

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,
Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.
Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .
Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.
Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный строительный университет»

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры
водоснабжения и водоотведения
" 28 " марта 2006 г.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД И ОСАДКОВ
Методические указания
к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине
"Водоотведение и очистка сточных вод"
Часть 2

Ростов-на-Дону
2006

Обеззараживание сточных вод и осадков: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине "Водоотведение и очистка сточных вод"- Ч.2- Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2006.- 28с.

В методических указаниях приведены теоретические основы и перечень оборудования для обеззараживания очищенных сточных вод очистных сооружений систем водоотведения наиболее распространенными методами: хлорированием, озонированием и ультрафиолетовым облучением, а также примеры расчета и подбора оборудования. Рассмотрены вопросы обеззараживания осадков сточных вод.

Предназначены для студентов всех форм обучения по специальности 290800 – "Водоснабжение и водоотведение".

Составитель доц., канд. техн. наук Л.А. Долженко

Редактор Н.Е.Гладких
Темплан 2006 г., поз. 189 а
Подписано в печать 21.06.06
Ризограф. Уч.изд.л. 1,8

Формат 60х84/16. Бумага писчая.

Тираж 100 экз. Заказ 668.

Редакционно-издательский центр Ростовского
государственного строительного университета
344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая , 162

Ультрафиолетовое обеззараживание

Из физических методов обеззараживания наибольшее применение нашел ультрафиолетовый метод обработки, как безреагентный и экологически чистый. Создание мощных источников излучения, новые конструктивные решения УФ-установок, снабженных чувствительными датчиками, позволяющими измерять и контролировать интенсивность излучения в обрабатываемой воде и обеспечивать автоматическое регулирование интенсивности в зависимости от качества обрабатываемой воды, сделали этот метод конкурентоспособным и сравнимым по стоимости с хлорированием.

Предлагаемый способ не требует введения в воду химических реагентов, не влияет на вкус и запах воды и действует не только на бактериальную флору, но и бактериальные споры. Бактерицидное облучение действует почти мгновенно и, следовательно, вода, прошедшая через установку, может сразу же поступать непосредственно в водоем. Дезинфекция с помощью ультрафиолетовых лучей не оказывает токсического влияния на водные организмы и не приводит к образованию вредных для здоровья химических соединений.

Эффект обеззараживания основан на воздействии ультрафиолетовых лучей с длиной волны 200-300 нм на белковые коллоиды и ферменты протоплазмы микробных клеток. Обеззараживание воды происходит вследствие фотохимического воздействия на бактерии ультрафиолетовой бактерицидной энергией, излучаемой специальными лампами.

Технология ультрафиолетового обеззараживания при очень высокой эффективности воздействия на бактерии и вирусы обладает рядом преимуществ по сравнению с окислительными технологиями (хлорирование, озонирование):

- отсутствие побочных продуктов, оказывающих негативное влияние на здоровье человека и водную среду, характерных для хлорирования и озонирования;
- отсутствие опасности передозировки токсичного реагента;
- отсутствие необходимости выполнения мероприятий по дехлорированию обеззараженных хлором сточных вод перед сбросом в водоем (п. 4.2 МУ 2.1.5.800-99);
- отсутствие необходимых емкостей для обеспечения времени контакта обрабатываемой воды с реагентом;
- отсутствие необходимых специальных мер безопасности при работе с токсичными реагентами (хлор, хлорсодержащие реагенты, озон);
- отсутствие необходимости создания запасов реагентов;
- низкие эксплуатационные расходы в связи с невысокой энергоемкостью УФ-оборудования, которая составляет 0,028 кВт.ч/м³ (в 3-5 раз меньше, чем при озонировании), и отсутствием необходимости в специальном обслуживающем персонале;

- компактность УФ-оборудования; отсутствие периферийных систем для его обслуживания и, как следствие, низкие капитальные затраты на строительство станций УФ-обеззараживания.

Установки УФ-обеззараживания комплектуются ртутными лампами двух типов: высокого и низкого давления. Лампы высокого давления (по сравнению с лампами низкого давления) обладают более высокой мощностью УФ-излучения, но и более низким энергетическим коэффициентом полезного использования излучения. Влияние УФ-установок на сточные воды зависит от типа ламп. Лампы с высокой энергией излучения и "размытым" спектром излучаемых волн наряду с бактерицидным эффектом обладают эффектом окислительного воздействия. Механизм такого воздействия заключается в образовании свободных радикалов и пероксида водорода при фотолизе. Распад пероксида водорода в сточной воде сопровождается образованием вторичных свободных радикалов, вовлечением кислорода и растворенных в воде ионов металлов в процессы окисления загрязняющих веществ. Негативным последствием "размытого" спектра является процесс интенсивного потемнения, кварцевых чехлов под действием излучения, что снижает КПД и срок использования ламп. Ртутно-кварцевые лампы высокого давления (400 - 800 мм рт. ст.) имеют потребляемую мощность 1000 - 2500 Вт. Максимально допустимый срок службы ламп установлен 4500 - 5000 часов фактической продолжительности горения.

На рис.1 приведена типовая схема установки ультрафиолетового обеззараживания.

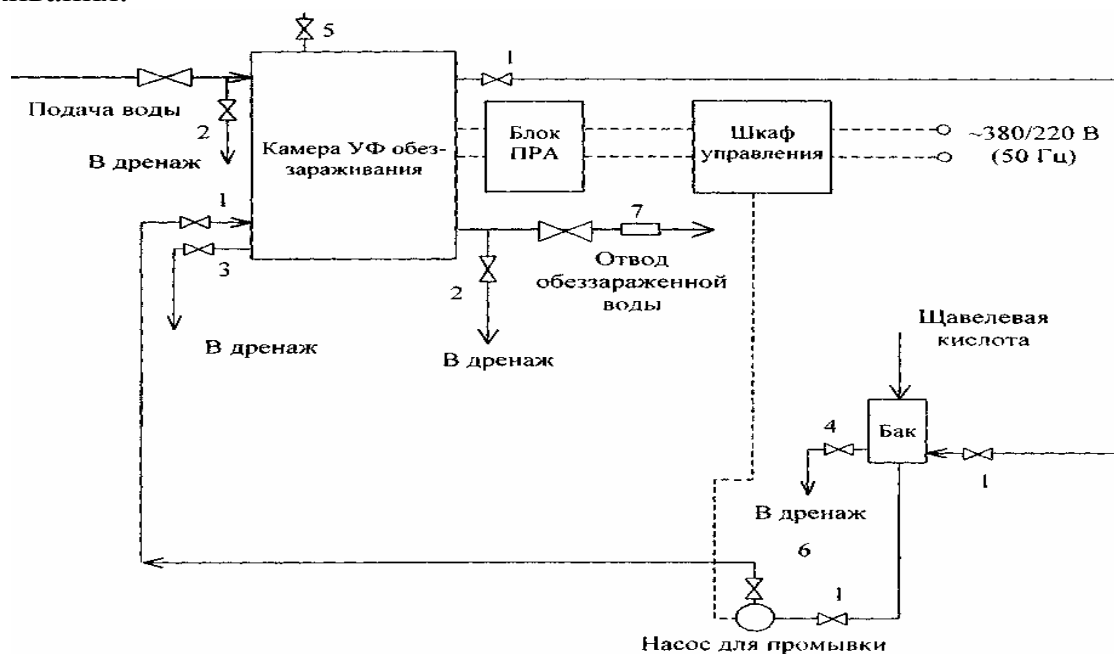


Рис. 1. Типовая установка обеззараживания воды УФ облучением:

1 — промывка камеры обеззараживания; 2 — пробоотборники; 3 - опорожнение УФ установки; 4 - опорожнение промывочного бака; 5 - воздушник; 6 - блок промывки; 7 - водомер; ПРА -блок пуско-регулирующей аппаратуры с датчиком контроля дозы УФ

Наибольшее распространение нашли установки, разработанные НПО «Лит», для обеззараживания воды совместным воздействием УФ-облучения и фотолитического озона. Установка состоит из эжектора специальной конструкции, установленного на входе в блок обеззараживания, трубопроводов с запорной арматурой и пускорегулирующей аппаратуры.

