обзор технологий

Диффузная мелкопузырчатая аэрация (стандартная технология)

Диффузная воздушная аэрация классифицируется как система погруженной аэрации и может быть поделена на две основные категории: пузырьковая аэрация (через мелкие дырочки в аэраторе) и прямая аэрация (через простую трубу). Обе категории состоят из компрессора который качает воздух через систему труб и подает его в погруженные в воду распылители, которые выпускают воздух в сточные воды. Пузырьковая аэрация более эффективна и популярна, по-этому сфокусируемся на ней.

Пузырьковый распылитель может быть в форме диска, шайбы, купола или трубки (рис.1). также они могут быть изготовлены из разных материалов материалов. Три основных типа это: керамика, пористый пластик и непористые перфорированные мембраны. Керамические распылители являются наиболее старой технологией, представленной в 1920-х, и обычно изготавливаются из оксида алюминия, алюминиевого силиката или кремневого ангидрида. Наиболее распространенным и применяемым до сих пор являются дискообразнные непористые мембраны. Мембраны изготавливаються из эластомеров таких как: поливинилхлорид (ПВХ) или этиленпропилен димер (ЭПДМ). Маленькие отверстия создаются в мембране механическими средствами, используя перфорирование или резку, чтобы обеспечить проход воздуха сквозь мембрану когда система под давлением.







рис. 1 - установка диффузеров

Распылители устанавливаются на патрубки (рис.2), которые обычно сделаны из ПВХ, ПНД или нержавеющей стали для предотвращения коррозии. Патрубки присоединяются к большому распределительному коллектору (обычно из тогоже материала что и патрубки), который идет параллельно полу и присоединяется к вертикальному нагнетательному трубопроводу, который уходит вверх по стенке резервуара. нагнетательный трубопровод присоединяется к воздуходувке или к большому подающему коллектору, идущему от воздуходувок, который питает несколько нагнетательных трубопроводов резервуаров. Этот коллектор может быть из углеродистой стали, ВЧШГ, стеклопластика, или нержавеющей стали. Углеродистая сталь и ВЧШГ должны быть покрыты антикоррозионными материалами.



рис.2 - типичная прокладка труб для установки дифузеров

Воздуходувки, как правило, вихревые или роторные объёмные нагнетатели. Обычно они делятся на два вида:14 - 4000 м³/мин для вихревых нагнетателей и 0.14 - 1415 м³/мин для роторных. Основное отличие в работе в том, что роторные объёмные нагнетатели обеспечивают относительно постоянный поток воздуха на всех распылителях, в то время как у вихревых поток воздуха не постоянный. Роторные нагнетатели чаще используются для систем аэрации, благодаря своим техническим особенностям(поток воздуха постоянный, не зависят от давления). Поэтому нет потерь в потоке при попадании потока в диффузер. Потребление электроэнергии возрастет, но не будет падать производительность процесса. Обычно устанавливаются запасные воздуходувки на случай, если основная воздуходувка неисправна или же остановлена для тех. обслуживания. Воздуходувки должны быть должным образов укрыты, обычно в отдельном здании, чтобы снизить уровень шума при работе и для защиты от погодных катаклизмов. Правильная фильтрация воздуха необходима для предотвращения засорения распылителей пылью, маслом или грязью. Клапаны и датчики уровня потока воздуха обычно устанавливаются для контроля и наблюдения за потоком воздуха в системе трубопровода.

Диффузная мелкозернистая аэрация

Преимущества:

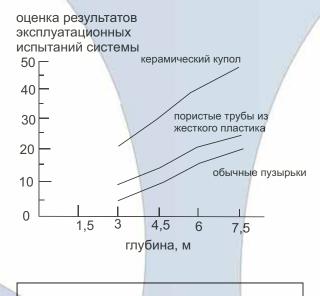
примечание: = безопасно для окружающей среды = не безопасно для окружающей среды

Диффузная аэрация одна из самых энергоэффективных технологий в резервуарах с глубиной более 4 метров

Возможность проектировать глубокий резервуар, что позволяет уменьшить занимаемую площадь на поверхности тихая и спокойная аэрация поверхности минимизирует замерзание и брызги.

эффективность распространения кислорода улучшается с увеличением глубины(рис.3) В среднем, эффективность увеличивается на 6 % с каждым метром глубины.

Резервуар: 6x6 м мошность: ~ 1 л с



р*uc.*3 - влияние глубины на эффективность аэрации трех различных систем

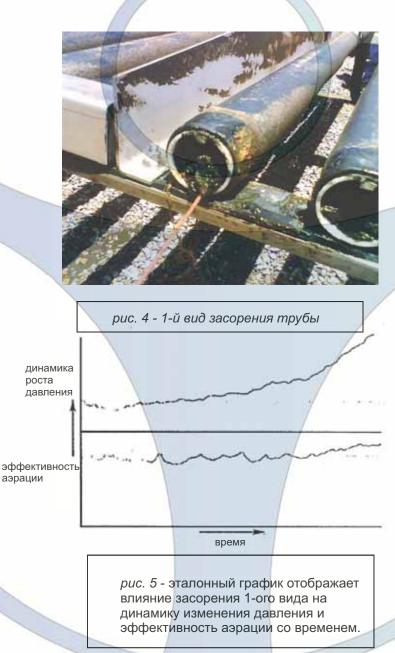
отверстия в мембране диффузеров открыты только когда поступает воздух, что предотвращает обратный поток в диффузеры и предотвращает засорение и обрастание при низком давление или отсутствии давления.

