

# Маленький помощник или Его Величество Таймер

Вступление (Можно не читать)

Лето. В девять утра в палюдариуме включился свет. Через час включился фонтан и, проработав тридцать минут, отключился. В восемь вечера история с фонтаном повторилась. И, наконец, ровно в двадцать один ноль-ноль, погасли лампы. Так - каждый день, включая выходные. Без малейшего участия человека.

Зима. Свет включается в десять утра и выключается в восемь вечера. Фонтан работает с одиннадцати до полдвенадцатого утра и с семи вечера до полвосьмого. Самое удивительное, что хозяин палюдариума в это время и зимой, и летом, мог находиться где угодно: - на даче, на работе, или рядом с палюдариумом в мертвецки пьяном состоянии.

И это всё о нём...

Растениям в палюдариуме, а некоторым в особенности, очень нужна стабильность, соблюдение режимов освещения, питания и поддержание необходимой влажности воздуха. Это не проблема. Вы просто покупаете или делаете два таймера и, запрограммировав их, включаете в розетку. В первый втыкаете вилку от светильника, во второй – от фонтана. Существуют и многоканальные таймеры, но либо они очень дорогие, либо очень быстро выходят из строя. Последнее высказывание относится к постсоветским изделиям; советские, дожившие до этих дней, заслуживают уважения и внимания. Но я таких таймеров, почему-то не встречал. Если использовать четырёх и более канальный таймер, то можно добиться эффекта восходящего и заходящего солнца, включая лампы постепенно, с интервалом в 15-30 минут. Кстати, в данном случае один четырёх канальный таймер, возможно, будет стоить дешевле четырёх одноканальных.

Теперь тема для размышления, предназначенная ленивым аквариумистам. Как при помощи таймера организовать подмену воды? Достаточно несложно. Устраиваем аквариум так, что бы за декорациями или панелями заднего фона мы могли бы поместить поплавки от сливного бачка унитаза и помпу, включённую через таймер. Шланг от помпы пускаем в канализацию, от стояка с холодной водой – к поплавку. Можно пропустить воду через теплообменник и фильтр, а можно и напрямую. Далее смотрим, за какое время помпа выкачает 10-15 % воды, выставляем таймер – и всё! Про подмену воды, лужи на полу, вёдра, тазики и прочее можно забыть. Кстати, при регулярной подмене воды рыбы и растения развиваются лучше – в принципе, для них всё и делалось. Остался только вопрос безопасности. Из бачка вода наружу «через край» никогда не вытечет – там аварийный слив есть. А из аквариума – может. Так что аварийный слив надо предусмотреть.

Ну а теперь я хочу рассказать о чисто русской смекалке. Сначала сказочка. Купил у меня один добрый молодец штуковину заморскую, во Франции сделанную, Таймером называемую. Хорошая вещь, 3680 ватт максимальной мощности! И вдруг через две недели ещё просит, да не одну, а не менее десяти. Ну, понятно, интерес возник у меня, - зачем тебе столько? А он мне человеческим голосом и отвечает: - На даче масляный радиатор

стоит. Вечером включи, потом выключи. А под утро опять в доме холодно. Вскакивать приходится, да включать опять радиатор, чтоб комнату прогреть. А тут я его в таймер воткнул, дал задание в девять вечера включить, в одиннадцать отключить. И потом в пять утра на часок снова включиться. И вставать не надо, да и дань Чубайсу-разбойнику уменьшилась. Ну а как соседи про то прознали - тоже таймерочки захотели. Всё. Конец сказки. Выводы сами сделаете.

И напоследок ... (Читать обязательно)

Ещё одна сказочка. Что, не хотите? А я всё равно расскажу. Я вредный! Ладно, не буду. Без сказок обойдёмся – речь пойдёт о вещах достаточно серьёзных. Как в палюдариуме, так и в аквариуме, *ни в коем случае не включайте аэрацию и фильтрацию через таймер*. Особенно с отключением в ночное время, что бы компрессор с фильтром не шумели. *Аэрация и фильтрация должны быть круглосуточными!* Избавляйтесь от шума другими способами.

## Нагреватель в аквариуме

### Нагреватель

#### Теория

Рассмотрим стационарный процесс - т.е. определим потери тепла аквариумом. В этом случае, мощность нагревателя должна быть такой, чтобы он мог возместить теряемую аквариумом мощность. Для определения мощности реального нагревателя полученное значение необходимо увеличить на 10-20% - затраты на нагревание аквариума.

