

# Комплексный подход к выбору аэраторов для очистки промышленных стоков

**С.А. Гарипова**

ООО «АкваКонтроль Самара»

*Биологическая очистка производственных сточных вод по сравнению с коммунальными характеризуется более высокими значениями потребления кислорода для обеспечения аэробных процессов и соответственно более высокими удельными показателями энергозатрат. Поэтому выбор аэрационной системы может стать одним из определяющих факторов стабильной и эффективной эксплуатации очистных сооружений для вод сложного состава.*

**Н**а этапе определения типа системы аэрации, наиболее подходящей для выбранной технологии очистки стоков, необходимо проводить корректное сравнение предложений по целому ряду критериев, оценивая предложение в комплексе. Именно такой подход позволит не только принять верное проектное решение, но и обеспечить высокую эффективность очистки и снизить затраты на электроэнергию.

## ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДИСПЕРГИРУЮЩЕГО СЛОЯ

При использовании различных режимов работы, например с постоянной или прерывистой аэрацией, необходимо учитывать не только пропускную способность аэрационного элемента, но и устойчивость к коагуляции (закупориванию) частицами активного ила, а также способность к полному восстановлению расходно-напорных характеристик (большой расход при малых потерях давления) аэратора при возобновлении подачи воздуха после его отключения. Ука-

занные факторы существенно влияют на работу очистных сооружений, а трудоёмкая очистка аэраторов с опорожнением аэротенков приводит не только к существенному усложнению эксплуатации, но и к ухудшению качества стоков на выходе в период проведения работ на одной из линий сооружений биологической очистки. Поэтому наибольшей стабильностью работы при сравнении всех видов погружных аэрационных систем отличаются аэраторы мембранного типа.

Но необходимо принимать во внимание, что компоненты, входящие в состав производственных стоков, оказывают существенное влияние на производительность аэрационной системы, не только непосредственно снижая эффективность переноса кислорода, но и взаимодействуя с материалом самого мембранного элемента. Также следует учитывать фактор влияния температуры стоков на мембранный элемент и оценивать риск снижения эластичности мембраны и эффективности кислородонасыщения.



**Рис. 1. Трубчатые мембранные аэраторы OTT MAGNUM с мембраной FLEXSIL (слева) и дисковые аэраторы OTT D-Rex с мембраной FLEXLON (на основе силикона) на очистных сооружениях промышленных стоков**

Очень интересным является практический опыт применения мембранных элементов, изготовленных из силикона без добавления пластификаторов (рис. 1), постепенное разрушение которых также может стать причиной потери эластичности мембран и снижения показателей эффективности аэрации.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ТИПА МЕМБРАННОГО АЭРАТОРА

При проектировании аэротенков для очистки промышленных стоков выбор специалистов лежит в основном между дисковыми и трубчатыми аэраторами.

Однозначно определить технологические преимущества того или иного типа при выполнении конкретного проекта бывает непросто.

Сравнение аэраторов лучше проводить, оценивая следующие параметры:

- 1) активная площадь поверхности мембраны;
- 2) количество аэрационных элементов (рис. 2);
- 3) количество воздухопроводов-распределителей (см. рис. 2);
- 4) образование пузырьков воздуха и перемешивание;
- 5) скорость монтажа.



**Рис. 2. Сравнение вариантов раскладки аэрационной системы на основе трубчатых (слева) и на основе дисковых (справа) мембранных аэраторов**



Рис. 3. Пример неравномерного распределения воздуха в аэрационной системе

Необходимо отметить, что при очистке производственных стоков практически всегда требуется высокая плотность раскладки аэраторов, что связано с увеличенной потребностью в кислороде для самого процесса очистки. Применение трубчатых аэраторов позволяет увеличить соотношение аэрируемой площади и общей площади аэротенка при использовании меньшего количества аэрационных элементов и сокращении длины трубопроводов (в среднем в 4 раза).

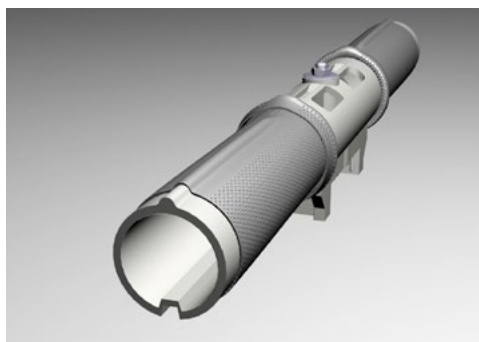


Рис. 4. Конструкция аэратора ОТТ MAGNUM, обеспечивающая равномерность подачи воздуха

Немаловажным преимуществом трубчатых аэраторов также является сокращение сроков и стоимости монтажа.