Расчетные данные, заложенные в установки ЛИТ:

- минимальные дозы излучения - 16-25 мВт/см ;
- гарантийный ресурс работы ламп - 8000 часов при спаде интенсивности излучения к концу этого срока не более 15%;
- рабочая температура лампы - 40°C;
- оптимальная длина волны - 254 ± 5 нм; слой воды на излучателе - до 800-1000 мм;
- экспозиция (мгновенная) - 8-50с;
- напряжение тока питания - 220 или 380 В;
- эффект окончательного обеззараживания - не менее 99,9%;
- коэффициент поглощения очищенной воды - $0,30 \text{ см}^{-1}$;
- коэффициент использования бактерицидного потока - 0,9;
- коэффициент использования бактерицидного излучения - 0,9;
- потери напора в установке - 0,5 м;

Выбор оптимальных доз, проектирование, привязку УФ-установок, пуско-наладочные работы и гарантийное обслуживание осуществляют разработчики. Для очистных сооружений принимают не менее двух параллельно работающих установок и одну резервную. Количество рабочих бактерицидных установок следует определять исходя из паспортных данных. Максимальное количество ламп в блоке бактерицидных установок, включая резервную, не превышает 12 шт. Установки полностью автоматизированы и могут работать в автономном режиме. Обслуживание сводится к периодической замене ламп и промывке. Замена ламп производится примерно 1 раз в 1,5 года, промывка – 1 раз в 3 месяца. НПО ЛИТ выпускало оборудование для обеззараживания сточных вод со следующими характеристиками (табл.1)

Таблица 1

Наименование	Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	Энергопотребление, не более, кВт
УДВ-6/6	6	0,5
УДВ-250/144	250	12,8
УДВ-500/288	500	26,0
УДВ- 1000/432	1000	38,0



В настоящее время в НПО «ЛИТ» разработана классификация оборудования для обеззараживания сточных вод следующими сериями (табл.2-5, рис.3-5).

Таблица 2

Серия 4 (5-90м³/ч)

Наименование оборудования	Услов. пр-ть, м ³ /ч	Потр. мощн., кВт	Масса камеры, кг	Ду, мм	Габаритные размеры камеры м, (LxВxН)	Тип УФ-датчика	Тип блока промывки
ОС-2А	10	0,56	60	50	1,80x0,3x 0,99	IS-2Т	БПР-2
ОС-5А	6	0,5	60	50	1,40x0,3x 1,60	ДИ-2	БПР-5С
ОС-5А (pdf, 349kb)	30	1,5	80	100	1,90x0,40x 0,50	IS-2Т	БПР-5С
ОС-7А (pdf, 349kb)	45	2,1	100	100	1,90x0,60x 0,70	IS-2Т	БПР-5С

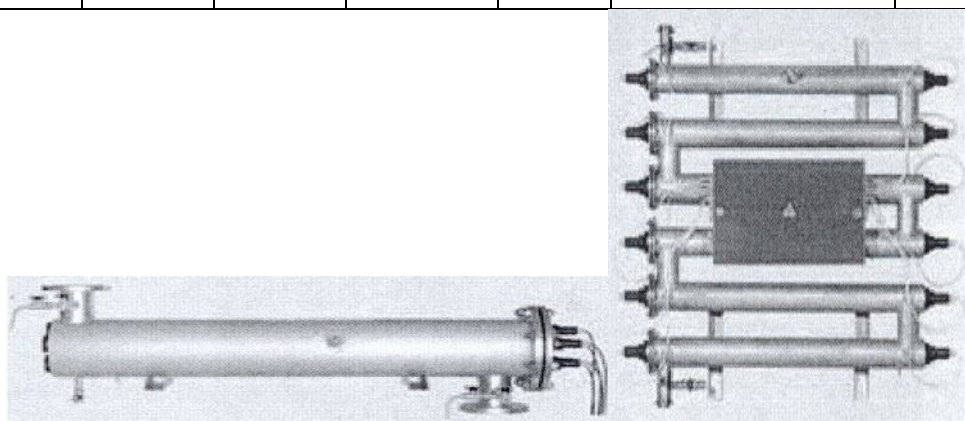


Рис.3. Установки ОС-5А и ОС-6 (на базе УДВ-6/6)

Таблица 3

Серия 5 (100-2000м³/ч)

Наименование оборудования	Потр. мощн, кВт	Макс, рабочее давление, атм	Масса, кг	Ду патрубков, мм	Макс, габаритный размер, мм
УДВ-72	6,4	1,4,10	900-2000	300, 400, 600	2500-3000
УДВ-96	8,5	4	1500	250	3500
УДВ-144	12,8	1,6,8, 10	2000-3100	300, 400, 500	3000-4600
УДВ-288	26	1,2,4	3200-4800	400, 500	3800-6000
УДВ-360	32	1	4300	600	5000
УДВ-432	38	2	4200	600	5500
УДВ-576	48	1,2	4500-4800	600, 800	6600-7000

В пятой серии используется тип УФ-датчика - ДИ-20, а блоки промывки – типа БПР25, БПР30.

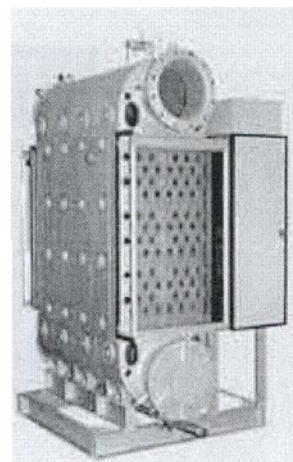
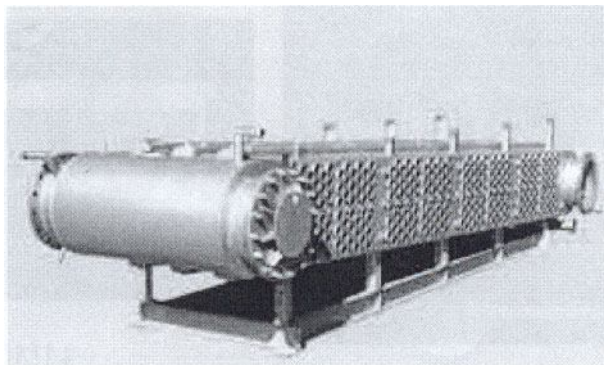


Рис.4. Камеры обеззараживания УДВ-144 и УДА-72

Таблица 4

Серия 6 (5-200000м³/ч)

Наименование оборудования	Тип уф. лампы	Кол-во лампы в модуле	Потр. мощн., кВт	Масса, кг	Длина х ширина модуля, мм	Высота модуля, мм
ОМП	ДБ-75-2	4,6,8	0,26-0,52	33,6-36,3	2010 х 180	390-570
11МЛП	ДБ-300	4,6,8, 12, 18	1,2-4,9	37-58	2010 х 180	378-1008

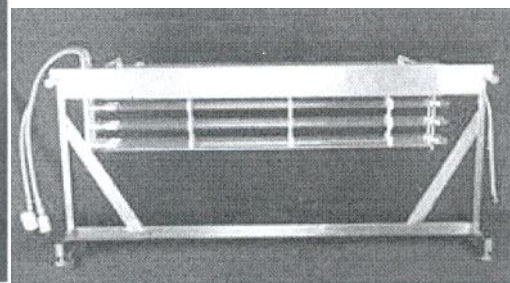
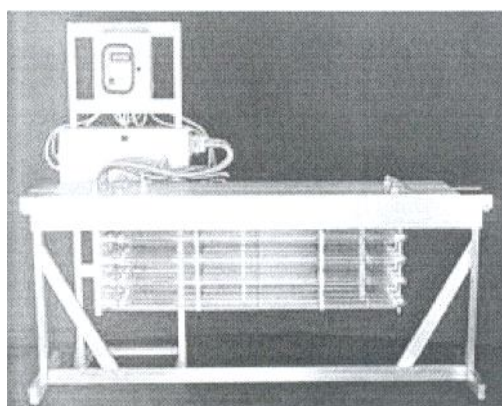


Рис. 5. Установки ОМП-8 и 11МЛП-6А

Для серии 6 характерны лотковые модули, лампы расположены горизонтально, вдоль течения воды. Для всех модификаций используется тип УФ-датчика - ДИ-20.

