

Заключение. Организация энергосбережения в масштабах страны — задача чрезвычайно сложная. В то же время энергоснабжение из популярного лозунга постепенно превращается в насущную необходимость.

В этот процесс должны быть вовлечены органы власти, все организации и граждане. Снижение потребления энергоресурсов и увеличение мощности систем энергоснабжения — это взаимосвязанные процессы и должны рассматриваться совместно.

Список использованных источников:

1. Источник с сайта: building-tech.org. Статья «В Германии построили энергоэффективный дом без счетов за тепло и электроэнергию».

Сенчук Д.Д., Новосельцева А.Г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ МЕМБРАННЫХ АЭРАТОРОВ ДЛЯ АЭРОТЕНКОВ

Брестский государственный технический университет, кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов

В настоящее время основную функцию в процессах очистки сточных вод от органических и биогенных загрязнений выполняют искусственные биологические сооружения, в основном — аэротенки, различных технологических и конструктивных решений, оборудованные разнообразными типами аэраторов. Аэрация сточных вод в процессе биологической очистки является наиболее энергоемким процессом, на который приходится 60-90% всех затрат на очистку сточных вод. Кроме того, аэрация — наиболее ответственный процесс, так как концентрация растворенного кислорода и эффективность перемешивания сточной жидкости в аэротенке во многом определяют степень окисления органических загрязнений [1, 3].

Система аэрации представляет собой комплекс сооружений и специального оборудования, обеспечивающего снабжение жидкости кислородом, поддержание ила во взвешенном состоянии и постоянное перемешивание сточной воды с илом, а также отдувку образующихся в результате метаболизма газов, избыток которых может тормозить (ингибировать) процесс биохимической очистки сточных вод. Для большинства типов аэротенков система аэрации обеспечивает одновременное выполнение этих функций. По способу диспергирования воздуха в воде на практике применяются следующие системы аэрации: пневматическая, механическая, пневмомеханическая и струйная. В нашей стране большее распространение получила пневматическая система аэрации.

Суть пневматической системы аэрации предполагает распределение воздуха или кислородсодержащего газа под давлением по магистральным и воздухораспределительным трубопроводам к аэраторам-диспергаторам, установленным под слоем воды в аэротенках. Аэраторы классифицируются по давлению: до 10 кПа — низкого, от 10 до 50 кПа — среднего, более 50 кПа — высокого давления. По размеру образующихся на выходе из аэраторов пузырьков их разделяют на мелкопузырчатые (1-4 мм), среднепузырчатые (5-10 мм) и крупнопузырчатые (более 10 мм). Это обеспечивает Эффективность Аэрации (ОТР) в пределах 2,2-3,5 кг/(кВтч) — для мелко- и среднепузырчатых аэраторов и

1,6-2,6 кг/(кВтч) для крупнопузырчатых при использовании воздухоудного оборудования с КПД порядка 70%. По заглублению аэраторы пневматической системы классифицируют на аэраторы малого (до 1,5 м), среднего погружения (1,8-6,0 м) и глубинные аэраторы (свыше 6 м) [2].

Недостатки данной системы аэрации — относительно высокие удельные затраты электроэнергии, а также сложность эксплуатации аэрационного оборудования на малых очистных сооружениях.

В качестве динамических параметров при исследовании различных систем принимают: для пневматической системы аэрации — расход воды и воздуха в сооружении, количество и крупность воздушных пузырьков, распределение их в объеме сооружения, траектории и скорости движения жидкости и газа; для механической системы аэрации: интенсивность перемешивания жидкости, размеры и скорость образующихся пузырьков; при гидравлической аэрации — расход воды, подаваемой через аэратор, расход инжестируемого воздуха, размеры и скорость образующихся пузырьков, интенсивность перемешивания.

К физико-химическим параметрам относят температуру аэрируемых вод, качественный состав их (наличие растворенных и нерастворенных примесей), поверхностное натяжение и вязкость [4].

