

ФТОРИРОВАНИЕ ВОДЫ

Белов А.Г., Белова Н.В., Попов В.П.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Фтор как весьма активный в биологическом отношении микроэлемент с начала 30-х годов 20-го века привлек особое внимание гигиенистов, стоматологов, токсикологов, химиков, геохимиков и других специалистов. Интерес к фтору начал проявляться с 1931 г., когда было доказано, что причиной эпидемий "пятнистой эмали" зубов является повышенное содержание фтора в питьевой воде. Это открытие стимулировало изучение эндемического флюороза во всем мире. В изучение проблемы эндемического кариеса и флюороза большой вклад внесли русские исследователи С. Н. Черкинский, Т. А. Николаева, В. А. Книжников, Р. Д. Габович и др. Выяснилось, что противокариесное действие оптимальных концентраций фтора распространяется как на молочные, так и на постоянные зубы, а также на все возрастные группы населения. Эти сведения позволили утверждать о целесообразности искусственного обогащения питьевой воды фтором. Фторирование воды началось осуществляться с 1945 г., применявшиеся другие методы профилактики кариеса зубов не имели успеха и заболеваемость населения кариесом непрерывно росла. С 1957 г. впервые в истории развития водоснабжения в нашей стране началось фторирование воды в г. Норильске, рассматриваемое как мера профилактики заболеваний кариесом зубов.

Как указывалось выше, оптимальной концентрацией фтора в питьевой воде является 0,7...1,2 мг/л. Более низкие концентрации фтора принимают при фторировании в южных районах и в летний период, когда количество воды, поступающей в организм человека, увеличивается. Более высокие концентрации фтора принимают при фторировании воды в северных районах и в зимний период, т. е. при более низкой температуре окружающей среды. Оптимальная концентрация фторид-ионов в питьевой воде для средней полосы России зимой 1 мг/л, летом 0,8 мг/л. Необходимость фторирования определяется содержанием фтора в воде источников в количестве менее 0,5 мг/л. Согласно ГОСТ 2874—82 концентрация в воде фторид-ионов не должна превышать 1,5 мг/л.

Подземные воды (артезианские, колодезные) богаче фторид-ионами, чем поверхностные, и среди них чаще встречаются источники с концентрацией фторид-ионов, превышающей предельно допустимую (1,5 мг/л). Однако, и среди этих источников 68—89% в России содержат менее 0,5 мг/л фторид-ионов.

Свыше 85% воды в города России подается из рек, причем содержание фторид-ионов в воде этих источников, превышающее 0,4 мг/л, встречается в редких случаях, да и это количество после обработки воды на очистных сооружениях снижается до предельно низкой величины. Кондиционирование воды по фтору в общих сетях городского водоснабжения экономически не эффективно т.к. непосредственно для приготовления пищи и питья

используется менее 2 % поставляемой воды. Проблема устранения дефицита фтора у населения успешно решается при помощи фторирования бутилированной воды.

Нами была, по заказу предприятия, проанализирована схема кондиционирования воды по фтору на ООО «Национальная водная компания» г.Оренбург. В данной схеме вода направляется на кондиционирование по фтору. Это достигается путем добавления расчетного количества фтористого натрия в промежуточный сборник для воды (емкость из нержавеющей стали вместимостью 25м^3).

Расчетное количество фтористого натрия загружается в бачок, в который набирают 75 литров воды, предварительно растворяется при постоянном перемешивании в течение 2-х часов, затем раствор перекачивают через фильтр в емкость на 25м^3 . Вода в емкости перемешивается в течение 30 минут для равномерного распределения фтористого натрия. Лаборатория контролирует содержание фтора в воде и дает разрешение на ее дальнейшее использование в производстве.

При исследовании схемы обнаружены следующие недостатки: Расход фторированной воды при максимальной загрузке предприятия составляет $26,4\text{ м}^3/\text{час}$. Емкости установленной на предприятии, 25м^3 хватает при максимальном расходе менее чем на 1 час работы, после чего требуется перерыв в производстве из-за необходимости перемешивания раствора фтора в течении 30 минут. Кроме этого, в цеху установлен растворный бачок, работа которого ограничена интервалом времени 2 часа. В итоге производство при максимальной нагрузке требует перерыва 1,5 часа при рабочем времени 1 час.

