

# НОСИТЕЛИ БИОПЛЕНКИ / НОСИТЕЛЬ МВВР И ИХ ГЛУБИНА

**Глубина диффузии** как важный аспект, который следует учитывать при оценке скорости удаления и эффективности обработки носителей МВВР (носителей биопленки).

В секторе биологической очистки сточных вод все чаще можно наблюдать, что носители биопленки применяются в так называемых биопленочных реакторах с подвижным слоем (МВВР). В таких системах носители смешиваются внутри реактора и находятся в постоянном взвешенном состоянии. Система не требует рециркуляции возвратного ила, поэтому медленно растущие микроорганизмы, закрепившиеся на носителях, остаются в системе вместе с самими носителями. Доступность высокоэффективных носителей биопленок, которые были разработаны в последние годы, безусловно, является одной из причин расширения применения МВВР. Это развитие является результатом множества факторов, таких как исследование в области технологии биопленки, оптимизированное использование технологии полимеров, процессно-технологическое применение вплоть до оценки результатов эксплуатации крупномасштабных установок с длительным сроком эксплуатации.

Важная причина для разработки оптимизированного продукта в этой области применения вытекает из следующего вопроса:

«Какая скорость биологического удаления может быть достигнута при использовании продукта в процессе эксплуатации, и как ее можно реализовать, чтобы обеспечить постоянную скорость удаления и стабильность процесса?»

Даже лицо, принимающее решение, должно задать себе этот вопрос и получить надежные данные, чтобы прийти к правильному выводу:

Площадь поверхности, которая указывалась в прошлом различными производителями, независимо от того, относились ли они к защищенной или к общей расчетной площади поверхности, соответственно, не является единственной характеристикой, которая имеет решающее значение для оценки желаемой или требуемой скорости биологического удаления для соответствующего приложения. Удельная площадь поверхности является лишь сравнительным показателем, используемым в конкуренции между поставщиками пластмасс. Эта сравнительная цифра в основном рассчитывается с помощью геометрически определенных, гладких и беспористых пластиковых деталей, основанных на новых неколонизированных носителях, поступающих из производственного процесса. Применительно к биологической очистке сточных вод на практике указание «теоретической» площади полезно лишь в определенной степени и может стать проблемой для лица, принимающего решение. Следовательно, на вопрос, касающийся эффективности биологического удаления в анамноксе, применения процессов денитрификации и нитрификации или удаления ХПК нельзя дать надежный ответ, указав только площадь поверхности.

В свою очередь, очень важно, сколько «активной» биомассы может закрепиться на носителе и, следовательно, какая эффективность и скорость удаления могут быть достигнуты. Важно, чтобы биомасса была постоянно закреплена на носителе, чтобы обеспечить оптимальную среду обитания для необходимых микроорганизмов. Любая биомасса, которая быстро срезается или вымывается в процессе движения (Moving Bed), не дает шанса медленно растущим организмам, таким как нитрифицирующие или Анамнокс-бактерии. Следовательно, требуется постоянное создание биопленки.

Большая площадь поверхности или огромное количество биомассы, соответственно, не приносят пользы, пока микроорганизмы недостаточно обеспечены питательными веществами. Таким образом, важную роль играет форма или геометрия многочисленных носителей, доступных на рынке. Здесь также решающее значение имеет не исходное и неиспользованное состояние среды-носителя, а биомасса, которая закрепится позже во время работы на очистных сооружениях. Биомасса должна быть строго «активной» для достижения оптимальной скорости биологического удаления. Биомасса, отмершая из-за недостатка питательных веществ, бесполезна и не способствует нужным метаболическим процессам.

Обозначение «активная биомасса» означает, что все микроорганизмы в составе биомассы в достаточной степени обеспечены необходимым азотом (N), фосфором (P), загрязнителями сточных вод, подлежащими метаболизму, и кислородом (при необходимости). Так называемый канал подачи вышеупомянутых субстратов и кислорода представляет собой глубину диффузии. Для подачи организмов внутрь биомассы (или биопленок) глубина диффузии, зависящая от времени реакции, ограничена 0.2–0.5 мм (от 0.00787 до 0.019685 дюймов).

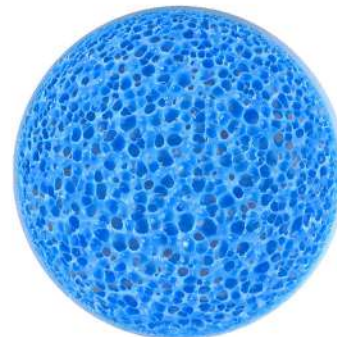
В дальнейшем организмы, находящиеся в нижних слоях биомассы, недостаточно снабжаются субстратами и вследствие этого отмирают. В результате слой ниже глубины 0.5 мм (0.019685") не участвует в процессе метаболизма (скорости удаления) и, в свою очередь, не должен учитываться для определения эффективности удаления соответствующего носителя. На самом деле отмершая биомасса может даже оказывать негативное влияние на активную биомассу/биопленки над ней из-за процессов обрастания и образования сероводорода.

Оптимальное снабжение биопленок субстратами и кислородом достигается при толщине/глубине слоя до ок. 0.5 мм.

Таким образом, задача исследований и разработок заключается, среди прочего, в создании поверхности, позволяющей расти биопленкам с макс. толщиной до 0.5 мм для обеспечения соответствующей диффузии.

Если биопленка устанавливается на ровной/плоской или гладкой поверхности, она имеет тенденцию к быстрому и неконтролируемому смыванию или, соответственно, к образованию толстой и неконтролируемой биопленки, содержащей неактивную биомассу в нижних слоях. В обоих случаях будет отрицательная польза.

