

**АГЕНСТВО РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА И
ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА**

РГП «ГОСЭКСПЕРТИЗА»



ОБЗОРНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

*(анализ зарубежного опыта
проектирования систем биологической очистки
на канализационных очистных сооружениях)*

Астана – 2011

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	3
2. Биоблоки	3
3. MBR - технология	5
4. SBR-технология	7
5. USBF – технология	9

1. Введение

Обзорная информация составлена по результатам анализа зарубежного опыта проектирования систем биологической очистки на канализационных очистных сооружениях в Германии, Чехии, Литве, Бельгии, Голландии, Швеции, Финляндии, а также России и Беларуси. С техническими и технологическими достижениями в области водоотведения и очистки сточных вод в странах Западной Европы и СНГ специалисты РГП «Госэкспертиза» ознакомились в зарубежных командировках, состоявшиеся за период 2009-2011 годы, посещая действующие канализационные очистные сооружения, работающие с применением современных передовых технологий.

Обзорная информация о современных методах очистки канализационных стоков предназначена для заинтересованных заказчиков и проектировщиков.

2. Биоблоки

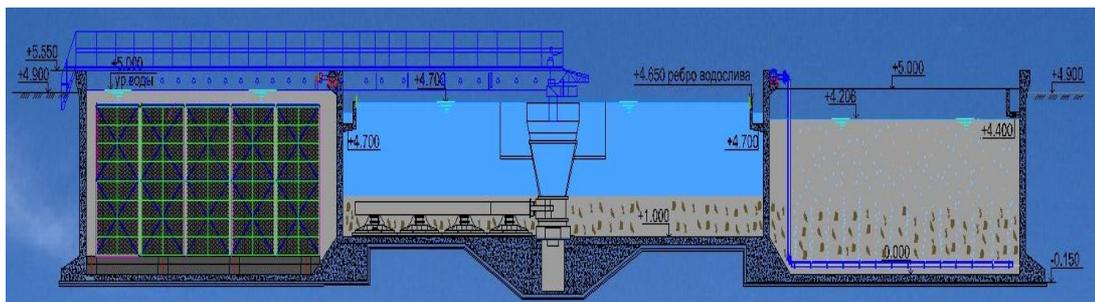
Биологическая очистка на биоблоках предусматривается в две стадии:

- технология очистки сточных вод в биоблоке, совмещающий в едином объеме аэротенк и вторичный отстойник;
- доочистка в отстойниках-фильтрах.

Биологическая очистка

Процесс биологической очистки предусматривается осуществлять в блочном сооружении (биоблоке) без первичного отстаивания. Эффективность механической предварительной очистки достигается установкой решеток тонкой очистки прозором решеток 5 мм.

Блок биологической очистки представляет собой сблокированное сооружение и включает в себя зону аэрации (по типу аэротенка, работающего в режиме вытеснения) и зону отстаивания (вторичный радиальный отстойник). Зона аэрации разделена на ступени, чередующиеся между собой для более стабильной работы системы.



Для биологической очистки сточных вод принята технология сочетания взвешенной и прикрепленной к загрузке микрофлоры. Процесс биологической очистки осуществляется как за счет свободноплавающих микроорганизмов, так и микроорганизмов, прикрепленных к полимерной загрузке. Это обеспечивает увеличение скоростей биологического окисления, следовательно, уменьшение объемов сооружений, стабильность процессов, устойчивость активного ила к неблагоприятным условиям.

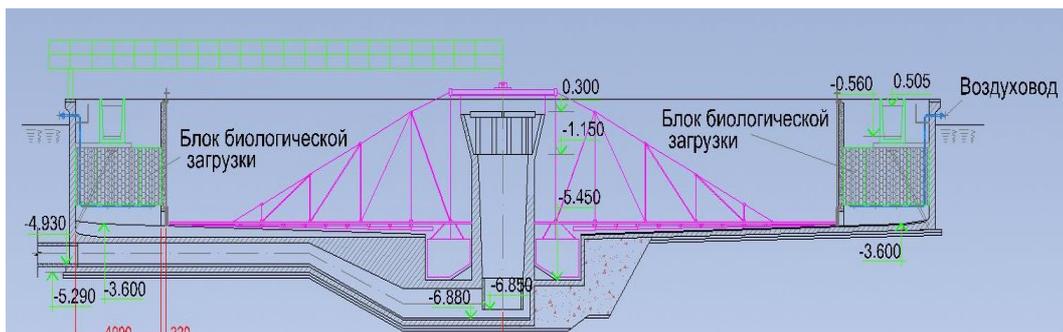
Сочетание взвешенной и прикрепленной микрофлоры в кассетах с искусственными водорослями обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности различных групп микроорганизмов, которые участвуют в очистке воды. Благодаря запасам биомассы микроорганизмов на искусственных водорослях повышается надежность работы блока.

