

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНА ПРИ ОЧИСТКЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА РУБЛЕВСКОЙ ВОДОПРОВОДНОЙ СТАНЦИИ МГУП "МОСВОДОКАНАЛ"

Шемякин Ю.В., Серов А.Р.

Рублевская водопроводная станция МГУП "Мосводоканал"

Использование озона для очистки питьевой воды в МГУП "Мосводоканал" берет свое начало с 70-ых годов прошлого века на Восточной водопроводной станции. В результате 35 летнего опыта эксплуатации сооружений производства озона был запроектирован, построен и введен в эксплуатацию в 2002 году цех производства озона (производительностью 30 кг О₃/час) и 4-ый блок очистных сооружений питьевой воды, использующий технологию озоно-сорбции (производительностью 240 тыс. м³/су.) на Рублевской водопроводной станции (РВС).

В тендере на поставку оборудования озонирования участвовали зарубежные фирмы таких стран как Франция, Швейцария, США, Япония и другие. Однако наиболее целесообразным и наименее дорогим вариантом была признана технология французской фирмы Трелигаз, в основу которой положен принцип производства озона из кислорода атмосферного воздуха, с варьируемой концентрацией озоно-воздушной смеси от 4 до 20 г озона / Нм³ на выходе генератора озона. Данная технология в настоящий момент успешно используется на РВС.

В процессе производства и обработки озона выделяются 4 основных этапа (последовательно один за другим):

- подача и подготовка воздуха;
- получение озона;
- ввод озоно-воздушной смеси в обрабатываемую воду;
- разрушение озоно-воздушной смеси после контактных бассейнов.

1. Подача и подготовка воздуха.

Функция воздушного компрессора состоит в обеспечении подачи воздуха для процесса озонирования с включением этапа подготовки воздуха. Для этого применяется винтовой компрессор AERZEN с фильтром очистки на входе и глушителем шума на выходе. Максимальный расход воздуха на выходе каждого равен – 1666 Нм³/час, рабочим давлением – 0,8 bar и максимальной температурой - +130° С.

Этап подготовки включает в себя охлаждение воздуха до 4-6 °С на охладителе и его осушение до точки росы не более –50°С на осушителе.

Принцип функционирования холодильной установки основывается на теплообмене с помощью двух различных источников холода. Эти два источника - охлаждающая водопроводная вода и 20% водный раствор этиленгликоля при регулируемой температуре. Верхнюю часть холодильного агрегата составляет первичный трубчатый теплообменник (воздух/охлаждающая вода), задачей которого является снижение температуры воздуха с 130°С у входа до примерно 35°С у выхода (в зависимости от температуры воды охлаждения). Нижнюю часть составляет трубчатый теплообменник (воздух/водный раствор этиленгликоля), снижающий, в свою очередь, температуру проходящего через него воздуха водным раствором этиленгликоля. Температура у выхода вторичного теплообменника автоматически поддерживается программируемым регулятором температуры и охладительным блоком, использующие фреон R134a, на уровне 4-6 °С.

Осушитель типа DS формирует компактный комплект оборудования, в который входят:

-две емкости, заполненные активированной гидроокисью алюминия в форме шариков диаметром от 2 до 5 мм, позволяющие попеременно выполнять адсорбцию и регенерацию (высота слоя загрузки 2,6 м);

-контур регенерации состоящий из:

а) бустер-компрессора,

б)подогревателя, оборудованного 12 экранированными электронагревательными элементами мощностью 6 кВт каждый;

в) водяного охладителя;

Во время рабочего цикла осушителя одна из камер используется для обезвоживания обрабатываемого воздуха, в то время как другая емкость находится в фазе регенерации.

Изменение рабочего состояния емкостей осуществляется в зависимости от продолжительности работы (8 час – цикл) или от расхода обрабатываемого воздуха.

2. Получение озона.

Озон вырабатывает генератор озона типа HRS-850 с максимальной производительностью 30 кг О₃/час. Электропитание подается от инвертора, работающего в диапазоне средних частот 400 Гц напряжением 9 кВ.

3. Введение озono-воздушной смеси в обрабатываемую воду.

