

**Комментарии к статье в журнале ВРВ 2 (133) 2015  
«Внедрение энергоэффективной технологии  
очистки городских сточных вод»**

**Х.К. Кронсбрух**,  
технический директор  
OTT System GmbH (Германия)  
**А.В. Федорова**,  
региональный менеджер  
Россия/СНГ OTT System GmbH  
**С.А. Гарипова**, начальник  
технического отдела,  
ООО «АкваКонтроль Самара»

Авторы статьи «Внедрение энергоэффективной технологии очистки городских сточных вод» (ВРВ, февраль 2015) описывают положительный опыт по замене классической технологии биологической очистки на технологию нитриденитрификации с предшествующей нитрификацией с использованием аэрационной системы NORON на основе дисковых аэраторов.

При этом авторами статьи выделены следующие основные требования, предъявляемые к применяемому аэрационному оборудованию:

1. «Большая эффективность использования кислорода аэрирующего воздуха (высокий коэффициент типа аэратора), что необходимо для интенсификации аэробных процессов, в частности, нитрификации, и возможности сокращения объема аэробных зон;

2. Широкая аэрируемая полоса;

3. Аэрационные элементы новой аэрационной системы не должны относиться к типу незащищенных (поры не смыкаются при отключении аэрации), т.е. в поры может прони-

кать песок, взвешенные частицы и организмы активного ила.» (стр. 14).

В качестве примера «незащищенных аэраторов» приводятся аэраторы трубчатого типа, эффективный срок службы которых, по мнению авторов, составляет 4-5 лет. Примером «защищенных аэраторов» считаются, по мнению авторов, «тарельчатые аэраторы с подвижной мембраной, которая смыкается при прекращении подачи воздуха, тем самым предупреждая засорение пор.».

Публикация может создать у неподготовленного читателя ложное впечатление о возможностях трубчатых аэраторов и целесообразности их применения в технологиях с прерывистой аэрацией.

**Целью настоящего отклика-комментария на статью «Внедрение энергоэффективной технологии очистки городских сточных вод» является рассмотрение конструктивных особенностей трубчатых и тарельчатых мембранных аэраторов, позволяющих их применение в режиме прерывистой аэрации, а также описание основных критериев выбора типа аэрационной системы.**

Современные мелкопузырчатые системы представлены в основном тремя типами аэраторов: дисковыми, трубчатыми

и пластинчатыми.

При этом необходимо различать аэрационные элементы по типу диспергирующего покрытия:

1. Керамические композиции (плиты и трубчатые элементы)

2. Навивка из пористо-волоконного слоя (трубчатые элементы)

3. Мембранные аэраторы (трубчатые, тарельчатые, пластинчатые элементы)

На современных очистных сооружениях с применением процессов удаления азота (нитриденитрификации) с управляемой подачей воздуха применение аэраторов с керамическим и пористо-волоконным диспергирующим слоем действительно является проблематичным, поскольку при отключении подачи воздуха песок, взвешенные частицы и частицы активного ила оседают на мембране, блокируя поры и вызывая ее кольматацию, заиливание.

Совершенно иная картина наблюдается при применении мембранных аэраторов. Основными материалами для производства мембран являются EPDM, полиуретан, силикон с добавлением пластификаторов для усиления эластичности материала. Некоторые производители отказываются от добавления пластификаторов в материал мембраны, поскольку ослабевание их действия в течении периода эксп-

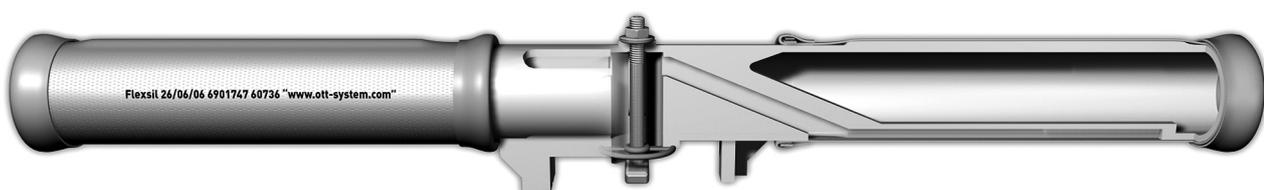
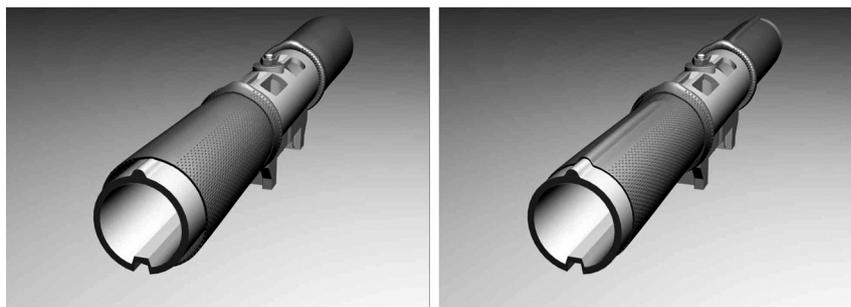


Рис. 1



**Рис. 2**

плутации может привести к потере эластичности и росту сопротивления, потерям напора воздуха на аэраторах.

