

ТИПОВОЙ СОСТАВ ОБОРУДОВАНИЯ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

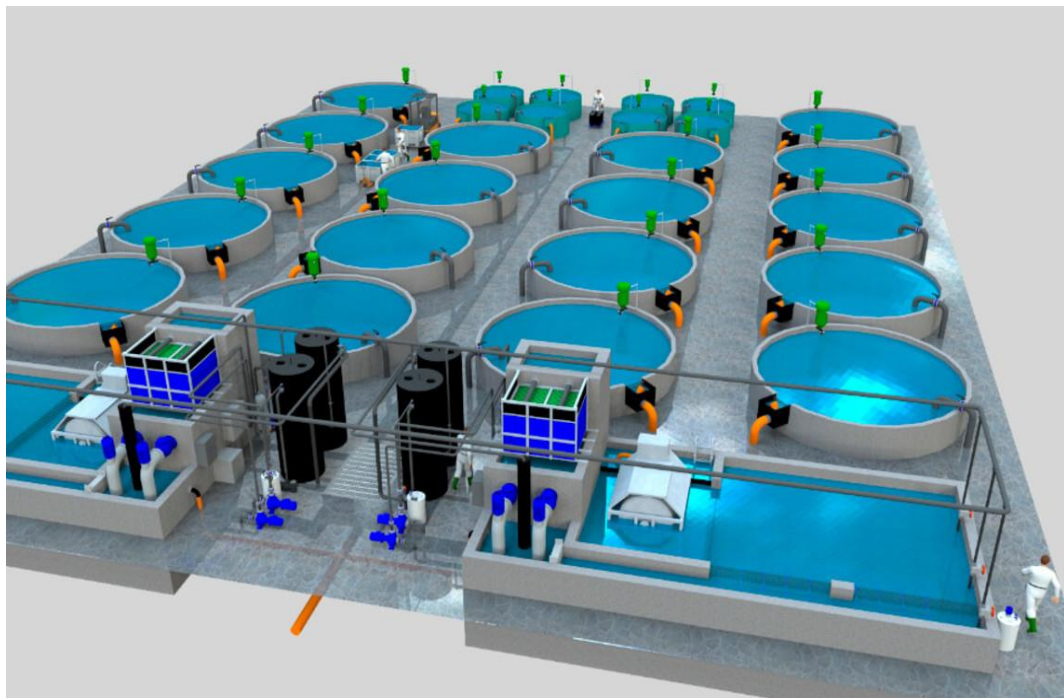
1.Классификация УЗВ

2.Устройство УЗВ

3.Критерии оценки УЗВ

4.Преимущества УЗВ



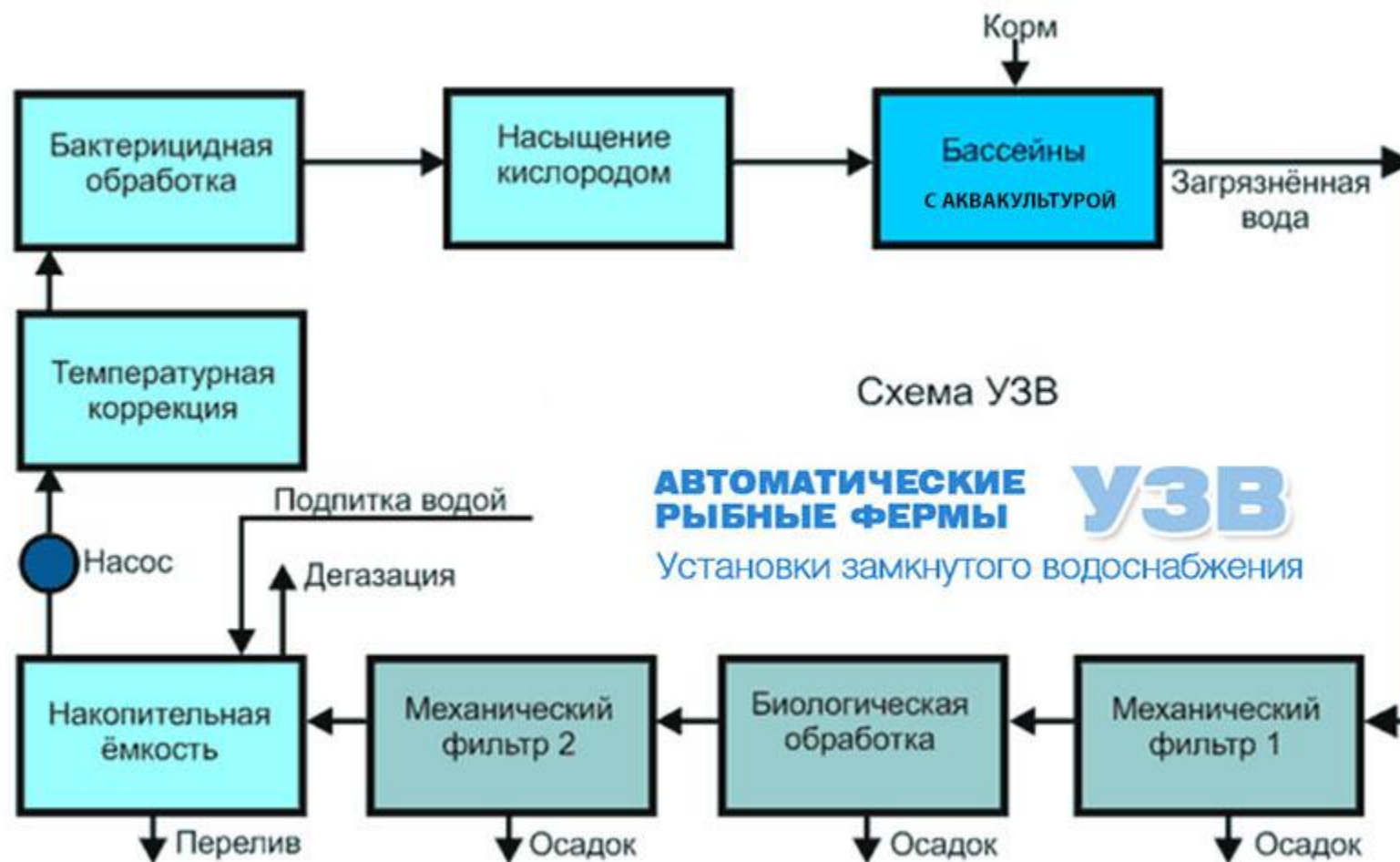


В.В. Лавровским предложена классификация
рыбоводных систем с оборотным водоснабжением по
степени рециркуляции, все системы делятся на

четыре типа:

- без очистки и улучшения качества воды;
- без биологической очистки воды, но с улучшением ее качества путем терморегуляции, аэрации, удаления взвесей;
- с терморегуляцией, аэрацией, механической и биологической очисткой воды;
- наличие в установке, помимо перечисленных выше способов регенерации воды, денитрификации, и подпитки свежей водой не превышающее 5 % общего объема системы в сутки.

Замкнутые рыбоводные установки обеспечивают выращивание рыбы при незначительной подпитке их свежей водой на уровне не ниже 3 % от объема воды в установке за сутки. Такой тип установки более всего отвечает требованиям практики рыбоводства.



Бассейн с рыбой. На вход бассейна подается чистая, насыщенная кислородом вода, а на выходе из бассейна стекает вода, загрязненная продуктами жизнедеятельности рыб, содержание кислорода в которой понижено вследствие его потребления рыбой. Степень загрязненности воды на выходе из бассейна связана с величиной корма, задаваемого рыбам. Условия в рыбоводных бассейнах, как качество воды, так и конструкция бассейнов, должны соответствовать потребностям рыб.

