



Мембранные биореакторы и тканевые фильтры: опыт применения



Полностью закрытые ОСК на основе МБР на мембранах MFM Hollow Sheet в г. Новы Сонч, Польша

Мембранные биореакторы (МБР) давно общеизвестны как оборудование, позволяющее достигать на практике эталонного уровня очистки, с почти нулевыми значениями концентрации загрязняющих веществ, позволяющими обеспечить самые высокие стандарты качества в одной ступени очистных сооружений. Обеспечивая возможность поддержания очень высокой дозы ила, МБР нуждаются в минимальной площади, позволяя размещать их на очень стесненных площадках.

Не один десяток лет продолжается совершенствование мембран и систем на их основе, а также технологий МБР с целью достижения максимального срока службы, высокой надежности, удобства эксплуатации и снижения эксплуатационных затрат. Наиболее существенными проблемами ряда конструкций мембран являются:

- использование вакуум-насосов для откачки воды через мембраны,
- наматывание волокнистых материалов (волос, нитей) в основаниях пучков трубчатых мембран,
- неравномерность нагрузки на мембраны в разных ее зонах,
- высокие затраты воздуха на обдув мембран,
- необходимость частой химической промывки (CIP-мойка),
- необходимость периодического извлечения мембранных блоков для чистки или процедур вымачивания мембран в реагентах,
- необходимость промывки аэрационной системы

Пололистовая конструкция мембран (принцип MFM Hollow Sheet), особые свойства самой мембраны и усовершенствования в конструкции модулей, их обвязки и самого биореактора позволили компании Альфа Лаваль создать систему, которая лишена всех перечисленных недостатков и обеспечивает одновременно высочайшее качество очистки, простоту, надежность и экономичность эксплуатации.

Во-первых, принцип листовой мембраны делает ее защищенной от наматывания волокон. Это позволяет компании устанавливать требования к процеживанию (через круглое отверстие) на уровне 2 мм. Отсутствие чрезмерных требований к предварительной механической очистке существенно упрощает и удешевляет ее.

Сама мембрана впервые в истории этого класса оборудования благодаря уникальному решению LowResist™ позволяет работать с уровнем трансмембранного давления 10–40 (максимально – до 100) см вод. столба. Это позволяет использовать только разницу давлений в МБР и линии отвода пермеата и обойтись совсем без вакуумных насосов. Решение LowResist™ объединяет микрофильтрационную мембрану высокой проницаемости и конструкцию модуля, минимизирующую потери напора. Это решение не только упрощает систему, но и принципиально повышает надежность и срок службы мембран, т.к. технически исключает возможность повредить мембрану путем создания избыточного давления на ней (частая причина повреждения мембран других конструкций). При проектировании нет никаких проблем организовать точку выхода пермеата на 1 м ниже уровня в МБР. В ходе эксплуатации для максимальной защиты мембраны не используется полный перепад гидравлического давления, с этой целью применяются специальные клапаны.

Размер пор в мембране составляет 0,2 микрона, что позволяет задерживать все виды бактерий.

Оригинальная конструкция внутренней части мембраны позволяет обеспечить поток через ее площадь, близкий к равномерному.

Безразборная CIP-мойка с рециркуляцией раствора реагента требуется мембранам обычно не чаще одного раза в 3 месяца, что обеспечивает минимальную потребность в реагентах (в качестве которых применяется гипохлорит натрия и лимонная кислота). Мойка производится также в самотечном режиме, через бак, в котором поддерживается уровень, всего на 20 см превышающий уровень в мембранной емкости.

В течение периода между мойками для поддержания чистоты мембран достаточно периодов их релак-