Задача состоит в защите активной биомассы до толщины слоя ок. 0.5 мм (идеальное соблюдение оптимального процесса диффузии) с одной стороны и соблюдение указанной толщины слоя с другой стороны. Следовательно, за счет несущей конфигурации необходимо обеспечить возможность срезания/удаления избыточного ила и, следовательно, поддерживать толщину биопленки до 0.5 мм.



Носитель с системой пор с шероховатой поверхностью и толщиной диска ок. 1.1 мм (0.043 дюйма) для выполнения требований.

Толщина диска-носителя имеет решающее значение для активных биопленок.

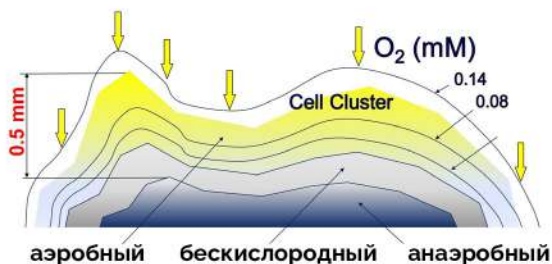
Таким образом, все носители, имеющиеся в настоящее время на рынке, независимо от того, являются ли носители с полым корпусом, трубчатой, спиральной или губчатой конфигурацией, соответственно, являются неадекватными и не могут выполнить это требование.

Идеальные требования могут быть выполнены за счет использования тонких, дискообразных и пористых носителей, в то время как оптимальная и активная биопленка образуется внутри пор, а любой избыток ила удаляется сдвигающими силами. Силы сдвига возникают при соприкосновении поверхностей дисков друг с другом из-за движения носителей в сточных водах (реакторах).

При использовании трубчатых носителей невозможно использовать влияние сил сдвига во внутренних зонах носителей, что, как доказано, является существенным недостатком.

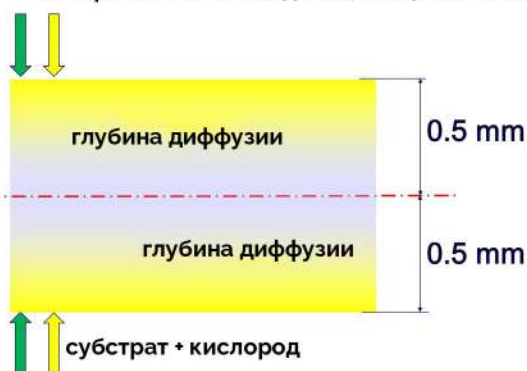
При использовании стабильных пористых носителей дискообразной формы толщиной 1.0 – 1.2 мм (от 0.039 до 0.047 дюйма) активная биопленка может образовываться внутри пор и, следовательно, подача субстратов может осуществляться с обеих сторон носителя.

#### диффузия O<sub>2</sub> в скоплении клеток

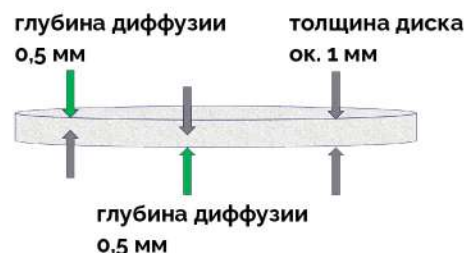


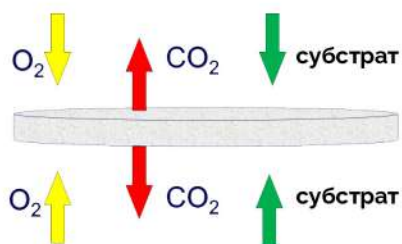
На приведенном рисунке показано удаление O<sub>2</sub> до бескислородной зоны.

#### поперечное сечение диска толщиной 1 мм

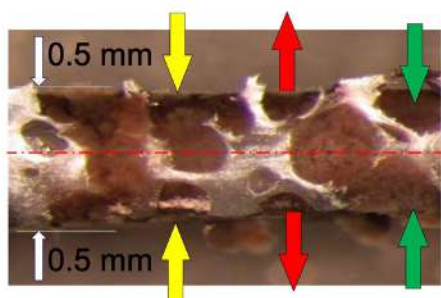


Почти полная диффузия по всему диску толщиной 1 мм с обеих сторон.





Подводя итог, можно сказать, что скорость биологического удаления, которая рассчитывается соответствующим производителем, а не только площадь поверхности, служит для определения цели удаления. Во время работы установки оптимальная геометрия носителя является строгим требованием для надлежащего удовлетворения биологических потребностей и, следовательно, для обеспечения оптимального развития биопленки.



Еще одним требованием, которое необходимо выполнить, является максимальное снижение износа. В большинстве случаев причиной возникновения износа и истирания носителей является кинетическая энергия, т. е. энергия, необходимая для торможения тела, движущегося в воде. Любые неэластичные, большие и тяжелые трубчатые/полые носители, которые, возможно, даже содержат огромное количество мертвой биомассы, демонстрируют невыгодное кинетическое поведение по сравнению с легкими, гибкими носителями в форме диска. Гибкие «буферные зоны» в пластике максимально снижают износ. Кроме того, биопленка служит смазочным слоем.

Для определения требований к несущей среде, а также скорости удаления (а не площади поверхности) помимо общих расчетных данных требуется определение расчетной температуры сточных вод. Следовательно, расчетная температура воды играет важную роль в расчете потребности в несущей среде. Любой, кто хочет провести сравнение, должен провести сравнение при аналогичных (равных) предварительных условиях и, следовательно, при одной и той же расчетной температуре.