

Сергей Михайлович Кочетов
Современный аквариум – техника и принадлежности



Сергей Кочетов
Современный аквариум – техника и принадлежности

Введение

В наш век современных технологий, когда на околоземной орбите годами работают всевозможные космические аппараты с людьми, животными и растениями на борту, смешно слышать и читать о каких-то непреодолимых технических проблемах аквариумистики. Космические станции действуют с очень высоким уровнем автономности, практически все отходы жизнедеятельности регенерируются, и таким образом восстанавливаются их первоначальные свойства, что позволяет существовать этим уникальным объектам с минимумом возобновляемых запасов, периодически поставляемых извне, включая воздух, воду и пищу для людей.



Очевидно, что для всего живого процессы жизнедеятельности по своей сути схожи, равно как и методы и технические средства поддержания жизнеобеспечения. Россия в этом плане достойно занимает ведущее место в мировой науке и технике. Понятно, что эти достижения применимы в различных сферах человеческой активности, в том числе и при содержании аквариума. Важно лишь знать об этом и усвоить основные принципы, а также технические решения, хотя бы в упрощенном виде.

Главная проблема наших аквариумистов-неудачников состоит в том, что они не знают о современном состоянии дел, мало что умеют и не хотят учиться или просто ленятся. Можно потратить много денег на прекрасное фирменное оборудование, но при недостатке знаний оно никогда не будет функционировать нормально. Это все равно что купить самый совершенный и быстродействующий компьютер и загрузить его устаревшим программным обеспечением или вообще попытаться на нем работать, не используя никаких программ.

Издаваемые у нас в последние годы книги и публикуемые статьи, как правило, основаны на информации, устаревшей на многие десятилетия, и настолько поверхностны, что не позволяют дать ответ на вопрос, что делать и каким образом. Автору приходилось сталкиваться со случаями откровенно плохого перевода книг по аквариумистике, где из-за незнания переводчиками технической специфики предмета грубо искажались основные понятия оригинального текста и технические схемы. Некоторые отечественные издания стали, по сути, сборниками различных технических описаний и инструкций по использованию тех или иных элементов аквариумной техники. Причем в них подобраны далеко не самые лучшие и совершенные образцы.

Достаточно кратко просмотреть историю развития аквариумного увлечения, чтобы убедиться, что аквариумная техника, как и все в нашем мире, претерпела в своем развитии много важных этапов. Известна масса примеров реализации различных технических устройств. Часть из них стала лишь шагом развития конструкторских идей и отмерла сама собой, как, например, паровые машины, другие получили дальнейшее совершенствование и существуют до настоящего времени.

Тем не менее одни и те же по своей сути и назначению изделия отличаются своим внешним видом, надежностью, долговечностью, энергопотреблением и другими параметрами. Однако, чтобы не создавать рекламы тем или иным производителям, торговые марки в описаниях, представленных ниже, как правило, опущены.



Учитывая важную прикладную роль очистки загрязненной воды, в том числе и для аквариумных целей, теоретическая база для каждого аспекта фильтрации разработана вплоть до мельчайших деталей на уровне энергетического обмена и межмолекулярного взаимодействия. Описывать все это в рамках научно-популярной книги бессмысленно, поэтому здесь будут упоминаться только главные понятия и технические схемы, важные, по мнению автора, с практической точки зрения. Для упрощения изложения я намеренно убрал из книги все химические уравнения и формулы, которые при большом желании можно найти в справочниках по химии и физике. Кроме того, все вопросы можно задавать автору через редакцию издательства «Вече», а также обращаясь непосредственно на сайт www.kochetov.info или по электронной почте: kochetov@aqualexclusive.ru и sergei_kochetov@mtu-net.ru.

Далее будет показано, что при усвоении принципов работы систем и элементов фильтрации и регенерации ничего особенно сложного в аквариумной технике, применяемой любителями, нет. Поэтому почти все, за исключением надежных насосов и компрессоров, при наличии навыков работы с простейшими инструментами и определенных знаний можно сделать собственноручно.

Еще в начале 1970-х гг. автор книги вместе со своим младшим братом Александром представил на традиционной осенней выставке, организованной Московским городским клубом аквариумистов им. Н. Ф. Золотницкого, первую частную экспозицию морского аквариума, оборудование для которого было сделано из подручных материалов своими руками.



1. Что такое современный аквариум

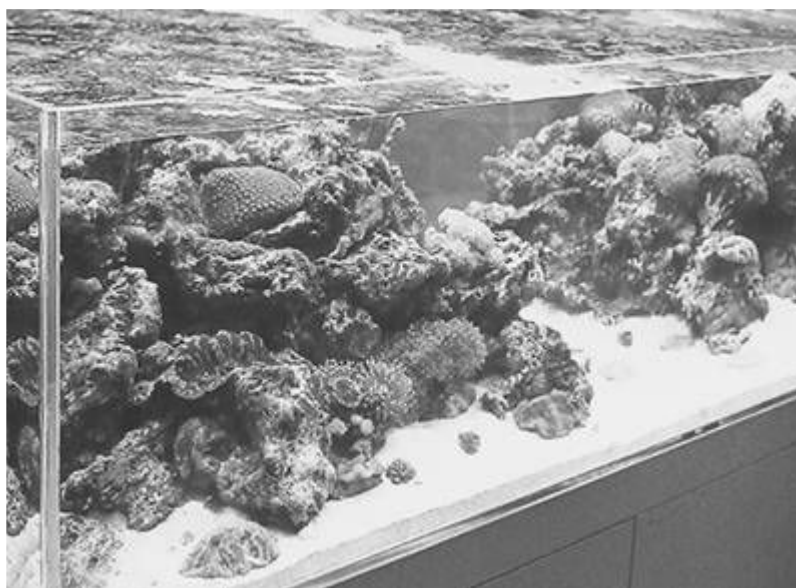
Основу классификации аквариумов определяют прежде всего особенности химических свойств и температура природных вод. По этим признакам различают пресноводные и морские, а также тепло- и холодноводные аквариумы.

Существуют и переходные формы – солоноватоводные аквариумы для обитателей опресненных участков моря (при впадении рек), лиманов и т. д. Уровень солености воды в солоноватоводных аквариумах может быть различным или даже меняющимся по сезонам в соответствии с требованиями населяющих его животных и растений.

Морские аквариумы подразделяют на 3 большие группы:
аквариумы только для рыб;

рифовые аквариумы, где преобладают живые кораллы, дискоактинии, тридакны и другие морские беспозвоночные. Рыбы здесь слишком загрязняют воду и их или нет совсем, или содержится минимум;

аквариумы с рыбами и неприхотливыми беспозвоночными, которые выдерживают неизбежное загрязнение воды продуктами жизнедеятельности рыб.



Фрагмент морского аквариума с рыбами и беспозвоночными. Фото из галереи «Природного аквариума» Такаси Аmano

Обитатели субтропиков выдерживают значительные, но плавные изменения температуры и могут жить как в тепловодном, так и в холодноводном аквариуме. Существуют также полярные аквариумы с экстремально холодной водой, предназначенные для содержания особо холодолюбивых обитателей арктических и антарктических морей.

Отличаются аквариумы и по размерам (от одного трех до сотен литров), и по форме (прямоугольные, круглые, цилиндрические, шестигранные и пр.). Но наиболее популярны прямоугольные аквариумы, у которых высота приблизительно равна ширине. Такой водоем дает больше возможностей вести наблюдения за домашним подводным миром.

С точки зрения терапевтического воздействия на человеческий организм аквариумы можно подразделять на водоемы близкого индивидуального действия (short range aquariums) и дистанционного действия.



Полностью оборудованный мини-аквариум с системой освещения, фильтрации и подачи углекислого газа. В реальных условиях все вспомогательные устройства помещаются внизу в тумбочке или прячутся за столом

Давние традиции, ставшие классическими, предусматривают всевозможные типы аквариумов в зависимости от подбора обитателей. Самый распространенный – общий аквариум, где содержат разные виды рыб, растений, улиток и т. п. Как говорят, всякой твари по паре. Общий аквариум – явление характерное, как правило, для начала аквариумного увлечения, когда еще не определились вкусы и устремления любителя. В других случаях аквариум объединяет один вид, род, семейство или какую-либо группу. Например, это может быть коллекция водных растений Западной Африки, а также аквариум с дискусами или золотыми рыбками.

Есть аквариумы-биотопы, в которых по географическому принципу создают наиболее близкую к природной среде обитания для животных и растений отдельного уголка Земли. И

в самом деле, заманчиво иметь дома уголок Австралии, Южной Америки или тропической Азии.

За долгую историю развития мировой аквариумистики сформировались отчетливо различимые национальные взгляды на аквариум как украшение жилища. Это прежде всего так называемые голландский аквариум и природный аквариум японского специалиста Такаси Аmano. Краткая концепция «голландского аквариума» включает создание своеобразной подводной клумбы, состоящей из причудливо окрашенных водных растений, гармонично контрастирующих размерами и формой листьев. Рыбы здесь играют второстепенную роль, придавая лишь определенную динамику подводному пейзажу. При этом важнейший элемент «голландского аквариума» – его эстетически органичное расположение в интерьере квартиры.



Аквариум в стиле Ивагуми, представленный в галерее «Природного аквариума» Такаси Аmano. Размер аквариума – 90 X 45 X 34 см. Аквариум населен 2 видами рыб (золотая тетра и сомики отоцинклусы) и пресноводными креветками



Основу аранжировки аквариума в стиле райюбоку составляют коряги. размер аквариума – 120 X 45 X 60 см. Аквариум населен 4 видами рыб (орнатус, черный фантом, афиохаракс рэтбана, сомики отоцинклусы) и пресноводными креветками. Фото из галереи «Природного аквариума» Такаси Аmano



Низкий аквариум в стиле уаби-куса. Аквариум заселен как водными растениями, так и растениями-амфибиями, «вылезаящими» за пределы аквариума. Вопрос освещения таких аквариумов решается с помощью подвесного светильника

Аквариумы известного дизайнера Аmano, наоборот, имитируют природные условия и ландшафты, отражая национальную специфику и восприятие мира японским народом. Для реализации этих целей Аmano была разработана и создана целая система технического оснащения и контроля параметров среды, воспроизводимой в аквариумах, а также субстратов для выращивания водных растений. В своем приветствии аквариумистам России господин Аmano раскрывает свой стиль и философию как простую убежденность в том, что перед лицом природы все мы – ученики, и что основа искусства оформления аквариума лежит в создании и поддержании подводной экосистемы как первородного, неиспорченного человеком природного ландшафта. Для «природного аквариума» характерны главным образом два основных типа аранжировки. Это подводные сады со скалами и камнями – ивагуми – и ландшафты с использованием коряг – райюбоку. В последние несколько лет становится популярным еще один новейший стиль подводных миниатюр – уаби-куса. Это может быть целиком погруженный в воду ландшафт или открытый низкий аквариум с выступающими над поверхностью воды водными растениями-амфибиями. Аранжировка в стиле уаби-куса напоминает живописную болотную кочку.

Существуют и другие типы аквариумов – нерестовые, выростные и карантинные водоемы, всевозможные инкубаторы, культиваторы и аквариумы для проведения научных экспериментов.

Некоторые из них со временем могут понадобиться аквариумистам, потому что нужно будет куда-то отсадить мальков, понаблюдать за больной рыбой... Так постепенно появляется небольшое аквариумное хозяйство, которое растет пропорционально развитию вашего интереса к тайнам подводного мира.

И, наконец, следует упомянуть об аквариуме с искусственным берегом, в котором содержат некоторых животных, жизнь которых частично проходит в воде. Вспомним хотя бы тритонов, водяных черепах, лягушек и крабов.



Аквариум на стойке с подвесным светильником выполнен компанией «Аква дизайн Аmano» (сокращенно ада) в современном стиле хай-тек. светильник укреплен на кронштейне, позволяющем регулировать его высоту над поверхностью аквариума

Энергетика аквариума

От первозданной красоты хорошо оформленного аквариума просто невозможно оторваться, так как давно доказано, что аквариум не только украшение, но и важный элемент здорового окружения, генерирующий живую энергию, так необходимую для всех нас независимо от возраста, страны проживания и общественного положения. В странах Востока подобный феномен отметили давно, что придает ему своеобразный культовый оттенок. Существуют даже вполне конкретные рекомендации, сколько и каких рыб надо содержать, чтобы это приносило в дом счастье и удачу. И люди не просто этому верят, они убеждены, что именно так и есть!

В последнее время на Западе распространилась мода на китайскую школу фэн-шуй (на некоторых китайских наречиях это звучит примерно как панг-шуй). Эта школа включает детальные указания по планированию, дизайну и устройству домашней обстановки для того, чтобы привлечь в жилище изобилие, счастье и благополучие. Спрос рождает предложение, и сейчас некоторые дизайнеры широко используют приемы фэн-шуй в своей работе, а некоторые архитектурные колледжи ввели эту школу в программу обучения студентов.

В основе школы фэн-шуй, что в переводе означает «ветер и вода», лежит создание символа изобилия у себя дома с помощью ци – мировой энергии.

Китайская народная мудрость гласит: «Ци разносится ветром и останавливается на границе воды». Для накопления в жилище этой мировой энергии предлагается несколько методов, что отражается в правильном обустройстве домашней обстановки. Для этого можно, например, на восточной или юго-восточной стороне квартиры или дома установить вазу с кристально-чистой водой, что не так уж просто, так как требуется почти ежедневная смена воды, потому что вода мутнеет, цветет, а в условиях субтропиков и тропиков в ней

даже заводятся личинки малярийных комаров. Вместо вазы можно устроить фонтанчик или искусственный водопад, однако плеск воды у некоторых людей вызывает раздражение, и тут о положительном влиянии нечего и говорить.

Вы уже, наверное, догадались, что у человеческой цивилизации существует и другой, безопасный и эффективный способ, который может привести к изобилию. Конечно же, это аквариум с рыбами. Именно аквариум в фэн-шуй является мощнейшим генератором энергии ци, ведущей к счастью и изобилию в доме.

Для наполнения дома энергией с помощью аквариума следует принимать в расчет несколько очень важных моментов:

- энергетическая мощность ци зависит от размера аквариума, и здесь важно соблюдать меру. Чтобы было понятно, приведу простой и понятный пример. Если поставить аквариум в спальне, то избыток энергии не даст нормально отдохнуть, поэтому, если вы не собираетесь регулярно устраивать буйные оргии, ограничьтесь маленьким водоемом или не ставьте аквариум вообще;

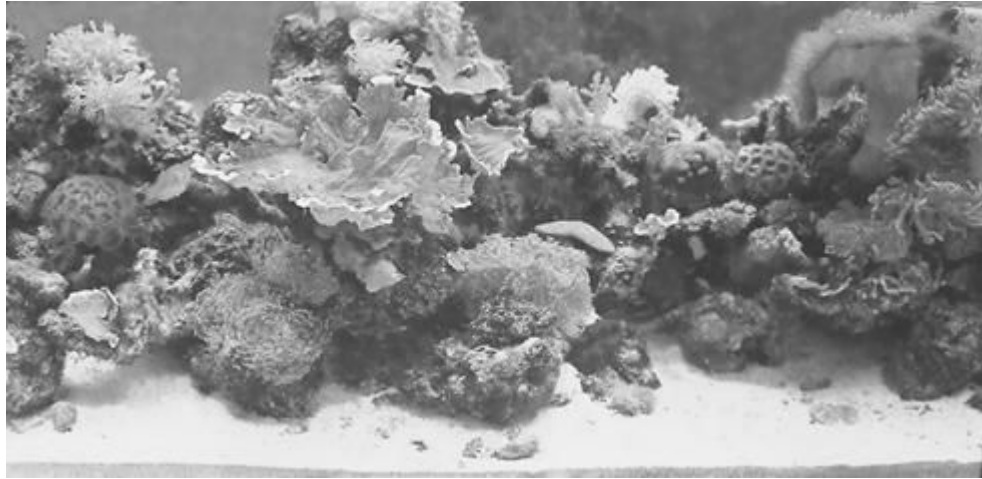
- согласно фэн-шуй в аквариуме должно быть 9 рыб. Девять – это мистическое энергетическое число не только восточной, но и западной нумерологии, причем очень важно, чтобы одна из рыб была черной. По фэн-шуй черный цвет забирает всю отрицательную энергию. Чтобы понять почему, достаточно вспомнить физический термин «абсолютно черное тело». Китайцы уверены, что эти число и цвет приносят счастье;

- темперамент рыб и их окраска тоже имеют значение. Спокойные, медлительные, тихие рыбы содержат энергию инь, в то время как быстрые и бойкие характеризуются энергией ян. Поскольку в разные периоды жизни рыбы меняют характер своих движений и нередко окраску, очевидно, что их поведение в значительной мере определяет потоки ци. При этом важно знать, что характер энергии ци во многом определяется цветом рыб. Так, рыбы «золотой» окраски, например огненные барбусы и барбусы Шуберта, своим цветом выражают элемент Огня и определяют подъем чувственности, в то время как пастельные – беловатые или кремовые – тона, наоборот, несут энергию ци приятного спокойствия. Очевидно, что, несмотря на многовековые традиции китайской аквариумистики, диапазон рыб, предназначенных для содержания в аквариуме, не ограничен одними лишь породами золотой рыбки;

- как упоминалось выше, очень важно расположение аквариума, то есть место установки. Его желательно установить с юго-восточной стороны жилища в «точке изобилия». Согласно фэн-шуй жилая комната или комната отдыха – самое удобное место. Именно здесь проявляется максимальная активность ци;

- очень важно знать, что аквариум не будет источником энергии только от того, что мы его купим и правильно установим. Жизнь в аквариуме должна процветать и буйствовать. Это относится как к рыбам, так и к растениям и беспозвоночным, его населяющим. Без надлежащего ухода, регулярной чистки, подмены воды и заботы о здоровье рыб все усилия и средства будут потрачены впустую. Более того, ленивым горе-аквариумистам и их жизненному благополучию может быть нанесен вред.