Таблица 5

Серия 7 (1000-200000м³/ч)

Наименование оборудования	Тип УФ-лампы	Кол-во ламп в модуле	Потр. мощн., кВт	Масса, кг	Длина х ширина модуля, мм	Высота модуля, мм
88МЛВ	ДБ-300	36	9,9	150	855 х 740	1890

Для серии 7 объединяющими являются следующие конструктивные особенности: лотковые модули, лампы расположены вертикально, перпендикулярно течению воды. Тип УФ-датчика - ДИ-20.

В установках используются высококачественные конструкционные материалы: корпус камеры изготовлен из нержавеющей стали, защитные чехлы из стойкого кварцевого стекла, двойные уплотнения выполнены из долговечной резины. По регламенту предлагается химическая промывка слабыми растворами пищевых кислот. Для этого установки комплектуются специальным блоком промывки. На пульт управления вынесены индикация о режиме работы установки, счетчик времени наработки ламп и сигнализация об аварийных ситуациях.

Машиностроительный завод «Коммунальник» (г.Москва) выпускает бактерицидные установки модульного построения. Базовая модель состоит из камеры обеззараживания и пульта управления (табл.6). Камера обеззараживания представляет собой металлический корпус, внутри которого расположены бактерицидные лампы марки Philips. Количество ламп определяется производительностью установки.

Таблица 6

Технические характеристики	БАКТ-1*	БАКТ~3*М	БАКТ-5™	БАКТ-1СГ	БАКТ-50	БАКТ-75
Производительность, м ³ /ч	1	3	5	10	50	75
Рабочее давление, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Потребляем. мощность, Вт	50	100	100	300	600	900
Напряжение, В	220	220	220	220	220/380	220/380
Масса камеры не более, кг	5	10	15	25	50	70
Диаметр патрубка, мм	28	32	50	50	80	100
Габаритные размеры, мм	514	1050	1050х76	1100х159		
Тип лампы	ДБ 15	ДБ 36	ДБ 36	ДБ 36	ДБ 36	ДБ 36
Количество ламп	1	1	1	3	6	9
Тип пульта управления	ПУ-1	ПУ-1 ПУ-2	ПУ-1 ПУ-2	ПУ-3	ПУ-4	ПУ-5
Тип блока промывки (опция)	БП1	БП2	БП2	БП3	БП4	БП5
Тип УФ-датчика (опция)	-	УФД	УФД	УФД	УФД	УФД

Камера имеет патрубки для подключения блока регламентной промывки раствором пищевой кислоты, который устанавливается в качестве дополнительного модуля (табл.7.)

Таблица 7

Блок промывки					
Тип	БП-1	БП-2	БП-3	БП-4	БП-5
Масса, кг	3	4	5	8	12
Потребляемая мощность, кВт	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Объем бака, л	2	4	10	20	40
Время промывки до 5 часов, после 3000 часов работы установки					

Информация о работе бактерицидных ламп выводится на пульт управления (табл.8), который дает сигнал в случае изменения параметров работы. Для контроля времени наработки ламп на пульте управления установлены моточасы.

Таблица 8

Пульт управления					
Тип	ПУ-1	ПУ-2	ПУ-3	ПУ-4	ПУ-5
Масса не более, кг	5	10	10	14	16
Габаритные размеры, мм	250x150x80	300x300x110	300x300x110	450x450x110	550x550x110

Дополнительно завод обеспечивает расходными материалами: кварцевые чехлы, УФ-датчики, уплотнительные прокладки, дросселя, кислота щавелевая для промывки.

Предприятие «ЭГА-XXI век», при участии специалистов ВНЦГОИ им.С.И.Вавилова, С.-Пб университета, Технологического института им.Ленсовета наладило выпуск установок УФ-обеззараживания воды для сточных вод производительностью от 0,5 до 3000 м³/час (рис.6). Характеристики установок приведены в табл.9.

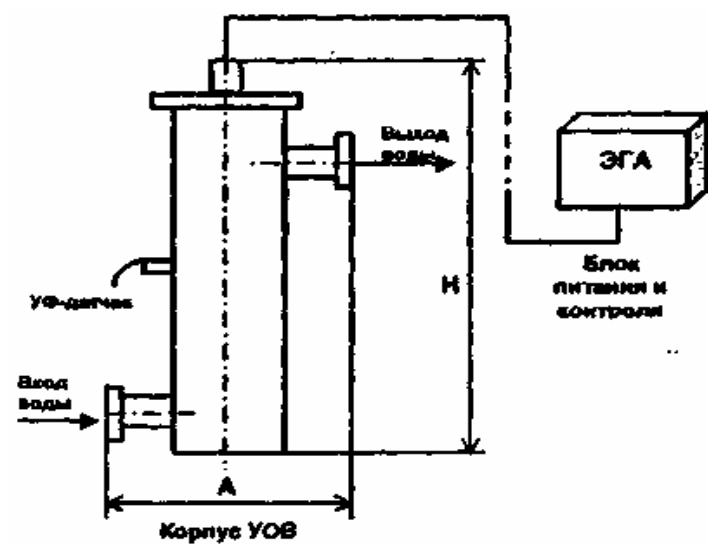


Рис.6. Схема УФО-установки

Принцип работы установки основан на жестком ультрафиолетовом излучении УФ-лампы, которое при попадании на микробные клетки разрушает белковые коллоиды и ферменты их протоплазмы. На установках серии УОВ-С используются УФ-лампы низкого давления, заполненные смесью паров ртути и инертных газов, область излучения 205-315 нм, т.е. озона не образуют, гарантированный срок службы 8000 часов. Расчетная УФ-доза составляет не менее 30 мДж/см².

Таблица 9

Тип установки	Производительность, м ³ /ч, до	Потребляемая мощность, Вт	Доза УФ-излучения, Дж/см ² , более	Диаметр патрубков, Ду, мм
УОВ-0.5С	0,5	36	30	20
УОВ-1С	1.0	90	30	50
УОВ-3С	3,0	140	30	50
УОВ-5С	5,0	180	30	50
УОВ-10С	10.0	220	30	50
УОВ-20С	20,0	700	30	100
УОВ-50С*'	50,0	11400	30	205
УОВ-50СЛ	50,0	1500	30	250
УОВ-100СЛ	100.0	3000	30	250
УОВ-150СЛ	150,0	4500	30	250
УОВ-200СЛ	200,0	6000	30	250
УОВ-250СЛ	250,0	7500	30	300

Контроль интенсивности бактерицидного излучения проводится с использованием специально разработанного в ООО «ЭГА-XXI век» индикатора сигнализатора излучения для УФ-установок БК-1, основой которого является

селективный фотодатчик на бактерицидной линии 254 нм. Прибор БК-1 снабжен световой и звуковой сигнализацией, автоматически включающейся при отказе УОВ или снижении интенсивности УФ-излучения до граничного уровня. Установка УОВ-50-С оборудована системой химической и струйно-механической чистки защитных кварцевых кожухов УФ-ламп и корпуса фотореактора.

Пример. Разработать станцию УФ-обеззараживания проектной производительностью 25000 м³/сут. (максимальный часовой расход 1615 м³).

Для обеззараживания максимального расхода сточных вод в проекте принята модификация установки УФ-оборудования УДВ-500/288-КД в количестве трех штук, в том числе двух рабочих и одной резервной. При увеличении расхода сточных вод или ухудшении качества очищенных сточных вод, резервная установка рассматривается как рабочая.

Основные технические характеристики приведены в табл. 10.

Таблица 10

Технические характеристики установки

Наименование параметров	Размерность	Значение
Напряжение питания	В	380/220 ± 5 %
Частота питающего тока	Гц	50
Коэффициент мощности, не менее	-	0,93
Тип ПРА	-	ЕС 80/85 С140
Тип лампы	-	ДБ-75-2
Срок службы лампы, не менее	ч	12000
Тип установки	-	УДВ-500/288-КД
Производительность	м ³ /ч	400÷1200
Доза, не менее	мДж/см ²	30
Тип блока промывки	-	БПР-30
Диаметр входного и выходного патрубков камеры обеззараживания	Ду	400
Давление в камере обеззараживания	МПа (кгс/см ²)	0,1 (1)
Разрежение в камере обеззараживания,	кПа (кгс/см ²)	-20 (-0,2)
Потребляемая мощность, камера обеззараживания, шкаф управления блок промывки	кВт	26 1,2
Тепловыделение в блоках ПРА, не более	кВт	4
Количество ламп	шт.	288

При выборе УФ-оборудования были учтены требования МУ 2.1.5.732-99 «Санитарно-эпидемиологический надзор за обеззараживанием сточных вод ультрафиолетовым излучением» и в качестве расчетной принята доза УФ-излучения 30 мДж/см².