Повышенная эффективность аэрации более свойственна современной тенденции энергосбережения. В соответствии с поэтапным развитием пневматических мелкопузырчатых аэраторов наблюдается следующая линейка: фильтросные элементы (трубы и пластины), керамические композиции, пористые пластмассы, полимерные синтетические материалы (в основном трубы, реже пластины), тканевые, мембранные диспергаторы (в основном из полимерных материалов). Повысить энергоэффективность систем аэрации можно путем реализации ряда мероприятий: увеличение коэффициента полезного действия воздухоудного оборудования, снижение потерь воздуха при транспортировке по системе воздухоудов, повышение эффективности аэрации. Увеличение использования кислорода позволит снизить расходы подаваемого в аэротенк воздуха в 1,5-2 раза, что приведет к снижению энергопотребления на 40-50%. [3].

В мировой практике наибольшее распространение получили тарельчатые аэраторы, а в Республике Беларусь почти повсеместно применяют трубчатые аэраторы. Эффективность этих аэрационных систем в 1,5-2 раза ниже по сравнению с тарельчатыми.

Сотрудниками Брестского государственного технического университета был разработан тарельчатый аэратор новой конструкции. Патент ВУ 9636 U 2013.10.30.

Особенность данного аэратора в том, что при отсутствии подачи воздуха мембрана гидростатическим давлением прижата по всей площади к корпусу аэратора, что исключает фильтрацию иловой смеси через отверстия эластичной мембраны при прекращении подачи воздуха, а это является залогом устойчивой работы аэратора с первоначальными параметрами в течении длительного срока, что приводит к значительной экономии электроэнергии на подачу воздуха. Указанное техническое решение позволяет в широких пределах осуществлять регулирование подачи воздуха в аэротенк в зависимости от нагрузки. [5].

В процессе исследований характеристик тарельчатого аэратора изучалась работа аэраторов с толщиной мембран 2 и 3 мм, шагом отверстий 3 и 5 мм и размером отверстий 0,8; 1,2 мм. При массовом всплывании пузырьков воздуха в аэротенках возможны пузырьковый, факельный и струйный режимы, во многом определяющие эффективность системы аэрации [6]. Площадь поверхности контакта фаз при

барботажной аэрации является наряду со временем контакта и скоростью массопередачи кислорода из воздушных пузырьков в жидкость важнейшим показателем эффективности процесса.

Пузырьковый режим — самый эффективный по массопередаче — наблюдается при низких и умеренных расходах воздуха и зависит от крупности пузырьков, от размеров пор или отверстий, причем образование соседних пузырьков происходит автономно. Если скорость выхода воздуха из отверстия превышает скорость всплытия пузырьков, над отверстием образуется факел воздуха с одновременным дроблением крупных и коалесценцией мелких пузырьков. При факельном режиме истечения крупность пузырьков уже не зависит от размера отверстий. Она определяется гидродинамическими показателями среды. Проскок воздуха через жидкость в виде сплошных струй (струйный режим) наблюдается, например, в аэротенках при аварии фильтросных каналов и массовом его выходе через образовавшуюся брешь.

Площадь поверхности контакта фаз, время и скорость массопередачи кислорода из воздушных пузырьков в жидкость являются важнейшим показателем эффективности процесса барботажной аэрации, что в первую очередь зависит от конструктивных особенностей аэраторов.

Создание оптимальных гидродинамических условий барботажа предопределяет высокоэффективное протекание массообменных процессов диффузионного растворения кислорода, оказывает решающее влияние на его кинетику. Основное отличие массового двухфазного потока от элементарного акта барботажа состоит в изменяющемся по объему потока составе водовоздушной смеси, наличии мощной поперечной циркуляции в потоке и отсутствии фиксированной границы раздела фаз [7].

Таким образом, технологическую оценку и выбор аэраторов рационально производить на основе массообменных и энергетических, а также эксплуатационных характеристик аэраторов. Исследования характеристик тарельчатого аэратора производились при самом оптимальном режиме аэрации – пузырьковом. Технические характеристики мембран исследуемых аэраторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Виды исследуемых мембран.