Различные религиозные конфессии: христианские, иудаистские, равно как и восточных направлений, однозначно признают положительное влияние аквариума на процесс медитации.



Аквариум мини-риф с морскими беспозвоночными. Фото из галереи «природного аквариума» Такаси Аmano

Среди азиатских народностей считается, например, что малазийский костеязычник (*Sclerorages formosus*) приносит счастье и удачу, а также отводит зло. Каждая семья в странах Юго-Восточной Азии старается всеми правдами и неправдами, не считаясь с затратами, заполучить это сокровище и поместить его у себя дома. Опыт поколений показывает, что вера людей, желающих принести в свой дом счастье, имеет все основания. Рыбы приносят в дом ощущение комфорта, снижают напряжение современной жизни, полной стрессов. Однако при отсутствии достаточного опыта в аквариумистике они живут недолго, а это понятное всем людям стремление к удаче и счастью привело к тому, что малазийских костеязычников почти полностью истребили и они попали на страницы Красной книги Международного союза охраны природы (МСОП).

Другой рыбой, приносящей удачу и процветание, считается гигантский сом пангасианодон. Содержать в аквариуме таких рыб сложно, так как они вырастают чрезмерно большими, достигая веса более 300 кг.

Однако этот вид очень высоко ценится как съедобная рыба (дороже 20 долларов за 1 кг на местных рынках, что считается очень высокой ценой). Местные жители не оставляют попыток принести удачу в свой дом, хотя бы съедая небольшие кусочки этого великана, а в аквариумах содержат его более мелких собратьев пангассиев.

Терапевтическое воздействие

Научно установлено, что наблюдение за обитателями аквариума в считанные минуты снимает любой стресс, успокаивает нервную систему и нормализует артериальное давление. Недаром в развитых странах в клиниках, санаториях и местах массового отдыха часто устанавливают аквариумы и сооружают декоративные бассейны.

Научного объяснения этому явлению пока не найдено. В зимнее время аквариум способствует необходимому увлажнению воздуха в доме, что создает благоприятную атмосферу для детей и взрослых и, несомненно, большой комфорт для людей с заболеваниями органов дыхания. Однако из-за чего нормализуется сердечный ритм, артериальное давление, ускоряется реабилитация организма после тяжелых операций и травм, современная традиционная медицина объяснить пока не может. Помимо сказанного выше, известно, что аквариум в роли психотерапевта помогает душевнобольным при обострении различных психических заболеваний.



Даже небольшой аквариум с красивыми рыбами и растениями способен оказывать положительное воздействие на течение болезни пациентов в современных клиниках, а также в дальнейшем в домашних условиях в период выхаживания больного после операции и в процессе реабилитации

Исследованиями американских ученых – докторов Нэнси Эдвардс и Алана Бека – было установлено положительное влияние созерцания аквариума пациентами, страдающими таким тяжелым недугом, как болезнь Альцгеймера, причем даже на той стадии заболевания, когда они уже находятся в полузабытьи и не желают просыпаться даже для того, чтобы поесть. Таких больных очень сложно разбудить и заставить принимать пищу, а иногда даже приходится применять искусственные методы питания для поддержания их жизни. По этой причине уход за ними очень утомителен, сложен и дорог. Доктор Эдвардс со своими студентами проводила исследования и наблюдала 60 пациентов в штате Индиана. Выяснился удивительный факт, который заключается в том, что пациенты, имевшие возможность наблюдать за аквариумом с яркими рыбами, стали употреблять на 20 % больше пищи по сравнению с контрольной группой, не подвергавшейся аквариумной терапии. На основании анализа поведения больных по 29 моделям социального взаимодействия установлено также, что даже на поздней стадии болезни Альцгеймера, когда их сознание настолько рассеяно, что люди не в состоянии сосредоточиться, аквариум и его обитатели привлекали их внимание до 30 мин в день!

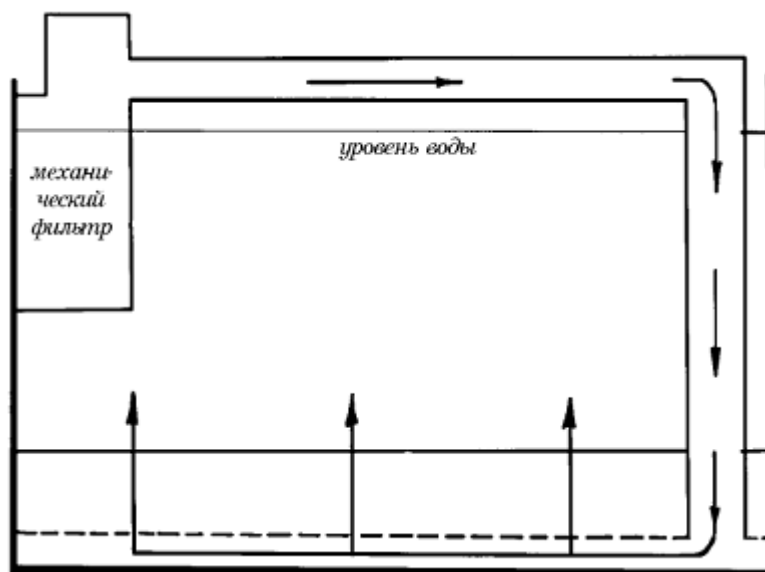
Устройство водоема для таких больных должно быть таким, чтобы, с одной стороны, исключить любую возможность ранения больных разбитым или треснувшим стеклом, а также поражение электрическим током. С другой стороны, необходимо защитить рыб от возможного проникновения неадекватных больных под крышку аквариума, а также от их перекорма неопытным персоналом. Ну и, конечно, очень важно обеспечить возможность простого передвижения аквариума из палаты в палату.

Краткий исторический очерк

Для полноты изложения следует упомянуть основные исторические этапы развития моделей аквариумов.

В середине XVIII в. в аквариумистике существовала только одна концепция так называемого сбалансированного аквариума, в котором источниками поступления кислорода были признаны только освещенные водные растения и поверхность воды. Продукты жизнедеятельности рыб, согласно этой модели, удалялись из аквариума путем усвоения их растительностью и организмами-мусорщиками – улитками, червями и т. п.

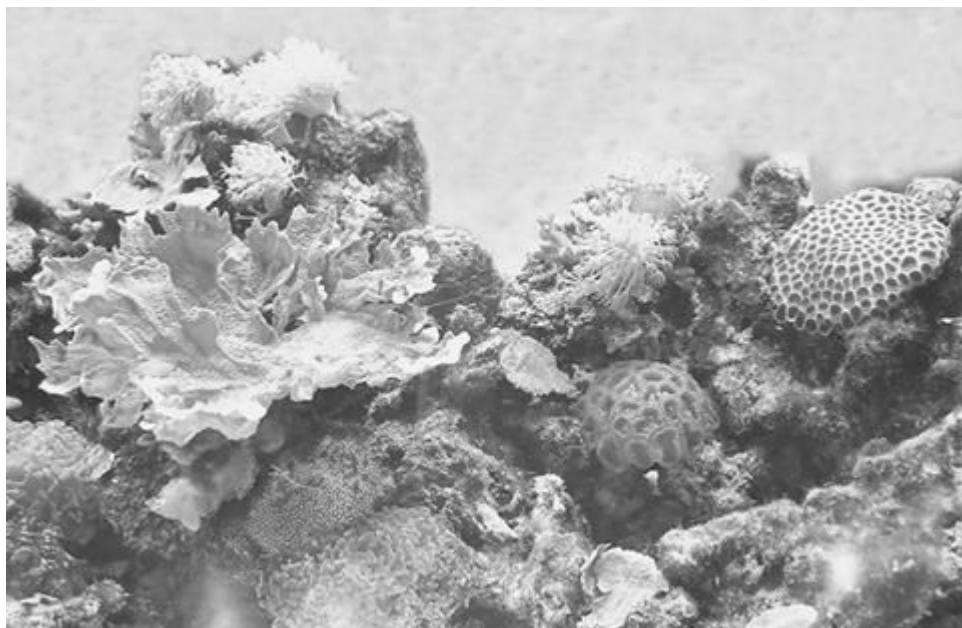
Появление в начале 1900-х гг. искусственной аэрации, а также механической и угольной фильтрации значительно расширило возможности аквариума как имитации природной экосистемы и позволило расширить спектр содержащихся в неволе пресноводных и морских организмов. Так продолжалось почти половину века, пока в начале 1950-х гг. не появилось революционное по тем временам изобретение – фильтр с двойным дном или, как говорят у нас, с фальшдном.



Фильтры с двойным дном с успехом применяются до настоящего времени. На схеме представлена одна из самых совершенных моделей фильтра с обратным направлением циркуляции воды – снизу вверх. При этом исключается накопление нечистот под фальшдном и в самом субстрате

Фильтр, творящий, как тогда писали в аквариумных журналах и книгах, чудеса, был и до сих пор остается величайшим прорывом в развитии аквариумной индустрии. И это несмотря на то, что о его роли как элемента биологической фильтрации тогда еще никто не знал и даже не догадывался. Отмечу, что многие публичные аквариумы с успехом используют фильтры с двойным дном и в настоящее время. Опыт любителей всего мира продемонстрировал, что при надлежащем контроле за работой системы и ее загрязнением, а также при правильном уходе за животными и их кормлении удается содержать морских обитателей до 10 и более лет. Благодаря этим простейшим устройствам содержание морских рыб и беспозвоночных в неволе в то время стало доступным более широкому кругу любителей, и морской аквариум начал развиваться как любительское увлечение.

Следующей важной вехой в развитии морской аквариумистики стало определенное развитие основ теории фильтрации и появление влажно-сухого, или орошаемого, фильтра, который пересек Атлантику и пришел из Европы в США всего 20 лет назад. Применение орошаемого фильтра в сочетании с другими техническими средствами позволило с успехом содержать практически любых рыб и беспозвоночных. Именно благодаря этому типу биологического фильтра всего 15 лет назад приобрело огромную популярность содержание известковых кораллов рода *Акропора* (*Acropora spp.*). В настоящее время даже любители начали размножать в аквариумах многие виды кораллов, а некоторые стали разводить и выращивать коралловых рыб.



Фрагмент современного морского аквариума для содержания прикрепленных форм морских беспозвоночных

Современный аквариум, особенно предназначенный для содержания нежнейших морских созданий, в первую очередь кораллов, актиний и головоногих моллюсков, представляет собой достаточно сложное сооружение, включающее ряд устройств для поддержания жизненно важных параметров водной среды и контроля за ними. Пресноводный аквариум несколько проще с точки зрения поддержания необходимого гидрохимического режима даже для особо нежных рыб, растений и беспозвоночных, но применение современных средств регенерации воды и контроля ее параметров, используемых для морского аквариума, в пресной воде дает прекрасные результаты. То же самое можно сказать и о солоноватоводном аквариуме.

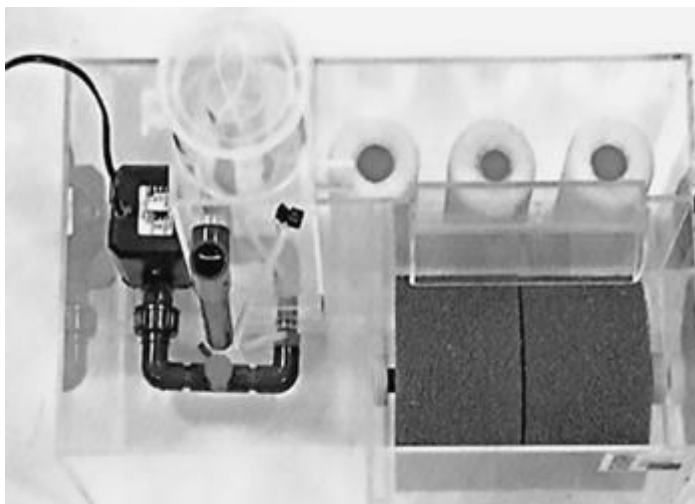
2. Фильтрация и фильтры

Основные цели и задачи фильтрации – удаление из воды взвешенных частиц и продуктов метаболизма, а также замедление процесса накопления ядовитых веществ.

Без использования биологического фильтра в том или ином виде ни морской, ни солоноватоводный аквариумы просто немыслимы, так как спустя считанные дни все рыбы и другие обитатели будут отравлены собственными выделениями и продуктами их разложения. Таким образом, главная задача фильтрации – выведение этих выделений за пределы аквариальной системы, и чем быстрее, тем лучше. С этой целью насосы должны прокачивать воду через систему фильтров с высокой скоростью.

В обычных системах скорость циркуляции воды составляет 4–6 объемов воды в час. Вода аквариума очищается от взвешенных частиц в механическом фильтре, дальнейшая очистка происходит в биологическом фильтре. В своей основе этот фильтр представляет собой помещенный в тот или иной корпус субстрат в виде гравия или различных природных или синтетических наполнителей. На поверхности субстрата живут колонии бактерий, преобразующих токсические продукты разложения выделений морских животных в менее ядовитые субстанции. Этот процесс называется нитрификацией, то есть выделения

гидробионтов преобразуются в производные азота – аммоний и аммиак, нитриты и нитраты. Вода, богатая кислородом и приводимая в движение насосами, омывает этот субстрат, очищаясь. После прохождения воды через систему механической и биологической очистки в ней все же остаются и, более того, со временем накапливаются органические и неорганические вещества, которые нитрификационный биофильтр не в состоянии переработать.



Вид сверху на фильтр морского аквариума, расположенный в поддоне. поддон с системой фильтрации чаще всего размещается в тумбе под аквариумом. слева находится скиммер-камера с насосом, справа – система фильтрации

В простейшем случае и при небольших объемах аквариума предотвратить накопление этих веществ поможет регулярная подмена воды. В самых совершенных системах часть этих веществ удаляется из воды в процессе химической фильтрации, а также при обработке воды другими микроорганизмами в фильтре-денитрификаторе. Рассмотрим этапы очистки и устройства для ее реализации.

Механическая очистка

Механическая очистка воды от взвешенных частиц, состоящих из продуктов жизнедеятельности аквариумных гидробионтов, – важнейшее звено в системе фильтрации. Вода, прокачиваемая через систему механического фильтра с помощью насоса, буквально отсеивает эти частицы, затем они периодически удаляются в процессе промывки или смены сетчатых картриджей, губок и пр. Таким образом, путем выведения этих частиц за пределы аквариальной системы снижается нагрузка на систему биофильтрации, перерабатывающей выделяемые рыбами, растениями и беспозвоночными растворимые в воде продукты метаболизма. Критерий качества механической очистки очевиден: чем меньше взвешенных частиц остается в аквариуме, тем лучше. К сожалению, для механической очистки характерно накопление взвешенных частиц, оседающих на фильтрах картриджей в общей системе циркуляции аквариума. Здесь эти частицы неизбежно начинают разлагаться и загрязняют воду аквариума ядовитыми продуктами разложения. Чтобы этого не происходило, необходимо регулярно промывать механические фильтры.

По мере работы устройства фильтрующие элементы механических фильтров загрязняются и создают сопротивление свободному движению воды – скорость ее циркуляции в системе уменьшается; это хорошо видно по движению водорослей или воды вблизи выходного отверстия системы циркуляции. Однако допускать этого ни в коем случае нельзя – надо срочно промывать или заменять фильтрующий материал. Для контроля загрязненности современные фильтры снабжаются манометрами или расходомерами. На их шкалах отмечаются допустимые уровни давления или расхода воды, которые в итоге и

определяют скорость циркуляции воды.

В простейшем случае – в любительском аквариуме – можно просто опустить руку в аквариум и оценить напор воды, как говорят в науке, органолептическим способом.

Критерии частоты обслуживания механических фильтров сложны и в общем зависят не только от плотности заселения аквариума, но и от характера и природы загрязнения. Очевидно, что в зависимости от того, какими рыбами заселен аквариум, хищниками или растительноядными, меняются и свойства их выделений. Помимо этого, существуют толерантные к загрязнениям гидробионты и, наоборот, очень нежные. Среди последних встречаются объекты и отдельные особи, которые даже проявляют явные аллергические реакции на загрязнение воды.



Даже сложный фильтр морского аквариума обязательно содержит фильтр грубой механической очистки в виде губки (справа)

Механическая очистка воды особенно проблематична в больших промышленных системах с высокой плотностью посадки выращиваемых рыб или креветок. Здесь разработаны системы механической очистки, в которых за счет частичного отвода очищаемой воды происходит непрерывная очистка фильтрующих элементов, но эти системы в условиях домашнего аквариума достаточно сложны.

