагентов в системах водоподготовки преобладают эжекционные дозаторы и дозирующие насосы.

Развивая модельный ряд хлораторов АХВ-1000 в направлении использования его возможностей для дозирования не только газообразного хлора, но и хлорсодержащих жидкостей, на ФСП "КРАВТ" созданы и прошли успешные испытания эжекционные дозаторы гипохлорита с широким диапазоном производительности по расходу гипохлорита: от 0 до 0,4 м³/час (0 - 400 л/час).

За основу была взята модель хлоратора АХВ-1000 с коллектором К12.И и эта модификация хлоратора названа "Хлоратор АХВ-1000/Р000-КЛ-ГХ". Причем в аббревиатуре "Р000" вместо "000" пишется максимальная производительность по расходу гипохлорита в "л/час", которая согласуется с желанием заказчика. На рис.2. представлена конструкция такого устройства.

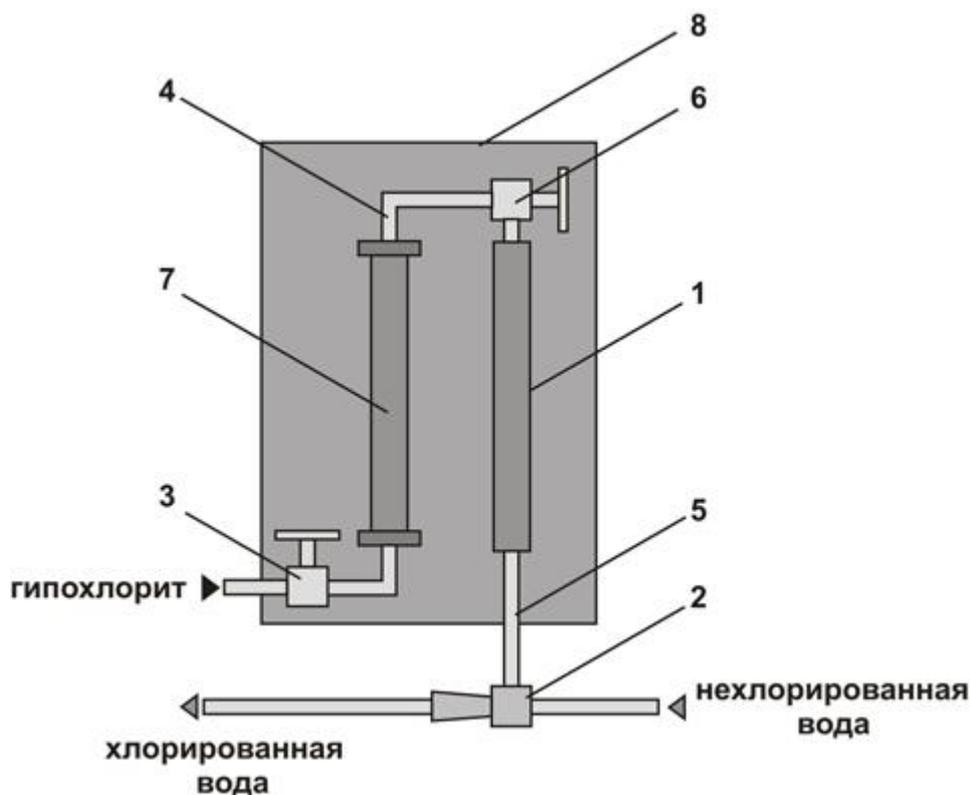


Рис.1 Хлоратор
АХВ-1000/Р000-КЛ-ГХ

- 1-замедлитель
- 2-эжектор
- 3-запорный вентиль
- 4,5-трубопроводы
- 6-регулирующий вентиль
- 7-ротаметр
- 8-панель

Принцип его действия заключается в следующем: поток воды, проходя эжектор 2, создает всасывающий эффект, и гипохлорит под его действием (т.е. благодаря образовавшемуся вакууму) всасывается в запорный вентиль 3, ротаметр 7, трубопровод 4 с регулирующим вентилем 6 и далее по замедлителю 1 и трубопроводу 5 эжектируется в воду, образуя на выходе эжектора поток хлорированной воды. Отталкиваясь от этого принципа действия, будем называть это устройство эжекционным дозатором.