Проектируемая станция УФ-обеззараживания размещается в отдельно стоящем здании. Подача очищенных сточных вод на УФ-обеззараживание предусматривается после установки глубокой очистки в самотечно-напорном режиме.

Обслуживание УФ-установок является простым и заключается в периодической (через 12000 часов работы) замене УФ-ламп и в периодической промывке кварцевых чехлов УФ-установок (примерно 1 раз в 1-3 месяца) с добавлением слабого раствора (концентрацией 0.2 мг/л) щавелевой кислоты, в течение 2-3 часов. Процесс промывки производится при закрытой запорной арматуре на входе и выходе установки, посредством рециркуляции промывным насосом сточных вод, находящихся внутри камеры обеззараживания.

Потребность щавелевой кислоты для промывки УФ-установок составляет:

в квартал - 30 кг;

год - 120кг.

Поставляется щавелевая кислота в мешках весом по 40 кг.

Хранение щавелевой кислоты предусматривается в существующих складских помещениях очистных сооружений канализации.

После промывки сточные воды из установок совместно с общим потоком обеззараженных сточных вод поступают в отводящий трубопровод. Концентрация щавелевой кислоты в общем потоке очищенных сточных вод (0,23 мг/л) ниже уровня ПДК (0,5 мг/л).

Периодичность и длительность промывки уточняются в процессе реальной эксплуатации УФ-установок.

Хранение запасных УФ-ламп, а также утилизация отработанных, производится по существующей схеме, принятой на очистных сооружениях канализации для осветительных ртутных ламп.

Управление технологическими процессами обеззараживания очищенных сточных вод осуществляется со шкафов управления, поставляемых комплектно с установками, расположенных в помещении станции УФ-обеззараживания, с передачей сигналов на ящик сигнализации, устанавливаемый в диспетчерском пункте существующего административного блока.

Для обслуживания станции УФ-обеззараживания предусматривается персонал, прошедший инструктаж по эксплуатации УФ-установок.

Обслуживание электроустановок осуществляется электриком, входящим в штат проектируемых очистных сооружений канализации.

Оборудование для обеззараживания очищенных сточных вод может быть размещено в металлическом модуле размерами 10,5 x 9 м производства ЗАО «Инкуба», г.Щелково, Московской области.

Схема размещения выбранного оборудования и разрез модуля обеззараживания приведены на рис. 7, 8.

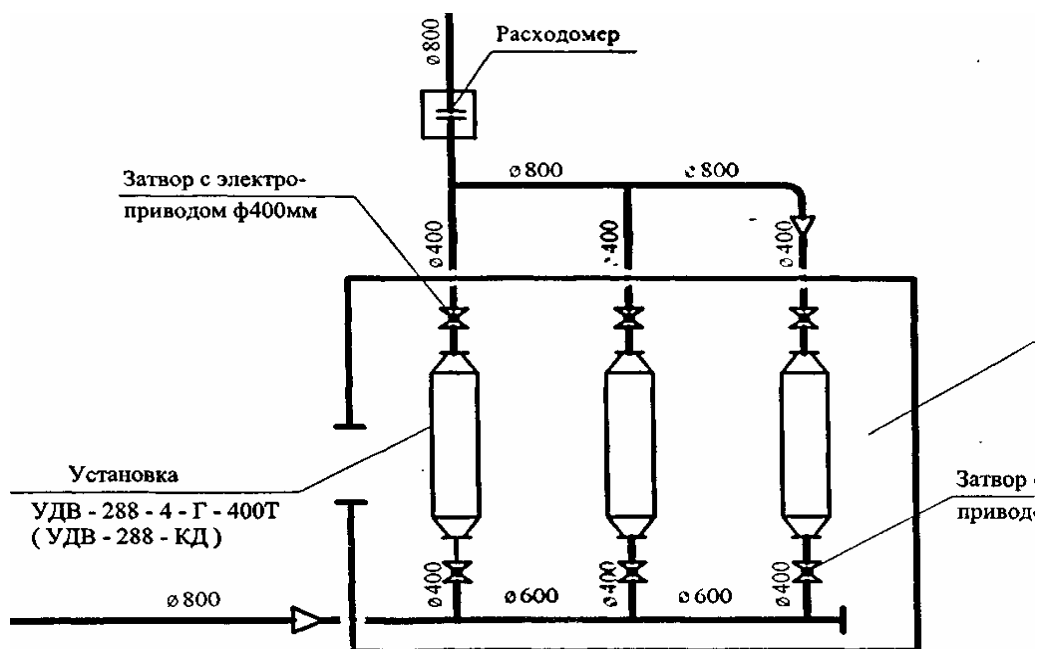


Рис. 7. Схема размещения оборудования для обеззараживания очищенных сточных вод

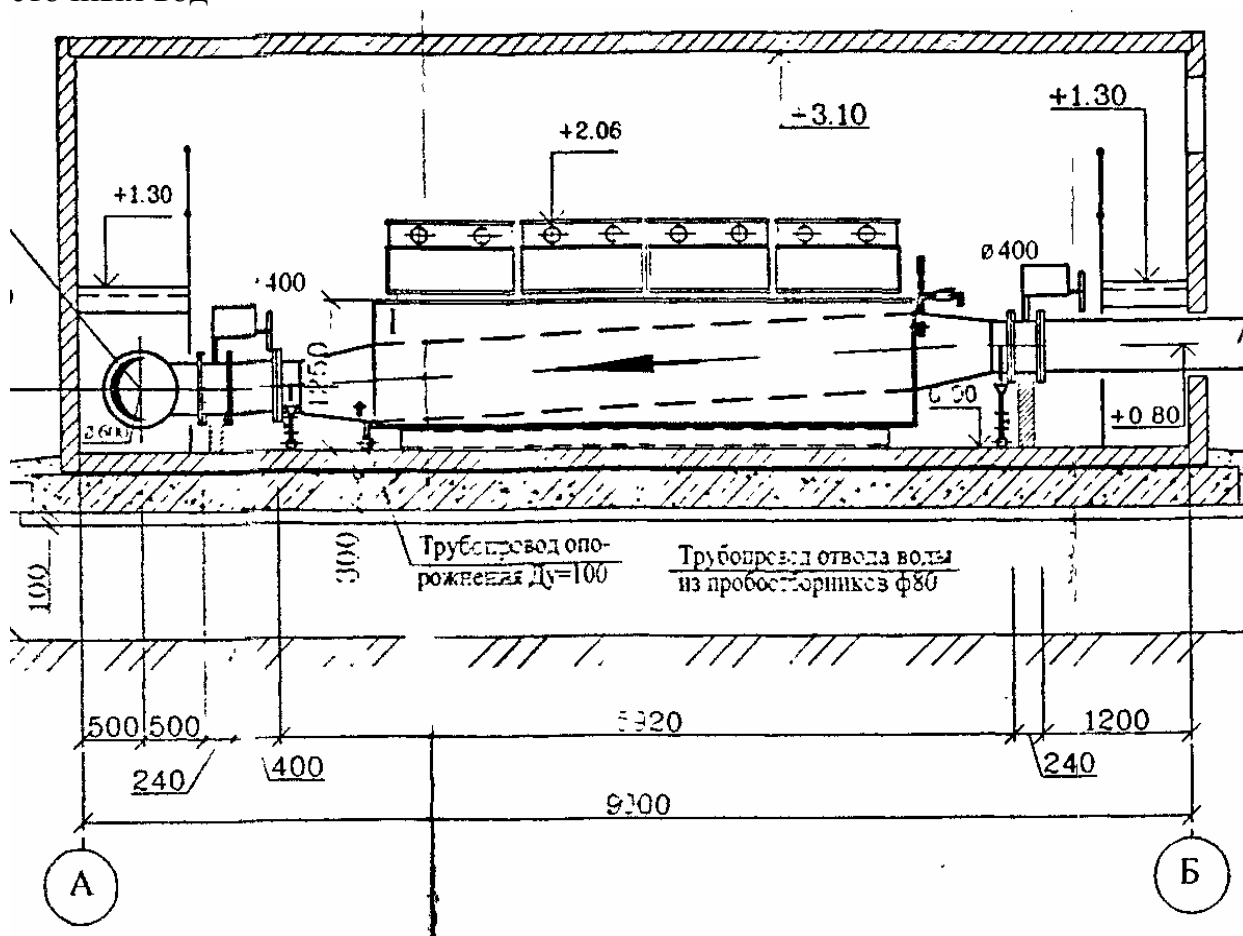
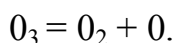