Примером трубчатого аэратора с мембранным элементом без добавления пластификаторов является аэратор OTT MAGNUM FLEXSIL немецкого производителя OTT. (рис. 1)

При отключении подачи воздуха мембрана плотно прилегает к корпусу аэратора, обеспечивая полное закрытие пор перфорации. (рис. 2) Распределение подаваемого воздуха по всей длине перфорированной поверхности осуществляется посредством воздухо-распределительного канала в нижней части несущего корпуса.

Кроме этого, в верхней части несущего корпуса аэратора предусмотрена направляющая мембраны, позволяющая избежать образования складок при

отключении подачи воздуха.

Таким образом, с выводами автором статьи о «незащищенности трубчатых аэраторов» трудно согласиться. Работоспособность и функциональность аэрационной системы при управляемой подаче воздуха зависит не от формы аэрационного элемента, а от материала диспергирующего слоя – мембраны и некоторых конструктивных особенностей (запас подвижности мембраны, гладкая поверхность мембраны, направляющие мембраны, наличие воздухо-распределительного канала, качество и размер перфорации)

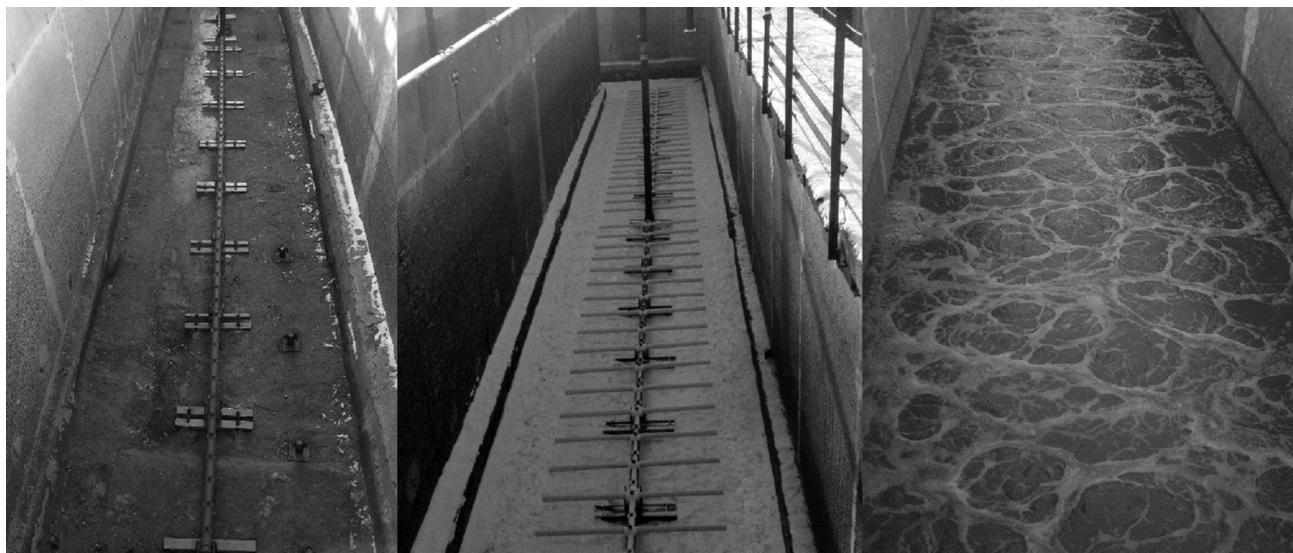
Кроме этого, конструктивные преимущества и форма отдельного взятого аэрационного элемента не должны быть определяющими при выборе аэрационной системы. Решающим фактором для эффектив-

ной и долговечной работы системы является проектирование системы в целом, т.е. раскладка аэраторов по определенным технологическим параметрам.