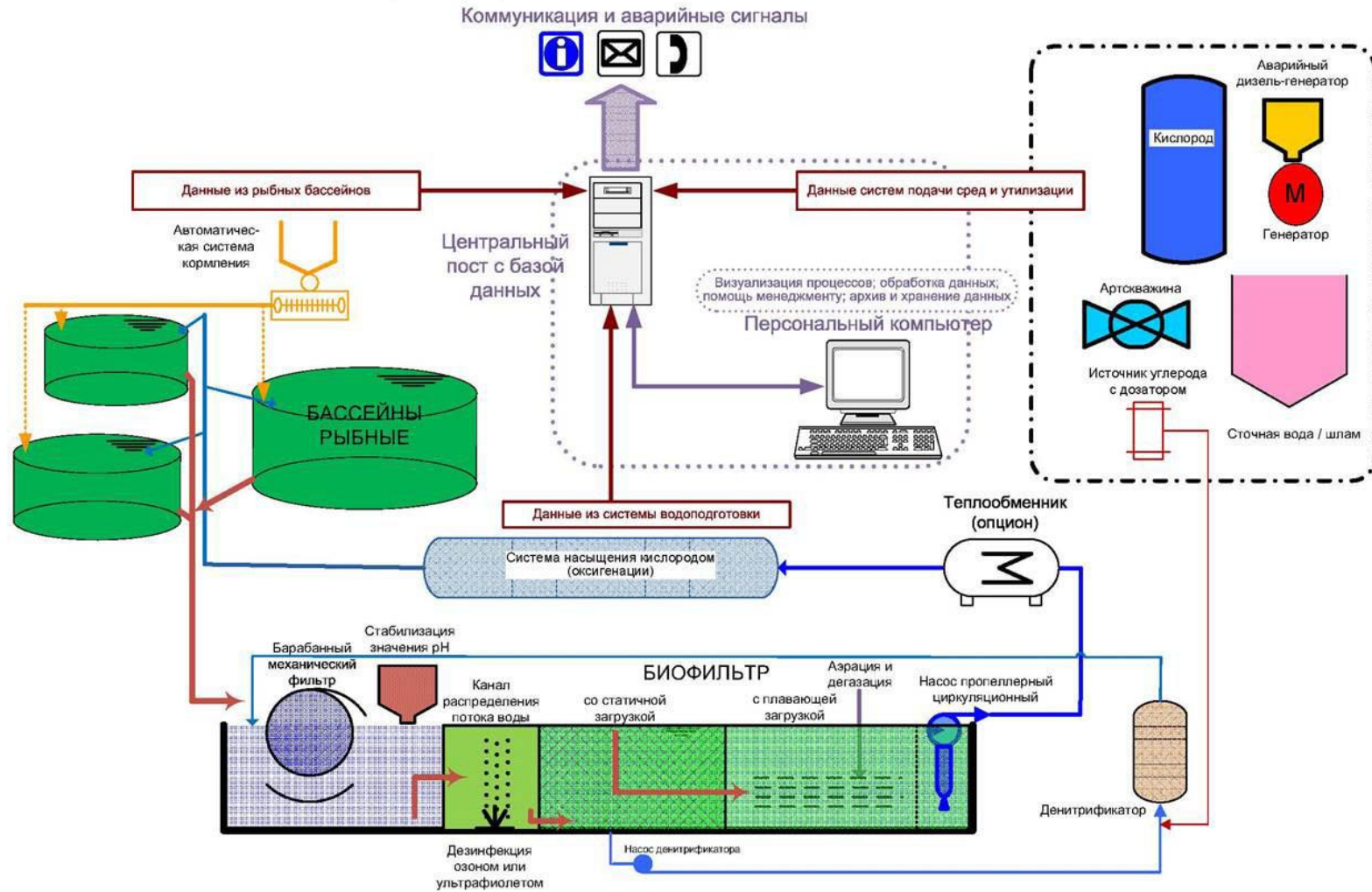
Если рыбы ведут донный образ жизни, наиболее важной является площадь поверхности, а глубина воды и скорость течения могут быть снижены (тюрбо, морской язык или другие камбалообразные), тогда как для пелагических видов, например, лососевых, большой объем воды является более благоприятным и эффективность их выращивания бывает выше при большей скорости течения воды.