Однако стоит отметить, что в некоторых случаях применение дисковых аэраторов оправдано конструктивными особенностями аэротенков.

### КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЭРАТОРА

При необходимости обеспечения высоких показателей массопереноса для очистки промышленных стоков целесообразно рассматривать аэрационные элементы с наибольшей площадью мембранной поверхности.

Однако следует принимать во внимание конструкцию самого аэратора, а именно способ и равномерность распределения воздуха в корпусе элемента (рис. 3).

В качестве примера оценки конструктивных особенностей аэраторов рассмотрим особенности трубчатого мембранного аэратора ОТТ MAGNUM (рис. 4), удовлетворяющего всем современным требованиям эффективности и качества:

1) большая площадь поверхности одного аэратора (0,16 м<sup>2</sup>/0,24 м<sup>2</sup> /0,32 м<sup>2</sup>);

*Почему это важно:* применение аэраторов с большой площадью мембранной поверхности позволяет существенно сократить количество распределителей в аэротенке – в 4–6 раз, сократить сроки и стоимость монтажа. Требуемая площадь раскладки (отношение площади мембранной поверхности к площади аэротенка) достигается при меньшем количестве аэраторов;

2) цельнолитой корпус из полипропилена и одно центральное отверстие для крепления аэратора к воздуховоду.

*Почему это важно:* цельнолитой корпус повышает надежность конструкции аэраторов, а всего лишь одно отверстие для крепления к воздуховоду не требует применения специальных хомутов и адаптеров, что сокращает время монтажа;

3) специальный канал для подачи воздуха в нижнюю часть корпуса аэра-

тора, проходящий по всей длине мембраны.

*Почему это важно:* равномерная подача воздуха по всей длине мембраны – залог высокой эффективности работы аэратора, а также исключение риска повреждения мембраны из-за неравномерного распределения воздуха;

4) специальная верхняя направляющая, позволяющая обеспечить фиксацию мембраны при отключении подачи воздуха.

*Почему это важно:* Верхняя направляющая вдоль корпуса аэратора обеспечивает плотное прилегание мембраны к корпусу при отключении подачи воздуха, а также защищает мембрану от скручивания при возобновлении подачи воздуха;

5) перфорация, нанесённая по всей поверхности аэратора.

*Почему это важно:* образование пузырьков воздуха в нижней части аэра-

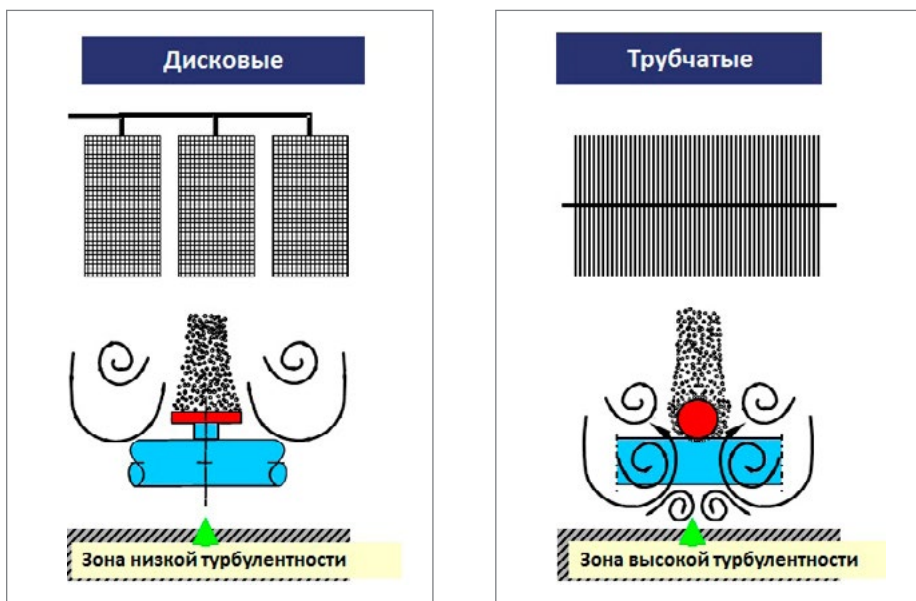


Рис. 5. Образование пузырьков воздуха и турбулентность



**Рис. 6. Равномерность распределения воздуха в аэрационной системе с применением трубчатых аэраторов OTT MAGNUM**

тора создаёт зону высокой турбулентности и позволяет избежать застойных зон под аэратором (рис. 5).

### СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМ АЭРАЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Необходимо отметить, что подход к проектированию аэрационных систем для очистки промышленных стоков, основанный только на расчёте количества воздуха, устарел и не соответствует современным требованиям по обеспечению качества очистки и снижению затрат электроэнергии. Для стабильной работы аэротенков следует проводить расчёт по количеству кислорода, необходимого для очистки производственных стоков в зависимости от их качества, температуры и применяемой технологии, а число аэраторов определять с учётом эффективности использования кислорода в зависимости от нагрузки на аэраторы.

Правильный выбор аэрационной системы можно осуществить, используя ряд унифицированных критериев сравнения, позволяющих оценить эффектив-

ность системы в целом, а не рассматривать паспортные характеристики отдельно взятого аэрационного элемента:

- ▶ количество аэраторов;
- ▶ площадь активной поверхности мембраны, м<sup>2</sup>;
- ▶ плотность раскладки, % (отношение площади поверхности мембраны к площади аэрируемой зоны);
- ▶ SOR, кгO<sub>2</sub>/ч (расход кислорода, приведённый к условиям чистой воды);
- ▶ расход воздуха, необходимый для обеспечения требуемой подачи кислорода, м<sup>3</sup>/ч;
- ▶ количество опусков (вертикальных воздухопроводов) в аэротенке;

При сравнении аэрационной системы на основе мембранных элементов по количеству аэраторов в первую очередь следует учитывать активную площадь поверхности мембран, обеспечивающую требуемую эффективность переноса кислорода. Эффективность переноса кислорода (SOTE, %) зависит от глубины погружения аэратора и подачи воздуха, данная характеристика является паспортной.

Плотность раскладки аэраторов также может влиять на эффективность переноса

са кислорода. При снижении нагрузки по воздуху на 1 м<sup>2</sup> мембранного элемента эффективность переноса кислорода увеличивается. Соответственно всегда может быть выполнена оптимальная раскладка аэраторов и достигнута требуемая эффективность при малых расходах воздуха и затратах электроэнергии.

При раскладке аэраторов и определении длины аэрационной плети (рис. 6) всегда необходимо учитывать равномерность распределения воздуха по всей длине аэрационной плети, поэтому предпочтение отдаётся системам, удовлетворяющим данным требованиям при минимальном количестве распределителей. При реализации проекта это позволит снизить капитальные затраты, а также существенно сократить сроки монтажа и ввода системы в эксплуатацию.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выборе системы аэрации для очистки производственных стоков сложного состава важно принимать во внимание не только высокие массообменные и низкие гидравлические характеристики аэраторов. Эффективность кислородонасыщения, обеспечиваемая аэрационной системой, должна соответствовать требованиям поддержания необходимого технологического режима в аэротенке в условиях высоких нагрузок по загрязняющим веществам, а также колебаний в составе стоков. Следует уделить внимание показателям плотности и равномерности раскладки, выбирать аэраторы с наибольшей площадью диспергирующей поверхности, изготовленной из устойчивых материалов, оценивать простоту и скорость монтажа. ■

**Аква** *Контроль* **Самара**

Тел./факс: +7 (846)229-63-19, 8-800-500-00-63  
E-mail: info@aqua-control.ru, www.aqua-control.ru

поставка оборудования для очистки питьевой, технологической и сточных вод

РФ, 446378, Самарская область, Красноярский район, пгт Новосемейкино, ул. Солнечная, 3П



### ВОДООЧИСТКА:

- **Половолоконные мембраны ультраfiltrации Liqui-Flux**
- **Мембранные дегазаторы Liqui-Cel для удаления O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>**

### ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД:

- **Механические решетки и комбинированные установки (решетка + песколовка + жироловка)**
- **Трубчатые и дисковые аэраторы ОТТ**
- **Декантеры HAUS для обезвоживания и разделения осадков и шламов**

**РАЗРАБОТКА И КОРРЕКТИРОВКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ  
СТОЧНЫХ ВОД СУЩЕСТВУЮЩИХ И СТРОЯЩИХСЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ВОДОКАНАЛОВ**