Биологическая очистка сточных вод с применением микроорганизмов, закрепленных на поверхности загрузочных материалов, позволяет осуществлять сложные многостадийные биологические процессы, обуславливает лучшую защищенность клеток микроорганизмов от воздействия отрицательных факторов, обеспечивает высокую концентрацию микроорганизмов в реакторе. Кроме того, закрепление микроорганизмов позволяет постоянно фиксировать их клеточную массу и осуществлять ее пространственное перераспределение. Закрепленный активный ил менее чувствителен к токсичным веществам. Блок биологической загрузки (ББЗ) обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности различных групп микроорганизмов, которые участвуют в очистке воды.

В силу более высокой устойчивости прикрепленных микроорганизмов к неблагоприятным воздействиям, связанным с изменениями характеристик поступающих стоков, увеличивается стабильность процесса биологической очистки.

Доочистка

Процесс очистки осуществляется в одном комбинированном сооружении (отстойнике-фильтре) последовательно в 2 стадии:
осветление суспензии или эмульсии путем отстаивания;
фильтрование осветленной воды через слой ББЗ в направлении снизу вверх.



В сентябре 2010 года специалисты РГП «Госэкспертиза» ознакомились с опытом работы проектировщиков Беларуси. В городе Минске они посетили Производственное частное унитарное предприятие «Белэкполь», которое более 10 лет специализируется на работах связанных с проектированием, строительством и пуском в эксплуатацию систем водоснабжения и водоотведения, а также изготавливает современное оборудование для них. ПЧУП «Белэкполь» имеет свои филиалы в российских городах Москве и Краснодаре.

ПЧУП «Белэкполь» разработало 50 проектов очистных сооружений (КОС), из которых построены объекты в 25 населенных пунктах, в том числе в городе Витебске по их проекту был построен объект производительностью 160 тысяч м³/сутки.

В ходе ознакомления для казахстанцев были продемонстрированы проекты по технологии биоблоков, а также выпускаемая продукция для КОС.

В городе Витебске специалисты РГП «Госэкспертиза» также посетили городские канализационные очистные сооружения, которые обслуживает Унитарное предприятие «Витебскводоканал».

Канализационные очистные сооружения города Витебска по технологии «Биоблок» запроектированы и построены по проекту ПЧУП «Белэкполь». Очистные сооружения состоят из 4-х биоблоков диаметром 48 метров и глубиной 6,3 метра. Рассчитан каждый биоблок на 15,0 тыс. м³/сутки.

3. MBR - технология

Краткое описание технологии

Технология MBR (Membrane Bio Reactor) представляет собой мембранную фильтрацию, интегрированную в процесс биологической очистки с активным илом. Мембранные ультрафильтры служат в качестве барьера для высокоселективной очистки воды от загрязнений (взвешенные вещества, высокомолекулярные соединения, микроорганизмы активного ила и т. п.). Поскольку размер частиц ила крупнее пор в мембранах (0,04-0,08μm), ил не может попасть в сбрасываемую очищенную воду. В этой своей функции мембраны заменяют вторичные отстойники и фильтры доочистки (каркасно-засыпные, песчаные), поэтому процесс становится независимым от осаждаемости ила. Кроме того, ультрафильтрационные мембраны отсекают все бактерии и вирусы от попадания в очищенный сток, что обеспечивает полное обеззараживание сточных вод.

Биологическая очистка сточных вод (разложение органических загрязнений) по технологии MBR намного эффективнее и более устойчива к изменению качества исходных сточных вод по сравнению с традиционными системами за счет увеличения концентрации активного ила (до 6-14 г/л).