Номер аэратора	Толщина мембраны, мм	Толщина отверстий, мм	Шаг между отверстиями, мм
Аэратор №1	3	0,8	5x5
Аэратор №2	2	0,8	5x5
Аэратор №3	3	1,2	5x5
Аэратор №4	2	1,2	5x5
Аэратор №5	3	0,8	3x3
Аэратор №6	2	0,8	3x3

Для выявления лучшего варианта аэратора, полученные в серии экспериментов характеристики были представлены на одном графике (рис. 1). Рекомендуемый тип аэратора №3 с мембраной 3 мм, толщиной отверстий 1,2 мм и шагом 5x5. Аэраторы с шагом отверстий 3x3 менее эффективными, поскольку частое расположение отверстий приводило к появлению пузырьков диаметром 6-7 мм. Отверстия диаметром 0,8 мм способствуют появлению мелких пузырей, которые создают условия для флотации, поскольку они сопоставимы с пузырями в импеллерной флотации (0,2-0,5 мм). Это, в свою очередь, в реальных условиях может вызвать стратификацию ила по высоте аэротенка и, соответственно, неравномерность изъятия загрязнений.

Сравнивая полученные гидравлические характеристики (рис. 2), можно сделать вывод об эффективности модельного аэратора №3 толщиной мембраны 3 мм, толщиной отверстий 1,2 мм, поскольку для раскрытия отверстий его мембраны

потребовалось придать меньшее давление и меньший расход воздуха. Данный аэратор имеет лучшие гидравлические характеристики в диапазоне эффективной подачи воздуха на аэрацию 0,27-0,3 м³/ч, которая соответствует его размерным параметрам.

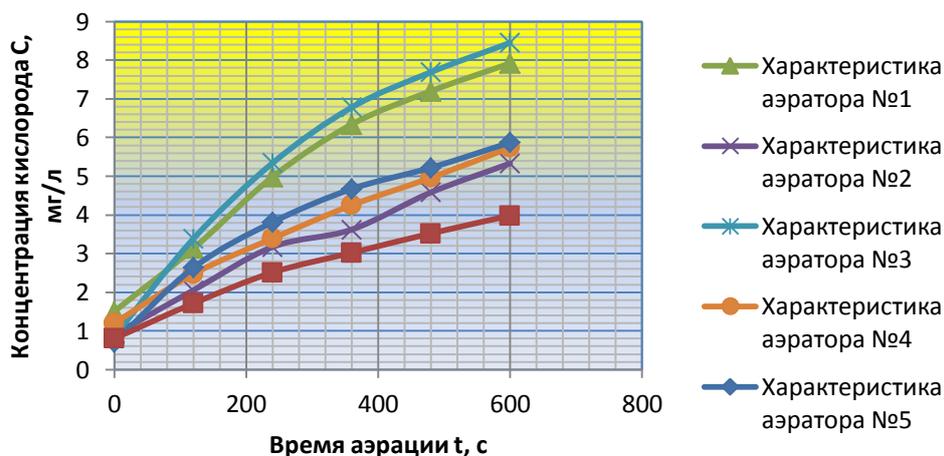


Рисунок 1. График показателей насыщения кислородом обескислороженной воды для выявления более эффективного аэратора.

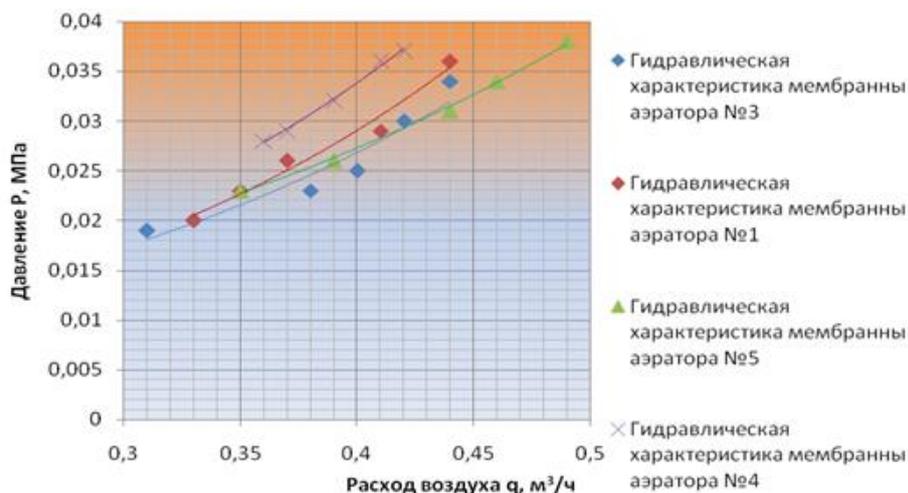


Рисунок 2. График гидравлических характеристик для аэраторов с разными мембранами.