На рис.2 дана примерная схема системы обеззараживания воды гипохлоритом на базе эжекционного дозатора АХВ-1000/Р000-КЛ-ГХ. Гипохлорит подается в дозатор самотеком из накопительного резервуара. Для исключения потерь эжекции и соответственно снижения производительности по расходу гипохлорита желателно хлоратор устанавливать не выше выхода гипохлорита из этого резервуара. На схеме отмечен оптимальный уровень согласования положения резервуара (точки выхода гипохлорита) с элементами конструкции хлоратора. Аналогичная схема имеет место и для бассейнов, причем в отдельных случаях подача нехлорированной воды из магистрали в резервуар чистой воды или бассейн может отсутствовать.

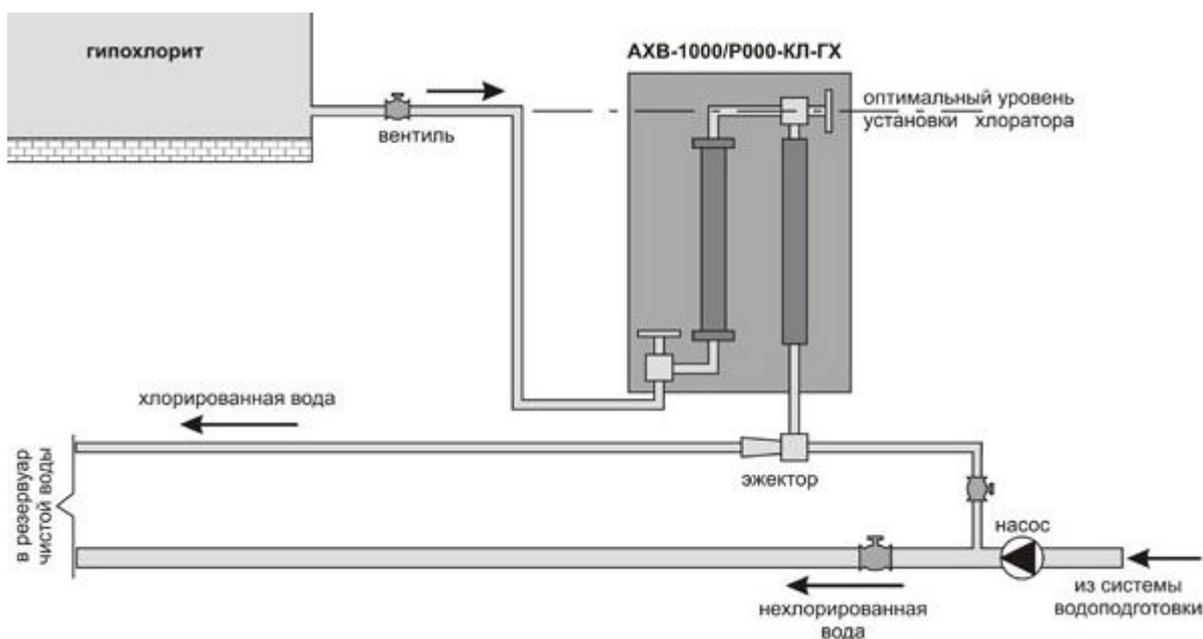


Рис.2 Примерная схема включения эжекционного дозатора AXB-1000/P000-КЛ-ГХ в систему обеззараживания воды гипохлоритом

Система стабильно работает в широком диапазоне разности давлений воды на входе и выходе эжектора: от $1,5 \text{ кгс/см}^2$ до 7 кгс/см^2 ($0,15 - 0,7 \text{ МПа}$). Причем, начиная с 2 кгс/см^2 ($0,2 \text{ МПа}$), увеличение производительности по расходу гипохлорита происходит незначительно. Поэтому наиболее рациональна работа системы при разности давлений на эжекторе порядка $2 - 3 \text{ кгс/см}^2$ ($0,2 - 0,3 \text{ МПа}$). Предложенная система может быть автоматизирована путем замены регулирующего вентиля 6 (рис.1) на электромеханический вентиль (ЭМДВ) (дозатор AXB-1000/P000-КЛ-ГХ-Э), работающий посредством управляющих сигналов от анализатора содержания хлора в воде (АСХВ) [6]. На основе этого дозатора могут быть созданы системные комплексы локальной автоматики для гипохлорита и иных жидких реагентов, включающие в себе системы автоматического регулирования (САР):

1. САР расхода гипохлорита состоящего из AXB-1000/P000-КЛ-ГХ –Э и анализатора содержания хлора в воде (АСХВ).
2. САР значения рН состоящего из AXB-1000/P000-КЛ- рН –Э и рН-метра.
3. САР расхода коагулянта (флокулянта), состоящего из AXB-1000/P000-КЛ-КФ–Э и измерителей значения мутности и величины удельной электропроводности.