Таким образом, обеспечивается очистка сточных вод с высоким и стабильным качеством, требуемым санитарными нормами.

Биологическая очистка сточных вод (разложение органических загрязнений) по технологии MBR намного эффективнее и более устойчива к изменению качества исходных сточных вод по сравнению с традиционными системами за счет увеличения концентрации активного ила (до 6-14 г/л). Таким образом, обеспечивается очистка сточных вод с высоким и стабильным качеством, требуемым санитарными нормами.



Внедрение технологии MBR для очистки производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод коренным образом меняет традиционные схемы очистки и обеспечивает высокую эффективность удаления загрязнений в соответствии с действующим законодательством РК в сфере канализования и очистки сточных вод.

Использования технологии

Использование технологии MBR позволяет усовершенствовать существующие технологические решения, применяемые для очистки природных и сточных вод, для наиболее полного соответствия действующим природоохранным и санитарным нормам РК за счет:

- повышения надежности и увеличения эффективности работы канализационных очистных сооружений (КОС) (исключение возможности выноса биомассы из очистных сооружений);
- увеличения концентрации активного ила в аэротенке и, следовательно, окислительной мощности КОС;
- компактности КОС, поскольку мембранная доочистка заменяет вторичное отстаивание, доочистку на фильтрах и обеззараживание;
- снижения объема избыточного активного ила и увеличения его водоотдающих свойств.

Капитальные затраты на строительство КОС по традиционной технологии и по технологии MBR сопоставимы, но за счет кардинального улучшения качества очистки возможно получение значительного экономического эффекта по следующим позициям:

- повторное использование сточных вод на технические (ТЭЦ, промпредприятия и так далее), муниципальные (полив дорог, тротуаров, зеленых насаждений) и другие цели – экономия источников питьевой воды;
- прямой сброс очищенных стоков в поверхностные и подземные водоемы - предотвращение экологических катастроф, связанных с накопителями сточных вод, пополнение запасов питьевой воды, прекращение изъятия земель под новые накопители, иловые площадки, трассы коллекторов и так далее.

Наличие технических рисков

Выбор в пользу инновационной технологии, например, MBR, для решения той или иной технологической задачи должен решаться путем технико-экономического обоснования.

Важным аспектом уменьшения риска является обоснованный и правильный выбор типа мембран (ультра- или микрофильтрационные), материала (полисульфон, полиэфирсульфон, полиэтилен, поливинилиденфторид), режима фильтрации (напорные, погружные/безнапорные), конструкции мембран (плоскорамные, трубчатые, полволоконные).

При эксплуатации мембранных систем следует учитывать срок службы мембран (5-10 лет), составлять правильные контракты на поставку заменяемых элементов.

По приглашению фирм Norit (Нидерланды), Nordic water (Швеция) и Latfin Service Finland Oy (Финляндия) с 9 по 17 мая 2011 года сотрудники РГП «Госэкспертиза» ознакомились с работой водоочистных и канализационных очистных сооружений Западной Европы.

С 9 по 10 мая были посещения по сооружениям городов Германии, Бельгии и Голландии с фирмой «Норит».

В Голландии, 9 мая были ознакомлены с заводом Норит по выпуску модулей для установки ультрафильтрационных мембран (УФ-мембраны), двумя канализационными очистными сооружениями с технологией мембранного биореактора (MBR) в пригороде Амстердама.

4. SBR-технология

Для очистки средних объемов (более 1 000 куб.м./сут.) хозяйственно-бытовых, а также близких к ним по составу промышленных сточных вод, предлагается использовать SBR-технология. Применение этой технологии является идеальным решением при создании эффективных и компактных очистных сооружений, принципиально отличающихся от традиционных

сооружений проточного действия тем, что процесс биологической очистки (наполнение сточной водой, перемешивание с активным илом, аэрация, седиментация активного ила, отвод очищенной воды, отвод избыточного ила) происходит последовательно во времени в одной емкости - реакторе SBR (Sequencing Batch Reactor - Реактор Переменного Действия или Последовательно-Циклический Реактор).