Бассейны могут быть снабжены сигнализацией понижения уровня воды, оксиметрами для контроля уровня кислорода и сигнализацией его понижения, а также аварийной оксигенацией.

В круглом или квадратном бассейне со срезанными углами, вследствие гидравлических закономерностей и гравитационных сил, время пребывания органических частиц является относительно коротким и зависит от его размера. Весь водяной столб в бассейне вращается вокруг центра. Вертикальный водозабор с установкой для горизонтального регулирования является эффективным средством для контроля течения в подобных бассейнах. В прямоугольном бассейне не могут быть созданы гравитационные силы для обеспечения течения, а гидравлика не имеет положительного эффекта на удаление частиц. По сравнению с прямоугольными круглые бассейны занимают много места, что повышает стоимость строительства здания. Срезав углы квадратного бассейна, получают восьмиугольную форму, лучше использующую пространство, и одновременно обеспечивающую те же положительные гидравлические эффекты.

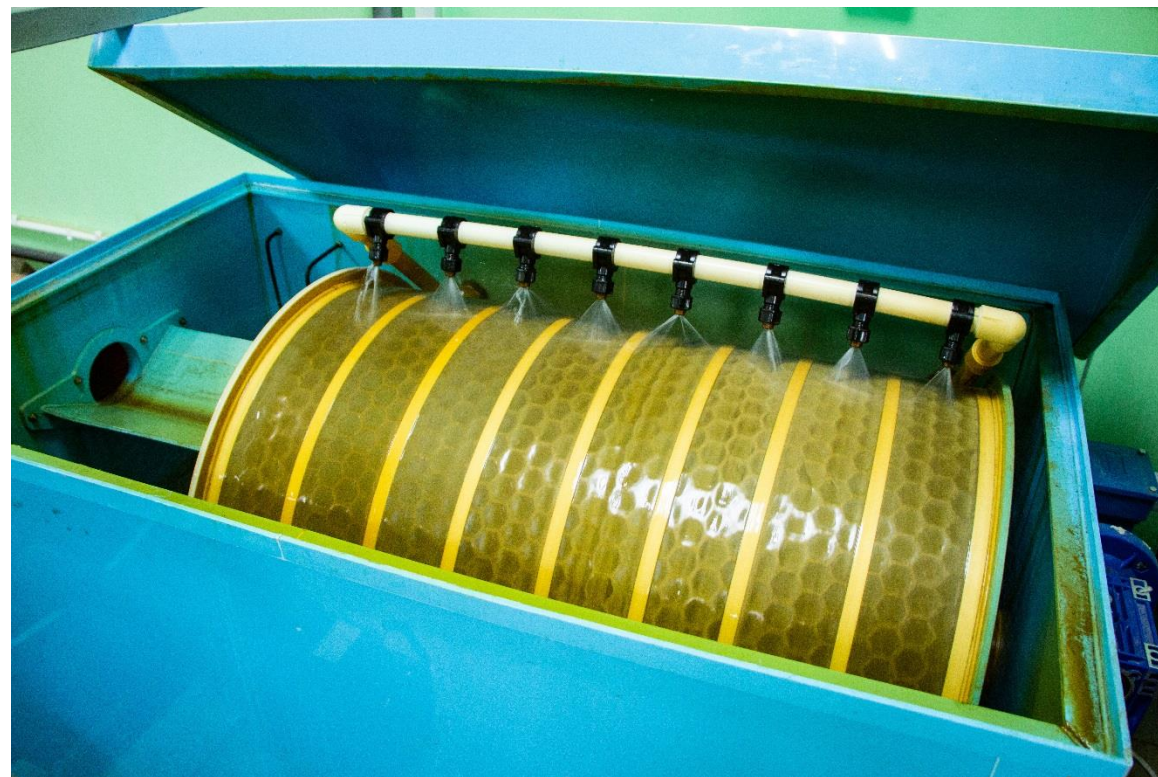


Схема движения воды и рециркуляционной установки УЗВ



Механический фильтр служит для удаления из воды взвесей, поступающих из бассейна с рыбой.