В настоящее время широкое применение при дозировании гипохлорита получили дозирующие насосы. Воспроизводимая точность дозирования даже самых простых дозирующих насосов, представленных на российском рынке, составляет не менее $\pm 5\%$, а германские концерны поставляют на российский рынок мембранные электромагнитные дозирующие насосы с точностью дозирования $\pm 2\%$. Это делает оправданным применять их для высококонцентрированных рабочих растворов.

На сегодня основным фактором выбора дозирующих насосов становится стойкость материалов их проточной части по отношению к рабочему раствору.

Большинство компаний, поставляющих дозирующие насосы, предлагают модели в нескольких вариантах в зависимости от материала проточной части. В базовой комплектации они поставляют это оборудование с проточной частью, выполненной из полипропилена с уплотнениями из этилен-пропилена EPDM. Как опции предлагаются дозирующие головки из непластифицированного поливинилхлорида PVC-U с уплотнениями из фторсодержащего каучука FPM (Viton), политетрафторэтилена PTFE (Teflon) или нержавеющей стали.

При определении стойкости материала проточной части и уплотнений можно опираться на таблицы совместимости ASV Shtubbe Gmb и Georg Fischer[7]. Из них, например, следует, что при температуре раствора до 40°C полипропилен и этилен-пропилен совместимы с раствором ГХН только до концентрации 2% по активному хлору. Большинство итальянских фирм, чьи дозирующие насосы широко представлены на российском рынке, для своего оборудования с проточной частью из полипропилена называют цифру до 12–14%. Однако опыт эксплуатации таких насосов показывает, что уплотнения из EPDM абсолютно несовместимы с ГХН с концентрацией по активному хлору выше 2%. Кроме того, точность дозирования насосов с проточной частью, выполненной из полипропилена, при дозировании раствора ГХН снижается, по-видимому, из-за изменения формы и сечения каналов дозирующей головки насоса.

Поэтому при использовании рабочего раствора ГХН с концентрацией по активному хлору более 2% правильным будет выбор насоса с проточной частью, выполненной из поливинилхлорида PVC или акрила с уплотнениями из фторсодержащего каучука Viton. Поливинилхлорид – так же как и материал уплотнений Viton – полностью совместим с любыми концентрациями ГХН при температурах рабочего раствора до 40°C.

Подача реагентов насосами-дозаторами регулируется изменением длины хода поршня (мембраны) или числа ходов (рабочих циклов). Изменение длины хода поршня (мембраны) производится с помощью либо микрометрического винта, либо специальных механических делителей, ограничивающих ход поршня. Изменение числа ходов поршня осуществляется за счет электрической схемы управления насосом. Как правило, насосы-дозаторы имеют предохранительные клапаны и устройства для стравливания воздуха из рабочей камеры.

Практически все современные насосы-дозаторы оснащены электронными контроллерами для их управления, позволяющими не только изменять подачу реагента с панели управления насосом, но и регулировать скорость дозирования по сигналам, поступающим от внешних контрольно-измерительных устройств (например, импульсных счетчиков, приборов (датчиков) контроля показателей качества воды и пр.). Основные типы контроллеров, применяющихся для управления дозирующими насосами снабжены опциями, которые выполняют следующие функции [8]:

1. Управление насосом для постоянного дозирования с регулируемой частотой хода (10-100%).
2. Управление насосом для постоянного дозирования с регулируемой частотой хода (10- 100%), с возможностью подсоединения датчика уровня реагента в расходном баке.
3. Управление насосом для постоянного дозирования с регулируемым числом ходов (10-100%) и регулируемым ходом (0-100%).
4. Управление насосом постоянного дозирования с регулируемым числом ходов (10-100%) и регулируемым ходом (0-100%) с возможностью подсоединения датчика уровня реагента в расходном баке.
5. Управление насосом для постоянного дозирования с регулируемым ходом (0-100%) и с возможностью подсоединения датчика уровня реагента в расходном баке; оснащен ЖК-дисплеем и микропроцессорным управлением.
6. Управление насосом для пропорционального дозирования с управлением по стандартному аналоговому сигналу (0-20 мА, 4-20 мА), поступающему от периферийного устройства.
7. Управление насосом для пропорционального дозирования с управлением по стандартному аналоговому сигналу (0-20 мА, 4-20 мА), поступающему от периферийного устройства, с возможностью подсоединения датчика уровня реагента в расходном баке.
8. Управление насосом для пропорционального дозирования с интегрированным контроллером стандартного аналогового сигнала (0-20 мА, 4-20 мА), поступающего от периферийного устройства, с возможностью подсоединения датчика уровня реагента в расходном баке.
9. Управление насосом для пропорционального дозирования с управлением по стандартному аналоговому сигналу (0-20 мА, 4-20 мА), поступающему от периферийного устройства, с

возможностью подсоединения датчика уровня реагента в расходном баке; оснащение ЖК-дисплеем и микропроцессорным управлением.

10. Управление насосом для пропорционального дозирования по сигналу с импульсного расходомера воды; оснащается делителем и/или мультипликатором для входных импульсов.

11. Управление насосом для пропорционального дозирования по сигналу с импульсного расходомера воды с возможностью подсоединения датчика уровня реагента в расходном баке; оснащается делителем и /или мультипликатором для входных импульсов.

12. Управление насосом для пропорционального дозирования по сигналу с импульсного расходомера воды с возможностью подсоединения датчика уровня реагента в расходном баке; оснащается 60-секундным (0-60 с) таймером.

13. Управление насосом для пропорционального дозирования через интерфейс RS 485.

В полной мере отвечают требованиям к дозирующим устройствам (высокая точность дозирования 2%, использование материалов с высокой стойкостью к концентрированному ГХН и другим реагентам) мембранные насосы с электромеханическим приводом ELADOS EMP германского производства. Учитывая эти особенности, Ассоциация Водных Компаний «КРАВТ Контролматик» использует эти насосы для решения целого ряда задач, таких как:

- дозирование дезинфицирующих растворов в процессах водоподготовки;
- дозирование растворов коагулянтов перед осветляющими фильтрами;
- корректировка химического состава воды в теплоэнергетических процессах (вода для водогрейных и паровых котлов, вода для оборотных систем водоснабжения, обработка систем парового конденсата и пр.);
- дозирование реагентов для дезинфекции воды в плавательных бассейнах и корректировки ее химического состава.

Для выбора дозирующего насоса необходимо определиться, прежде всего, с основными его характеристиками: производительностью насоса, его рабочим давлением, а так же выбрать способы управления насосом. В таблице 1 представлены основные характеристики насосов ELADOS EMP четырех модификаций.

Таблица 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ						
Производительность (л/час):						
EMP KKS	0.2	0.5	0.9	1.4		
EMP II	1.4	2.5	4.3	4.8	7.2	11.2
EMP III	16	25	54	80	120	
EMP IV	140	210				
Давление на выходе насоса (атм):						
EMP KKS	10	10	10	10		
EMP II	10	10	10	4	10	5
EMP III	10	10	10	4	3	
EMP IV	10	8				
Величина дозирующего импульса (см³):						
EMP KKS	0.027	0.068	0.12	0.14		
EMP II	0.14	0.34	0.57	0.65	0.98	1.5
EMP III	2.1	3.4	7.3	10.8	16.1	
EMP IV	19.4	29.2				
Погрешность: <math>\pm 2\%</math>						
Частота дозирующих импульсов (1/мин, макс): 120						
Эл. питание: 220 В/50 Гц.						