Озоно-воздушная смесь по 2-м магистральным трубопроводам поступает на 4 блок очистных сооружений, где вступает в контакт с обрабатываемой водой (расстояние от

генератора озона до точки ввода озono-воздушной смеси в контактный бассейн озонирования 180 м.). Смешивание озono-воздушной смеси с водой осуществляется посредством керамических диффузоров DPP 350 . Вода в контактный бассейн подаётся из сборного канала после отстойника . Обработка воды озонem ведётся в двух камерах. Количество пористых диффузоров в первой камере составляет 45 шт., во второй – 22 шт. В камере дегазации (сбора обработанной воды) находятся сборные лотки, переливаясь через которые, вода попадает в отводной отсек и по трубопроводу \varnothing 800 мм поступает в сборный канал для дальнейшей очистки на фильтрах. Время контакта в 2-х камерах смешения озono-воздушной смеси с водой составляет 19 мин, в камере дегазации 7 мин (при расходе обрабатываемой воды через бассейн 1667 м³/ч). Для разбавления озono-воздушной смеси в воздушной подушке контактного бассейна установлен воздуховод диаметром 100 мм, соединяющий бассейн с атмосферой.

3. Разрушение озono-воздушной смеси после контактного бассейна.

Непрореагировавший озон собирается в верхней части контактных бассейнов и поступает на установку термического разложения. Функции деструкции остаточного озона выполняют теплоструктор типа FD 200 и вентилятор. Вентилятор всасывает и нагнетает – 1300-1800 Нм³/час влажного озонированного воздуха из контактных бассейнов, который разбавлен поступающим через приточный воздуховод атмосферным воздухом , тем самым создают в контактных бассейнах давление ниже атмосферного на 50 мм водяного столба. Рабочая температура разложения озono-воздушной смеси составляет 350°С.

Для производства озона используется промышленный озонатор типа HRS-850- это трубчатый озонатор с охлаждением водопроводной водой, приспособленный к любым напряжениям, частоте сети, температурам воды охлаждения, температуре воздуха и влажности.

Озонатор HRS-850 состоит из :

-генераторная ячейка, изготовленная из нержавеющей стали с высоким содержанием молибдена. В ней располагаются 850 диэлектрических трубок.

-системы питания с сухим трансформатором высокого напряжения, со сглаживающим индуктивным сопротивлением и преобразователем частоты.

Ячейка генератора состоит из цилиндрического корпуса с фланцем на концах, на который закрепляется крышка. Цилиндрический корпус содержит пучок труб с раструбами на конце, приваренных с обеих сторон к трубной доске. В каждую трубку

пучка устанавливаются по две диэлектрические трубки, смонтированные и получающие питание с обеих сторон ячейки. Внутри диэлектрических трубок нанесен слой чистого алюминия. Для центровки трубки используются съемные тефлоновые пластинки различной толщины (1,2-1,6 мм).

Работа озонатора типа HRS предусмотрена как полностью автоматическая благодаря наукоемкой оснастке и новейшему КИПу для измерения параметров безопасности и обнаружения неисправностей, которые могут быть визуальным образом отображены либо на шкафу местного контроля, либо на супервизоре управления установкой озонирования.

Основные технические параметры генератора озона HRS-850 указаны в таблице:

Параметры	Единица измерения	Значения
Производительность по озону	кг/ч	до 33,3
Рабочая мощность	кВт	до 445
Рабочее давление воздуха	бар	0,75-0,85
Концентрация озона	г/Н м ³	до 20
Расход воздуха	Нм ³ /ч	до 1667
Расход воды охлаждения	м ³ /ч	125
Габаритные размеры генератора озона	мм	3778x2330x2910
Габаритные размеры сухого трансформатора	мм	750x500x1500
Габаритные размеры инвертора	мм	4500x700x2100
Масса озонатора	кг	8840 (в сборе)
Размер диэлектрической трубки	мм	Длина: 1330 Диаметр: 76
Количество трубок	шт.	850

Термический деструктор FD 200 состоит из теплообменника и подогревателя.

Теплообменник – это комплект плоских сварных плит, соединенных таким образом, чтобы формировать две герметичные циркуляционные системы, изолированные друг от друга. В каждую камеру первичной и вторичной циркуляционных систем смонтированы

турбулентные плиты для создания вихревого режима, что повышает коэффициент обмена практически в 2 раза.

Подогреватель имеет форму цилиндра с двойной оболочкой, в который встроены нагревательные резисторы.

Озоно-воздушная смесь проходит через первичную циркуляционную систему теплообменника, в которой она подогревается вторичной циркуляционной системой. Воздух выходит из первичной системы теплообменника с температурой около 300°C, поступает на обогреватель, где нагревается до 350°C и ,наконец, проходит через вторичную циркуляционную систему теплообменника, в которой охлаждается первичной циркуляционной системой. Таким образом, воздух выходит из деструктора с температурой 50-70°C , всасывается вентилятором и выбрасывается в атмосферу.

Достоинства и недостатки деструкторной установки FD 200:

Достоинства	Недостатки
Простота управления	Затруднена ревизия внутренних полостей теплообменника
Компактность	Большая стоимость
	Значительный расход электроэнергии на деструкцию (2,5 кВт на кг произведенного озона)
	Недостаточность очистки (в соответствии в гарантиями производителя)
	Высокая температура выброса воздуха, что негативно сказывается на его мониторинге .