Предполагаем:

- температура воды в аквариуме постоянна по всему объёму (вода перемешивается достаточно хорошо)
- аквариум стоит посередине комнаты, т.е. нету сразу за ним холодной стеник, в направлении которой будет теряться больше тепла
- комната много больше аквариума, т.е. обратного переизлучения нету от стенок комнаты.
- потери тепла через дно аквариума и верх невелики (он стоит на деревянном основании, которое плохо проводит тепло и закрыт сверху стеклом, крышкой с лампами и т.д.)
- температура воды 25°C, температура комнаты - 15°C. Для других значений температуры коэффициенты теплопередачи изменятся незначительно

Тепло из аквариума теряется за счет двух процессов - естественной конвекции и радиации.

#### Конвекция

Теряемое тепло определяется по формуле Ньютона:

$$Q_k = K_k A (T_a - T_k)$$

Здесь:

$K_k$ - коэффициент теплоотдачи для конвекции

$A$ - площадь поверхности

$T_a$ - температура аквариума (пренебрегаем разницей температуры стенок и воды)

$T_k$ - температура воздуха в комнате

Расчета коэффициента теплоотдачи производится исходя из критерия Нуссельта. Однако проще использовать приближенную формулу

$$K_k = 1.17 \left( \frac{T_a - T_k}{H} \right)^{0.25}$$

Здесь:

$H$ - определяющий размер (высота для вертикальной стенки)

Для средней температуры воды  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , температуры комнаты  $T_k = 15^\circ\text{C}$  и высоты аквариума  $H = 0.6 \text{ m}$ , точная формула дает коэффициент теплоотдачи 2.8, приближенная 2.4

Поскольку высота аквариума меняется в среднем от 0.2 до 0.6 метра, то коэффициент будет равен:

$$K_k = 2.4 \text{ --- } 3.1 = 2.8 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C} \text{ (как среднее значение)}$$

## Излучение

Теряемое тепло определяется по формуле Больцмана:

$$Q_n = 5.67 \epsilon A \left( \left( \frac{T_a + 273}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_k + 273}{100} \right)^4 \right)$$

Здесь:

$\epsilon$ - коэффициент серого тела, для стекла равны 0.94 (стекло очень близко к черному телу, по своим излучательным свойствам)

Чтобы рассматривать оба процесса вместе можно написать коэффициент теплоотдачи излучением:

$$K_n = Q_n / A (T_a - T_k) = 5.4 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Тогда суммарный коэффициент теплоотдачи:

$$K = K_k + K_n = 5.4 + 2.8 = 8.2 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Теперь у нас есть все для расчета мощности нагревателя. Для аквариума с соотношением сторон  $L:H:W=3:2:1$  (высокий аквариум), площадь боковой поверхности равна:

$$A = 0.05 \text{ V}^{2/3}$$

Здесь  $V$  - объем в литрах

Для кубического аквариума (все измерения равны)

$$A=0.04 V^{2/3}$$

В среднем, можно считать, что  $A=0.045 V^{2/3}$

Мощность нагревателя (примерно на 10-20% больше мощности теряемая аквариумом) равна:

$$Q=1.2 * K A (T_a-T_k)=1.2 * 8.2 * 0.045 * V^{2/3} (T_a-T_k)=0.45 V^{2/3} (T_a-T_k)$$

В итоге, есть все, чтобы рассчитать мощность нагревателя.

### Выбор нагревателя

Здесь приведена таблица, рассчитанная по вышенаписанной формуле (данные округлены). Данные достаточно хорошо совпадают с рекомендациями производителей нагревателей.

Объем аквариума (Литры)	Разность температур (°C)			
	5	10	15	20
20	15	30	45	60
40	25	50	75	100
60	35	70	100	140
80	40	85	125	170
100	50	100	150	200
150	65	125	200	250
200	75	150	230	300
250	90	180	270	360
300	100	200	300	400

### Практическое использование нагревателя

Как всегда, вначале достаточно избитое и тривиально-занудно предупреждение. Не забывайте, что прежде всего, нагреватель - это электрический прибор, который, при

неправильной эксплуатации, или неисправности может причинить проблемы не только, вашей любимой пиранье, но и вам. Поэтому не используйте нагреватель, если у него повреждена изоляция и т.д. Если розетка находится ниже уровня воды в аквариуме, то нагреватель, также как и другие электроустановки в аквариуме, включайте в розетку, чтобы нижняя часть висящего шнура была ниже розетки. В этом случае, если по проводу начнет капать вода, то она не попадет в розетку.