Типоразмерный ряд насосов ELADOS EMP определяется их производительностью: ELADOS EMP RRS - до 1,4 л/ч; ELADOS EMP II - до 11,2 л/ч; ELADOS EMP III - до 120 л/ч; ELADOS EMP IV – до 210 л/ч. В зависимости от количества управляющих опций все насосы ELADOS EMP разделены на три группы. Группа E10 снабжена следующими управляющими опциями: ВКЛ/ВЫКЛ, ручное регулирование производительностью насоса в диапазоне 0-100%. Группа E11 дополнительно снабжена возможностью определения уровня дозируемого раствора в емкости. Группа E60 снабжена всеми перечисленными выше тринадцатью управляющими опциями, что позволяет на ее основе создать автоматические системы с широкими возможностями. На рис.3 представлены способы подключения насосов в зависимости от количества опций, определяющих его возможности.

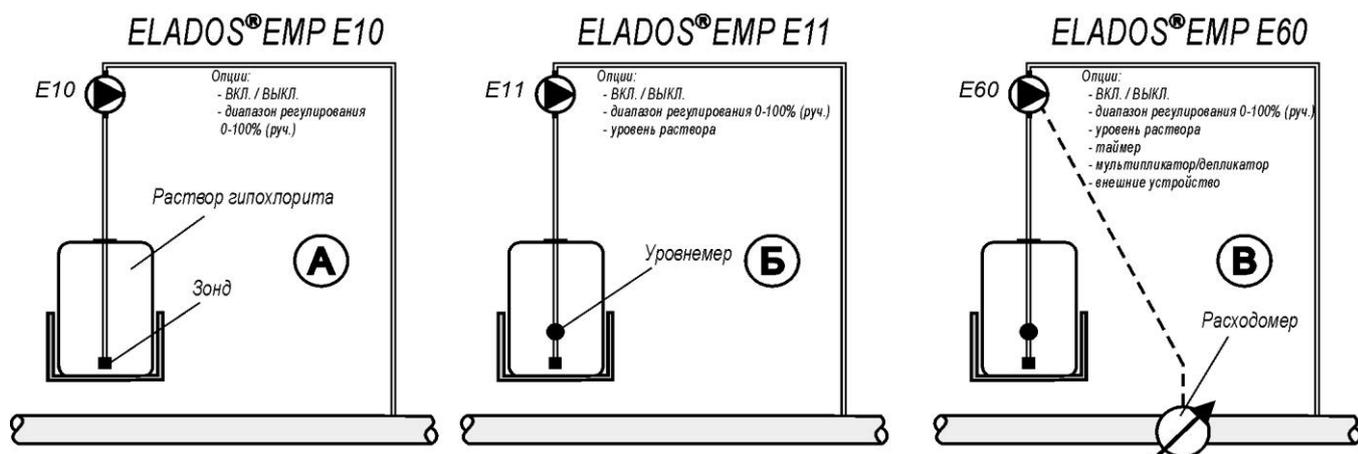


Рис.3. Варианты подключения дозирующих насосов ELADOS EMP

В варианте **А** используется насос ELADOS EMP E10, позволяющий подавать заданную дозу реагента с определенной частотой. В варианте **Б** используется насос ELADOS EMP E11, позволяющий подавать заданную дозу реагента с определенной частотой и определять уровень реагента в емкости. В варианте **С** используется насос ELADOS EMP E60, позволяющий автоматически в соответствии с внешними сигналами от расходомера определять дозу и частоту подачи реагента, а также определять уровень реагента в емкости. Такая схема подключения называется - пропорциональное дозирование.

Насосы ELADOS EMP IV E60 применяются в системных комплексах локальной автоматике, включающих в себе системы автоматического регулирования (САР):

4. Система автоматического регулирования расхода ГХН (САР-ГХ) с анализатором содержания хлора в воде (АСХВ).
5. Система автоматического регулирования значения pH (САР-pH) с pH-метром.
6. Система автоматического регулирования расхода коагулянта (САР-КФ) с измерителем значения мутности, величины удельной электропроводности.
7. Система автоматического регулирования значения Redox (САР-Redox) с измерителем окислительно-восстановительного потенциала (Redox).

Каждая из этих систем содержит измерительный блок, контролирующей регулируемый параметр, блок дистанционного управления (БДУ), и исполнительный механизм - дозирующий насос ELADOS EMP. Блок дистанционного управления может использоваться автономно для управления процессом водоподготовки диспетчером со своего рабочего места либо непосредственно, используя клавиатуру БДУ, либо посредством компьютера.