Любителям советую выработать свой режим обслуживания фильтра в зависимости от заселенности, характера и типа аквариума, а также состава его обитателей. Главное – не дожидаться, пока, как говорится, грянет гром...

В своих аквариумах автор промывает механические фильтры не реже одного раза в неделю, но в некоторых случаях, особенно в выростных аквариумах, 1–2 раза в день. Если в вашем аквариуме живут крупные рыбы (например, акулы, групперы и пр.) или черепахи, я рекомендовал бы выработать у этих обитателей такой рефлекс, чтобы вскоре после кормления они очищали свой пищеварительный тракт. Затем с помощью сачка с мелкой сеткой необходимо собрать экскременты, обильно выделяемые этими животными, с поверхности и в толще воды, что значительно облегчит работу системы фильтрации в целом.

Внутренние и внешние фильтры, предварительная очистка

По своему устройству механические фильтры могут размещаться как внутри, так и вне аквариума. Очень популярны у любителей так называемые канистровые фильтры. В них фильтрация осуществляется в отдельном объеме, напоминающем бачок или канистру и вынесенном за пределы аквариума. Насос – неотъемлемый элемент таких фильтров – нередко встроен в верхнюю крышку корпуса. Внутри корпуса обычно имеется 2–4 отсека, в

которых помещаются различные фильтрующие материалы, служащие для грубой и тонкой очистки. Нередко здесь же предусматриваются отделения для размещения элементов химической фильтрации.



Канистровые фильтры трех типоразмеров для пресноводного аквариума выполнены из нержавеющей стали. вода из аквариума самотеком подается в боковой отросток (слева) и выкачивается насосом, расположенным в верхней крышке фильтра

Канистры обычно изготавливают из нейтрального пластика, для пресноводных аквариумов может быть использована нержавеющая сталь. Такой фильтр, особенно при наличии надежного насоса, становится практически вечным, так как этот металл, в отличие от пластика, не подвержен старению и временной деструкции. Соединение фильтра с аквариумом осуществляется с помощью пластиковых (лучше силиконовых) труб. Для увеличения надежности на места соединений во избежание протечек я рекомендую надеть металлические хомуты и плотно затянуть винты. На трубы забора воды следует надеть решетчатые наконечники, предохраняющие фильтр от попадания рыб, листьев растений и служащие своеобразными фильтрами предварительной очистки. Опыт показал, что все коммуникации для аквариумов, по которым течет вода или подается воздух, удобно выполнять из полихлорвиниловых труб, имеющих разный диаметр и толщину стенок. Несколько дороже, но также проверено опытом использование трубок из акрилового стекла. Для особо нежных гидробионтов лучше применять стеклянные трубки. Следует иметь в виду, что трубки из титана, такие, казалось бы, коррозионностойкие и «абсолютно нейтральные», могут оказать отрицательное воздействие на обитателей аквариума.



Воздушные и водные коммуникации современных аквариумов достаточно сложны и выполняются чаще всего из полихлорвиниловых труб различного диаметра. Самые тонкие трубки служат для подачи воздуха в систему аэрации аквариумов и просто надеваются на штуцеры. Толстые трубы необходимы для подвода канализации и подменной воды. Для надежности трубы соединены с помощью хомутов и накидных гаек. потоки воды или воздуха регулируются разнообразными кранами

Материалом для грубой очистки может служить крупнопористая силиконовая губка. Обычный поролон, применяемый для изготовления мягкой мебели и упаковочных работ, быстро разрушается в воде и не подходит в качестве фильтрующего материала. Многолетний опыт автора показал, что из подручных и недорогих материалов в механических фильтрах вполне можно использовать синтепон.

Песчаные фильтры



Песчаные фильтры различных модификаций и насосы к ним. Манометры, расположенные сверху, нужны для контроля загрязненности фильтров. Промывка таких фильтров осуществляется с помощью обратного потока воды, подаваемой через коммутационное устройство, и управляется рукояткой. соединительная арматура позволяет подсоединять эти фильтры к насосам и другим элементам модульных систем

Отдельно стоит остановиться на применении в аквариумах так называемых быстрых песчаных фильтров, широко используемых для очистки воды в плавательных бассейнах. В качестве фильтрующего субстрата здесь берут чисто промытый кварцевый песок, который прекрасно задерживает мельчайшие механические частицы, плавающие в воде. Основная проблема использования песчаного фильтра состоит в трудоемкости промывки фильтрующего материала. В современных фильтрах она решается с помощью промывки песка током чистой воды, направленным в противоположную сторону по отношению к движению фильтруемой воды. На фото показаны песчаные фильтры, предназначенные для использования в аквариумах. В верхней части этих фильтров находится коммутационная водопроводная система, позволяющая простым поворотом ручки подключиться к водопроводу и канализации и осуществить промывку песка обратным током воды. По окончании промывки субстрата ручка возвращается в исходное положение и фильтр вновь включается в работу системы очистки аквариума. Для контроля загрязненности фильтра служит манометр, расположенный в верхней части корпуса.

Диатомовые фильтры

Для тонкой очистки воды от механических частиц раньше широко использовались так называемые диатомовые фильтры. Функции фильтрующего материала в таких фильтрах

выполнял диатомит – материал, состоящий из мельчайших панцирей диатомовых водорослей. Этот материал позволял отфильтровывать мельчайшие частицы загрязнений, включая многих мельчайших беспозвоночных, бактерии и даже большие молекулы органического вещества с молекулярным весом более 12 тыс. углеродных единиц. К сожалению, применение таких фильтров требовало насосов, создающих высокое давление, кроме того, они быстро загрязнялись и требовали замены фильтрующего субстрата. Помимо этого, у ряда авторов вызывала сомнение необходимость использования таких систем для обычных аквариумов, так как рыбы в воде, лишенной практически всего живого, начинали терять слизь с кожных покровов, что отрицательно сказывалось на их здоровье.

Биологическая очистка

В качестве простейшего биологического фильтра можно рекомендовать упоминавшуюся выше и хорошо известную аквариумистам систему с двойным дном.

В ней через слой гравия толщиной 6–8 см, уложенного на сетчатое фальшдно, которое приподнято над дном аквариума на 1–1,5 см, сверху вниз прокачивается аквариумная вода с помощью специальной помпы или аэролифтного насоса. Аэролифтный насос (на рисунке справа) состоит из трубки с конусным расширением внизу, куда помещается распылитель. Поднимающиеся вверх пузырьки воздуха увлекают за собой воду, которая выбрасывается у поверхности воды.

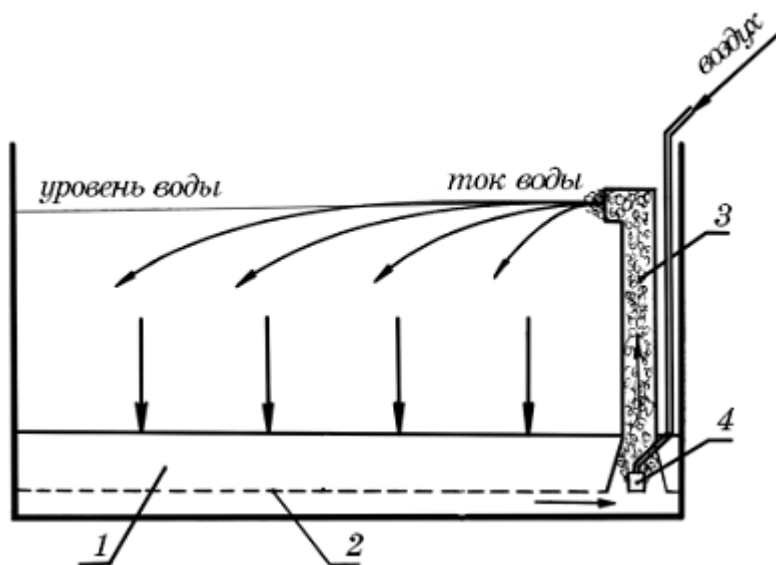


Схема биологического фильтра с фальшдном и аэролифтным насосом, расположенным справа. Слой субстрата биофильтра (1), например гравия толщиной 75 мм, укладывается на двойное дно (2), приподнятое на 10 мм над дном аквариума. Благодаря подаче воздуха на распылитель (4) пузырьки воздуха (3) увлекают за собой воду и обеспечивают циркуляцию воды в системе

В качестве субстрата для пресноводного аквариума применяется мелкий гравий нейтральных пород или отсеянный и тщательно промытый речной песок, а для морского лучше выбирать кальцит, доломит или крупный коралловый песок. Еще лучше разделить слой субстрата на две фракции, например 5–6 мм и 2–3 мм (более мелкая фракция сверху), с помощью пластиковой сетки с ячейкой, препятствующей перемешиванию частиц грунта различного размера. При устройстве аквариума эта сетка укладывается поверх слоя гравия и равномерно засыпается песком. Несомненное преимущество такого расположения слоев фильтрующего субстрата – исключение возможности раскапывания его рыбами до самого фальшдна, а также обеспечение более равномерной циркуляции воды через слой

фильтрующего материала. Со временем под фальшдном скапливаются иловые отложения, которые, перекрывая циркуляцию воды, могут нарушить работу биофильтра и даже привести к гибели обитателей аквариума, поэтому лучше поменять направление движения воды на противоположное. При этом вода, очищенная от взвешенных частиц насосом фильтра механической очистки, закачивается под фальшдно аквариума. Движение чистой воды снизу вверх под слоем фильтрующего субстрата препятствует накоплению грязи под фальшдном и вымывает частицы из грунта, которые затем оседают в картридже механического фильтра. Таким образом значительно облегчается и упрощается уход за аквариумом. Все сводится к периодической чистке механического фильтра. В последние десятилетия появились фильтры с так называемым взвешенным субстратом, в котором мелкий песок поддерживается во взвешенном, как бы плавающем состоянии потоком обрабатываемой воды снизу вверх. Обычно такие фильтры имеют цилиндрическую форму, в которую вода подается снизу и заставляет песок постоянно шевелиться. При этом вся поверхность его заселяется нитрифицирующими бактериями, что приводит к увеличению производительности такого устройства.

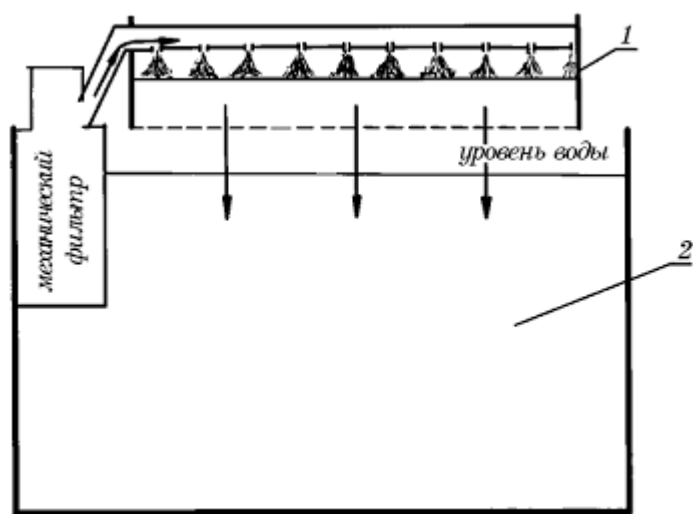


Схема построения простейшего орошаемого фильтра с субстратом, расположенным выше уровня воды. Вода, очищенная от взвесей в механическом фильтре, разбрызгивается на субстрат, размещенный в кассете (1), и через сетчатое дно кассеты возвращается в аквариум (2)

Упомянутый выше влажно-сухой, или орошаемый, фильтр является еще более совершенным и высокопроизводительным средством биологической очистки. В простейшем случае его устройство сводится к выносу субстрата за пределы аквариума. Слой гравия или другого субстрата орошается аквариумной водой, предварительно очищенной механическим фильтром. Помимо высокой производительности очистки, орошаемый фильтр отличается своей устойчивостью к снижению и даже прекращению циркуляции воды по сравнению с другими системами биофильтров. В отличие, например, от фильтров с фальшдном или канистровых, в которых недостаток кислорода, приносимого с циркулирующей водой, убивает фильтрующие микроорганизмы в течение нескольких часов, фильтр с орошаемым субстратом продолжает получать кислород из атмосферного воздуха даже при полном отключении циркуляции воды, связанной с поломкой насоса или отключением электроэнергии. Подсыхание субстрата биофильтра происходит медленнее по сравнению с процессами гибели его микроорганизмов в отсутствие кислорода. В орошаемых биофильтрах часто используются всевозможные пластиковые субстраты особой формы с большой поверхностью, к которой в равной степени легко поступает кислород, растворенный в воде, и дополнительно из атмосферы. Подобные субстраты обычно выпускаются в виде, например, шаров, напоминающих ежей (Bio Balls), мелко рассеянных кубических конструкций (Bio

Cubes) и пр. Кроме того, аквариумная индустрия выпускает всевозможные субстраты в виде рулонов, помещаемых под вращающийся разбрызгиватель биофильтра, наполнители разнообразнейших конфигураций, выполненные из пружинистых губчатых материалов, и комбинированные изделия, например биошары, в средней части которых помещается губчатый субстрат, предназначенный для работы в качестве денитрификатора.



Орошаемый фильтр, встроенный в центре задней стенки аквариума. в верхней части фильтра хорошо видна зубчатая решетка системы перелива. Насосы, перекачивающие воду, располагаются внутри орошаемого фильтра снизу и выбрасывают очищенную воду через отверстия в центральной и боковых частях фильтра. Таким образом вода, поступающая сверху через решетку перелива, омывает субстрат фильтра и выбрасывается обратно в аквариум



Модульная конструкция фильтров. Вода из аквариума закачивается насосом, расположенным на фотографии справа, сначала в фильтр механической очистки (с манометром наверху), а затем последовательно проходит (справа налево) модули химического фильтра, обогрева и ультрафиолетовой стерилизации. В представленной конфигурации фильтра выходной патрубком можно направить в аквариум с помощью стандартной трубы. Замена картриджей фильтров и их чистка осуществляется сверху. Герметичная верхняя крышка любого из модулей отворачивается, что дает доступ к

внутреннему устройству



Группа водоемов с автономными биофильтрами, расположенными на одном уровне. вода, выливающаяся сверху из биофильтра, способствует лучшему перемешиванию слоев и насыщению их кислородом. К каждому аквариуму подведена вода. Кран, перекрывающий воду, расположен непосредственно над водоемом для удобства подмены воды в системе



Те же водоемы с биофильтрами (вид сзади)



Биофильтры расположены выше уровня водоемов. Вода из биофильтра возвращается самотеком. Обратите внимание на магистральные трубы подачи воды и воздуха, расположенные соответственно в верхней и средней частях системы

Компоновка биологических фильтров может быть как горизонтальной, например в виде фальшдна, или вертикальной – в виде своеобразной задней или боковой стенки. В последнем варианте заиливание биофильтра и образование в нем «мертвых зон» минимально. Для увеличения мощности биофильтрации в вертикальном конструктивном варианте можно сделать несколько слоев субстрата, между которыми следует поместить устройство для активной аэрации, так как уровень кислорода в воде после первого же слоя биологической очистки резко падает и его может оказаться недостаточно для нормальной активности последующих слоев. Биофильтр, вынесенный за пределы водоема, может быть как выше, так и ниже аквариума или же находиться на одном с ним уровне.



Аквариум с вертикальным расположением биофильтра. Пестрый фон на фотографии – не что иное, как биологический фильтр вертикальной компоновки, расположенный вдоль задней стенки аквариума. В качестве субстрата – наполнителя фильтра – здесь использован мелкий гравий

С технологической точки зрения удачно компонуются так называемые модульные конструкции. Каждый модуль в них выполняет свою функцию. В одном располагается

обогреватель, в другом – фильтры механической очистки, биофильтр, ультрафиолетовый стерилизатор и т. д. Конструкция всей системы позволяет соединять разные модули вместе и компоновать из них различные конфигурации, которые могут размещаться отдельным блоком или в поддоне, обычно расположенном под аквариумом и включающем такие элементы, как пеноотделители, денитрификаторы и пр.

Нитрификация

Следует иметь в виду, что какими бы ни были конструкция и исполнение биологического фильтра, главный работающий элемент в нем – комплекс микроорганизмов, населяющих поверхность субстратов. Заселение биофильтра, приведение его к работоспособной кондиции и стабильному рабочему состоянию требуют времени. Запуск биологического фильтра, при котором на поверхности гравия образуется бактериальная пленка, состоящая из полного комплекса микроорганизмов-утилизаторов, занимает обычно не менее 5–6 нед, и ускорить этот процесс сложно. Как показано на рисунке, сначала вследствие развития жизнедеятельности так называемых гетеротрофных бактерий, разлагающих выделения рыб, в воде аквариума происходит накопление токсичного аммония и аммиака. Это самый опасный период становления биофильтра, который называется синдромом нового аквариума. Обычно максимум аммония наблюдается на 10-12-й день. Самые нежные рыбы и беспозвоночные этого не выдерживают и гибнут. Быстро развивающиеся так называемые нитрифицирующие бактерии (*Nitrosomonas*) питаются аммонием, что со временем приводит к резкому снижению его концентрации. Однако в результате своей жизнедеятельности они выделяют значительно менее токсичные, но все же очень ядовитые нитриты, которые, в свою очередь, используют в пищу другие нитрифицирующие бактерии – *Nitrobacter*. Обычно через 1 мес после прохождения максимума нитритов биологический фильтр считается активированным, и в воде аквариума начинают накапливаться на порядок менее токсичные нитраты.