Рис. 8. Разрез модуля обеззараживания очищенных сточных вод

Озонирование

Наиболее распространенным химическим методом обеззараживания воды с использованием соединений кислорода является озонирование (озон-аллотропная модификация кислорода). Озон обладает высокой бактерицидной активностью и обеспечивает надежное обеззараживание воды даже по отношению к спорообразующим бактериям. Благодаря сильной окислительной способности озон разрушает клеточные мембраны и стенки. Обеззараживающее действие озона основано на его высокой окислительной способности, объясняющейся легкостью отдачи им активированного атома кислорода



Обработка сточных вод озоном на заключительном этапе позволяет получить более высокую степень очистки и обезвредить различные токсичные соединения. Однако необходимо учитывать, что при озонировании могут образовываться вторичные загрязнения - озониды, формальдегиды и т.д.

Озон является универсальным реагентом, поскольку может быть использован для обеззараживания, обесцвечивания, дезодорации воды, для удаления железа и марганца. Озон разрушает соединения, не подчиняющиеся воздействию хлора (фенолы). O_3 не придает воде запаха и привкуса. При этом он обладает сильными коррозионными свойствами, токсичен. Допустимое содержание O_3 в воздухе помещений 0,0001 мг/л. Озон может разрушать некоторые органические вещества, не окисляя их до конца. В результате в трубопроводе озонированной воды может повышаться интенсивность бактериальной жизнедеятельности. Главный недостаток озона — кратковременность действия, отсутствие остаточного озона. Поэтому O_3 , первоначально используемый вместо хлора для обеззараживания воды, все чаще применяется как вещество для очистки воды.

К недостаткам метода обеззараживания можно отнести:

- недостаточную изученность продуктов озонлиза органических соединений в воде и их мутагенных и токсикологических свойств. Неоднозначность и противоречивость данных литературы относительно оценки токсикологической безопасности озонированной воды в целом;

- образование продуктов озонлиза, которые могут влиять на здоровье органические пероксиды, ненасыщенные альдегиды и эпоксиды, броматы;

- высокую энергоемкость и стоимость озонаторного оборудования.

Это относится в равной степени и к затратам на строительство, и к эксплуатационным расходам, которые при работе станции озонирования определяются, главным образом, высокой энергоемкостью процесса синтеза озона (12-22 кВт-ч/кг производимого озона), вспомогательного оборудования (суммарное потребление электроэнергии станцией достигает 30-40 кВт-ч/кг озона и более), а также затратами на содержание обслуживающего персонала и обеспечение здания тепловой энергией.

Доза O_3 и оптимальная схема озонирования определяются на основе предварительных технологических исследований. При доочистке биологически очищенных городских сточных вод с дозой O_3 20 мг/л ХПК снижается на 40%, БПК₅ на 60... 70%, ПАВ на 90%, окраска воды на 60%. Одновременно происходит обеззараживание воды.

Озонаторная установка может работать на атмосферном воздухе и жидком кислороде. В первом случае установка включает в себя: блок осушки и подготовки воздуха, воздушный компрессор, генератор озона, блок водяного охлаждения генератора, реактор, повышающий трансформатор, пульт управления, блок контроля озono-воздушной смеси. Работа установки автоматизирована. Во втором случае исключается блок подготовки и осушки воздуха (рис. 9, 10).

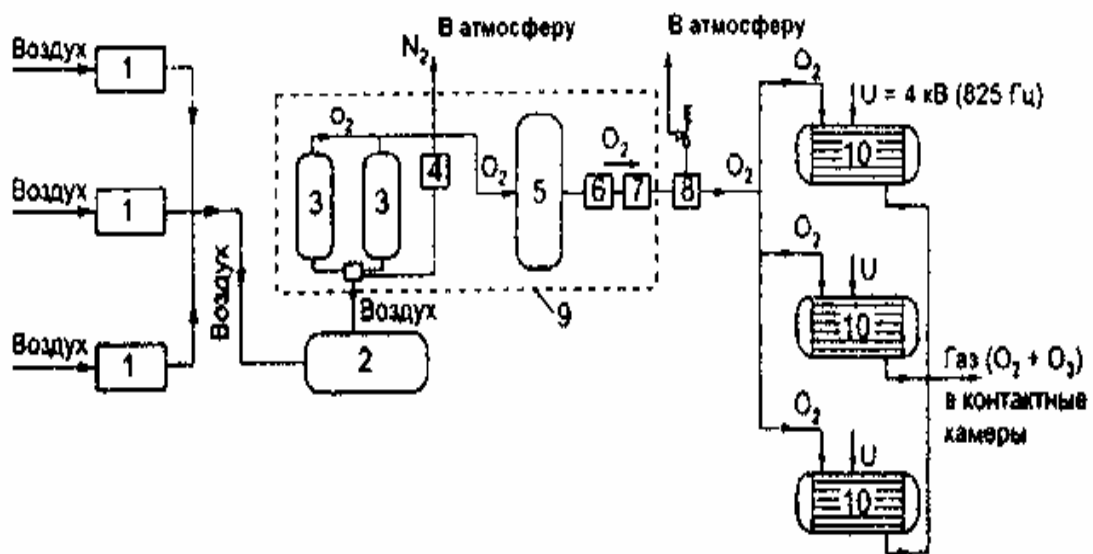


Рис. 9. Технологическая схема озонаторной станции:

1 - компрессор; 2, 5 - ресиверы; 3 - адсорбер; 4 - фильтр; 6 - пылевой фильтр; 7 - редуктор давления; 8 - предохранительный клапан; 9 - кислородная установка PSA; 10 - трубчатый генератор озона

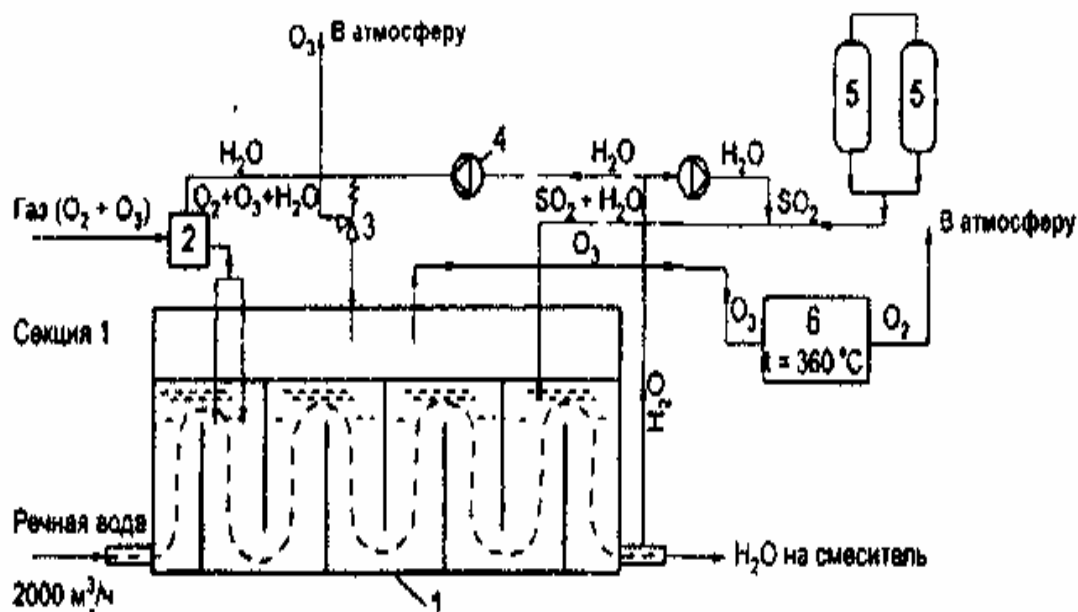


Рис. 10. Технологическая схема с контактной камерой:

1 - контактная камера; 2 - радиальный диффузор; 3 - предохранительный клапан; 4 - насос; 5 - емкости с сернистым ангидридом; 6 - деструктор

Осушение воздуха происходит в одну стадию при высоком давлении или в две стадии при низком давлении. В первом случае давление воздуха составляет 0,5 - 1,0 МПа. Воздух пропускают через теплообменник с водяным охлаждением и автоматическую сушилку, представляющую собой фильтр, заполненный адсорбентом (например, активированным оксидом алюминия). Двухстадийная сушка происходит под давлением поступающего воздуха примерно 0,07 МПа и характерна для озонаторных установок большой производительности. В данном случае между водяным теплообменником и автоматической сушилкой установлен охладитель второй ступени — фреоновая холодильная установка.

Озонирование воды заключается в ее перемешивании с озонородушной смесью в контактных камерах при времени контакта 5 - 20 мин. Озон относится к малорастворимым газам, поэтому технология диспергирования озонородушной смеси в воду и конструкция контактной камеры имеют большое значение для эффективного использования и снижения потерь озона. Способы диспергирования озонородушной смеси можно классифицировать в три группы: подача газа в контактные колонны через пористые плиты (трубы) или перфорированные трубы; использование эжекторов; применение механических турбин и прочих диспергирующих устройств механического действия. Наиболее широко применяют способы первой группы, причем контактные колонны обычно противоточного типа — обрабатываемая вода подается сверху вниз, озон снизу вверх.

В России ведутся интенсивные разработки перспективных типов генераторов озона и имеется ряд производителей озонаторного оборудования, технические характеристики которых приведены в табл. 11, 12, 13.

Таблица 11

**Основные характеристики озонаторов производительностью
по озону более 1 кг/ч**

Производитель	Тип озонатора	Производительность по озону, кг/ч	Концентрация озона, г/м'	Рабочее давление, кгс/см"	Потребляемая мощность (общая), кВт	Расход воздуха, нм /ч
ОАО «Курган-химмаш» (г.Курган)	П-60	1,5	20	0,7	15	75
	П-90	2,6	20	0,7	35	130
	П-120	3,65	20	0,7	47	235
	П-160	4,8	20	0,7	64	315
	П-222	6,7	20	0,7	68	435
	П-379	11,5	20	0,7	151	745
	П-514	15,6	20	0,7	203	1000
	П-647	19,6	20	0,7	258	1275
	П-850	25,8	20	0,7	338	1670
Завод им М. В. Хруничева (г.Москва)	ОВМ-1	1	20	1	20	55
	ОВМ-3	3	20	1	65	160
НПО «Техозон» (г.Дзержинск, Нижегородской обл.)	ТС- 1200	1,2	25	1	25	80
	ТС- 1700	1,7	25	1	34	100
	ТС-2500	2,5	25	1	50	150
	ГС-3500	3,5	25	1	70	190
Предприятие «КБ Химавтоматика» (г.Воронеж)	ОУ-1,5	1,5	40	1,6	30	180
	ОУ-2	2	25	1,6	40	80
	ОУ-5	5	25	1,6	100	200

В НПО "Дзержинскхиммаш" разработаны конструкции генераторов, обеспечивающих подачу озона с единицы установленного оборудования до 30 кг/ч. В комплект поставки озонаторного модуля входят блок компрессирования атмосферного воздуха, блок очистки и осушки сжатого воздуха, генератор озона, агрегат электропитания, дегазатор, система автоматического контроля и управления.

Отечественные генераторы типа П и озонифильтровальные установки изготавливаются на Курганском заводе химического машиностроения. Все выпускаемые озонаторы работают при частоте тока 50 Гц.

Таблица 12

Техническая характеристика озоногенераторов «Мультизан»
НТО «ОЗОН» г. Москва

Показатель	Озоногенератор				
	310.10	310.50	310.100	310.200	310.500
Производительность по озону, г/ч	10	50	100.	200	500
Концентрация озона, г/м ³	20	20	20	20	20
Расход воздуха, нм ³ /ч	0,5	2,5	5	10	25
Напряжение: основное, В	220/380	220/380	220/380	220/380	220/380
вторичное, кВ	6	6	6	6	6
Потребная мощность, кВт	1,35	1,65	3,3	6,8	10
Масса, кг	50	230	280	420	1050
Габариты (длина x ширина x высота), мм	600x600 x250	1200x600 x1200	1200x600 x1200	1200x600 x1500	1200x1620 x 1800
Количество электродов, шт	14	32	63	148	344
Количество компрессоров, шт	1	1	1	1	3

Генераторы озона 4-го поколения группы "Озония" (г.Нижний Новгород) единичной производительностью до 200 кг озона в час используют преимущества принципиально новых диэлектрических разрядных модулей, изготавливаемых по авангардной АТ-технологии. Генераторы на АТ-диэлектриках обеспечивают концентрацию озона до 18%, потребляют меньше энергии, имеют меньшие габаритные размеры и массу, работают при температуре охлаждающей воды до +40°С и не требуют регулярной чистки и обслуживания.

Таблица 13

Техническая характеристика озонофильтровальных установок
ОАО «Курганхиммаш»

Показатель	Тип установки				
	P6-0,5	P6-6	P6-12	P6-25	P6-6П
Производительность по обрабатываемой воде м ³ /ч (м ³ /сут)	0,5(12)	6(144)	12(288)	25 (600)	6(144)
Производительность по озону, г/ч	10	45	45	400	45
Концентрация озоно-воздушной смеси, г/м ³ не более	15	15	20	20	15
Давление обрабатываемой воды на выходе, МПа (кгс/см ²)	0,2 (2)	0,2 (2)	0,2 (2)	0,2 (2)	0,2 (2)
Электропитание, В/Гц	380/50	380/50	380/50	380/50	380/50
Установленная мощность, кВт	1,7	8	11,3	23,1	5,5-8
Удельный расход электроэнергии на обработку воды, кВт ч/м ³ , не более	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Габариты установки (длина x ширина x высота), м	1,7x0,6x0,86	2,7x2,0x2,5	4,6x2,0x2,4	4,5x2,0x4,6	2,0x2,4x2,0
Масса транспортная, кг, не более	450	1800	2800	5000	12300
Режим работы	Автоматический				

В моноблочных генераторах озона используют преимущества АТ-технологии. Они представляют собой блоки полной заводской готовности, требующие минимальных работ по монтажу и подключению. В едином корпусе смонтированы генерирующий модуль, интеллектуальный блок питания, пускорегулирующая арматура и КИП. Блоки серии OZAT® CFA дополнительно оснащены встроенным блоком осушки воздуха. Блоки серии TOG C8/C13 охлаждаются воздухом, содержат встроенный компрессор и концентратор кислорода, а количество внешних подключений минимально (подключение электропитания и управления, отвод озонного газа).

Таблица 14

Характеристики моноблочных генераторов

Модель	Производительность 1 граммов озона в час	
	на кислороде	на воздухе
TOG C2/LAB2	8	1,8/3,6
TOGC8/C13	8/13	—
OZAT® CFS-1	75	40
OZAT® CFS-2	150	80
OZAT® CFS-3	225	120
OZAT® CFS-6	450	240
OZAT® CF-5	1650	—
OZAT® CF-6	2500	—
OZAT® CFA-4	—	400
OZAT® CFA-5	—	800
OZAT® CFA-6	—	1200
OZAT® CFL-5	5000	2100
OZAT®CFL-10	10000	4200

Пример подбора оборудования для озонирования очищенных сточных вод приведен в учебном пособии [22].