Полный временной период от наполнения до опустошения реактора SBR (цикл работы), как и длительность отдельных стадий процесса, можно регулировать в зависимости от желаемой степени очистки и состава сточной воды поступающей на очистку.

Принцип SBR-технологии позволяет очищать сточные воды до нормативных показателей для сброса в водоемы, при относительно небольших затратах и небольшой занимаемой площади. Полностью автоматизированная система управления позволяет изменять любые параметры и, таким образом, регулировать качество очищенной воды при минимальном количестве обслуживающего персонала.

Доочистка может осуществляться на фильтрах с песчаной загрузкой.

По приглашению ООО «КВИ Интернэшнл» («KWI International GmbH») в августе 2010 года специалисты РГП «Госэкспертиза» ознакомились с работой муниципального Унитарного Предприятия «Канализационные очистные сооружения Байкальского муниципального образования» (МУП «КОС БМО»).

«КОС БМО» были введены в эксплуатацию в августе 2008 года. Суточная производительность КОС (проектная) составляет 12,0 тыс. м³/сутки (10,0 тыс. м³/сутки с г. Байкальска и 2,0 тыс. м³/сутки с ЦБК).

Схема очистки стоков следующая. Сточные воды города Байкальска, хоз-бытовые стоки и ливневые стоки с территории КОС поступают в приемную камеру, откуда распределяются на две решетки (одна резервная) с прозорами 4,0 мм. После решеток сточные воды поступают на радиальные (две) песколовки.

Биологическая очистка происходит по технологии SBR. Процесс биологической очистки (наполнение сточной водой, перемешивание с активным илом, аэрация, седиментация активного ила, отвод очищенной воды, отвод избыточного ила) происходит последовательно во времени в одной емкости - реакторе SBR. Полный временной период от наполнения до опустошения реактора SBR (цикл работы), как и длительность отдельных стадий процесса, регулируется в зависимости от желаемой степени очистки и состава сточной воды поступающей на очистку.

Биореакторы с размерами в плане 18 x 18 м и глубиной 7 м с объемом 2,0 тыс. м³. Общее их количество 6 штук. Внутри биореактора расположен поверхностный аэратор на поплавках. Мощность аэратора 45 кВт.

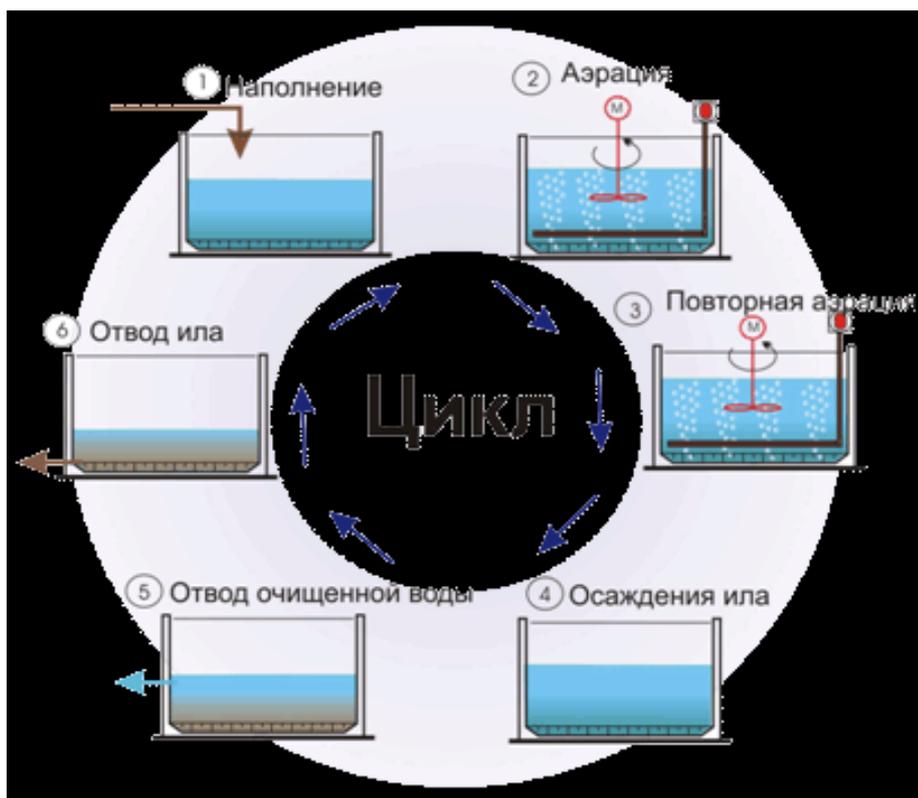
После биологической очистки очищенные сточные воды через буферную емкость поступают на доочистку на фильтры с каталитической загрузкой. Общее количество фильтров – 5.