По результатам анализа схемы предлагается внести следующие изменения в технологию (с учётом расчетной мощности $30\text{ м}^3/\text{ч}$) кондиционирования воды по фтору: Сухой компонент, содержащий ионы фтора (NaF , Na_2SiF_6), загружают в закрытый бункер, сделанный из химически неактивного материала, оснащённый ворошителем и массовым дозатором сухого компонента с возможностью дозирования от 200 грамм или менее. Объём бункера выбирается в зависимости от желаемой периодичности загрузки, так как NaF поступает на предприятие фасовкой по 25 кг., то целесообразно сделать бункер объёмом рассчитанным на 30 кг. Дозируемый NaF подаётся в растворный бак на 300 литров, оборудованный механической мешалкой и датчиком нижнего уровня жидкости, туда же поступает заданное количество воды, которая дозируется при помощи насоса-дозатора. Производительность дозатора воды может составлять от 1,5 до $9\text{ м}^3/\text{час}$. Под растворным бачком должен быть установлен автоматический клапан и фильтр. После фильтрации раствор NaF поступает в расходный бак на 300 литров, который оборудован датчиком определения содержания фтора в воде и краном для ручного отбора проб. После расходного бачка устанавливается мембранный насос-дозатор жидкости, с производительностью до 120 литров/час, который производит дозирование раствора в смеситель жидкостей проточного типа действия. В этот же смеситель пропорционально вводимому раствору, через насос-дозатор производительностью $30\text{ м}^3/\text{час}$, поступает подготовленная вода,

где и смешивается в нужной концентрации с раствором. На выходе из смесителя устанавливается датчик автоматического контроля концентрации фторид иона и клапан блокировки системы. После линии кондиционирования воды по фтору можно оставить, уже стоящую, ёмкость объёмом 25 м³, как промежуточный сборник воды.

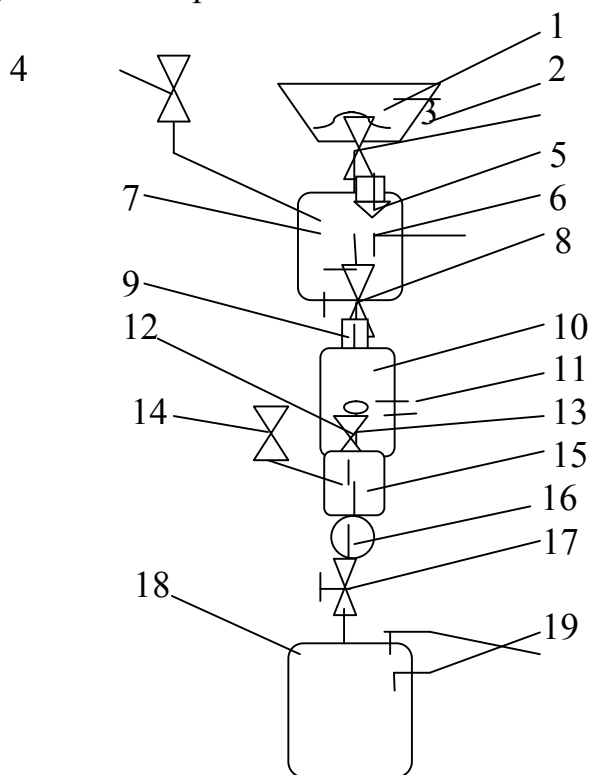


Рис.1. Машинно-аппаратурная схема кондиционирования воды по фтору с расчётной мощностью до 30 м³/час при повышении концентрации фтора на 1 мг/л

На основе предложенной технологии нами была разработана МАС представленная на рис.1. В растворном баке 7 установлен датчик нижнего уровня жидкости, который при срабатывании посылает сигнал на закрытие клапана 8, на включение мешалки 5 (на 2,5 часа) и через контроллер на дозатор 3 и 4 . По истечению 140 минут с момента срабатывания датчика нижнего уровня , сигнал с контроллера открывает клапан 8 и раствор через фильтр 9 проходит в расходный бак 10 . Расходный бак 10 оборудован краном 11 (через который при необходимости можно осуществить ручной забор пробы для лаборатории) и автоматическим датчиком определения концентрации фторид иона 12. Данные с датчика 12 поступают на контроллер , который посылает сигнал на дозаторы 13 и 14 , дозирующие раствор и воду в смеситель 15 . После смесителя фторированная вода проходит через контрольный датчик 16 ,определяющий содержание фторид иона и в случаи отклонения от заданных параметров посылает сигнал на клапан блокировки системы 17 . Линия оснащена промежуточным сборником обогащённой фтором воды 18 , который позволяет постоянно иметь запас фторированной воды до 25 м³. В этой ёмкости устанавливаются датчики верхнего и нижнего уровня жидкости 19 (в случаи отсутствия ёмкости датчик верхнего уровня устанавливается в смесителе) по

которым контролируется необходимость включения смесителя 15 и дозаторов 13 , 14 .

Приведённая линия фторирования позволяет осуществлять подачу воды напрямую без ёмкости 18 , но при переходе от старой схемы фторирования к новой эта ёмкость необходима для непрерывной работы предприятия во время пуско-наладочных мероприятий.