Обеззараживание осадков сточных вод

На действующих очистных сооружениях обеззараживание очищенных сточных вод и осадков осуществляется отдельными операциями. При разделении жидкой и твердой фазы сточных вод загрязненность осадков возрастает в десятки и сотни раз. Однако первичный и вторичный осадок сточных вод имеет высокую удобрительную ценность. При включении осадков сточных вод, как естественного многокомпонентного субстрата, в биогеохимические циклы агроэкосистем, решается проблема малоотходной технологии очистки сточных вод при одновременном снижении загрязнения окружающей среды. Сдерживающим фактором использования осадков сточных вод являются наличие токсичных химических ингредиентов и высокая обсемененность возбудителями паразитозов. Попадая в благоприятные условия, яйца гельминтов проходят инвазионную стадию развития и становятся способными заражать людей и животных.

Обеззараживание осадков сточных вод достигается разными методами:

- термическими - прогревание, сушка, сжигание;
- химическими - обработка химическими реагентами;
- биотермическими - компостирование;
- биологическими - уничтожение микроорганизмов простейшими, грибами и растениями почвы;

- физическими воздействиями - радиация, токи высокой частоты, ультразвуковые колебания, ультрафиолетовое излучение и т. п.

Перечисленные методы обработки осадка используются на практике мало и не дают стабильной эффективности.

Во многих случаях задача обеззараживания осадков решается в основных процессах их обработки, например при термофильной стабилизации, тепловой обработке, термосушке и сжигании. Как самостоятельная, она ставится в случае дальнейшего их использования в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения.

Основным методом, позволяющим произвести полное обеззараживание осадка, является сжигание. Однако, с точки зрения загрязнения окружающей среды, при этом имеет место значительная эмиссия CO_2 в атмосферу. Следовательно, происходит перераспределение загрязнения в триаде экологических систем, переход с опасности для почвы и водоемов на опасность загрязнения воздушной среды.

Обеззараживание жидких осадков нагреванием до температуры около 100°C при экспозиции в несколько минут способствует гибели яиц гельминтов и отмиранию патогенных микроорганизмов. При термическом режиме $52-56^\circ\text{C}$ в течение 5 мин погибают многие патогенные бактерии, при температуре $62-74^\circ\text{C}$ и времени экспозиции до 30 мин отмирают вирусы. Поэтому термическая пастеризация опасных в санитарном отношении осадков является обязательной стадией их обработки, особенно в технологических процессах, предусматривающих утилизацию осадка.

Эффективная технологическая схема установки для непрерывной пастеризации жидких осадков разработана фирмой "Ферайнигте Кесель-верке АГ" (Германия). Достоинство этой схемы заключается в том, что часть затрачиваемой теплоты используется вторично путем применения двухступенчатого теплообмена сначала в первом теплообменнике, а затем во втором. Установка позволяет осуществлять непрерывную пастеризацию осадка при температуре 65°C в течение 30 мин в трубчатых теплообменниках. В качестве теплоносителя можно использовать горючие газы или пар, применяя конструкции типа аппаратов погружного горения. Однако следует учитывать, что такая обработка не дает требуемого эффекта, если осадок долго хранится без последующего обезвоживания, в нем повторно увеличивается число санитарно-показательных форм микроорганизмов.

Прогрев осадка до температуры $60 - 65^\circ\text{C}$ возможно осуществлять с помощью парового эжектора. При этом наряду с обеззараживанием осадка достигается улучшение показателей влаготдачи.

Наиболее эффективными для нагревания жидких осадков являются аппараты с использованием непосредственного контакта теплоносителя с осадками. Это возможно при использовании погружных горелок и нагревателей со встречными струями, обеспечивающих барботажный нагрев осадков. В процессе такого нагревания происходит перемешивание сред со скоростью, которую трудно достичь при механическом способе. Кроме этого, продукты

горения вносят незначительное количество влаги и поэтому осадки дополнительно не разжижаются.

Сущность низкотемпературного (ниже 100° С) нагревания погружными газовыми горелками заключается в том, что продукты сгорания газа в горелках пропускаются через среду. В отношении передачи теплоты этот способ является весьма эффективным. Продукты горения, выходящие без остатка в нагреваемую среду и раздробленные на мельчайшие пузырьки с большой площадью поверхности, почти мгновенно (в интервале времени истечения) охлаждаются до температуры, которая на 2-3°С выше температуры нагреваемой среды. При этом обеспечивается интенсивная передача теплоты, которая практически полностью усваивается. Недостатком указанного способа является необходимость питания горелки газом и воздухом среднего давления из-за значительного сопротивления столба нагреваемой среды.

Температурная обработка жидких стоков производится при подаче в них острого пара и перемешивания с тем, чтобы вся масса прогрелась до температуры 60 - 65°С. Пар вместе с активными реагентами может использоваться для дезинвазии более плотного субстрата (обезвоженного осадка, почвы). Более эффективным способом дегельминтизации является подсушивание осадка в различных по конструкции сушилках. При температуре от 100 до 150°С, при экспозиции в несколько минут наступает полная дегельминтизация обрабатываемого осадка. В Академии коммунального хозяйства разработали установку для дегельминтизации обезвоженных осадков. Она состоит из пластинчатого конвейера с приемным бункером и газовыми горелками инфракрасного излучения. При движении на транспортной ленте слой осадка толщиной в 10 см прогревается до температуры 60°С. В результате десятиминутного прогрева происходит его подсушивание и полная дегельминтизация.

Такие установки рекомендуется применять на станциях пропускной способностью 20 - 30 тыс. м³/сут (табл.15).

Таблица 15

Технические данные камеры дегельминтизации типа КДГМ

Показатели	Значение
Производительность по обезвоженному осадку, м ³ /ч	0,4-0,6
Ширина ленты, мм	1200
Ширина камеры, мм	1600
Длина ленты, мм	4500
Давление газа в сети, МПа	0,007-0,024
Расход газа на 1 горелку, м ³ /ч	0,56-1,06
Число горелок ГК-27У1	24
Толщина слоя кека, мм	10-25
Высота установки горелок над слоем кека, мм	100-200
Вид топлива	Природный газ

В процессе анаэробного сбраживания в метантенках при температуре 52 - 53°C полная дегельминтизация осадка наступает в течение 2 - 3 часов. В условиях мезофильных температур погибает от 50% до 80% яиц гельминтов. Катализирующими факторами, ускоряющими гибель гельминтов, являются выделяющиеся газы и вторичные органические продукты (жирные кислоты).

Гибель патогенной микрофлоры достигается через 5-6 суток при анаэробном сбраживании с предварительным прогревом смеси сырого осадка с активным илом при температуре +60°+65°C в течение 1,5 часа.

Недостатком аэробных стабилизаторов по сравнению с метантенками является то, что при стабилизации сохраняется жизнеспособность яиц гельминтов более, чем на 50%.

В качестве овицидного средства для обеззараживания сточных вод от яиц гельминтов был испытан реагент, условно названный «Бингсти» в области коммунального хозяйства.

Результаты исследований показали, что стабилизация осадков обеспечивает гибель 41,4-53,8% яиц гельминтов. Однако совместное воздействие стабилизации и реагента «Бингсти» показало высокий уровень гибели яиц гельминтов - 98,7-99,2% при оптимальном времени обработки 8 часов.

Нормы расхода препарата соответствуют 0,1 - 1г сухого вещества на 1м³ осадка с влажностью 94-95,5%. С помощью эжекционного устройства, приготовленный раствор препарата поступает в трубу, подающую осадок на обработку. После заполнения аэробного стабилизатора периодического действия до проектной отметки, начинают барботаж подготовленной смеси воздухом с помощью пневмомеханических аэраторов в течение не менее 8 часов.

При микроскопическом исследовании яиц не обнаружены следы химического или механического воздействия на их оболочки. Воздействие "Бингсти" выражено в том, что у яиц нарушается нормальный цикл развития. В применяемой дозировке - 0,001г/м³ сточной жидкости и экспозиции 8 часов, "Бингсти" оказывает стимулирующее действие на зародыш яйца, ускоряя его развитие до личинки с последующим выходом этой личинки во внешнюю среду. Известно, что личинки из яиц могут выходить и продолжать жизненный цикл только в организме хозяина, вызывая при этом заболевание. В данном случае выход личинки вне живого организма приводит к ее гибели. В случае ингибирующего действия зародыши не развиваются до стадии личинки и погибают. Следовательно, можно сделать вывод о том, что препарат "Бингсти", применяемый в микродозах и не содержащий токсических компонентов, способен обеспечить дегельминтизацию сточных вод, вызывая естественную гибель яиц гельминтов и при этом не оказывая влияние на метаболизм биоценоза активного ила.