После доочистки сточная вода через резервуар фильтрованной воды насосами подается на озонирование для обеззараживания и удаления избыточных нефтепродуктов и СПАВ. В цехе озонирования установлены аппараты озонирования воздуха. Воздух на аппараты поступает от компрессоров (три установки). Общее количество озонаторов – 4 установки. Производительность каждой установки 1,5 кг/ч озона (O₃), с мощностью 15 кВт.

Очищенные сточные смешиваются с озоном пропуском их через колонные смесители. Избыточный озон обезвреживается на установках деструкции.

Обеззараженные сточные воды поступают на территорию Байкальского ЦБК и через промежуточную емкость сбрасываются в озеро Байкал.

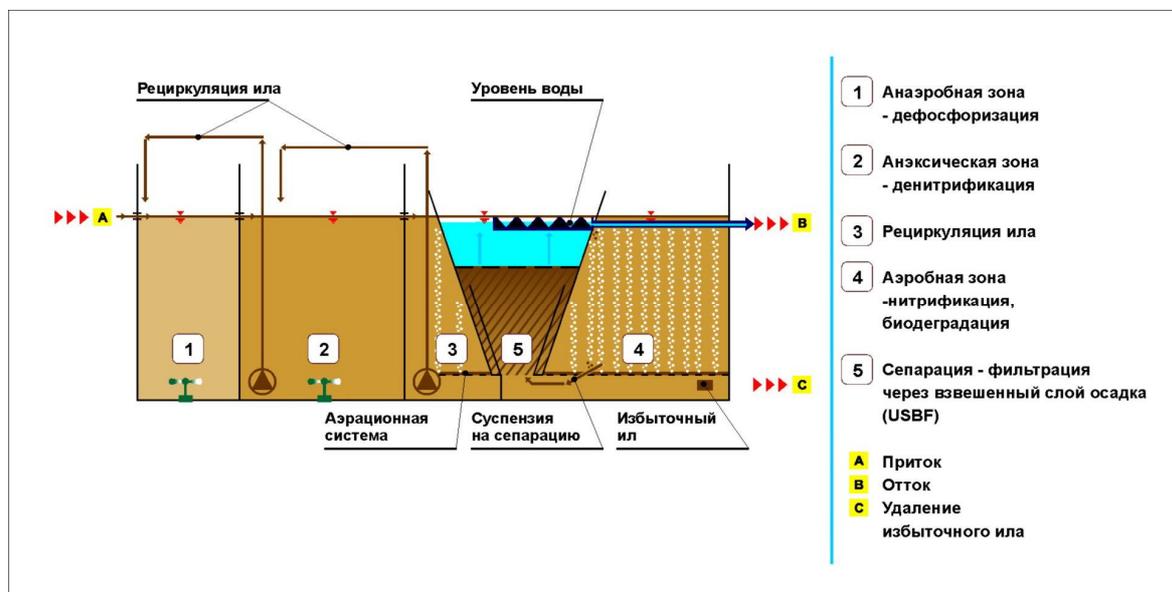
Избыточный ил через промежуточный резервуар поступает в цех обезвреживания, где установлен ленточный пресс-фильтр.



5. USBF - технология

Технология фильтрации суспензии через взвешенный слой осадка, так называемая флюидная фильтрация USBF (Up flow Sludge Blanket Filtration), разработана на основе теории поверхностных сил. Процесс USBF является

модификацией традиционного процесса с активным илом, который объединяет отдельную анаэробную зону и осветлитель на основе восходящей фильтрации с помощью взвешенного осадка в единый блок биореактора. При данной технологии отсутствуют традиционные первичные и вторичные отстойники.