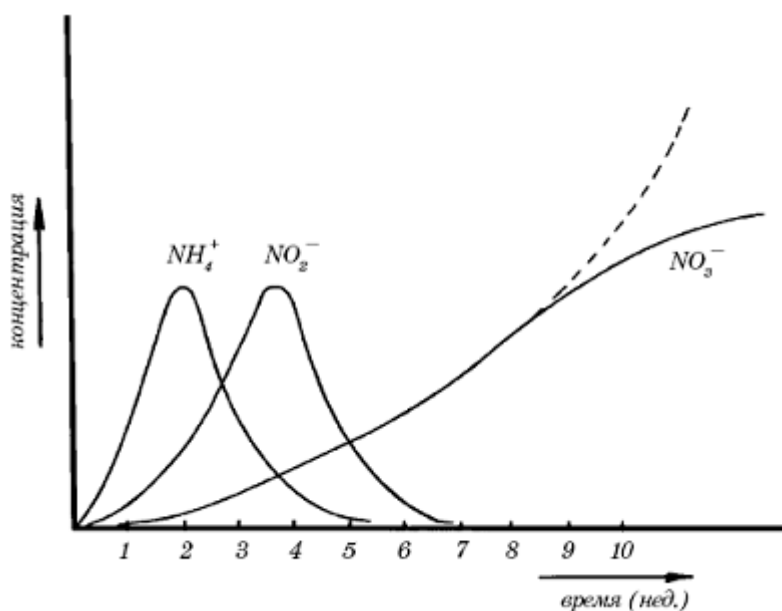


Диаграмма развития процессов нитрификации при запуске биофильтра. Максимум аммиака наступает приблизительно на 10-й день работы фильтра и может вызвать массовую гибель нежных рыб. Это явление в аквариумистике называется «синдром нового аквариума». Опасный максимум нитритов обычно наступает в конце 1-го мес после запуска. Уровень нитратов, отмеченный пунктирной линией, может не достигать максимума вследствие регулярной подмены воды (сплошная линия)

Существует несколько приемов для запуска биофильтра, однако практика автора

показала, что проще и лучше всего использовать для этого стаю живородящих рыб моллинезий, которые по своему суммарному весу должны быть несколько больше, чем вес предполагаемых к заселению морских обитателей. Дело в том, что моллинезии очень легко и быстро адаптируются к солоноватой и морской воде, малочувствительны к образующимся в процессе жизнедеятельности аммонии, нитритам и нитратам и любят высокую температуру воды, которая так нужна обитателям морей. Для того чтобы приучить моллинезий к солоноватой воде, достаточно 10–12 ч. При этом воду, в которой эти рыбы будут жить в вашем аквариуме в процессе запуска (или, как еще говорят, зарядки или активации биологического фильтра), следует добавлять по каплям, смешивая ее с исходной пресной. После адаптации к солоноватой воде моллинезий поселяют в аквариуме при непрерывно работающих насосах циркуляции фильтров.

В течение всего периода зарядки фильтра моллинезий следует обильно кормить. Естественные выделения этих рыб послужат питательной средой для бактерий, преобразующих ядовитые компоненты разложения выделяемой органики в виде экскрементов и слизи в менее токсичные вещества, которые впоследствии будут удаляться из аквариума при подмене воды (20–25 % в месяц).

Спустя 1–1,5 мес моллинезий следует удалить, а воду полностью заменить на свежеприготовленную, но той же солености, температуры и кислотности. За период запуска фильтра в ней накопилось много нитратов, а самое главное, высока концентрация биогенных загрязнений, наличие которых никакими простенькими любительскими приборами не проконтролировать. Все это может привести к стрессу и гибели поселяемых взамен моллинезий рыб. После смены воды аквариум готов к заселению самыми крепкими рыбами, например амфиприонами или другими, относящимися к семейству помацентровых (Pomacentridae). При этом важно учитывать, что масса рыб, которые будут заселены в аквариум, не должна превышать общую массу моллинезий, иначе регенерационной мощности заряженного фильтра может не хватить и тогда опять начнутся проблемы с превышением допустимых концентраций аммония, нитритов и нитратов.

После того как помацентриды поживут в аквариуме примерно полгода, можно подумать о заселении более чувствительных и нежных рыб, например карликовых ангелов. В идеале, чтобы не нарушать работу биофильтра, лучше заменить часть помацентрид на ангелов равного размера, а не просто выпустить их в аквариум. Желательно также совместить процедуру замены одних рыб на других с подменой воды на свежеприготовленную.

По окончании зарядки фильтра моллинезий можно опять приучить к жизни в пресной воде, действуя в обратном порядке, то есть медленно разбавляя морскую воду пресной (по каплям!) в течение 10–12 ч.

Вместо моллинезий вполне можно использовать азиатских цихлид – этроплюсов, морских собачек – бленниусов или мало чувствительных к какому-либо загрязнению групперов, но в наших аквариумах они встречаются реже и стоят значительно дороже. Думаю, что из всего изложенного понятно, что биофильтр является невидимым функционирующим и довольно капризным устройством в аквариуме, от которого зависит жизнь всех остальных его обитателей.

Для полноты картины описания систем фильтрации приведем еще один очень важный пример из новейшей истории. В начале 1960-х гг. многие американцы и европейцы были крайне удивлены, увидев в далекой Индонезии замечательные аквариумы, создаваемые местным аквариумистом из Джакарты Ли Чин Энгом. В его водоемах, наполненных всевозможными морскими обитателями – рыбами, водорослями, беспозвоночными, – больше всего поражало отсутствие каких-либо специальных технических средств, за исключением распылителя воздуха.

Денег на приобретение дорогих фильтров у бедного индонезийца не было, были лишь наблюдательность, смекалка и истинный интерес к морским обитателям. Он мог подолгу рассматривать коралловые сообщества в природе для того, чтобы с минимумом искажений

перенести их в свой аквариум. Созданная им система, сразу названная природной, или натуральной, казалась всем каким-то доморожденным индонезийским фокусом. Однако в последние годы она получила массовое развитие сначала в Европе, затем и в Америке, но уже на новом технологическом уровне. Это ни что иное, как фильтрация с применением «живых камней», «живого песка», системы Жубера, «грязевого фильтра» и т. д. Автор же этой натуральной системы умер, не дожив до широкого общественного признания своего детища и проведя остаток жизни в Австралии (в Сиднее), но уже в хорошем достатке. Тем не менее, несмотря на название системы, следует уяснить, что и пресноводный, и морской аквариумы, по крайней мере, комнатных масштабов, весьма далеки от природы – это в большей степени творение рук человеческих со всеми проблемами и недостатками.

Денитрификация

Принято считать, что конечным продуктом работы биофильтра являются сравнительно неядовитые неорганические соединения – нитраты. В классических трактатах, посвященных морскому аквариуму, обычно пишут, что даже нежные рыбы якобы выдерживают концентрацию нитратов в десятки миллиграммов на литр воды. Исходя из того, сколько морские животные потребляют корма и, соответственно, выделяют продуктов своей жизнедеятельности в воду, нетрудно рассчитать, насколько быстро будет достигнут в аквариуме порог нитратной безопасности. Так и происходит. В реальности же данные расчетов оправдываются далеко не всегда, а эксперименты японских исследователей показали, что дело далеко не в нитратах.

Поселив амфиприонов в просторный аквариум, они стали определять смертельную концентрацию нитратов. Оказалось, что рыбы без видимого ущерба выдерживают концентрацию этого вещества, почти в 100 (!) раз превышающую указанную в аквариумной литературе предельно допустимую норму нитратов для аквариума с соленой водой. В чем же дело, почему такой разницей в рекомендованных и экспериментальных данных? Если поразмыслить, ответ сравнительно прост. Дело не столько в самих нитратах, сколько в других веществах, которые накапливаются в аквариуме вместе с ними. Слово «сравнительно» написано здесь потому, что ни состав этих веществ, ни их свойства определить в любительских условиях невозможно, или, как сейчас говорят, почти невозможно. Более подробно об этом будет сказано ниже.



Колонка денитрификатора. Питательный раствор для фауны денитрификатора подается сверху дозирующим насосом. Циркуляция воды в контуре денитрификации осуществляется насосом, расположенным справа

Бороться с нитратами можно путем регулярной подмены воды или использования денитрификационных фильтров. Известно, что водные растения прекрасно усваивают нитраты (и не только их!), используя эти вещества для построения своего тела. В результате концентрация нитратов заметно снижается. На этом основана работа так называемого водорослевого фильтра. Конструкции такого фильтра могут быть различными, но принцип один. Аквариумная вода протекает через своеобразную неглубокую кассету, в которой располагаются быстрорастущие водоросли, освещаемые яркими лампами. Излишки быстро нарастающей водорослевой массы периодически удаляются из кассеты фильтра. Совершенно необходимо, чтобы свет в водорослевом фильтре горел круглые сутки, так как при выключении освещения водоросли потребляют кислород и выделяют углекислый газ, который в больших количествах опасен для морских гидробионтов, равно как и недостаток кислорода.

Известны и другие способы денитрификации, например основанные на усвоении нитратов в воде другими микроорганизмами, осуществляющими эти процессы. В отличие от нитрификации, где важнейшую роль играет растворенный в воде кислород, процессы денитрификации происходят в среде, лишенной кислорода, или, говоря научным языком, анаэробной. Множество систем таких фильтров было разработано еще в послевоенные годы, а применяются они и поныне для очистки промышленных сточных вод. Основной принцип их работы состоит в том, что денитрифицирующие организмы преобразуют нитраты в газообразные компоненты, конечный продукт которых – газообразный азот, выделяемый в атмосферу. Очевидно, что гетеротрофные бактерии, осуществляющие процессы денитрификации, нуждаются в пище. Их питание может осуществляться различными способами – с помощью глюкозы, сахара, метилового и этилового спиртов. Денитрификатор с применением этилового спирта получил общепринятое в мире название «водочный фильтр».

Мода на аквариумы мини-рифы, в которых очень важно обеспечить высокое качество воды с низким уровнем нитратов, подтолкнула развитие аквариумной техники в части появления денитрификаторов новых систем.

Одним из успешных типов таких устройств, получивших свое развитие в последние 10–15 лет, стал так называемый автотрофный серный денитрификатор (ASD – Autotrophic Sulfur Denitrification). Суть его работы заключается в восстановлении нитратов до газообразного азота с помощью серы, являющейся питательной средой для бактерий *Thiobacillus denitrificans*. Само по себе изучение этих бактерий относится к началу 1950-х гг., но применение их природных способностей в аквариумной технике началось лишь сорок лет спустя. Первые эксперименты были проведены Марком Лангу (Marc Langouet) во Франции. Серный денитрификатор устроен исключительно просто. Он представляет собой резервуар, заполненный серой в виде гранул размерами от 1,5 до 5 мм. Движение воды снизу вверх обеспечивает анаэробный режим в нижней части устройства, а также транспортировку и выход мельчайших пузырьков газообразного азота, образовавшихся в результате реакции, в атмосферу. Для этого верхняя часть серного реактора должна быть открытой. Рекомендуемая масса серы в реакторе должна составлять приблизительно 1 % от веса воды в аквариуме. Например, для аквариума объемом 400 л в серный реактор денитрификатора следует поместить 4 кг серных гранул. Учитывая, что в результате работы серного реактора pH обработанной воды снижается до уровня 6–6,5 (из-за образования серной кислоты), что недопустимо для морской воды, на его выходе следует установить нейтрализующее устройство, заполненное мрамором, известняком или доломитом примерно такого же объема, что и сера. Для этого можно использовать стандартный кальциевый реактор, применяемый в сочетании с углекислым газом и служащий для пополнения баланса кальция в морской воде. После протекания обработанной воды через кальциевый реактор ее можно смело возвращать в аквариум.

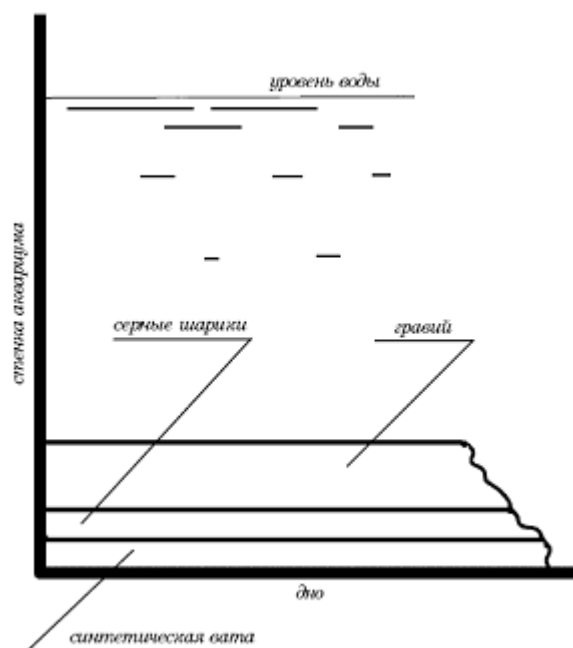


Колонка денитрификатора, заполненная шариками из серы, позволяет реализовать систему автотрофной серной денитрификации (ASD)



Различные типы аквариумных субстратов, применяемых в системах пресноводного аквариума с живыми растениями

Запуск серного денитрификатора, равно как и биофильтра, достаточно сложен. Поначалу движение воды в этом устройстве следует свести к минимуму, чтобы гарантировать анаэробные условия в нижней части серного реактора. При температуре 26 °С и скорости течения жидкости 1 капля в секунду это занимает в среднем 2–3 дня. Активность работы бактерий можно зафиксировать повышением уровня нитритов на выходе серного реактора. Измерения следует проводить регулярно, чтобы аналогично запуску биофильтра убедиться в прохождении пика нитритов, что обычно происходит на 3-4-й день. Затем скорость потока воды через серный реактор увеличивают в течение 10–15 дней. Параллельно с этим контролируют изменение уровня нитратов в воде. Слишком большой поток воды через фильтр приводит к повышению уровня нитритов в вытекающей воде, а слишком малый – к образованию сероводорода, что просто определить по характерному запаху над поверхностью серного реактора. Таким образом, оптимальный режим работы автотрофного серного денитрификатора подбирается регулированием скорости потока обрабатываемой воды. Регулировать же этот поток с помощью крана очень легко. Для ориентировки следует принять в расчет следующие цифры: для реактора с количеством серы 4 кг скорость потока будет приблизительно 4 л/ч, то есть порядка 100 л/сут. В зависимости от конструктивных параметров системы фильтрации воду из денитрификатора можно направлять непосредственно в аквариум или, например, в поддон.



Устройство двойного дна. Для улучшения качества фильтрации в системе Жубера в самой нижней части субстрата желательно между слоями гравия и синтетического волокна расположить слой серных шариков

Существует несколько вариантов компоновки автотрофного серного денитрификатора в общей системе фильтрации. Успешную апробацию прошло устройство, последовательно включающее 3 камеры, где обрабатываемая вода сначала проходит через сорбент, забирающий из воды фосфаты, а затем через серный и кальциевый реакторы. После кальциевого реактора очищенная вода направляется обратно в аквариум. В последнее время появились данные о том, что применение серы в самом нижнем анаэробном слое комбинированного фильтра по системе Жубера значительно увеличивает его денитрификационный потенциал.

Адсорбционно-химическая очистка

Применение различных сорбентов, а также адсорбция продуктов метаболизма морских животных и растений на поверхностях раздела вода– воздух в виде пены, собираемой пузырьками воздуха, а также самой поверхностью воды аквариума, через которую осуществляется газообмен, называется адсорбционно-химической очисткой воды, или фильтрацией.

Активированный уголь и другие сорбенты

В порах активированного угля и некоторых других природных веществ и минералов, а также появившихся в последнее время синтетических полимерных сорбентов происходит поглощение других химических соединений различного происхождения – мелкодисперсных твердых веществ, жидкостей и газов.

Для удаления нежелательных органических загрязнений аквариумисты обычно поступают по очень упрощенной схеме – ставят в аквариум адсорбционный, или, иначе говоря, химический, фильтр с активированным углем или другими веществами, которые называют сорбентами (натуральными или синтетическими). При этом они считают, что, периодически меняя наполнитель такого фильтра, они решают все проблемы с попутной органикой. К сожалению, это не всегда и не совсем так, но об этом разговор особый. Самое важное при использовании сорбентов – правильно определить регламент их замены. В

лучшем случае они просто перестают выполнять свои функции, так как сорбирующие поверхности не могут больше принимать загрязняющие вещества, а в худшем случае происходит спонтанная десорбция – внезапный выброс всего накопленного в воду аквариума. Несомненно одно – избежать стресса у обитателей аквариума не удастся. Особо чувствительные гидробионты испытывают стресс даже при малейшем сбое, поэтому нередко аквариумисты ставят два угольных контактора, которые меняют по очереди, чтобы не было резкого изменения в концентрации из-за лучшей сорбирующей способности свежего действующего вещества. В качестве наполнителя угольных контакторов можно с успехом использовать отечественный березовый уголь марки БАУ. Перед употреблением уголь желательно промыть в чистой воде от угольной пыли, а затем еще и прокипятить, особенно если после его применения в аквариуме было отмечено снижение показателя рН.