На рис.4 в качестве примера представлена система автоматического регулирования расхода ГХН (САР-ГХ) состоящая из насоса ELADOS EMP IV E60, анализатора содержания хлора в воде (АСХВ), смесителя и емкости с раствором ГХН. Модификации САР-ГХ обеспечивают регулирование остаточного хлора в воде в диапазоне от 0-2мг/л. АСХВ обеспечивает непрерывный контроль остаточного хлора в воде и с помощью БДУ,

содержащего микропроцессорный контроллер, выдает первичный управляющий сигнал на исполнительное устройство – в нашем случае на дозирующий насос, микропроцессорный контроллер которого в свою очередь формирует окончательный сигнал управления. Это и позволяет перейти от ручного дозирования ГХН к автоматическому.

Насос ELADOS EMP IV E60 имеет высокую точность дозирования и может управляться как автоматически (от АСХВ), так и вручную посредством расположенной на его фронтальной панели клавиатуры. Его надежность обеспечивается применением современных качественных и хлоростойких материалов. Предусмотрена возможность передачи сигналов, характеризующих текущую производительность насоса и значения остаточного хлора в воде, на пульт (компьютер) диспетчера.

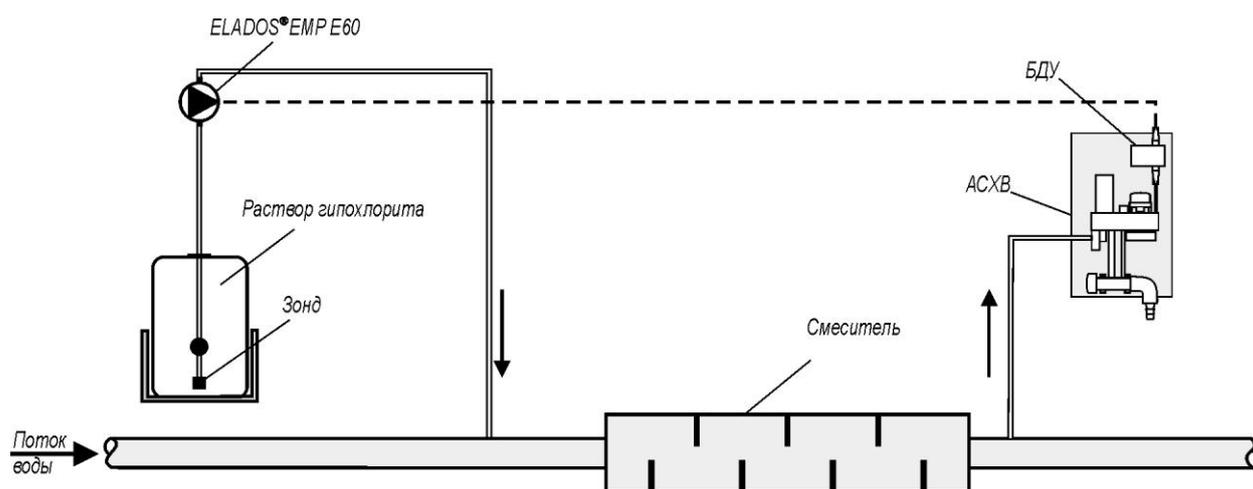


Рис.4. Схема САР-ГХ на базе насоса ELADOS EMP E60 и АСХВ

Подбор насоса для комплекса дозирования ГХН системы водоснабжения требует серьезной инженерной проработки, глубокого знания номенклатуры дозирующих насосов и их комплектующих, умения работать со справочной литературой.

Рассмотрим в качестве примера подбор дозирующего насоса для комплекса пропорционального дозирования ГХН в системе водоподготовки небольшого предприятия (см. рис.1, схема подключения **С**). Требуется подготовить воду, поступающую из подземного источника до требований СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». В исходной воде отмечается существенное превышение концентраций железа общего (до 5,0 мг/л) и марганца (0,5 мг/л); можно говорить также о повышенном содержании органических веществ, на что указывает высокое значение перманганатной окисляемости (6,0 мг O_2 /л) и землистый запах (2 балла); значение рН смещено в кислую сторону – 6,5 [7].