• Мембранные диффузеры деформируются при изменении потока воздуха, что помогает предотвратить засорения отверстий.

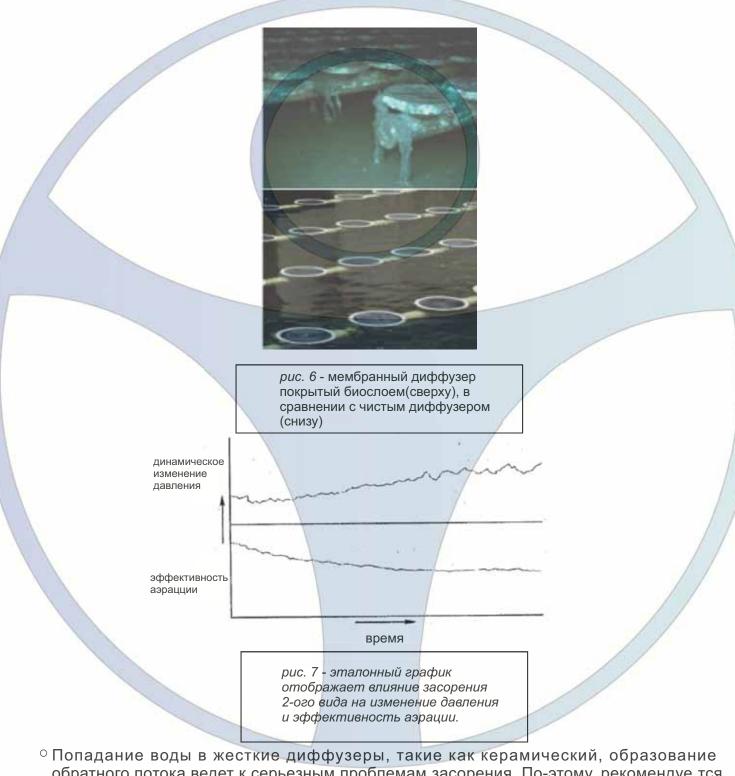
Недостатки:

- Диффузеры подвержены двум видам неисправности. При засорении/обростании, изменяется количество активных отверстий, изменяется качество материала диффузера, увеличивается потеря давления в диффузере, что влечет за собой высокое потребление энергии.
 - 1-й вид неисправности: Засорение отверстий диффузера (причины грязные трубы, протечки труб, обратный поток в диффузерах, или не правильно отфильтрированный воздух, рис.4);
 из - за рабочей среды(выпадение в осадок карбонатов, гидрооксидов металла).

накопление грязи в порах уменьшает размер и количество отверстий. Более мелкие пузырьки из - за осадка могут слегка повысить эффективность процесса (рис.5). При этом давление и потребление возрастет.



2-ой тип засорения: образуется в результате образования биопленки на поверхности диффузера (рис.6). Этот тип засорения может обволакивать отверстия и накапливать в себе воздух, давая выход чере отверстия в собственном слое, что привод к образованию крупных пузырьков, в результате чего, снижается уровень эффективности аэрации. Поверхность керамического диффузера шершавая, что делает её идеальной для роста биослоя. Керамические диффузеры чаще подвергаются второму виду засорения, чем мембранные. Этот тип засорения снижает эффективность на 5 % в месяц, максимум на 30 % в год. Биослой может не оказывать влияния на изменение давления, но сильно отражается на эффективности(рис.7).



- Попадание воды в жесткие диффузеры, такие как керамический, образование обратного потока ведет к серьезным проблемам засорения. По-этому, рекомендуе тся использовать эти диффузеры беспрерывно, что негативно сказывается на возможности выключения системы, снижает универсальность процесса, и повышает затраты энергии. Мембранные диффузеры имеют еще одну слабую сторону, заключается это в изменении местоположения мембраны со временем, из-за растягивания мембраны при изменени и воздушного потока. Интенсивность изменений, зависит от материала изгот овления и отражается на изменении размера отверстия и ухудшении распространения кислорода.
- С учетом всех этих проблем с засорением и деформациям, ремонт, обслуживание, и замена компонентов происходят слишком часто. Это очень дорого и занимает много времени. Чтобы произвести технические работы, надо сначала спустить воду из резервуара, затем вычистить, а потом уже заменить диффузеры (рис.8). Это означает, что очистная станция должна иметь запасной резервуар для осушения основного.

 Для технического обслуживания и контроля загрязнения, рекомендуется химическая очистка диффузеров быстро испаряющейся кислотой(уксусной, муравьиной, соляной), с помощью закачки ее в коллектор. Это требует наличия системы подачи химикатов и хранилища для них. В зависимости от состава сточных вод, такие процедуры очистки надо производи от 1 раза в неделю, до 1 раза в месяц.