Устройство для умягчения воды заполняется ионообменными смолами, через которые осуществляется циркуляция аквариумной воды. Ионообменную смолу необходимо периодически регенерировать. Устройство, расположенное справа, предназначено для аквариумов большего размера

Для умягчения воды в качестве наполнителей химических фильтров нередко используют ионообменные смолы. Свойства ионообменных смол позволяют им замещать положительно заряженные ионы в растворах (катионы) на ионы водорода, а отрицательно заряженные ионы (анионы) – на ионы гидроксидов. В результате в растворе остается одна вода, а катионы и анионы адсорбируются ионообменными смолами. Для приведения ионообменных смол в рабочее состояние их «заряжают» с помощью сильных кислот (обычно соляной) и щелочей. По мере работы емкость ионообменных смол и, соответственно, объем обрабатываемой воды уменьшаются, и их приходится регенерировать вновь и вновь. Следует помнить, что количество циклов регенерации смолы практически не ограничено и определяется главным образом сроком службы смолы как вещества, что в итоге определяется условиями ее использования и хранения. Ионообменные смолы, замещающие катионы, называются катионитами, а анионы – анионитами. Обычно их размещают в отдельных устройствах в форме цилиндров, называемых ионообменными колонками. Для полного обессоливания и, соответственно, умягчения вода последовательно проходит через обе ионообменные колонки. Чаще всего в практике аквариумиста ионообменные колонки используют в системах водоподготовки.

Пеноотделители

Для того чтобы экскременты и другие выделения рыб в виде слизи и высокомолекулярных соединений не попадали в механический фильтр, где обычно происходит их первичное разложение, вызывающее отравление всего аквариума органическими веществами, используют так называемые скиммер-камеры, или пеноотделители. В этих устройствах, представляющих собой высокие цилиндры, заполненные водой, поднимаются мельчайшие пузырьки воздуха, нередко с добавлением озона. Эти пузырьки адсорбируют на своей поверхности частички органических взвесей, слизи, высокомолекулярные компоненты выделений и в виде пены выводят их за пределы аквариума в отдельные емкости – пеносборники. Периодически собранную пену выливают, а пеносборники, предварительно сполоснув, возвращают на место.

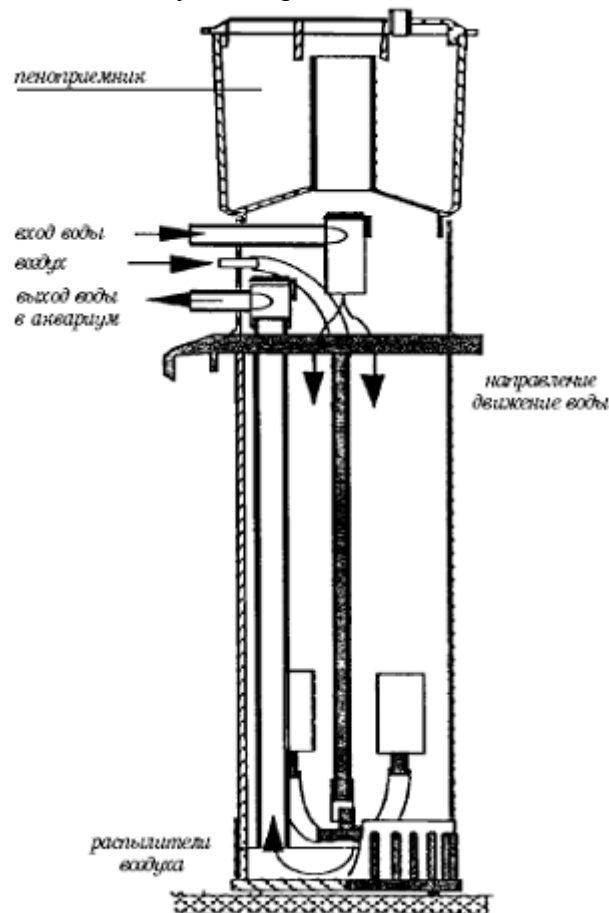


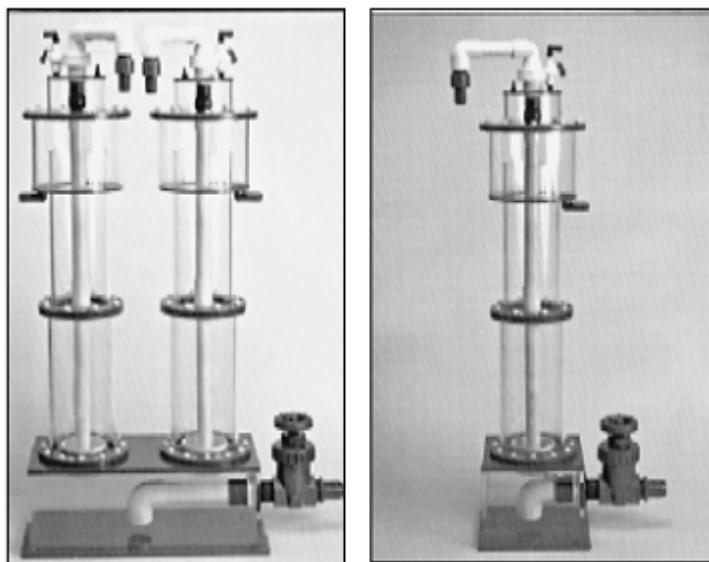
Схема пеноотделителя с противотоком и распылителями воздуха в качестве генераторов пузырьков. Пузырьки воздуха от распылителей поднимаются вверх навстречу воде, поступающей из аквариума для очистки. Образующаяся пена с адсорбированными на поверхностях раздела загрязнениями попадает в пеносборник. Очищенная вода собирается в нижней части цилиндра и возвращается в аквариум после обработки

Существует две принципиальные схемы пеноотделителей – прямоточная и противоточная. В первом случае поток обрабатываемой воды движется в том же направлении, что и поднимающиеся вверх пузырьки. Во втором случае обрабатываемая вода движется навстречу потоку пузырьков. Поскольку вторая система признана значительно более эффективной из-за большего времени задержки воды в контакте с пузырьками (этот параметр в иностранной литературе называется «retention time»), а прямоточные пеноотделители в настоящее время потеряли свою актуальность, мы не будем их далее рассматривать. Важную роль в работе пеноотделителей играет размер пузырьков. Это

связано с тем, что площадь контакта с водой пузырьков диаметром 0,1 мм, полученных из 1 л воздуха, окажется в 50 раз больше площади пузырьков диаметром 5 мм, полученных из того же объема воздуха.

Для того чтобы читателю было понятно, насколько важно при создании скиммер-камер учитывать все влияющие параметры, приведу пример. При расчетах их производительности специалисты учитывают даже, казалось бы, такие мелочи, как зависимость формы поднимающихся пузырьков от их размера. Так, при нормальном атмосферном давлении пузырьки размером до 1 мм имеют строгую сферическую форму, в то время как пузырьки размером свыше 2 мм имеют форму эллипсоида.

a



б



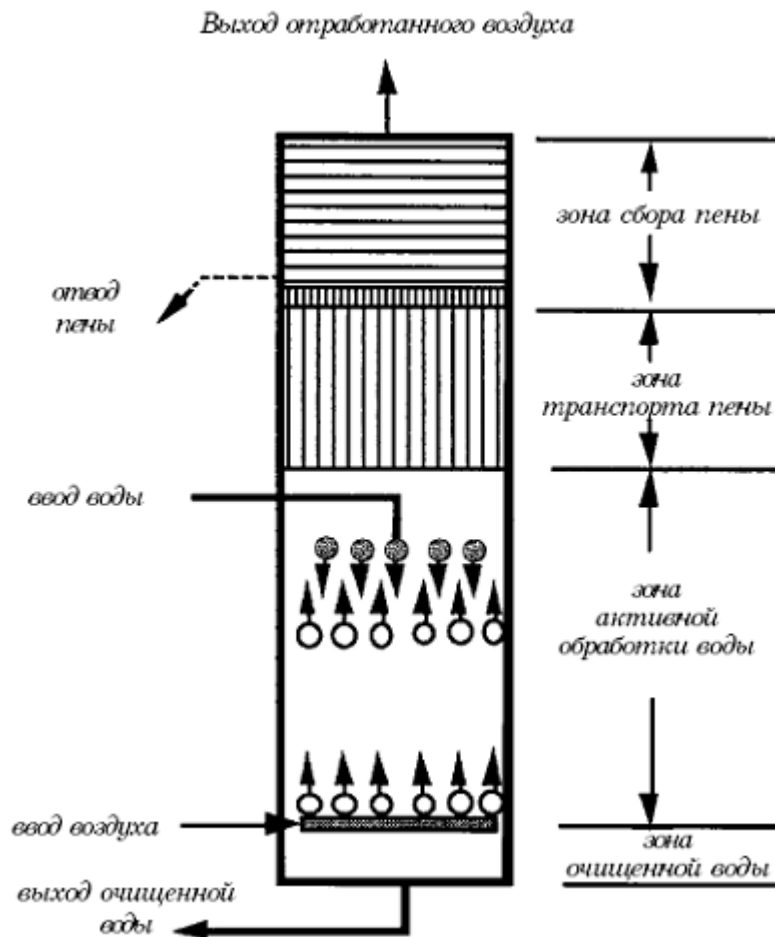


Различные технические реализации скиммер-камеры:

а – для удвоения производительности пеноотделителей нередко используются сдвоенные конструкции с двумя цилиндрами, расположенными на одном основании резервуара очищенной воды (справа); б – техническая реализация скиммер-камеры с моторным генератором пузырьков (насос справа); в – техническая реализация пеноотделителя повышенной производительности. здесь справа над насосом расположена трубка забора воздуха для инжектора с краном регулировки подачи воздуха

В современных конструкциях высокопроизводительных пеноотделителей используются устройства, генерирующие пузырьки диаметром приблизительно 0,5 мм. В любительских же конструкциях до настоящего времени нередко применяются скиммер-камеры с распылителями, аналогичными тем, что и для систем аэрации. Как показал опыт, наилучшие пузырьки получаются из деревянных распылителей, которые изготавливают из липы. Липовые распылители не требуют очень большого давления от компрессора и создают равномерный ток пузырьков в течение всего срока службы, который, к сожалению, обычно не превышает 2 мес. Однако как наиболее надежному способу генерации пузырьков предпочтение отдают инжекторам – устройствам, засасывающим воздух под действием потока воды, создаваемого насосом. Принцип тот же, что и при работе обычного пульверизатора. Срок работы инжекторов практически неограничен, и они не нуждаются в обслуживании, что, по сравнению с распылителями, является огромным преимуществом.

Другое устройство для генерации пузырьков – так называемый диспергатор. В принципе это такой же инжектор, но в дополнение снабженный вращающимся диском с прорезями, периодически прерывающими струю воздуха. Следует отметить, что забор воздуха, поступающего в пеноотделитель, должен производиться из источника чистого воздуха. Наличие в засасываемом воздухе табачного дыма или выхлопных газов может привести к отравлению всего аквариума. В этом случае необходимо ставить специальный фильтр очистки с активированным углем, водяным реактором и т. п.



Общая схема работы пеноотделителя с противотоком включает 4 зоны. В зоне активной обработки воды происходит контакт пузырьков воздуха, поднимающихся вверх, с водой из аквариума, движущейся в обратном направлении сверху вниз. Образующаяся пена поднимается вверх, собирается в пеносборнике и отводится в канализацию. Воздух, поступающий в пеноотделитель в виде пузырьков, уходит в атмосферу в отработанном виде. Очищенная вода собирается в нижней части цилиндра и возвращается в аквариум. В случае использования озона он подается в систему в виде смеси с воздухом, образующим пузырьки



Скиммер-камера с объемом циркуляции воды 350 000 л/ч. Для сравнения справа от большой камеры поставлен пеноотделитель сравнительно небольшой производительности, который обеспечивает объем циркуляции воды 2000 л/ч



Большая скиммер-камера 4 м высотой и более 1 м в диаметре – основа для поддержания высокого качества воды в аквариумах карантина-передержки морских организмов. управление пеноотделителем осуществляется со щита, расположенного с левой стороны

Если рассматривать схему работы скиммер-камеры, то в ней можно различить 4 рабочие зоны. В самом низу рабочего цилиндра находится зона выхода очищенной воды. Несколько выше, начиная с уровня впрыскивания пузырьков, располагается контактная зона,

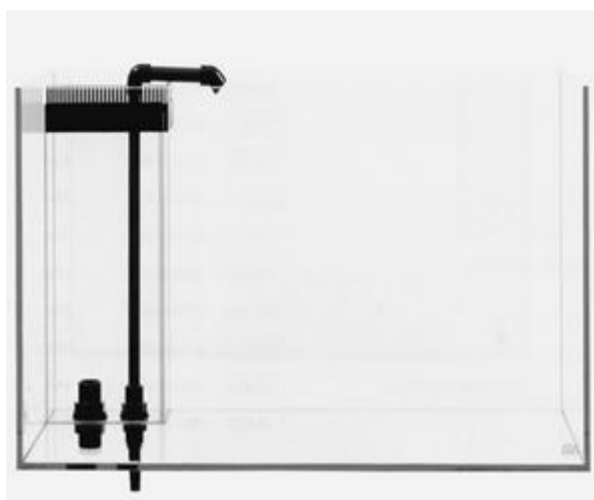
где, собственно, и происходит образование пены. Далее, несколько выше уровня поступления обрабатываемой воды, размещается зона транспорта пены в четвертую зону – зону сборника и отвода пены.

Выбор типа пеноотделителя во многом определяется требованиями объектов, содержащихся в аквариуме, к качеству воды, плотности посадки гидробионтов, а также финансовыми возможностями любителей. Иногда бывает дешевле использовать два или более простых пеноотделителя в одной системе очистки, чем приобретать мощное и дорогое устройство. Ведь скиммер-камеры для больших аквариумов или систем с большим числом аквариумов и центральным фильтром могут быть поистине грандиозными устройствами 4-метровой высоты при диаметре, достигающем 2 м и более. Объем воды в таком пеноотделителе может достигать 12 м³ при высоте столба воды 2,5 м, а потребляемая мощность 12 кВт! Чтобы оценить скорость течения воды через такую камеру, необходимо умножить время задержки, например стандартные 2 мин, на 12 т воды. Таким образом, за 1 ч этот пеноотделитель обрабатывает почти 360 т воды. Скиммер-камеры такого объема предусматривают возможность уменьшения времени задержки до 1,5 мин, и тогда производительность устройства возрастает более чем на 100 т воды без существенного ухудшения качества обработки.

Техническое оборудование такого пеноотделителя включает инжектор, систему очистки пеносборника и расходомеры воды и воздуха. Если же в системе будет использован озон, в состав обязательного оборудования включается генератор озона, измеритель редокс-потенциала и система очистки воды и отработанного воздуха от остаточного озона.

Поверхностный скиммер

Видимая невооруженным глазом маслянистая пленка на поверхности аквариума свидетельствует о значительном загрязнении воды в аквариуме, но, даже будучи невидимой, она существует, так как на поверхности раздела двух фаз (вода-воздух) неизбежно концентрируются загрязняющие воду субстанции, откуда их нетрудно собрать с помощью поверхностного скиммера. Для этого с одной из сторон аквариума или в углу устраивают так называемый перелив, куда эти пленки затягивает течением. Далее они собираются в поддоне и в концентрированном виде прямоком попадают в колонку пеноотделителя или биофильтр (последнее менее эффективно с точки зрения выведения загрязнений за пределы аквариума).



Аквариум с внутренним переливом, обеспечивающим перемещение органики, собирающейся на поверхности воды, к биофильтру, расположенному в поддоне. Трубка большего диаметра (слева) проходит через дно отделенной части аквариума и посредством гибкого шланга направляет воду, собранную с его поверхности, в поддон, где располагаются системы биоочистки. После очистки вода возвращается обратно через трубку (справа), проходящую через дно аквариума



Группа пресноводных аквариумов (рыборазводни) с полупроточной системой и поверхностным сливом, отводящим загрязненную воду вместе с пленкой в канализацию. Даже такое простейшее устройство выполняет роль поверхностного скиммера, удаляющего органику из аквариума. Водные растения, буйно растущие над поверхностью воды верхнего яруса аквариумов, выполняют роль водорослевого денитрификационного фильтра



Сливные трубки поверхностного скиммера с переливом располагаются прямо на дне отгороженной зоны аквариума

Применение озона

Как известно, озон состоит из трех атомов кислорода и легко разрушается с образованием сильнейшего окислителя – атомарного кислорода. Применение озона в

аквариумистике началось в 1960-е гг., первоначально для обеззараживания воды и контроля болезней рыб.