Ввод в эксплуатацию в апреле 2002 года блока очистных сооружений №4 (БОС №4) производительностью 240 тыс. м³ в сутки позволил наряду с традиционными приемами обработки воды осуществить процесс озонирования с последующей фильтрацией на песчаных фильтрах, а затем на сорбционных фильтрах, загруженных активированным гранулированным углем.

Вода из поверхностного источника водоводами первого подъема подается в смеситель, куда подводится хлор для осуществления предварительного обеззараживания воды с целью поддержания на сооружениях необходимого санитарного состояния (в период озонирования первичное хлорирование отсутствует). Далее на смесителе

производится дозирование раствора коагулянта (сульфата алюминия), флокулянта. В периоды появления в исходной воде неприятных запахов и отсутствия процесса озонирования воды применяют в качестве дополнительной процедуры - обработку воды порошкообразным углем.

После смесителя вода поступает через камеру реакции в нижнюю часть отстойника. В процессе своего движения снизу вверх по тонкослойным модулям, которыми оснащен отстойник, происходит осаждение образовавшегося осадка. Удаление осадка осуществляется без отключения отстойника из работы по системе гидравлического удаления осадка каждые 7-10 дней.

Далее вода из коллектора отстоянной воды поступает в контактные резервуары, где производится обработка воды озоном.

Вода на песчаный фильтр (15,2x10,5 м), загруженный песком месторождение г. Волгоград, подается из канала озонированной воды водосливом по трубопроводу. Движение воды во время фильтрации осуществляется снизу вверх. Дренаж представляет из себя ж/б плиты с пластиковыми щелёванными колпачками (в фильтре 60 плит по 98 колпачков на плиту). Угольный фильтр(8,8x10,5 м) с загрузкой из гранулированного активированного угля марки "Гидросорб-5", примыкает к песчаному и имеет общий с ним центральный канал. Движение воды в процессе фильтрации сверху вниз. Дренажная система состоит из полиэтиленовых труб D 150 мм с пластиковыми щелевыми колпачками (в фильтре 50 труб 36 колпачков на каждой трубе).

После фильтрации обработанная вода поступает в распределительную камеру, где она подвергается обеззараживанию хлором в присутствии аммиака. После хлороаммонизации вода по железобетонным каналам поступает в резервуар питьевой воды и затем к потребителю.

Применение озоно-сорбционной технологии позволило в несколько раз улучшить обрабатываемую воду по показателям цветности, перманганатной окисляемости, запахам и привкусам. В значительной степени снижено содержание хлорорганических соединений в питьевой воде, что обусловлено отсутствием первичного хлорирования в смесителе БОС№ 4.

В результате 3-х летней эксплуатации станции производства и потребления озона выявлены следующие основные недостатки проектных решений и режимов функционирования.

1. При выводе на ревизию или ремонт генератора озона необходимо обеспечить его продувку осушенным воздухом с некоторым расходом , для защиты обслуживающего персонала от отравления озоном при его разборке.

По схеме технологической обвязки продувка озонатора до и после ревизии предусмотрена в трубопровод подачи озono-воздушной смеси на блок очистных сооружений. При этом подготовленный воздух забирается от работающего генератора озона. Это приводит к изменению концентрации озono-воздушной смеси в подающем трубопроводе блока и несоответствию заданной и фактической доз озона.

2. По технологической схеме охлаждение агрегатов производства озона осуществляется от водопроводной сети станции. В теплое время года, когда температура охлаждающей воды достигает 25°C , имеют место частые отказы оборудования инвертора, питающего генератор озона, что приводит к аварийному переключению на резервный генератор. Однако при квитировании неисправности инвертора и перезапуске генератора озона оборудование продолжает работать еще некоторое время. Цикличность этой неисправности составляет приблизительно 24 часа.

Следствием повышения температуры воды охлаждения является увеличение температуры воздуха на выходе охладителя до 17°C , что негативно сказывается на производстве озона и сбоях в работе автоматики охладительной установки.

3. Генераторы озона, производимые фирмой Трелигаз, снабжены контактными "ершиками" (материал - нержавеющая сталь) и удлинителями (материал-сплав алюминия) для подвода энергии к внутренней поверхности диэлектрических трубок без предохранительных устройств. Количество диэлектрических трубок в озонаторе 850 шт. При выходе их строя одной диэлектрической трубки происходит остановка генератора озона и выполняемый ремонт достаточно трудоемок и требует значительных финансовых вложений.