На окисление 1 мг двухвалентного железа расходуется 0,64 мг хлора. Продолжительность реакции для природных вод с рН = 6–8 составляет всего несколько минут, причем с увеличением рН скорость реакции возрастает.

Расход хлора на окисление 1 мг Mn^{2+} ; при отсутствии NH_4^+ ; – 1,3 мг/л. Причем надо сказать, что эффективность окисления марганца может быть высокой только при значениях рН, равных 8,0–8,5, что чаще всего потребует подщелачивания. Однако при содержании марганца до 1 мг/л, как показывает практика, при обработке воды хлором достигается практически полная очистка воды от марганца. Это может объясняться сорбцией частичным окислением и сорбцией на дисперсном осадке гидроксид железа, который имеет развитую поверхность и поэтому является эффективным сорбентом.

Дозу хлора на окисление органических веществ – при отсутствии данных технологических изысканий – можно ориентировочно принять по рекомендациям СНиП

2.04.02-84. При значениях перманганатной окисляемости до 8 мг O₂/л доза хлора составляет 4–8 мг/л.

Таким образом, доза хлора может быть вычислена:

$$0,64 \times \text{Fe}_2^+ + 1,3 \times \text{Mn}_2^+ + (4-8) + 0,5 \approx 8,5 \text{ (мг/л)}.$$

Разумеется, эта величина является ориентировочной и будет скорректирована при пусконаладочных работах.

Для хлорирования будет использоваться ГХН NaClO (ГОСТ 11086-76) марки А, который разрешен для обеззараживания питьевой воды. Это жидкость зеленовато-желтого цвета с содержанием активного хлора не менее 190 г/л. Необходимо рассчитать, сколько требуется дозировать рабочего 8%-ного раствора ГХН для поддержания в воде концентрации 8,5 мг/л.

Доза по активному хлору: $n100\% = 8,5$ мг/л. Концентрация рабочего раствора: $\eta = 8\%$ (90 г активного хлора в литре). Плотность рабочего раствора: $\rho = 1130$ г/л. Расход воды по основной магистрали: $Q_{\text{час}} = 10000$ л/ч.

Тогда:

$$n8\% = (n100\% \times 100\%) / \eta = (8,5 \text{ мг/л} \times 100\%) / 8\% = 106,25 \text{ мг/л} \rightarrow$$

$$m_{\text{час}} = (n8\% \times Q_{\text{час}}) / 1000 = (106,25 \text{ мг/л} \times 10000 \text{ л/ч}) / 1000 = 1062,5 \text{ г/ч} \rightarrow$$

$$q_{\text{д.н.}} = m_{\text{час}} / \rho = 1062,5 \text{ г/ч} : 1130 \text{ г/л} \approx 0,94 \text{ л/ч}.$$

Следовательно, при расходе воды по основной магистрали 10 м³/ч для поддержания дозы свободного хлора 8,5 мг/л необходимо дозировать 0,94 л/ч рабочего 8%-ного раствора NaClO.

Таким образом, для создания комплекса пропорционального дозирования ГХН в нашем примере необходимо использовать дозирующий насос ELADOS EMP KKS E60 с максимальным расходом 1,4 л/ч и расходомер воды с импульсным или аналоговым выходом (4-20 ма) для управления дозирующим насосом.

Рассмотренный пример показывает, что для надежного дозирования раствора ГХН при обеззараживании питьевой воды вполне достаточно регулятора типа Р (пропорциональное регулирование) или PI (пропорционально-интегральное регулирование). При использовании иных жидких реагентов и управлении иными объектами применение типовых регуляторов может оказаться не эффективным и даже неприемлемым в виду сложной (с точки зрения регулирования и управления) взаимосвязи выхода и входа объекта как в динамике, так и в статике. В таких случаях необходимо с учетом современных научных знаний построить математическую модель объекта, решить задачу идентификации, а затем и задачу управления. Весь этот круг задач успешно решается как для линейных стационарных и нестационарных объектов, так и для нелинейных, методами спектральной оптимизации [9,10], которые контролируют точность решаемых задач, что дает высокую гарантию адекватности теоретических результатов фактическому функционированию системы. Так как методы спектральной оптимизации рассчитаны на использование вычислительной техники для решения рассматриваемых задач, то алгоритмы их решения не приводят к трудностям программирования микропроцессорных контроллеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
2. Л. А. Кульский. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – Киев, Наукова думка, 1983.
3. А. Б. Кожевников, О. П. Петросян. «Для тех, кому не нравится хлор» // «СтройПРОФИль», 2004, №4/1.
4. ГОСТ 11086-76 Гипохлорит натрия. Технические условия (с Изменениями N 1, 2).
5. Б. Ю. Ягуд. «Хлор как дезинфектант — безопасность при применении и проблемы замены на альтернативные продукты» / 5-й Международный конгресс ЭКВАТЭК-2002 «Вода: экология и технология», 4–7 июня 2002 г.