рис.8 - трое рабочих производят обычную двух-недельную работу по обслуживанию резервуара. Выполненные работы: осушение резервуара, замена диффузеров, ремонт труб и очистка резервуара.

Диффузеры наиболее эффективны в первый день работы. Засорение диффузеров со временем, означает падение эффективности и производительности со временем.

• Воздуходувкам необходимо отдельное здание или помещение чтобы уменьшить уровень производимого шума и защитить от природных явлений (рис.9). Воздуходувки нуждаются в постоянном обслуживании и замене ремней, редукторов и т.д.

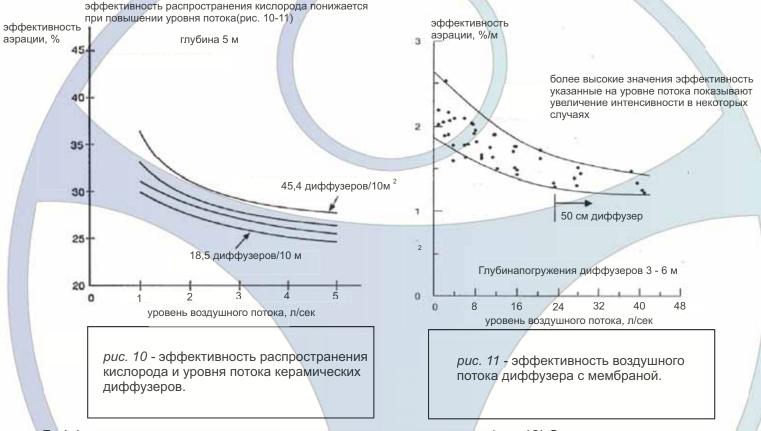


рис. 9 - воздуходувки находятся в здании

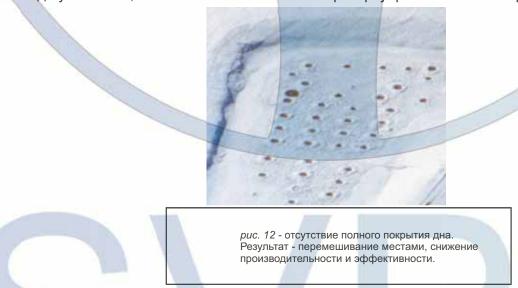
Диффузная аэрация обычно требует наличия резервных резервуаров и воздуходувок для удобства технического обслуживания, что влечет за собой дополнительные затраты.

Обычно в холодное время года резервуары не могут быть осушены из - за погодных условий, что влечет за собой повреждение и поломку оборудования.

• Высокая температура воздуха исходящего из воздуходувки может вызвать изменение температуры сточных вод. Это может оказать позитивный результат на муниципальных очистных сооружения, но для промышленных, результат будет негативным, особенно там где температура жидкости и так высокая.



Диффузеры перемешивают только в вертикальном направлении(рис.12). Это означает, что для полного перемешивания всего объема резервуара, требуется полное покрытие дна диффузерами. В сооружениях таких, как биологический пруд, требуются отдельные миксеры для горизонтального перемешивания и распространения кислорода. Стоит отметить, что обычно эффективность распространения кислорода в чистой воде указывают, основываясь на показатели резервуаров с полным покрытием диффузерами.



Так как для диффузной аэрации требуется сплошное покрытие дна резервуара диффузерами, то для строительства очистных сооружений требуются огромные капиталовложения и проектирование сооружений для увеличения потока в будущем. Поэтому, такой вид аэрации плохо подходит для использования части оборудования при низком потоке или же требуется постройка модульной системы (пока не будут построенный новые резервуары).

- Системы диффузной аэрации должна иметь отдельные миксеры для обеспечения процессов кольцевой денитрификации (например последовательно-циклицеский реактор).
- Стоимость установки системы диффузной аэрации очень высока. Установка важна, чтобы убедиться, что диффузеры установлены правильно и стоят в уровень, чтобы предотвратить протечки в трубе и обеспечить качественную аэрацию. Также, нужны отдельные помещения и сооружения для размещениявоздуходувок.
- У диффузеров самый низкий альфа- показатель из всех технологий аэрации. Для типичных муниципальных очистных станций, этот показатель варьируется от 0.5 до 0.6 для активированного ила. Также этот показатель снижается из-за фактора загрязнения.

выводы:

Диффузная система аэрации очень популярна и энергоэффективна когда правильно спроэктированна и настроена. Но, из-за загрязнения мембран, частого обслуживания и ремонта системы, стоимость содержания очень высока. Системы требуют постоянной очистки, что влечет за собой лишние затраты, а если чистить редко - то это влечет за собой снижение эффективности аэрации из-за загрязнения диффузеров и повышение потребления электроэнергии. Также, эти системы аэрации, требуют дополнительных вложений средств в установку дополнительного оборудования, таких как миксеры, запасные воздуходувки на случай выхода из строя основных, резервные резервуары для аэрации, помещения для содержания воздуходувок, трубопроводную систему для подачи воздуха от воздуходувок в резервуар, систему химической очистки. При выборе диффузной системы аэрации, надо досконально изучить все возможные затраты на постройку и содержание.