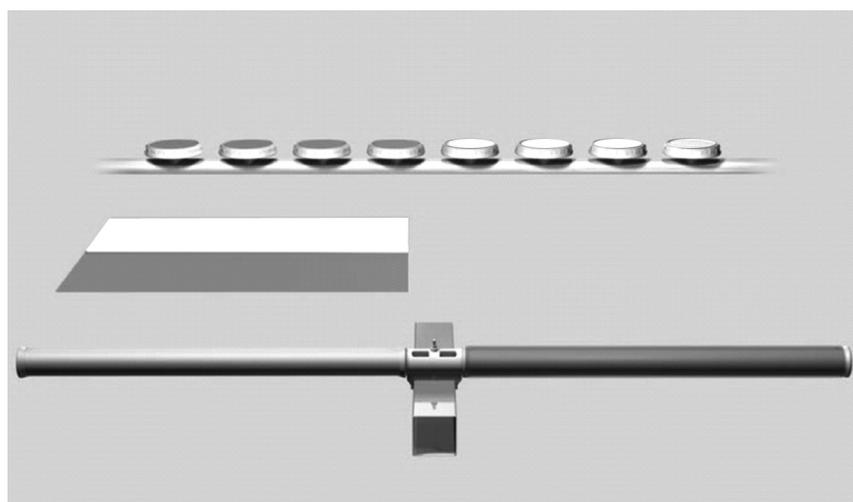
При этом существует возможность сравнения систем на основе различных типов аэраторов различных производителей по следующим унифицированным критериям:

- 1) количество аэраторов;
- 2) площадь активной поверхности мембраны, м<sup>2</sup>;
- 3) плотность раскладки, % (отношение площади поверхности мембраны к площади аэрируемой зоны);
- 4) количество опусков (вертикальных воздухопроводов) в аэротенк;
- 5) плотность раскладки, %;
- 6) соотношение площади «аэрационной решетки» и площади аэрируемой зоны;
- 7) SOR, кг O<sub>2</sub>/ч (потребность кислорода в чистой воде);
- 8) расход воздуха, необходимый для обеспечения требуемой подачи кислорода, м<sup>3</sup>/ч;
- 9) расход воздуха на аэратор (м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> поверхности мембраны);
- 10) удельный расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> объема аэротенка.

При этом основной целью



**Рис. 3**



**Рис. 4 Сравнение активной площади мембраны трубчатых и тарельчатых аэраторов**

при определении раскладки аэрационной системы является оптимальное соотношение стоимости и эффективности системы.

Исключительно важную роль играет равномерное распределение аэрационных элементов по всей аэрируемой площади, что обеспечивает более высокую степень насыщения и растворения кислорода в сравнение с линейной раскладкой (например, пристенной раскладкой).

**Пример (Рис. 3):** замена аэрационной системы с пристенной раскладкой (на фото слева видны крепления старой аэрационной системы), установка распределителей AirRex и трубчатых мембранных элементов OTT Magnum FLEXSIL, картина аэрации после запуска системы.

Дисковые аэраторы имеют меньшую площадь мембраны в сравнении с трубчатыми аэраторами. Так, например, трубчатый аэратор OTT с длиной активной поверхности мембраны 1 м обладает площадью мембранной поверхности 0,16 м<sup>2</sup> и

соответствует четырем дисковым аэраторам с площадью активной поверхности мембраны ок. 0,04 м<sup>2</sup>/аэратор (Рис. 4). Соответственно, затраты на системы распределительных воздухопроводов будут в несколько раз выше при применении дисковых аэраторов.

Немецкая компания OTT Group является производителем как трубчатых так и тарельчатых аэраторов и рекомендует при выборе типа аэратора учитывать совокупность всех выше перечисленных критериев, уделяя при этом особое внимание соотношению площади активной поверхности мембраны к площади аэротенка. Выбор дискового аэратора рекомендуется при соотношении площади активной поверхности мембраны к площади аэротенка в 12% и менее, поскольку при такой плотности раскладки они обеспечивают более эффективное насыщение кислородом, чем трубчатые аэраторы, по причине более равномерного распределения площади активной поверхности

мембраны по аэрируемой площади. В этом случае образования застойных зон существенно снижается.

В случае, если соотношение площади активной поверхности мембраны к площади аэротенка (плотность раскладки) превышает 12%, преимуществом обладают трубчатые аэраторы, поскольку капитальные затраты на воздухопроводы для дисковых аэраторов возрастают диспропорционально в сравнении со степенью насыщения сточных вод кислородом.

Приведенные данные носят рекомендательный характер, поскольку выбор типа аэратора и расчет раскладки осуществляются на основе определенных технологических параметров в рамках конкретного проекта.

#### **Заключение**

При выборе аэрационной системы для биологических очистных сооружений следует опираться не только на результаты сравнения паспортных данных отдельно взятых аэрационных элементов, а учитывать совокупность характеристик системы (плотность раскладки, перенос кислорода и т.д.) применительно к определенному проекту. В первую очередь необходимо учитывать материал диспергирующего слоя аэратора, отдавая предпочтение мембранным аэраторам как наиболее современным и надежным, конструкцию аэратора, его массообменные характеристики. Немаловажно также проводить сравнение способов раскладки аэраторов, определяя наименее затратный по количеству воздухопроводов и удобный в монтаже вариант.