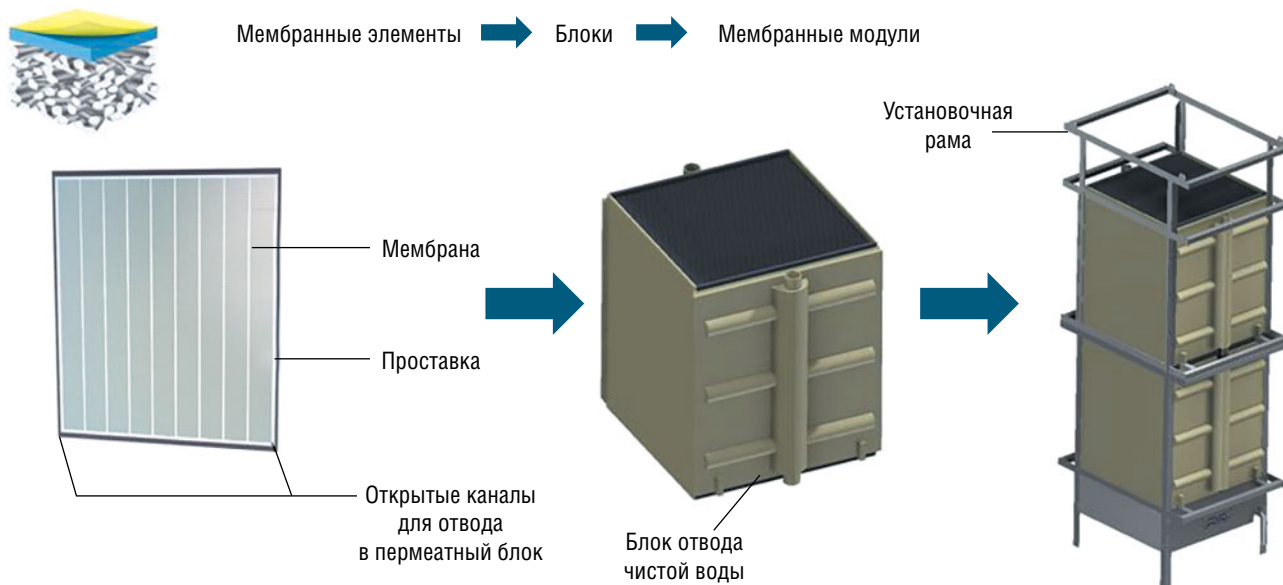


СХЕМА МЕМБРАННОГО БИОРЕАКТОРА

сации (обеспечиваются закрыванием клапана пермеата с одного из блоков) и обдува воздухом. При этом обратная подача пермеата, как в других конструкциях, не требуется.

Высокая надежность пололистовой конструкции мембраны и отсутствие необходимости в извлечении блоков из мембранного отсека позволяют устанавливать 2-х ярусные мембранные модули, что обеспечивает уникально большую высоту блока (почти до 4 м). Это не только дополнительно сокращает площадь очистных сооружений, но и позволяет уменьшить удельное энергопотребление, т. к. тот же расход подаваемого воздуха приходится на гораздо большую площадь мембран.

История успеха компании Альфа Лаваль в сфере МБР начинается с 2001 г., когда на заводе Nakskov (Дания), принадлежащем компании, был разработан прототип новой мембраны. Первый референс-объект сразу стал одним из самых трудных: это было предприятие по производству картофельного крахмала «КМС Бранде». Сток предприятия, обладая клейкостью и обволакивающими свойствами, создает особые трудности для большинства мембран. В результате оценки и испытаний различных типов хорошо зарекомендовала себя только новая мембрана Альфа Лаваль. По результатам испытаний в 2007 г. была построена первая очередь очистных сооружений производительностью 1400 м³/сут, успешно работающая до настоящего времени. С 2009 г. мембраны применяются в коммунальном секторе и на очистных сооружениях как пищевых, так и промышленных производств. По состоянию на 2019 г. эксплуатируется более 200 МБР с мембранами Альфа Лаваль, работающих в 25 странах мира. Самой крупной установкой с 2017 года является муниципальная станция Миккели в Финляндии, рассчитанная на 16,5 тыс. м³/сут.

С 2018 г. начато производство обновленного модуля. В нем дополнительно повышена эффективность технологии LowResist™, использовано решение S Aerator™, (S-образный аэратор), не имеющий тупиковых и угловых элементов, обеспечивающее эффект самоочистки, за счет чего можно осуществлять не постоянный, а периодический обдув мембран. Это позволяет на 40 % сократить подачу энергии без ухудшения процесса, при этом система аэрации не требует промывки. Потребление энергии на обдув мембран в результате составляет всего 0,09–0,12 кВт/м³ сточной воды.

Использованная уникальная технология Quick-Swap™ позволяет извлекать при необходимости только один конкретный пакет мембран без демонтажа всего модуля, что дает возможность более компактно размещать модули и использовать для этого перекрытые или подземные резервуары. Для замены блока в конце его жизненного цикла требуется всего 10 минут.

Пять стандартных типоразмеров модулей имеют площади поверхности от 12 до 1930 м². При потоке через мембрану, например, 15 л/м² час (стандартный диапазон 10–30 л/м² час, зависит от температуры стока) самый крупный модуль 5*MFМ240, занимающий площадь в плане 7,5 м², способен обеспечить очистку около 720 м³/сут.

Компания Альфа Лаваль является одним из крупнейших европейских производителей плоских мембран, выпуская их исключительно на собственном заводе. Мы полностью контролируем соблюдение стандартов на всех стадиях производства и контроля качества готовой продукции, гарантируя заказчику приобретение исключительно надежного продукта неизменно высокого качества. ●