Механическая фильтрация воды, вытекающей из рыбоводных бассейнов, является единственным практичным методом удаления органических отходов. В настоящее время хозяйства, использующие УЗВ, фильтруют воду, вытекающую из бассейнов, с помощью «микросита», снабженного фильтровальной тканью с размером пор 40–100 микрон. Барабанный фильтр, несомненно, является наиболее широко используемым типом микросит. Его конструкция обеспечивает мягкое удаление частиц.



Механический фильтр

Функционирование барабанного фильтра:

- фильтруемая вода поступает в барабан;
- вода профильтровывается через фильтровальные элементы барабана, движущей силой является разница уровней воды внутри и вне барабана;
- твердые частицы задерживаются на фильтровальных элементах и поднимаются к зоне обратной промывки вследствие вращения фильтра;
- вода распыляется из промывочных форсунок, расположенных с внешней стороны фильтровальных элементов, удаленное органическое вещество вымывается из фильтровальных элементов на шламовый поддон;
- шлам вытекает самотеком вместе с водой из фильтра и удаляется для внешней очистки сточной воды.

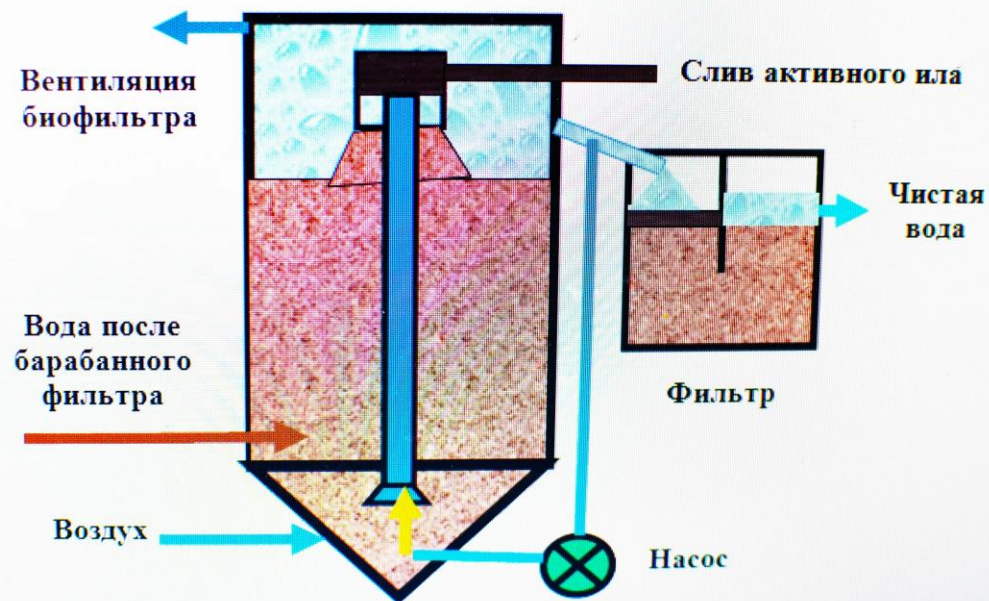
Фильтрация с использованием микросит имеет следующие преимущества:

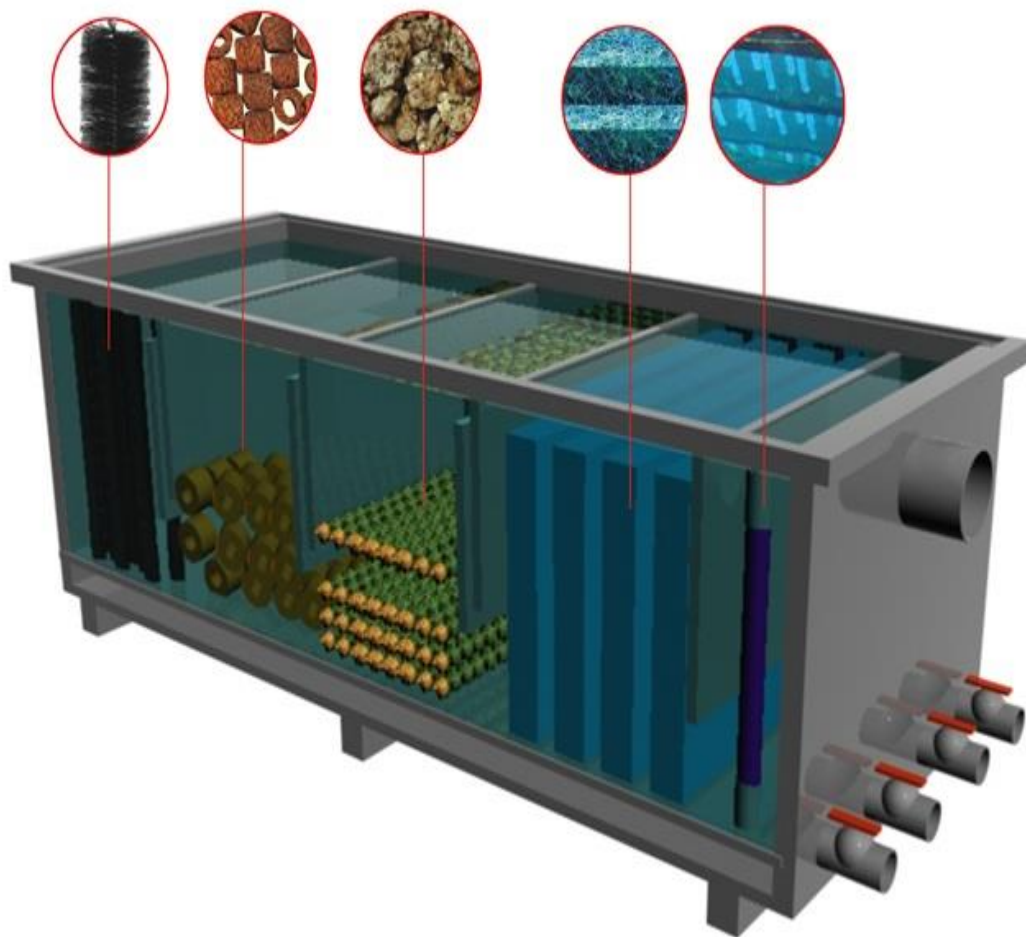
- снижение органической нагрузки биофильтра;
- повышение прозрачности воды вследствие удаления из нее органических частиц;
- улучшение условий нитрификации;
- стабилизирующее воздействие на процессы биофильтрации.

Биологическая обработка воды представляет собой многоступенчатый процесс преобразования органических соединений в нетоксичные продукты, безопасные для рыбы. Процесс выполняется аэробными бактериями, потребляющими значительное количество кислорода, и сопровождается образованием биомассы бактерий и изменением pH-воды.

Разложение органического вещества и аммиака является биологическим процессом осуществляющимся бактериями в биофильтре. Гетеротрофные бактерии окисляют органическое вещество, потребляя кислород и производя углекислый газ, аммиак и шлам. Нитрифицирующие бактерии преобразуют аммиак в нитрит, а затем в нитрат.

Гравийно-песчано-ракушечный биофильтр для УЗВ





Эффективность биофильтрации в системе зависит от факторов:

- температуры воды;
- уровня рН.

Для достижения приемлемой скорости нитрификации температура воды должна быть в пределах 10–35°C, а уровень рН – между 7 и 8. Температура воды чаще всего зависит от выращиваемого вида, и устанавливается не так, чтобы обеспечить наиболее оптимальную скорость нитрификации, а для обеспечения оптимальных уровней роста рыбы. Тем не менее, важно регулировать рН согласно эффективности биофильтра, поскольку малые уровни рН снижают эффективность биофильтрации.