Механизмы и химия взаимодействия озона с водой пресноводного и особенно морского аквариумов значительно сложнее, чем это принято описывать в популярной аквариумной литературе. К сожалению, научный уровень большинства аквариумных «химиков» не позволяет им полностью осознать, что столь высокая окислительная способность озона приводит к окислению не только органики и азотистых составляющих, представленных процессами нитрификации, но и хлоридов, бромидов и пр. Образующиеся при этом продукты окисления более устойчивы в растворе, чем озон, и в ряде случаев (при содержании и разведении особо нежных рыб и беспозвоночных) нуждаются в нейтрализации с помощью, например, тиосульфата натрия, который мы привыкли использовать для освобождения воды от хлора.

Очевидно, что в случае применения в системе очистки аквариума озон увеличивает эффективность работы биофильтра и позволяет уменьшить проблемы, связанные с появлением пиков аммиака и нитритов. Значительно снижается накопление компонентов органического загрязнения воды, не разрушаемых биофильтром и вызывающих желтоватую окраску воды и др.

Кроме того, становится меньше вероятность возникновения аквариумных эпидемий из-за развития болезнетворных организмов, а при концентрации озона от 500 до 1500 мг на 1 т воды в ней гибнут все бактерии и вирусы. Установлено, например, что при концентрации в воде озона 1 мг/л все вирусы погибают за 1 с! На этом свойстве основано применение озона для обеззараживания питьевой воды на современных водопроводных станциях, а самые мощные озонаторы с производительностью озона до 2 кг/ч применяют для очистки промышленных стоков, например для систем регенерации воды на автомобильных мойках, содержащей моторные масла, бензин и пр.

Существует два метода генерирования озона для использования в аквариумах. В первом случае озон образуется из кислорода воздуха путем фотохимической реакции, вызванной коротковолновым ультрафиолетовым излучением, а во втором – за счет коронного разряда, происходящего в специальном герметичном разряднике.

Обычно производительность аквариумных озонаторов не превышает 200–250 мг озона в час, эта концентрация не вызывает острых отравлений и для жизни людей не смертельна. Тем не менее даже такое количество озона в воздухе может вызвать как минимум хроническую головную боль и кашель. Обязательно следует помнить о том, что если вы чувствуете запах озона в жилой комнате с аквариумом, его концентрация слишком высока и вредна для организма. Квартиру следует проветрить, а озонатор выключить и тщательно проверить все соединительные трубки, а также систему поглощения остаточного озона с помощью активированного угля. Не следует забывать, что благодаря уникальной окислительной способности озон вызывает ускоренное разрушение всех пластиковых трубок, соединений и других элементов, контактирующих с ним. Поэтому следует регулярно проверять все озоновые коммуникации и при обнаружении на них трещин, а также при значительном снижении эластичности шлангов следует своевременно заменять их на новые. Особенно надо следить за мембранами компрессоров и их клапанами, которые в первую очередь страдают от утечки озона.

Озон чаще всего используют в колонках пеноотделителей. Начинать следует с концентрации озона от 0,1 до 0,15 мг/л аквариумной воды в час. На выходе воды после скиммер-камеры обязательно следует поставить химический фильтр с активированным углем, который будет поглощать излишек озона в воде. Большинство любителей ошибочно считает, что озон нужен только для морского аквариума, на самом же деле его использование в пресно- и солоноватоводном аквариумах приносит огромную пользу. Поскольку здесь нет опасности отравления рыб более устойчивыми к разложению продуктами окисления галогенов (хлора, брома, йода), концентрацию озона в воде можно повышать до уровня, на котором вода становится практически стерильной и окисляются органические продукты,

выделяемые рыбами и беспозвоночными. Явным преимуществом озона перед другими сильными окислителями, например фтором, хлором, перекисью водорода и перманганатом калия, является то, что после распада в воде остается только кислород, жизненно необходимый всему живому, не сдвигающий активную реакцию воды pH и не изменяющий химического состава воды.

Правильное применение озона в аквариумистике сопряжено с определенными трудностями в дозировке. Для контроля работы озонатора, подающего озон в воду, чаще всего применяется способ, основанный на измерении окислительно-восстановительного потенциала воды RH. Для этого параметра существует и другое широко распространенное название – «редокс-потенциал». Измерение этого потенциала производится аналогично измерению pH, то есть с помощью милливольтметра потенциала, возникающего на специальном платиновом электроде. Существует связь между величиной окислительно-восстановительного потенциала и концентрацией озона в воде, поэтому при дозировке озона говорят о величине редокс-потенциала, выражая его в милливольтках (мВ). По сравнению с промышленным применением озона в очистке и стерилизации воды диапазон аквариумного применения озона ограничен величинами 200–400 мВ, что значительно ниже уровня, применяемого для очистки водопроводной воды, где адекватная концентрация озона находится в пределах 600–800 мВ. При этом принято считать, что уже при RH = 700 мВ достигается полная стерильность воды. В промышленных установках, где высока плотность посадки рыб и других гидробионтов, обычно используют поддержание концентрации озона в воде, соответствующей диапазону 300–400 мВ. Контроль редокс-потенциала обычно производится в потоке воды на выходе устройства, использующего озон, – чаще всего пеноотделителя.

Мне часто задают вопрос, а обязательно ли использовать озон в морских аквариумах? Ответ простой: совершенно необязательно, особенно в сравнительно небольших домашних водоемах, где частая подмена воды не столь обременительна и дорога. Однако в больших публичных аквариумах и океанариумах, где нужна идеальная прозрачность воды, а регулярная подмена многих десятков тысяч литров стоит очень дорого, альтернативы озону пока не найдено.

Реальные процессы фильтрации в аквариуме

Многолетний опыт лекционной работы автора свидетельствует о том, что люди часто ищут причины своих неудач не там, где надо. Так, из-за непонимания или, что нередко, простой неграмотности авторов ряда изданий, переписывающих тексты друг у друга или из одних и тех же источников, многие любители до сих пор относят все свои неудачи в пресноводной аквариумистике на счет таких параметров воды, как ее жесткость и активная реакция pH. Другой пример, уже из области морской аквариумистики: любые яды органического происхождения – такие, как фенолы, – не обнаруживаются ни одним из наборов-тестов для любителей. А ведь эти вещества воздействуют не только из-за своей ядовитости, или токсичности, а во многом за счет своего влияния на режим содержания важнейших биогенных элементов, в первую очередь растворенных в воде кислорода и углекислого газа. При смертельной для любого живого существа концентрации фенолов вполне может быть, что контролируемый любителями уровень аммиака, нитритов и нитратов в воде находится в норме.

Трупные яды, попадающие в воду в результате гибели рыб и беспозвоночных, а также гниения несъеденного корма или отмирания водорослей, известны под собирательным названием «птомаины», один из них – довольно токсичный яд кадаверин. Это продукты промежуточного разложения органики, образующиеся еще задолго до того, как они превратятся в аммиак, нитриты или тем более нитраты. Они, наряду с другими продуктами разложения, губят в первую очередь самых нежных обитателей морского аквариума.

В этом контексте не следует пренебрегать удивительно чувствительным

газоанализатором, данным нам свыше, – даром обоняния. Малейший запах разложения, отличный от аромата свежего морского бриза, исходящий из-под верхней крышки аквариума, говорит о явном неблагополучии в водоеме. В этом случае необходимо принять неотложные меры – найти и удалить несъеденные остатки корма, погибших рыб и беспозвоночных, отмершие водоросли или срочно подменить часть воды. Особое внимание следует уделить системе фильтрации – сменить или очистить картридж механического фильтра, прокачать двойное дно, проверить работу пеноотделителя и т. д.

Регулярно проводимые любителем простейшие анализы на аммоний или аммиак, нитриты, нитраты, фосфор и прочие вредные вещества играют роль грубого индикатора, также свидетельствующего о возможном неблагополучии, но подчас тогда, когда уже поздно.

Опыт автора и проведенный им анализ говорят о том, что так называемый синдром внезапной гибели мини-рифа вызывается лавинно развивающимся процессом отравления всех гидробионтов в аквариуме. Сияющий всеми яркими красками океана, казалось бы, совершенно здоровый аквариум мини-риф, который много лет радовал своего хозяина, может полностью погибнуть в течение нескольких часов. В подавляющем большинстве случаев начинающие любители этого типа аквариумов с синдромом внезапной гибели еще не сталкивались, и слава богу. Пока мало у кого домашний риф живет годами, да и от других нерешенных проблем голова не перестает болеть.

Но как же тогда быть? Ведь в этом случае занятие морским аквариумом во многом превращается в лотерею. Это действительно так, если не заниматься совершенствованием своих знаний, изучением литературы не только по морскому аквариуму, но и по прикладным областям – химии, экологии и т. п. К сожалению, серьезные книги по морскому аквариуму на русском языке не издаются. Поэтому увлеченному любителю придется читать на английском, немецком, французском и японском языках. К слову сказать, даже в этих книгах нет системного анализа и единого комплексного подхода к обоснованному проектированию и созданию совершенных систем жизнеобеспечения морского аквариума. Однако приводимые там советы приносят несомненную пользу хотя бы тем, что позволяют энтузиастам морского аквариума избегать самых грубых ошибок.

В заключение советую читателям принять во внимание еще один важнейший момент. Следует всегда помнить, что при приготовлении морской воды, особенно для содержания нежных морских беспозвоночных, обычная водопроводная вода, как уже упоминалось выше, просто-напросто непригодна. В ней слишком много цинка, меди, железа, других тяжелых металлов, которые могут очень быстро отравить этих животных. Чувствительные виды беспозвоночных буквально выпрыгивают из такой воды, а затем впадают в шок и гибнут. Кроме того, высокая концентрация нитратов, допускаемая стандартами для питьевой воды, также губительна для беспозвоночных. По этой причине при растворении солей для морского аквариума необходимо использовать специально очищенную воду, пропущенную через фильтр с обратным осмосом или ионообменные колонки.

Системы контроля параметров воды

Было бы удивительно, если бы с развитием в мире компьютерных технологий среди них не появилось что-либо, относящееся к аквариумистике. Примерно четверть века назад в США стали разрабатываться первые программы для аквариумистов-любителей, которые позволяли следить за основными в то время параметрами воды:

- активной реакцией pH;
- окислительно-восстановительным потенциалом;
- удельной электропроводностью;
- температурой воды.

В дальнейшем эти устройства распространились во всем цивилизованном мире, и их усовершенствовали, введя дополнительные функции:

управление освещением аквариума, что позволило реализовать искусственный рассвет и закат, чтобы уменьшить стресс от включения освещения;

управление всевозможными дозаторами микроэлементов, удобрений для водной флоры, а также контроль над системой насыщения воды углекислым газом и т. п.;

контроль наличия электрического потенциала в воде и отключение электрического снабжения аквариума с одновременным информированием владельца подачей сигнала об опасности электрического поражения. В последнем случае система уведомляет аквариумиста, передавая информацию на пейджер или мобильный телефон;

управление работой насосов, создающих искусственное течение в аквариуме типа мини-риф. Постоянные течения, характерные для коралловых биотопов, вызывают необходимость создания в аквариуме так называемых искусственных волн. Обычно с этой целью в водоеме размещают дополнительные насосы, осуществляющие циркуляцию воды.

Дозаторы и автокормушки

Системы автоматизации аквариума включают различные автономно работающие устройства: автоматические кормушки различных систем, дозаторы микро- и макроэлементов и удобрений для растений, а также счетчики и дозаторы углекислого газа. Последние предназначены для работы в пресноводных аквариумах с живыми растениями. Кроме того, в морских аквариумах типа мини-риф дозаторы углекислого газа применяют в качестве реакторов кальция для компенсации его расхода в морской воде, поскольку кальций используется кораллами для роста скелета.



Счетчики углекислого газа представляют собой изящное стеклодувное изделие. количество углекислого газа, подаваемого в аквариум, контролируется по числу пузырьков, проходящих по камере счетчика в течение 1 с. слева представлен счетчик углекислого газа, предназначенный для оснащения аквариумов маленького и среднего размеров. для снабжения углекислым газом больших аквариумов удобнее использовать счетчик, находящийся справа



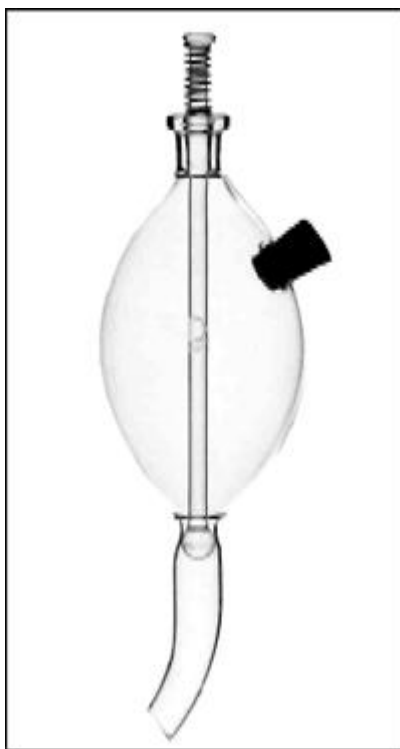
*Диффузоры углекислого газа различных форм, размеров и производительности:
а – диффузоры, применяемые для снабжения углекислым газом аквариумов маленького и среднего размера; б – диффузоры большего размера и другой формы предпочтительно использовать для больших аквариумов*



Общий вид реактора углекислого газа для морского аквариума. Вертикальная цилиндрическая колонка (справа) заполняется субстратом в виде кораллового песка (приблизительно 800 г), вступающего в морской воде в реакцию с углекислым газом. в качестве субстрата можно также использовать известняк, доломит или мрамор



Общая схема подачи углекислого газа в аквариум. Углекислый газ из баллона через редуктор подается на регулятор, позволяющий дозировать его количество. Далее газ по гибкому шлангу направляется на счетчик через обратный клапан, препятствующий вытеканию воды из аквариума через устройство подачи углекислого газа. Дозируемое количество углекислого газа подается затем на расположенный непосредственно в аквариуме диффузор, снабжающий им водные растения



Полуавтоматическая кормушка для маленьких аквариумов. Кормушка заполняется гранулированным кормом через отверстие, закрываемое пробкой. Количество корма,

подаваемое в аквариум, дозируется путем нажатия на стеклянную кнопку, расположенную в верхней части дозатора

Автоматические кормушки обычно работают от автономного источника питания – батареи или аккумулятора. Их легко программировать для того, чтобы организовать кормление рыб сухими кормами по нескольку раз в день или даже ночью в соответствии с особенностями содержащихся в аквариумах видов. Порции, выдаваемые кормушкой, также регулируются аквариумистом в зависимости от населенности аквариума. Кормушка на батарейках легко позволяет решить проблему кормления рыб во время отпуска.

Насосы, компрессоры и аэрация

Насосы для работы в системах циркуляции аквариумной воды

Как упоминалось выше, насосы системы фильтрации должны прокачивать воду через всю систему фильтров с высокой скоростью. В обычных системах скорость циркуляции воды составляет 4–6 объемов воды в час, но для содержания некоторых объектов, например рыб, живущих на сильном течении, и 10-кратный обмен воды порой бывает недостаточным. Самым простым устройством для перекачивания воды может быть аэролифтный насос, упоминавшийся выше. В некоторых книгах применяется термин «эрлифтный насос», что одно и то же. С точки зрения русского языка автор считает более понятным слово «аэролифт», ведь не говорим же мы «эропорт».

В этом устройстве роль двигателя играет поток воздушных пузырьков, идущий от распылителя. С помощью крана этот поток воздуха следует отрегулировать таким образом, чтобы струя воды, вытекающая из насоса, была равномерной. Чем больше расход воздуха, выходящего через распылитель, тем в определенных пределах выше производительность аэролифтного насоса. Однако чрезмерный поток воздуха через распылитель может вызвать движение воды рывками, что снижает производительность насоса вопреки ожиданиям аквариумиста.

Проверить работу такого насоса очень просто. Для этого на выходе фильтра надо установить мерную тару, замерить объем воды, вытекающей за минуту, а затем умножить полученное число на 60. В результате искомая цифра, выражающаяся в литрах воды в час, позволит представить себе картину циркуляции воды в аквариуме. При недостаточной циркуляции можно установить в аквариуме еще один или несколько аэролифтных насосов, производительность которых суммируется, или же решить вопрос циркуляции в пользу моторных помп. Недостаток аэролифтного насоса – большое потребление воздуха от компрессора, а преимущество – хорошее насыщение воды на выходе насоса кислородом.

К другим типам устройств, перекачивающих воду в аквариуме, можно отнести эжекторный насос, также приводимый в действие воздухом. Увидев в середине 1970-х гг. фильтр с эжекторным насосом в аквариуме у своего немецкого коллеги Ахима Брюльмайера, автор стал строить такие фильтры во всех своих аквариумах с цихлидами. Если не считать шума работающего микрокомпрессора, который можно вынести за пределы квартиры, например на балкон, фильтр с эжекторным насосом работает почти бесшумно. Мягкий звук лопающихся на поверхности пузырьков воздуха не в счет – он, как правило, не вызывает раздражения.