В настоящее время все большее распространение получили герметически закрытые нагреватели, которые можно опускать ниже уровня воды. Используйте их.

Покупайте нагреватель с терморегулятором. Не берите нагреватель с очень большим запасом по мощности. Если термореле случайно залипнет в рабочем положении, то мощный нагреватель сварит рыбный суп. По этой же причине, лучше иметь два нагревателя половинной мощности, чем один мощный - для большого аквариума. К тому же два нагревателя будут более равномерно прогревать воду. Но в любом случае необходимо либо аэрацией, либо помпой фильтром перемешивать воду.

Когда вы меняетт воду, то не забывайте выключать нагреватель. Обидно покупать новый, из-за того, что старый треснул. Не беритесь за мощный нагреватель даже в воде - он достаточно горячий. Для мощного нагревателя лучше всего использовать защитный корпус. Это необходимо и в том случае, если вы содержите крупных, хищных рыб, которые обязательно попробуют нагреватель на зуб.

**Не помещайте нагреватель, особенно мощный, в грунт, особенно в мелкий - глину или песок.** Поскольку нагреватель рассчитан на то, что тепло все время отнимается водой, то закопанный в грунт нагреватель может вызвать спекание грунта и треснуть. По аналогичной причине **не включайте нагреватель вне воды и не забывайте его выключать, когда меняете воду в аквариуме.**

Всегда используйте отдельный термометр. Даже если в нагревателе есть указатель температуры. Обычные, спиртовые (с красной жидкостью) термометры вполне подойдут - вам не нужна точность более, чем один-два градуса. Рыбы в природе испытывают суточные колебания температуры. Если вы используете новейший электронный термометр, не забывайте менять в нем батарейки регулярно.

## Нагревательные кабели

Данный раздел посвящён использованию нагревательных кабелей для выращивания растений в аквариуме. Если вы не занимаетесь специальным выращиванием подводного сада, то такие кабели вам абсолютно не нужны.

Нагревательные кабели является одной из самых горячих тем для обсуждений и споров. Приводится очень много аргументов за и против - скорость роста растений (одни утверждают, что все растёт быстрее с нагревателями, другие - что не видят разницы). Данный раздел не является, точно также как и большинство остальных разделов, рекламой и призывом использовать или не использовать нагревательные кабели. Вы должны сами для себя решить - нужно вам это или нет. Можно с уверенностью сказать одно - кабели не являются первой необходимостью для успешного выращивания растений. Если у вас недостаточно света или удобрений, то кабели вам не помогут. Обычно они достаточно (и неоправданно) дорогие, поэтому о них можно думать, только тогда, когда все остальное уже сделано.

## Что это такое?

Нагревательные кабели содержат внутри себя нихромовую проволоку, которая является нагревательным элементом - подобно спирали электрогрелки. Но, в отличие, от грелки, нагревание не сосредоточено в одном месте, а распределено по всей длине кабеля. Такие кабели укладываются в грунт для его нагревания. **Не помещайте нагреватель, особенно мощный, в грунт, особенно в мелкий - глину или песок.** Поскольку нагреватель рассчитан на то, что тепло все время отнимается водой, то закопанный в грунт нагреватель может вызвать спекание грунта и треснуть.

## Для чего нужно нагревать грунт?

Если вы используете для подогрева воды в аквариуме обычный нагреватель, то даже при перемешивании воды помпой или аэратором, температура грунта на несколько градусов ниже температуры воды. В это можно убедиться воткнув термометр в грунт. А если вы не перемешиваете воду, то нижние слои возле грунта будут достаточно холодными. Практически грунт имеет комнатную температуру, особенно если в аквариуме нету теплоизоляции под дном.

Выровнять температуру грунта и воды можно с помощью донного фильтра, но он имеет много недостатков при использовании его в аквариуме с растениями.