Разработанная конструкция аэратора позволяет сохранять первоначальные параметры работы аэратора, тем самым увеличить срок его службы, а также позволяет снизить экономические затраты электроэнергии на подачу воздуха по сравнению со своими аналогами.

Список использованных источников:

1. Мешенгиссер Ю.М. Теоретическое обоснование и разработка новых полимерных аэраторов для биологической очистки сточных вод: автореф. дис. док. техн. наук: 05.23.04 / Ю.М.Мешенгиссер. – М., 2005. – 52 с.
2. Сивак В.М., Янушевский Н.Е. Аэраторы для очистки природных и сточных вод. – Львов: Изд-во при Львов. ун-те, 1984. – 124 с.
3. Житенёв Б.Н. Применение мембранных аэраторов для аэротенков / Б.Н. Житенёв, С.Г. Нагурный // Вестник БрГТУ. – 2015. – №2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 58-62.

4. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: АСВ, 2006. – 704 с.
5. Патент ВУ 9636 U 2013.10.30 тарельчатый аэратор / Житенёв Б.Н., Остапчук К.Б., Житенёва Н.С. Заявка № 420130247 / С 02F 3/00 (2006.01) – 3 с.
6. Попкович Г.С., Репин Б.Н. Системы аэрации сточных вод. - М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
7. Синев О.П. Интенсификация биологической очистки сточных вод. - Киев: Техніка, 1983. – 110 с.

Аллакулиев И.А.

РАСЧЁТ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА НАКЛОНА ПЛОСКОГО ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРА ДЛЯ УСЛОВИЙ АШХАБАДА

*Брестский государственный технический университет, магистрант кафедры
теплогазоснабжения и вентиляции*

Существуют различные виды гелиоколлекторов, однако в водонагревательных установках все они работают по одной схеме. Солнечные лучи нагревают теплоноситель, который по тонким трубкам поступает в заполненный водой бак. Трубки с теплоносителем проходят через весь внутренний объем бака и нагревают находящуюся в нем воду. В дальнейшем эта вода расходуется на бытовые нужды (отопление, ГВС и т.д.). Температура воды в баке контролируется специальными датчиками, при ее охлаждении ниже заданного минимума автоматически включается резервный подогрев (обычно — газовый или электродный).

Солнечные водонагреватели могут быть активного или пассивного типов. Активная система использует электрический насос для циркуляции жидкости через коллектор; пассивная система не имеет насоса и полагается только на естественную циркуляцию. Плоский гелиоколлектор (рис. 1) нагревает теплоноситель при помощи пластинчатого абсорбера. Устроен он довольно просто. По сути, это пластина теплоемкого металла, выкрашенная сверху в черный цвет специальной краской. К нижней поверхности пластины плотно прилегает (приваривается) змеевидная трубка, по которой и циркулирует жидкость.

Черная селективная краска обеспечивает максимальное поглощение солнечных лучей, причем их отражение практически равно нулю. Поглощенные лучи прогревают теплоноситель под абсорбером, он, в свою очередь, подается далее в систему. Для минимизации тепловых потерь применяются теплоизоляция абсорбера от корпуса коллектора и закаленное стекло, почти не содержащее окислов железа, которое устанавливается над абсорбером и выполняет функцию верхней крышки корпуса. Кроме того, использование подобного стекла позволяет создать своеобразный «эффект парника», что еще больше увеличивает прогрев абсорбера, а значит, и температуру теплоносителя [1].

Ключевую роль играет характер инсоляции в конкретной местности, например, важным показателем может оказаться высота над уровнем моря. Пользователи из южных регионов, где более трёхсот солнечных дней в году, по достоинству оценят работу гелиосистемы. Больше всего тепла можно получить в ясную погоду, когда солнце в зените. Вечером и утром, а также в пасмурные дни производительность