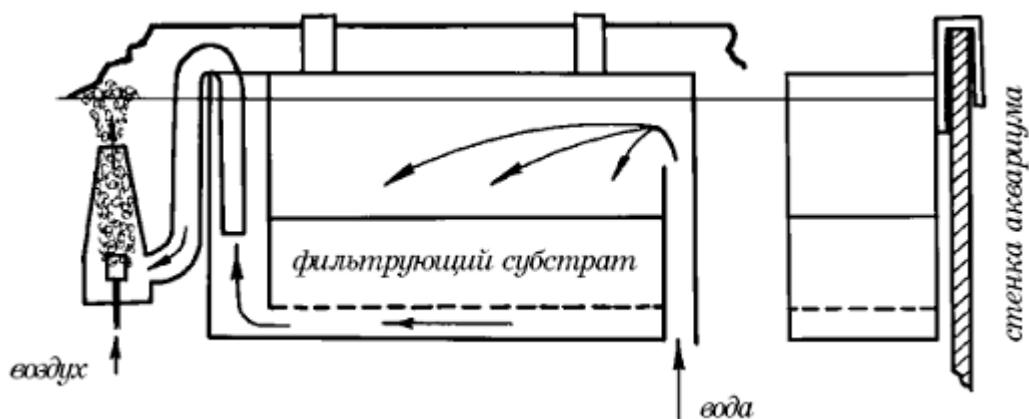


Схема фильтра с эжекторным насосом, предложенная Ахимом Брюльмайером. Чтобы исключить протечки, фильтр располагается внутри аквариума вдоль задней или боковых стенок. Движение воды осуществляется с помощью распылителя воздуха, помещенного внутри корпуса эжектора (слева)

В современных аквариумах используют главным образом центробежные насосы с электрическим приводом. У некоторых типов ротор вращается в воде, а на его ось насаживают крыльчатку, которая и гонит воду. Статор двигателя тоже защищен от попадания воды, так как залит эпоксидной смолой и помещен в корпус, погружаемый в воду. Это так называемые погружаемые насосы, которые могут работать в воде аквариума или поддоне. Для пресноводного аквариума ось погружаемых насосов изготавливают из нержавеющей стали, а для морских водоемов – из нейтральной керамики. Эта керамика, с одной стороны, не разрушается морской водой, а с другой – не выделяет в нее продуктов коррозии, опасных для морских гидробионтов.

Существуют также насосы с магнитными муфтами, у которых роль оси, соединяющей крыльчатку с ротором двигателя, выполняет очень сильное поле постоянных магнитов, смонтированных на оси двигателя с одной стороны и на крыльчатке с другой. Таким образом электродвигатель такого насоса полностью изолирован от возможного контакта с водой. Читатели нередко спрашивают у автора, какие насосы, по его мнению, самые лучшие и надежные. Поскольку такие насосы практически отсутствуют в наших магазинах из-за относительно высокой цены и привозятся настоящими любителями аквариума в единичных экземплярах, назову все же две всемирно известные торговые марки – «Gorham and Rupp» и «Iwaki». Чтобы представить себе работу таких насосов, вообразите себе автомобиль, непрерывно (!) работающий в течение 5–6 и более лет. Иногда попадаются исключительно надежные насосы. Аквариум – это еще что, надежные насосы нужны на химических производствах для перекачивания таких агрессивных и опасных веществ, как, например, азотная кислота, перекись водорода, растворители, сжиженные газы, – думаю, примеров достаточно, чтобы понять, насколько далеко ушла современная техника.

Для прудов и бассейнов применяются насосы таких же типов, что и в аквариумах, с той лишь разницей, что из-за высоких требований к безопасности напряжение питания электродвигателей ограничено 12 В. Какой бы хорошей изоляцией ни были оборудованы погружаемые насосы, напряжение в 220 В (еще хуже 380 В) несет в себе потенциальную опасность поражения электрическим током, если не от пробоя двигателя, то от случайного повреждения подводных кабелей.

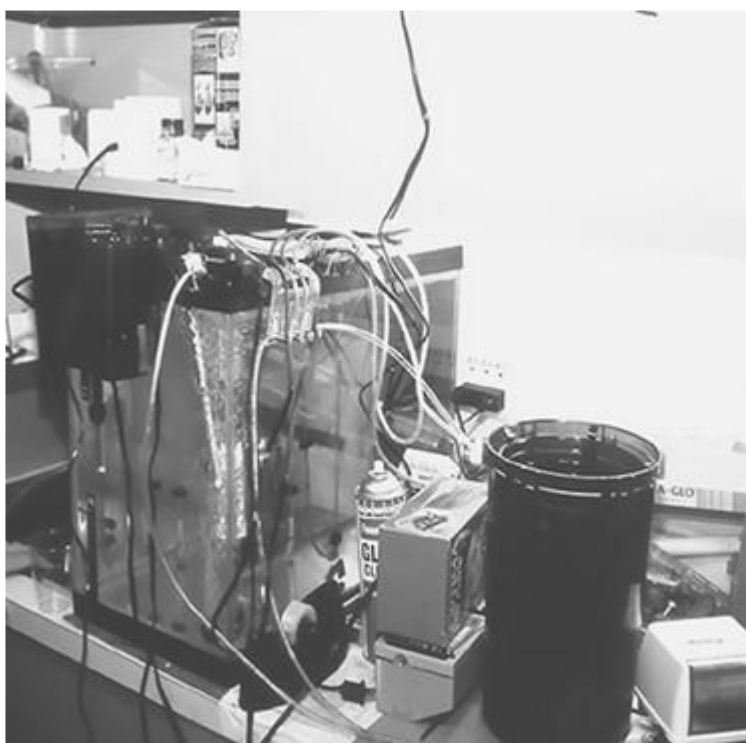
Компрессоры для систем аэрации

Упомянутые выше компрессоры для подачи воздуха в системы аэрации воды, а также аэролифтные насосы бывают нескольких типов. Это так называемые ротационные, центробежные, вибрационные и поршневые машины. В системах любительских аквариумов чаще всего применяют компрессоры трех последних типов. Самые простые и

распространенные устройства – вибрационные компрессоры. В них воздушный насос содержит рабочую камеру с двумя клапанами и мембрану, поступательное движение которой осуществляется электромагнитом. Якорь электромагнита совершает колебания с частотой переменного тока. В некоторых конструкциях движение мембраны производится с помощью электродвигателя с механическим преобразователем вращательного движения в поступательное. Обе модификации таких компрессоров называют еще мембранными.

Потребление любительских вибрационных компрессоров невелико, поэтому их часто называют микрокомпрессорами. В зависимости от модели и изготовителя эти компрессоры способны решать практически любые задачи любительской аквариумистики. Раздражающий некоторых людей низкочастотный шум – незначительный недостаток, который можно исправить, поместив микрокомпрессор в звукопоглощающую оболочку, например из пенопласта.

Работа поршневых компрессоров, надеюсь, понятна без объяснения. Подобные компрессоры появились в начале прошлого века и претерпели множество модификаций. Давление воздуха, которое они способны создавать, значительно выше, чем у вибрационных насосов, поэтому до настоящего времени западные компании продолжают их выпуск для любительских аквариумов.



Проверка работы насосов, фильтров и компрессоров осуществляется, как правило, вне заселенного аквариума. Компании, занимающиеся торговлей аквариумным оборудованием на западе, обычно имеют свои сервисные центры, осуществляющие подготовку, проверку и обслуживание поступающих на склад устройств

Принцип работы центробежных компрессоров такой же, как и у водяных насосов. Их, как правило, отличают очень большая производительность и небольшое давление воздуха. За эту особенность их еще называют бловерами (от англ. *blower*– «воздуходувка»). В аквариумистике этот тип насосов находит самое широкое применение в оптовых аквариумных центрах, где сосредоточены сотни, а иногда и тысячи аквариумов, нуждающихся в огромном количестве воздуха для систем аэрации неглубоких водоемов. Рыборазводни разного масштаба также используют этот тип компрессоров достаточно широко.

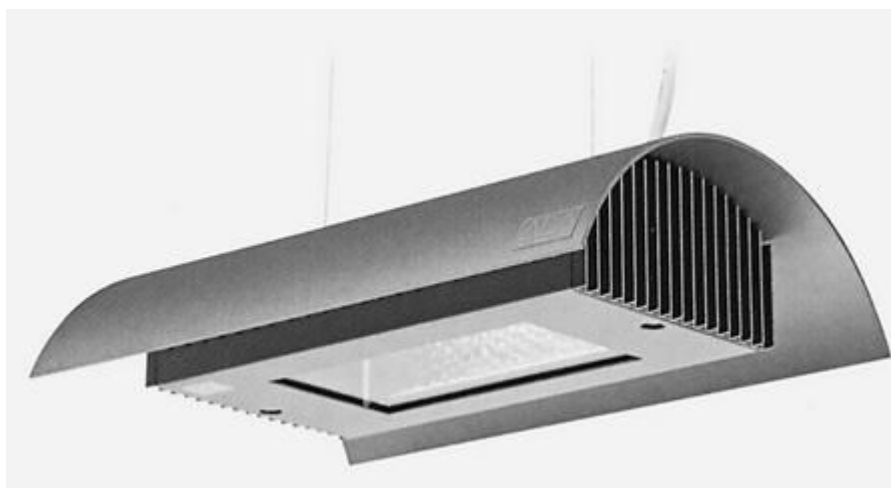
Обогрев и охлаждение аквариума

Тема обогрева аквариума освещена в отечественной литературе достаточно подробно, поэтому касаться ее особенно не будем. Хочется только отметить, что для обогрева больших помещений с аквариумами обычно выгоднее использовать так называемые тепловые пушки, работающие на электричестве, дизельном топливе или керосине. Использование центральной системы кондиционирования воздуха для охлаждения аквариума при сильной жаре тоже бывает более экономичным решением, чем приобретение специального аквариумного холодильника. Следует также учитывать, что большинство холодильников, выпускаемых для аквариумов, снабжено титановыми теплообменниками, которые могут выделять вредные для особо чувствительных морских беспозвоночных вещества. Поэтому при анализе своих неудач необходимо учитывать такую возможность. Исключить проблему можно лишь путем использования холодильного оборудования со стеклянными или пластиковыми теплообменниками.

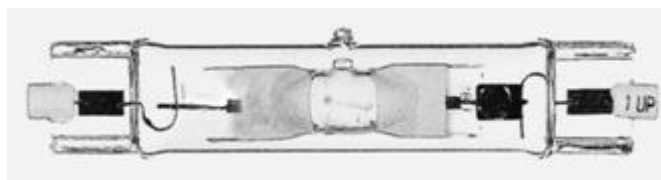
В заключение ограничусь кратким замечанием: обогреватель для любого аквариума, особенно морского, следует выбирать по возможности самый лучший, равно как и систему охлаждения воды для аквариумов с беспозвоночными. Иначе жарким летом все ваши драгоценные в прямом и переносном смысле кораллы погибнут от перегрева воды.

Системы освещения и их параметры

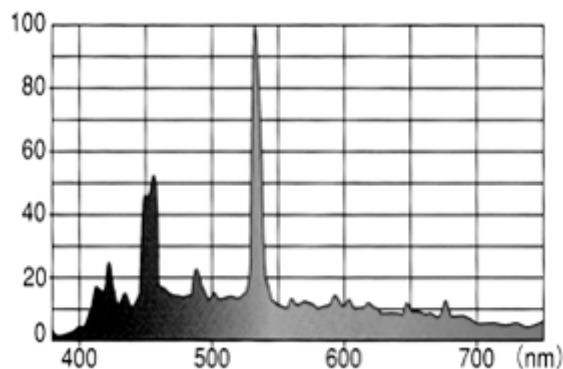
Совершенная система освещения на основе флуоресцентных и металлогалогенных ламп – важнейший элемент аквариума типа мини-риф с водорослями и прикрепленными формами беспозвоночных. Поскольку кораллы живут на глубинах, куда красная составляющая спектра дневного света не доходит, огромную роль здесь играет так называемая цветовая температура источника света. Ныряльщики и водолазы знают, что чем глубже, тем холоднее становится естественный свет – он приобретает голубоватый оттенок. Именно таким и должно быть освещение в аквариуме мини-риф, иначе все поверхности будут быстро покрываться паразитическими водорослями, нарушающими баланс освещения и дыхания прикрепленных форм беспозвоночных, а также активность «живых камней» как элементов биофльтрации.



Светильник с металлогалогенной лампой можно повесить над аквариумом таким образом, чтобы брызги воды не долетали до уровня лампы



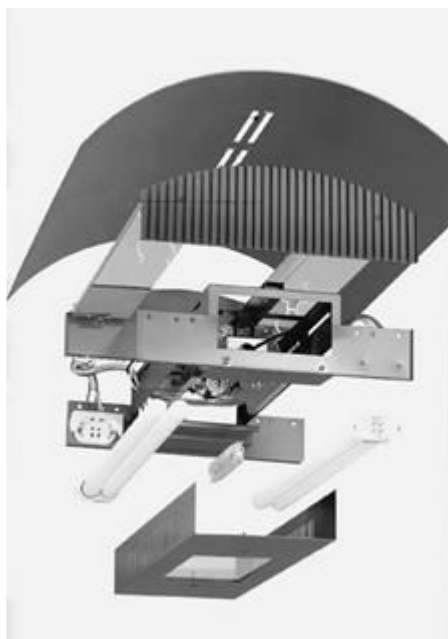
Металлогалогенная лампа для аквариума. Помимо лампы, для нормальной работы светильника понадобится пускорегулирующее устройство, которое обычно располагается отдельно от светильника



Спектральный состав света аквариумной лампы

Наиболее часто используются лампы с так называемой цветовой температурой в 10 000, 14 000 или 20 000 °К. Обозначаются эти лампы соответственно 10 000К, 14 000К и 20 000К.

К сожалению, эти лампы сильно нагреваются сами по себе и нагревают воду в аквариуме. Для отвода тепла от ламп светильники нередко оборудуются вентилятором. Если же система освещения располагается вместе с аквариумом в декоративном шкафу, в нем обязательно следует предусмотреть отверстия для вентиляции, иначе перегрев воды, особенно в верхних слоях аквариума, неизбежен. Именно потребность в сильном освещении, обеспечивающем жизнь прикрепленных форм беспозвоночных и живущих в симбиозе с ними водорослей, привела к необходимости использования аквариумных холодильников. Что касается спектра освещения, можно сказать, что различные задачи, возникающие при содержании аквариума, требуют индивидуального решения в каждом отдельном случае. Выращивание водных растений требует своего спектра, стимулирующего их рост, – это так называемые фитолампы. Для того чтобы подчеркнуть яркость окраски рыб, вызвать эффект флуоресценции, выпускаются лампы с усилением излучения в красной и голубой частях спектра. Рыбы и беспозвоночные выглядят в таких аквариумах превосходно, а вот растения растут не слишком хорошо. Универсальны источники света, у которых излучение приближено к спектральному составу дневного света. Поскольку достичь всех необходимых свойств в одной лампе сложно, создают комбинированные источники света, когда в одном светильнике собирают несколько ламп с различным спектром излучения.



Комбинированный источник света с люминесцентными и металлогалогенными лампами. Две люминесцентные лампы располагаются по бокам металлогалогенной лампы, закрываемой предохранительным экраном



Настольный вариант аквариума со светильником. Пускорегулирующее устройство лампы здесь располагается в корпусе светильника. чтобы обеспечить устойчивость всей системы освещения, аквариум устанавливают непосредственно на основание светильника

Над поверхностью аквариума люминесцентные лампы располагают через каждые 10 см или даже несколько ближе друг к другу. Здесь возможны различные комбинации флуоресцентных ламп, равно как и совмещение металлогалогенных и флуоресцентных ламп в одном светильнике. Последнее дает особенно хорошие результаты.

Следует иметь в виду, что яркость ламп и их спектральный состав меняются по мере старения. Для человеческого глаза это происходит незаметно, а вот водные растения реагируют на эти изменения более выразительно. Попросту говоря, они начинают чахнуть, мельчают, стебли становятся тонкими, а листья – хрупкими, прекращается цветение, отгнивают корни и т. п. Любитель нередко ищет причины в химии воды, недостаточном питании растений, а дело кроется в недостатке освещения. Поэтому замена флуоресцентных ламп раз в полгода, а металлогалогенных ламп раз в год – хорошее правило для аквариумиста.

На взгляд обывателя, эти лампы еще хорошо работают, довольно ярко светят и их просто жалко выбрасывать.

В этом случае их еще можно использовать где-нибудь на даче, например для ночного освещения участка, кладовки и т.п. Так, по опыту автора, люминесцентные лампы «Lumoflor» не мигают и продолжают светить по 5 лет и более, а металлогалогенные лампы NAG-150 W и после 4 лет светят исключительно ярко!



Полностью укомплектованный настольный аквариум, оформленный в стиле уаби-куса, представляет собой живую динамичную картину



Светильник, расположенный над аквариумом, позволяет создавать композиции с выступающими за пределы водоема элементами

Для повышения декоративного эффекта или усиления роста какого-нибудь куста, нуждающегося в значительно более сильном, чем окружающие растения, освещении, существует практика использования мощных точечных источников света. С этой целью очень удобно установить в светильнике небольшие галогенные лампы с рефлектором и направить их соответствующим образом.