В первом объеме, куда сточная вода поступает после механической очистки и первичного удаления нерастворимых веществ в анаэробных условиях происходит дефосфоризация стоков, при этом сточная вода смешивается с суспензией поступающей из анаэксической зоны в соотношении 1:1. Далее смесь из анаэробной зоны поступает в анаэксическую зону, в которой биологическим методом происходит процесс денитрификации, при этом в неё из зоны сепарации поступает возвратный ил, прошедший сепарацию в реакторе после обработки в аэробной зоне нитрификации. При этом концентрация ила в смеси увеличивается в 2 раза по сравнению с анаэробной зоной. Далее вода из анаэксической зоны поступает в аэрируемую зону, где происходит нитрификация и стабилизация активного ила. Обработанная в аэрированной зоне вода поступает в реактор призматической формы.

Реактор представляет собой сосуд в виде треугольной призмы, ориентированный своей вершиной ко дну резервуара. При этом суспензия вводится в реактор снизу в полностью флюидизированный слой ила со скоростью от 2 до 6 см/с, а свободную от суспензии жидкость выводят над поверхностью слоя ила, представляющей собой поверхность раздела между псевдооживленным слоем и свободной от суспензии жидкостью со скоростью восходящего потока воды непосредственно над поверхностью слоя ила от 1,6 до 2,2 м/ч.

По приглашению ТОО «Индустриальный парк «Металлургия-Металлообработка» (г. Караганда) с 7 по 12 сентября 2009 года специалисты

РГП «Госэкспертиза» посетили 4 канализационных очистных сооружения, также работающие по технологии USBF.

Первые сооружения по данной технологии были сданы в эксплуатацию еще в 1994 и в 1995 годах в городах Ново место и Яромерж (Чехия). Последние сооружения четвертого поколения построены в 2008-2009 годах в городах Рокишкиш и Киданяй (Литва). По всем данным сооружениям сбросы производятся, как правило, в реки или иные водные объекты, что говорит о высокой степени очистки. Данная технология позволяет реконструировать КОС выполненные по классической схеме очистки. Доочистка предусматривается на микрофилтрах.

Так, например, КОС в г. Рокишкис (Литва) имели производительность 5 000 м³/сут. по традиционной технологии. После реконструкции имеют возможность принять 15 000 м³/сут. При этом существующие первичные отстойники теперь используются для выравнивания пиковых расходов, а вторичные отстойники используются для илоуплотнителей. Потребляемая мощность уменьшилась с 250 кВт до 120 кВт.

**Перечень ранее выпущенных методических пособий
РП «Госэкспертиза»**

1. Современное состояние и перспективы развития норм проектирования строительных конструкций в Республике Казахстан, 28.04.2009 г.
2. Государственная экспертиза проектов (отечественный и зарубежный опыт), 29.04.2009 г.
3. Перечень характерных ошибок в проектной документации, предоставляемой на экспертизу, 15.05.2009 г.
4. О порядке проведения государственной экспертизы проектов (*Справочник для заказчиков и проектировщиков*), 25.08.2009 г.
5. О порядке проведения государственной экспертизы по архитектурно-планировочным и технологическим разделам проектной документации на строительство (*Методические рекомендации*), 10.06.2010 г.
6. Методические рекомендации по проведению государственной экспертизы проектной документации на строительство (*Разделы: Электроснабжение, электрооборудование и электроосвещение*), 07.10.2010г.
7. Методические рекомендации по проведению государственной экспертизы проектной документации на строительство (*Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха*) 08.10.2010 г.
8. Методические рекомендации по проведению государственной экспертизы проектной документации на строительство (*Разделы: Водопровод и канализация*), 23.11.2010 г.
9. Методические рекомендации по проведению государственной экспертизы проектной документации на строительство (*Разделы: Охрана окружающей среды, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций и организация строительства*), 28.02.2011 г.
10. О подготовке документации для проведения государственной экспертизы проектов на капитальный ремонт, реконструкцию и модернизацию жилых зданий (*информационно-методическое пособие для заказчиков и проектировщиков*), 16.05.2011 г.