Ряд авторов указывают на высокий эффект дегельминтизации при искусственном обезвреживании осадков - фильтр-прессовании, центрифугировании, вакуум-фильтрации, сепарировании. Полная дегельминтизация осад-

ков сточных вод достигается при применении тиазона в дозе 0,2-2,0% к весу осадка и времени обработки 3-10 суток.

Химическое обеззараживание осадков можно осуществлять как жидких, так и обезвоженных. Для химического обеззараживания осадков применяют известь, аммиак, тиазон, формальдегид и мочевины. Остаточное содержание в осадках названных веществ предотвращает реактивацию патогенных микроорганизмов и поддерживает стабильность осадков.

Полная дегельминтизация осадков сточных вод достигается при применении тиазона в дозе 0,2-2,0% к весу осадка и времени обработки 3-10 суток.

Ранее отмечалось, что введение в осадки извести повышает величину pH до 10 и более, они теряют запах, подавляется развитие в них санитарно-показательных микроорганизмов (кишечной палочки и энтерококка). Однако щелочная среда не оказывает существенного влияния на яйца гельминтов. Деструкция и гибель яиц гельминтов происходит при введении в осадки только негашеной извести, которая наряду с увеличением щелочности осадков повышает их температуру. При гашении 1 кг химически чистой извести, содержащей 100% CaO, выделяется соответственно 1152 кДж тепла. При этом расходуется 320 г воды.

По данным Института медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е. И. Марциновского, полное обеззараживание обезвоженных осадков происходит при добавлении аммиачной воды в количестве 5% по аммиаку от массы осадка и контакте не менее 10 сут. Применение вместо аммиачной воды безводного аммиака более эффективно, так как для обеззараживания требуется меньший его расход. Обеззараживание осадков безводным аммиаком достигается при дозе 3%. Для смешения осадка с аммиаком могут применяться двухвальные шнековые или лопастные смесители непрерывного действия.

В США разработана технология обеззараживания и повышения удобрильной ценности осадков сточных вод путем обработки их формальдегидом в сочетании с мочевиной. Применение извести, аммиака, тиазона, формальдегида и мочевины позволяет использовать их двойное действие — на осадки и почву, что приводит к снижению эксплуатационных затрат на обеззараживание осадков и подготовку их к утилизации в качестве удобрения. Однако доза внесения осадков, обработанных химическими веществами, должна устанавливаться с учетом их действия на окружающую среду.

Радиационный метод обеззараживания осадков изучался в Киевском медицинском институте. Обработка осадков ускоренными электронами и гамма-лучами в 1 Мрад и выше полностью уничтожает патогенные кишечные бактерии и яйца гельминтов. После такой обработки осадки соответствуют требованиям, предъявляемым к осадкам, используемым в качестве удобрения. При облучении необходимо создавать равномерный слой осадка толщиной, не превышающей проникающей способности электронов.

Для сокращения топливно-, энергетических расходов на станциях аэрации пропускной способностью до 20 тыс. м³/сут целесообразно применять камеры дегельминтизации, до 50 тыс. м³/сут — методы химического обеззараживания. В случаях, когда осадок не подлежит утилизации в качестве удобрения, можно использовать сжигание с утилизацией получаемого тепла. Существенное снижение топливно-энергетических и транспортных расходов достигается при использовании методов, обладающих комплексностью в решении задач обработки осадков, например, термофильное сбраживание (стабилизация и обеззараживание), термосушка (обезвоживание и обеззараживание), биотермическая обработка на площадках компостирования или вермикюльтивирования (стабилизация, обезвоживание и обеззараживание) и др.

Однако все предложенные методы не нашли широкого использования по многим причинам: сложность исполнения, дороговизна, недостаточная эффективность. Поэтому проблема утилизации осадков сточных вод по-прежнему остается одной из главных мировых проблем.

Список рекомендуемой литературы

1. СНиП 2.04.03-86. Канализация. Наружные сети и сооружения . 1986.
2. СНиП 2.04.02.84. - Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Госстрой СОСТ. - М.: Стройиздат, 1985. - 136 с.
3. СанПиН 2.1.7.573—96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы
4. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Калицун В.И. Водоотведение и очистка сточных вод. - М.: Стройиздат, 1996.- С.472- 488.
5. Пааль Л.Л. и др. Справочник по очистке природных и сточных вод. М.: Высшая школа, 1994. —302с.
6. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. М.: Стройиздат . 1977.
7. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник. М.: Высшая школа. 1995.
8. Медриш Г.Д., Тейшева А.Л., Басин Д.П. Обеззараживание природных и сточных вод с использованием электролиза М.: Стройиздат - 1982. - 80 с.
9. Методические указания 2.1.4.719-98. Санитарный надзор за применением ультрафиолетового излучения в технологии подготовки питьевой воды. М.- Минздрав России. 1998.
10. Авторское свидетельство 722044 (СССР). Химический реагент для дегельминтизации и обеззараживания осадков сточных вод/ В.Я.Кебина, В. Н. Канцан, В.А.Линева и др. - 1980,Бюл. Изобрет., №12
11. Горбов В.А., Плющева Г.Л., Туровский И.С. и др. Новый метод дегельминтизации обезвоженных осадков сточных вод, Вопросы санитарной гельминтологии. М., 1968, с. 108-116.
12. Долженко Л.А., Серпокрылов Н.С., Гримайло Л.В., Хроменкова Е.П., Калмыков Н.И // Разработка овицидных технологий обеззараживания сточных вод Известия Ростовского государственного строительного университета.- 1997.- №2.-С.110-113.
13. Кебина В.Я., Аграноник Р.Я. Санитарно-гельминтологическая оценка метода центрифугирования осадков сточных вод // Мед. паразитология.-1970,-№3, С.311-315.
14. Патент № 2062752. Средство для обеззараживания сточных и водопроводных вод от яиц гельминтов / Л.В. Гримайло, Е.П. Хроменкова, Р.С. Ермолова
15. Романенко Н.А. Санитарно-гельминтологическая оценка некоторых новых методов обезвреживания осадка сточных вод, используемого в сельском хозяйстве// Мед. паразитология.-1967.-№2.-С.184-188.
16. Чефранова Ю.А., Ошевская З.А., ГущинП.П. Эффективность аммиака при обеззараживании биологических отходов в очагах аскаридоза// Мед.паразитология.-1984.-№6.-С. 39-41.

17. Серпокровлов Н.С., Долженко Л.А., Гримайло Л.В., Хроменкова Е.П. Паразитологические аспекты обеззараживания сточных вод// Водоснабжение и санитарная техника, 1999, №12.. С.20-22.
18. Иоранссон И. Современные методы очистки сточных вод и утилизации осадка //Водоснабжение и санитарная техника.-1996.- № 1.- С.29-30.
19. Евилевич А.З., Евилевич М.А. Утилизация осадков сточных вод. -Л.: Стройиздат, Ленигр. отд-ние, 1988. –С.45-70
20. Долженко Л.А. Технологические схемы дегельминтизации городских сточных вод растительными реагентами //Перспективные информационные технологии и проблемы управления рисками на пороге нового тысячелетия : Материалы Международного экологического симпозиума в рамках научных чтений Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности в 2-х т./, 3 частях, 1т., 1ч. – Издательство МАНЭБ, СПб.: 2000.-С.350-352.
21. Гефтер В.А. Горбов В.А. Санитарно-гельминтологическая оценка обезвреживания сточных вод, их осадка и других отходов// Вопросы санитарной гельминтологии. -М., 1966.- С. 21-24.
22. Лысов В.А., Турянский И.П., Нечаева Л.И., Бутко А.В. Проектирование и расчет водопроводных очистных сооружений: Учебное пособие/ Под общ. ред. В.А.Лысова.- Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т; 2005.-140с.