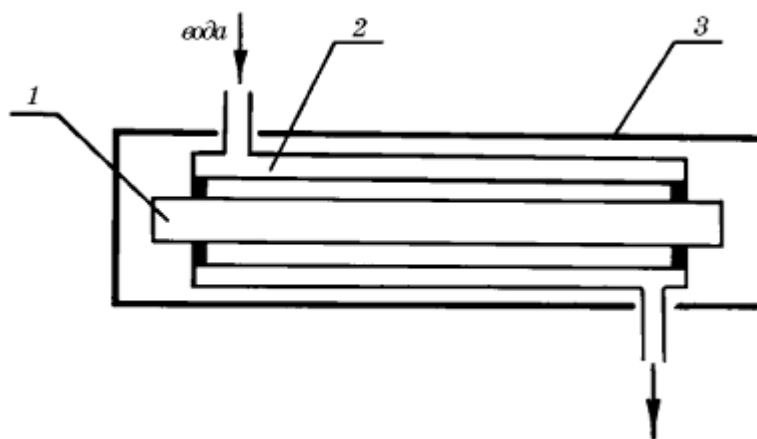
Системы стерилизации и обеззараживания воды

Известны и применяются на практике 4 способа обеззараживания воды: хлорирование, пастеризация, использование озона, а также ультрафиолетовое облучение. У каждого из этих способов есть свои недостатки и достоинства. Так, в мутной воде, загрязненной взвешенными частицами, использование ультрафиолетового стерилизатора снижает, а иногда и сводит на нет его эффективность. Пастеризация, то есть нагрев воды до температуры, при которой гибнут болезнетворные организмы, лишена этого недостатка, но энергоемка и технически сложна для домашнего аквариума. Применение озона очень эффективно, но требует специального дорогостоящего оборудования, которое генерирует озон, дозирует его и контролирует свойства воды после обработки. Малейший остаточный озон в воде может вызвать гибель рыб и беспозвоночных в аквариуме. Характерный свежий запах, появляющийся даже при небольшой утечке озона в воздух квартиры, свидетельствует о неблагополучии в системе поглощения излишков озона, что опасно для людей и домашних животных. То же самое можно сказать и о хлоре. С хлорированной водой мы все хорошо знакомы по городскому водопроводу и знаем, что заливать в аквариум хлорированную воду нельзя. Хлор более опасен, чем озон, но все же изредка находит применение в системах публичных аквариумов и марикультуры, так как хлорирование воды дешевле озонирования.

Что касается ультрафиолетового стерилизатора, то использование его в аквариуме достаточно эффективно, поскольку вода в декоративных водоемах обычно прозрачная.

Выбор и применение ультрафиолетового стерилизатора

Ультрафиолетовый стерилизатор воды, который обычно рекомендуется включать в систему морского аквариума, помогает контролировать распространение заболеваний. В пресноводном аквариуме, особенно при большой плотности населения рыбами различного происхождения, это устройство поможет избежать распространения болезней. Автору нередко задают вопрос, как правильно выбрать ультрафиолетовый стерилизатор? Ответ на него несложен, но требует определенных знаний и учета специфики использования ультрафиолетового излучения в морской и пресной воде.



Типовая схема устройства ультрафиолетового стерилизатора. Источник ультрафиолетового излучения (1) располагается внутри цилиндра из кварцевого стекла с двойными стенками (2) с патрубками, через которые подается обрабатываемая вода. Чтобы исключить возможность поражения глаз ультрафиолетовым излучением лампы, все устройство закрыто светонепроницаемым кожухом (3)

Ультрафиолетовые стерилизаторы выпускаются многими фирмами и предназначены для обеззараживания воды в пресноводных и морских аквариумах, декоративных прудах и

бассейнах. В последнем случае они чаще всего применяются для борьбы с цветением воды, являясь самым надежным и радикальным средством. В настоящее время существуют две основные технические схемы построения ультрафиолетовых стерилизаторов промышленного производства. Чаще всего лампа, излучающая ультрафиолет, располагается внутри резервуара из кварцевого или увиолевого стекла (пропускающего излучение), через который прокачивается обрабатываемая вода. Сверху такого устройства надевается светонепроницаемый кожух для защиты глаз пользователей.



Система ультрафиолетового стерилизатора, расположенная под мостиком, соединяющим водоем-фильтр с основным искусственным озером. лампы стерилизатора располагаются под мостиком таким образом, чтобы свет от них не был виден снаружи. однако вода, протекающая через ложе стерилизатора слоем не более 12 мм, начинает слегка флюоресцировать под действием ультрафиолетовых лучей, что, несомненно, украшает вид всего сооружения. Для замены ламп и обслуживания всего сооружения в конструкции мостика предусмотрена возможность поднимать одну из его сторон вертикально вверх

Однако для мощных стерилизаторов предпочтительна конструкция, в которой вода подается по кварцевой трубе, окруженной мощными источниками ультрафиолетового излучения.

По такому же принципу автором был разработан и создан мощный стерилизатор для искусственного водоема на открытом воздухе объемом более 5000 т воды. Блок ультрафиолетовых ламп располагался под декоративным мостиком, через который под действием мощных насосов вода переливалась из небольшого пруда-фильтра через плоский бетонный стол стерилизации. Слой обрабатываемой воды регулировался с помощью системы байпаса таким образом, чтобы его толщина под облучающими лампами не превышала 10–12 мм. За счет ионизации воздуха под мостиком образуется озон, который, благодаря контакту воды и воздуха на большой поверхности, обеспечивает хорошее насыщение воды кислородом. Такое устройство стерилизации в сочетании с компактной системой очистки в рукотворном озере под Москвой давало возможность успешно содержать форель и американских сомов, а также другие виды рыб. Несмотря на то что водоем расположен на открытом месте, а его максимальная глубина не превышает 4 м, вода не цветет.

При выборе ультрафиолетового стерилизатора для морского или солоноватоводного аквариума следует приобретать специально для них предназначенные приборы. Проверьте по описанию, чтобы слой воды, протекающей через стерилизатор, не превышал 6 мм (для

прудов это расстояние может быть вдвое больше), иначе от него мало пользы, так как на большее расстояние ультрафиолетовая радиация в воду не проникает и часть болезнетворных организмов не подвергается необходимому воздействию. Кроме того, нельзя гарантировать, что морская вода не будет разрушать пластиковые кожухи устройств и отравлять воду их выделениями вместо стерилизации. Любительские стерилизаторы выпускаются мощностью от 8 до 50 Вт. Опыт показывает, что самые маломощные не годятся для аквариумов емкостью более 150 л. Стерилизаторы мощностью 15 Вт подойдут для водоемов емкостью до 350 л, 30-ваттные – до 600, а 50-ваттные – до 850–900 л. Мощность ламп в стерилизаторах аквариумов большего объема, скажем, в 10 000 л составит уже 200 Вт, а для 200-тонного водоема-океанариума (приходилось готовить проекты и для таких больших аквариумов для акул) можно рекомендовать стерилизатор мощностью 2 кВт, при этом скорость циркуляции должна быть около 300 000 л/ч (!). Могу также сообщить, что для обеспечения такой циркуляции воды нужно 4 насоса, каждый из которых потребляет около 5 кВт электроэнергии. Очевидно, что содержание океанариума – дело дорогое.

Если же, например, аквариум имеет объем 220 л, ультрафиолетовый стерилизатор мощностью 8 Вт для него мал и, следовательно, почти бесполезен, а 30-ваттный будет расходовать слишком много энергии. «Перестерилизовать» воду в аквариуме в принципе невозможно, но стоит такой прибор будет дороже и, соответственно, сменная лампа тоже будет дороже. Поэтому лучше использовать устройство с лампой мощностью 15 Вт. При этом очень важно обеспечивать правильную циркуляцию воды через стерилизатор за 1 ч. Она должна быть примерно в 3–3,5 раза больше объема аквариума (но не больше, чем в 4 раза в небольших аквариумах), то есть для аквариума объемом 220 л циркуляция воды через стерилизатор должна быть около 800 л/ч. Следует принимать во внимание, что срок жизни ламп составляет около 5000 ч и приблизительно раз в 6 мес. лампу следует заменять на новую. За весь срок службы следует дважды, то есть один раз в 3 мес., промывать лампы пресной водой и очищать мягким ершиком стенки кварцевого рукава с последующим ополаскиванием чистой пресной водой. Выключать лампы на время, например, на 10 ч в день для удлинения срока их службы бессмысленно. Вы потеряете больше денег из-за того, что ваш аквариум и его обитатели останутся без защиты, чем сэкономите на лампе.

Устройства для водоподготовки

Очевидно, что вода, заливаемая в аквариум, должна быть безопасной для его обитателей. Кроме того, в ряде случаев существует необходимость создать воду требуемого состава, необходимую для стимуляции нереста рыб, нормального развития икры, ее гарантированного оплодотворения, адаптации нежных гидробионтов к новым условиям и т. п. Долив воды взамен испарившейся тоже играет важную роль в содержании как пресноводного, так и морского аквариумов. Водопроводная вода, пригодная для питья, в ряде случаев содержит так много опасных веществ, особенно для нежных гидробионтов, что ее приходится предварительно очищать. В первую очередь это касается хлора, затем тяжелых металлов (например, железа, меди, цинка и т. д.), нитратов, а также продуктов взаимодействия хлора с органическими веществами, из-за которых в воде образуются ядовитые для всего живого хлорамины (моноклорамин, дихлорамин, трихлорамин и т. п.). Обычно концентрация органических веществ в водопроводной воде повышается в весенний и осенний периоды, когда с полей и улиц смываются в русла рек и водохранилища удобрения и другие загрязнения. Именно в эти периоды следует уделять больше внимания водоподготовке при смене воды.

Чтобы избежать всех этих неприятностей, желательно пропустить водопроводную воду через фильтр. Современные дома нередко имеют центральную систему очистки водопроводной воды, и тогда воду можно заливать в аквариум прямо из-под крана, подогрев ее до нужной температуры. В простейшем случае в нее можно добавить кипяток или немного горячей воды из-под крана.

Чтобы избавиться от хлора и его производных в водопроводной воде, проще всего растворить в ней тиосульфат натрия в концентрации 1 г на 10 л воды. Концентрация 2 г на 10 л решит проблемы в осенне-весенний период. Очень хорошие результаты дает применение фильтра с активированным углем, важно только следить за периодической сменой угля.

Для приготовления морской воды, а также мягкой воды для нереста некоторых видов рыб (например, неонов, рас-бор и т. п.) используют ионообменные колонки или же выпускаемые промышленностью фильтры с обратным осмосом. Последние хорошо работают только при высоком давлении воды в водопроводе. В противном случае понадобится дополнительный насос, чтобы прокачивать воду через мембрану фильтра.



Ионообменные колонки (слева) и различные варианты системы фильтров для очистки водопроводной воды с обратным осмосом

Опыт показал, что ионообменные колонки, содержащие один лишь катионит для умягчения воды, не слишком хороши для аквариумных рыб, так как для регенерации смолы используется поваренная соль. Особенно плохо это сказывается на самках – они становятся неспособными к размножению. Механизм этого прискорбного явления не изучен, однако факт остается фактом. Дело, видимо, в высокой концентрации катиона натрия, который замещает в умягченной таким способом воде ионы кальция и магния, определяющие ее жесткость. Особенно это заметно, если жесткость водопроводной воды высока, что характерно для воды из артезианских скважин.

Что касается подготовки морской воды, то здесь значительную роль играет присутствие аниона нитрата, который даже после умягчения не позволяет сделать воду пригодной для аквариума. По этой причине ионообменные колонки для приготовления аквариумной воды должны содержать ка-тионит и анионит, а регенерация ионообменных смол должна осуществляться сильными кислотой и щелочью.

Устройства для упаковки рыб

Упаковка рыб в пластиковые пакеты для транспортировки широко распространена в настоящее время во всем мире. Для этого пакет на $\frac{2}{3}$ заполняется кислородом, а на $\frac{1}{3}$ водой, в которую предварительно посажены рыбы. При ручной упаковке пакет сверху скручивается в жгут, перегибается и плотно фиксируется резиновым кольцом. Развитие аквариумистики в послевоенные годы привело к тому, что в развитых странах появились большие оптовые базы аквариумных рыб. Здесь счет упакованных пакетов идет на многие тысячи, поэтому в 1970-е гг. были разработаны упаковочные машины, значительно ускоряющие процессы упаковки живых рыб, растений и беспозвоночных. Непосредственно на рабочее место подведен кислород, а герметизация пакетов осуществляется с помощью алюминиевого кольца, сжимаемого вокруг горловины пакета пневматическим приводом. В процессе работы упаковщик держит пакет с отловленными рыбами в руках, а управление подачей кислорода происходит нажатием на рычаги руками или на педали ногами.



Современное оборудование для упаковки рыб включает шланги для заполнения полиэтиленовых пакетов кислородом и устройство для быстрой герметизации пакетов с помощью алюминиевого кольца

3. Принадлежности для ухода за аквариумом

Круг аквариумных принадлежностей достаточно широк и хорошо освещен в аквариумной литературе, поэтому в данном издании отметим только вопросы, касающиеся особенностей аквариумов тех или иных типов.

- пинцеты различного размера с гладкими губками (применяются для тримминга и посадки растений);
- ножницы (служат для срезания отмирающих листьев и придания формы кустам длинностебельных водных растений);
- лопаточка (необходима для разравнивания грунта и формирования микрорельефа внутри аквариума).

Помимо обычных предметов, необходимых любителю для ухода за аквариумом (сачков, шланга, термометра и др.), специфика морского аквариума требует более широкого спектра обязательного оборудования и принадлежностей. Важнейший элемент такого оборудования – резервуар для водоподготовки, в котором можно готовить морскую воду для частичной подмены.



Набор инструментов для ухода за аквариумом с живыми растениями



В настоящее время препараты для ухода за аквариумными растениями выпускаются с дозаторами, позволяющими снизить до минимума затраты времени. Для этого достаточно поднести бутылочку с требуемым препаратом к аквариуму и несколько раз нажать на рычаг в зависимости от объема аквариума и вида растений

Емкость этого водоема должна быть не менее 1/4 объема аквариума. Для небольших аквариумов в качестве резервуара можно использовать большую пластиковую бочку – в таких обычно транспортируют жидкие пищевые концентраты.

Плотность воды в аквариуме измеряют ареометром, а контролировать температуру в процессе измерения плотности для введения поправок желательно отдельным термометром.

Наборы для контроля химических параметров воды, упомянутых выше (рН, содержание аммиака или аммония, нитритов, нитратов, фосфатов и т. п.), совершенно необходимы для того, чтобы хотя бы в общем виде понимать, что происходит в аквариуме. Современные достижения аквариумной электроники предлагают широкий выбор измерителей концентрации и различных параметров на основе ионоселективных электродов, включая мини-процессоры, позволяющие подключить аквариум к персональному компьютеру. Однако пока такие системы достаточно дороги, а их использование оправдано, если идет речь о большом аквариуме типа мини-риф. Как упоминалось выше, при использовании озона в системе фильтрации совершенно необходим электронный контроллер окислительно-восстановительного потенциала RH.

Пластмассовый манипулятор понадобится, если будет нужно что-то подправить внутри, достать погибших рыб или беспозвоночных.

Ножницы для тримминга, пинцеты для посадки и удаления растений, всевозможные лопаточки для формирования грунта и аранжировки, наборы препаратов по уходу за растениями понадобятся аквариумисту при уходе за «голландским аквариумом» или

«природным аквариумом» Такаси Аmano.

4. Приложение

Основные параметры орошаемого фильтра

Параметры орошаемого фильтра предусматривают применение биосфер 2 типоразмеров:

- диаметром 2,54 см (1 дюйм) и площадью поверхности 1,94 м² (табл. 1);
- диаметром 8,81 см (1,5 дюйма) и площадью поверхности 1,18 м² (табл. 2).

Таблица 1. Для биосфер диаметром 1 дюйм

Объем аквариума, л	Объем субстрата, л	Циркуляция воды, л/ч	Тип насоса	Примечание
200	8	1000	Aqua Clear 301	2 шт.
400	16	2000	Aqua Clear 402	2 шт.
800	32	4000	Aqua Clear 802 Mag 5	3 шт. 2 шт.
1000	40	5000	Aqua Clear 802 Mag 5 Mag 7	3-4 шт. 3 шт. 2 шт.
2000	80	10 000	Mag 12	2 шт.
3000	120	15 000	Mag 12	3 шт.
4000	160	20 000	Mag 24	2 шт.
8000	240	40 000	Mag 24	4 шт.
10 000	400	50 000	Mag 24	5 шт.

Таблица 2. Для биосфер диаметром 1,5 дюйма

Объем аквариума, л	Объем субстрата, л	Циркуляция воды, л/ч	Тип насоса	Примечание
200	12	1000	Aqua Clear 301	2 шт.
400	24	2000	Aqua Clear 402	2 шт.
800	48	4000	Aqua Clear 802 Mag 5	3 шт. 2 шт.
1000	60	5000	Aqua Clear 802 Mag 5 Mag 7	3-4 шт. 3 шт. 2 шт.
2000	120	10 000	Mag 12	2 шт.
3000	180	15 000	Mag 12	3 шт.
4000	240	20 000	Mag 24	2 шт.
8000	480	40 000	Mag 24	4 шт.
10 000	600	50 000	Mag 24	5 шт.