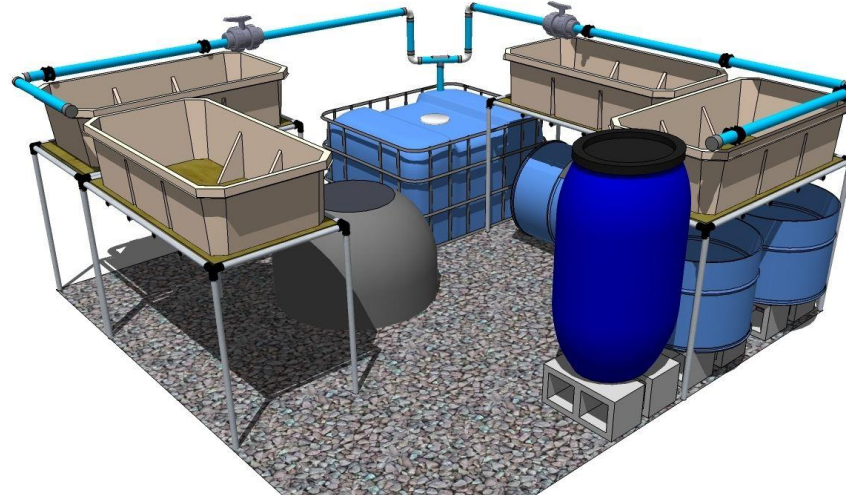
Нитрит (NO_2^-) образуется в промежуточном этапе процесса нитрификации и токсичен для рыб при уровнях выше 2 мг/л. Если рыбы, содержащиеся в УЗВ, хватают воздух, несмотря на подходящую концентрацию кислорода, причиной может быть высокая концентрация нитрита.

При высоких концентрациях нитрит попадает через жабры в кровь рыб, где препятствует поглощению кислорода. Если добавить в воду соль, даже при настолько низкой концентрации, как 0,3 ‰, поглощение нитрита блокируется. Нитрат является конечным продуктом процесса нитрификации и, хотя и считается безвредным, его высокие уровни (выше чем 100 мг/л) отрицательно сказываются на росте и эффективности кормления. Если подпитка свежей водой в системе минимальна, нитрат накапливается и может достичь nepозволительно высоких уровней.

Одним из методов избежания его аккумуляции является увеличение обмена свежей воды, посредством которого высокая концентрация разбавляется до более низкого и безвредного уровня.

Денитрификация – это анаэробный (протекающий без кислорода) процесс, восстанавливающий нитрат до атмосферного азота. По сути, этот процесс удаляет азот из воды в атмосферу, тем самым снижая нагрузку азота на окружающую среду. Для процесса необходим источник органики (углерода), например, древесный спирт (метанол), который может быть добавлен в денитрификационную камеру. На практике денитрификация каждого килограмма нитрата ($\text{NO}_3\text{-N}$) требует 2,5 кг метанола.

Денитрификационная камера чаще всего бывает снабжена наполнителем для биофильтрации с проектным временем пребывания 2–4 часа. Расход воды должен контролироваться так, чтобы концентрация кислорода у водостока составляла около 1 мг/л. Если содержание кислорода полностью истощается, начинает производиться в больших количествах сероводород (H_2S), являющийся исключительно токсичным для рыб, а также дурно пахнущим (запах тухлых яиц).



Биофильтры УЗВ могут быть спроектированы как фильтры с плавающей или неподвижной загрузкой. Все биофильтры, используемые при эксплуатации полностью погружены в воду. В фильтрах с неподвижной загрузкой пластмассовый наполнитель закреплен и не движется. Вода протекает через него ламинарным потоком и соприкасается с бактериальной пленкой. В фильтрах с плавающей загрузкой пластмассовый наполнитель движется в воде, находящейся внутри биофильтра, за счет течения, созданного нагнетаемым внутрь воздухом. Из-за постоянного движения наполнителя фильтры с плавающей загрузкой могут быть наполнены плотнее, чем фильтры с неподвижной загрузкой, благодаря чему достигается более высокая скорость оборота воды на единицу объема биофильтра. Однако в скорости оборота воды на единицу площади фильтра нет существенных различий, так как эффективность бактериальной пленки в двух типах фильтра более или менее одинакова. С другой стороны, фильтры с неподвижной загрузкой удаляют также мелкие органические частицы, поскольку те пристаю к бактериальной пленке. Поэтому фильтры с неподвижной загрузкой также функционируют как блоки для тонкой механической фильтрации, удаляющие органический материал микроскопического размера и очищающие воду очень эффективно.