George Booth привел список доводов в пользу подогревания грунта (порядок пунктов не имеет значения):

- Некоторые растения (особенно Баркляя - *Barclaya longifolia* предпочитают держать "ноги в тепле", когда грунт имеет более высокую температуру чем вода.
- Биохимические процессы в грунте протекают быстрее
- Из-за улучшенной циркуляции воды питательные вещества лучше проникают в грунт - аммиак (как продукт разложения органики), железо и т.д. Это возмещает вещества, поглощенные корнями растений из грунта.
- Циркуляция воды удаляет токсичные вещества из грунта, образуемые при разложении органики в грунте. Данные вещества могут вредно действовать на корни растений. Это относится и к веществам которые выделяют корни растений, чтобы "выжить" остальные растения со своей территории (сорняки в огороде достигли совершенства в этом искусстве).
- Обеспечение хелирующей среды, которая удерживает химические элементы, не давая им окисляться. В таком состоянии они доступны корням растений. Аналогично, создается редуцирующая среда, нежели окисляющая, что препятствует окислению элементов. Это особенно важно для жеоеза, которое очень легко окисляется.

Как указывается (например, компания Dupla) - основным из преимуществ нагревательных кабелей является то, что они создают горизонтальные потоки воды, из-за неравномерного нагрева грунта. Это способствует переносу питательных веществ к корням растений. В принципе, это не имеет экспериментального подтверждения и, в случае мелкого грунта, такими потоками можно пренебречь.

Нагревание грунта не ускоряет рост растений. Использование углекислого газа ускорит гораздо быстрее. Нагревательные кабели обеспечат большую стабильность в вашем аквариуме. Если вы переделываете аквариум каждый год, то вам не имеет смысла

использовать кабеля. Но, если ваш аквариум рассчитан на большой срок, то кабеля увеличат ваши шансы на успех.

Существует несколько подходов к использованию нагревательных кабелей. Фирма Dupla рекомендует использовать мощные кабеля (250W на квадратный метр), с кабелями разнесенными на 2 см друг от друга. В этом случае вам необходимо использовать терморегулятор. Другие компании (Dennerle и т.д.) рекомендуют использовать кабеля малой мощности, которые можно держать постоянно включенными.

### **Использование кабелей вместе с грунтом, содержащим землю.**

Если вы используете подобный грунт - землю, торф и т.д., то использование кабелей может привести к нежелательному эффекту. В таком грунте и так много органики, которая разлагается. Для био-химического процесса разложения требуется кислород, что приводит к его недостатку для рыб. В процессе разложения выделяется метан, аммиак и т.д. Кабеля резко ускоряют процесс разложения. При недостатке кислорода может начаться бескислородное гниение грунта, что является нежелательным - поскольку приводит к выделению токсичных веществ - сероводорода и т.д. Поэтому, если вы используете кабеля, то либо следует отказаться от использования земли, либо ее тщательно приготовить, чтобы она не была питательной. Обычно кабеля обеспечивают достаточную скорость разложения органики и увеличивают доступность питательных веществ корням растений, без использования органических субстратов - земли или торфа.

### **Изготовление самодельных нагревательных кабелей**

Купить специальные аквариумные нагревательные кабеля - затея достаточно дорогая. Легко может вылиться сотню долларов и больше. Умельцы могут изготовить их самостоятельно.



Я использовал нагревательные кабеля для подогрева водопроводных труб. Они уже обладают самым необходимым - имеют водонепроницаемую изоляцию. Стоят они - около \$20 в магазине строительного барахла (например, HomeDepot). Другой вариант - купить кабеля для подогрева почвы на Интернетe - стоят примерно столько же. Иногда эти кабеля имеют терморегуляторы. В таком случае вы их можете прямо устанавливать в аквариуме, хотя я бы не советовал бы использовать сетевое напряжение в воде.

Далее дело техники. Запаситесь автотрансформатором (желательно с изолированной вторичной обмоткой, иначе, в случае утечки тока в воду, вас шарахнет то же сетевое напряжение, даже если вы используете двенадцать вольт для нагрева).