- 6 А. Б. Кожевников, О. П. Петросян. «Современные системы водоподготовки станций централизованного водоснабжения.» // «СтройПРОФИль», 2006, №2/1.
- 7 Т. Р. Гиндуллин. «Расчет дозы и расхода реагентов для водоподготовки»// «аква-Терм», 2001, №10.
- 8 С. Черкасов. «Размышляя о насосах»//«Энергослужба предприятия», 2004, №3(9).
- 9 А.Б.Кожевников. Сжатие данных при автоматизации процессов водоподготовки// Материалы IV международной научно-практической конференции «Технологии очистки воды», г. Калуга, 2008г.
10. А.Б.Кожевников, О.П.Петросян. Эффективная идентификация технологических объектов водоподготовки// Материалы IV международной научно-практической «Технологии очистки воды», г. Калуга, 2008г.

Сведения об авторах:

Кожевников Александр Борисович – генеральный директор ООО «ФСП КРАВТ», кандидат технических наук. Адрес проживания: г.Калуга, ул.Дзержинского 92, кор. 2, кв.33. Тел 8-484-5-55-11-91

Петросян Ованес Петрович – доцент Калужского филиала МГТУ им.Н.Э.Баумана, кандидат физико-математических наук. Адрес проживания: г.Калуга, ул. Чехова 11, кв.29. Тел 8-484-5-55-11-91, petrosyan-kravt@mail.ru

Садковская Наталия Евгеньевна - генеральный директор «КРАВТ ПРОЕКТ», канд. техн. наук. Адрес проживания: г.Калуга, ул.Московская д. 315, кор.4, кв. 4. Тел.8-484-2-79-36-69

Реферат статьи.

В последнее время широкое применение при обеззараживании питьевой воды применяется гипохлорит. Использование гипохлорита сопровождается постоянными газовыделениями в ходе его естественного разложения. А в составе выделяемого газа содержится и хлор, поэтому помещения с насосными и фильтровальными установками и другие аналогичные пространства необходимо оснастить системами очистки воздуха. При этом следует учесть, что выделяется в таких случаях влажный хлор, который при проникновении в легкие не вызывает болевых ощущений, поэтому наиболее опасен. Возникают проблемы и с подбором оборудования в связи с его эксплуатацией в среде растворов ГХН, обладающих очень высокой коррозионной активностью.

Таким образом, учитывая вышеизложенные проблемы, возникающие при использовании гипохлорита, важное значение приобретает правильный подбор оборудования для реализации технологических процессов обеззараживания воды с использованием гипохлорита.

В качестве дозаторов жидких реагентов в системах водоподготовки преобладают эжекционные дозаторы и дозирующие насосы.

В статье рассмотрены системы обеззараживания воды гипохлоритом на базе российского эжекционного дозатора АХВ-1000/Р000-КЛ-ГХ и созданные на основе этого дозатора системные комплексы локальной автоматики для гипохлорита и иных жидких реагентов, включающие в себе системы автоматического регулирования.

В работе проводится исследование применяемых в России дозирующих насосов, обосновывается качество германских насосов типа ELADOS и определяются принципы и расчеты выбора дозирующих насосов в зависимости от поставленной перед проектировщиком задачи. Авторы предложили разработанные ими системные комплексы локальной автоматики на основе насосов типа ELADOS, включающие в себе системы автоматического регулирования (САР) расхода гипохлорита и других жидких реагентов используемых в технологиях водоподготовки. ВСТ