Биологический фильтр

Механический фильтр 2 предназначен для задержания частиц биологической пленки, образующейся в процессе биологической очистки воды из блока биологической очистки с током воды.

Накопительная емкость выполняет в установке ряд функций, главными из которых являются обеспечение питания насоса и удаление избытка воды в установке через перелив. Вспомогательные функции: подпитка свежей водой, дегазация воды после биологической очистки, добавка реагентов, корректирующих гидрохимические параметры воды. Вспомогательные функции могут быть реализованы другими элементами установки.

Насос обеспечивает бесперебойную циркуляцию воды в установке. С помощью насоса обеспечивается проток воды через все элементы системы, обладающие гидравлическим сопротивлением. В зависимости от конструктивных особенностей установки в ней может быть два и более контуров циркуляции.



Температурная коррекция обеспечивает комфортные температуры, оптимальные для выращивания рыбы. Как правило, коррекция предусматривает подогрев воды. Однако для решения ряда рыбоводных задач требуется охлаждение воды.

Бактерицидная обработка предназначена для снижения уровня бактериального загрязнения циркулирующей воды, возникающего при высоких биологических нагрузках в установке.

Насыщение кислородом - один из главных, не исключаемых элементов замкнутой установки, так как все биологические процессы в установке идут при значительном потреблении кислорода. Аппараты для насыщения воды кислородом могут быть разделены: один устанавливается перед подачей воды в бассейн, а другой - перед подачей воды на биологическую фильтрацию.

Для достижения более высоких уровней насыщенности требуется система оксигенации, использующая чистый кислород. Чистый кислород часто подается в бассейны в форме жидкого кислорода, но также может производиться в хозяйстве с помощью генератора кислорода.



Лавровским В.В. разработана система сравнительной оценки надежности работы установок, оцениваемая в баллах:

- Продолжительность существования рыбы в бассейнах системы в случае прекращения подачи электроэнергии или остановки циркуляционных насосов из-за поломки. Существование может быть обеспечено резервным подключением к электроисточнику, наличием электрогенератора, запасного оборудования подачи сжатого воздуха или кислорода непосредственно в рыбоводные емкости, некоторые другие факторы.
- Наличие в системе оборудования, которое может выходить из строя в период эксплуатации. При этом наиболее уязвимы механизмы и аппараты, снабженные электромоторами, движущимися частями и механизмами.

Система оценки эффективности работы
циркуляционной установки:

- максимальное и рабочее отношение массы рыбы (ихтиомассы) к общему объему воды в установке;
- расход ресурсов (электроэнергии, кислорода, свежей воды) на 1 тонну выращенной рыбы или удельные затраты в натуральном выражении;
- себестоимость выращенной рыбопродукции;
- технологичность (наличие единиц оборудования в технологической схеме, сложность конструкции установки);
- промышленная применимость.



Выращивание рыбы в УЗВ обеспечивает круглогодичное производство, значительную рыбопродуктивность при затратах воды от 0,1 до 0,2 тыс.м³ в год на 1 т, сводит до минимума потери комбикормов, способствует автоматизации всех процессов, позволяет создавать крупные рыбоводные комплексы и отдельные установки, используемые в условиях любых производств для получения товарной рыбной продукции. Кроме того, производство находится непосредственно в местах потребления, что исключает транспортные расходы. Следует отметить, что отходы выращивания рыбы из УЗВ можно улавливать и использовать в виде удобрений или дополнительных компонентов корма.