Расчет кабеля производится по закону Ома. Выделяемая кабелем мощность равна:  $W=U^2/R$ , где  $U$  - напряжение,  $R$  - сопротивление кабеля. Выберите мощность нагревательного кабеля - 15-20% от мощности основного нагревателя (в [таблице](#)), чтобы их можно было все держать включенными (если вы поклонник метода фирмы Дупла и хотите использовать мощный кабель в несколько сотен ватт, то вам следует купить готовый, рассчитанный на большой ток). Например, если вы будете питать кабеля напряжением 24В и выбранная мощность кабеля равна 30 Вт, то необходимое сопротивление будет равно:  $R=24^2/30=20$  Ом (примерно). Если вам удалось найти нагревательный кабель, рассчитанный на напряжение 220В, мощностью  $W=220^2/20=2500$  Вт (примерно), то вы его можете взять целиком. Скорей всего, такой кабель вам не найти. Подсчитайте сопротивление исходного кабеля, например, для кабеля мощностью 600 Вт:  $R=220^2/600=80$  (примерно). От такого кабеля следует отрезать четвертинку. Проверьте, чтобы ток в получившемся кабеле (в нашем случае, около полутора ампер) не превышал ток в исходном (около трех ампер). Не забудьте, что длины кабеля вам должно хватить, чтобы уложить достаточно часто на дне аквариума. Я выдираю отдельные провода (а они уложены "туда-обратно") из общей изоляции. Каждый из проводов был в своей, водонепроницаемой изоляции. Убедитесь, что это действительно резиновая водонепроницаемая изоляция.

Нихромовая проволока из которой сделаны нагревательные провода не паяется, поэтому подключение к подводным проводам придется сделать по другому. Я сделал подключение на "петельках" и залил все силиконом для водонепроницаемости (тем не менее, места подключения были вне воды - удобно проверять, греется ли кабель).

Укладывать кабеля нужно так, чтобы они не лежали на стекле. Я насыпал слой грунта около сантиметра-двух и на него укладывал кабеля так, чтобы расстояние между ними составляло около трех-четырех см.

## Самодельный терморегулятор

Технические данные терморегулятора: напряжение питания - 220 вольт, 50 герц; коммутируемая мощность активной нагрузки - 100 ватт; дифференциал (время между включением и отключением нагрузки) - не более 0,5 секунды.

Терморегуляторы далеко не всегда бывают в продаже, да и стоят они довольно дорого. Предлагаю сделать прибор самому. Схема его очень проста и надежна в работе. Все мои терморегуляторы собраны по такой схеме и работают уже в течение долгих лет.

Рис. 1. Принципиальная электрическая схема терморегулятора.

Главным элементом схемы является микросхема DA1 - операционный усилитель, включенный в режим компаратора (рис. 1). Регулировка заданной температуры производится переменным резистором R2. Термодатчик R5 подключен к схеме через фильтр C1, K7 - ДЛН для уменьшения наводок (он вынесен из схемы на 1 - 1,5 метра). Конденсатор C2 создает отрицательную обратную связь по переменному току.



Сопротивление R9 выравнивает потенциалы катода и управляющего вывода при выключенном тиристоре.

Питание схемы осуществляется через параметрический стабилизатор на стабилитроне Д1. Конденсатор С3 - фильтр по питанию. В связи с тем, что на балансном резисторе R10 выщепяется некоторая мощность, желательно собрать его из двух - трех включенных параллельно резисторов соответствующих номиналов. Общее сопротивление R10 может быть от 20 до 30 кОм.

Большое достоинство данной схемы - отсутствие сетевого трансформатора, самого ненадежного элемента. Ведь терморегулятор подключен к сети круглосуточно, и перегрев или возгорание трансформатора чреваты большими неприятностями. Нагрузку включают в гнезда РН. Неоновая лампочка служит сигнализатором включения.

Работа схемы. Когда температура воды, а следовательно, и термодатчика, находящегося в ней, меньше заданного уровня (выставляется R2), напряжение на выводе 6 микросхемы DA1 близко к напряжению питания, тиристор Д2 открыт и обогреватель подключен к сети через диодный мостик ДЗ - Д6. Лампа Л1 горит. В процессе нагрева температура воды увеличивается, и как только она достигнет заданного уровня, микросхема переключится и напряжение на ее выходе будет близко к нулю. Тиристор Д2 закрывается и отключает обогреватель от сети.

Конечно, желательно обогреватель помещать близко от распылителя. Термодатчик подключают к схеме экранированным проводом, помещенным в хлорвиниловую трубку (рис. 2). Экран подключают к общему проводу схемы. Если нет экранированного провода, то монтаж ведут двумя тонкими проводами, свитыми в жгут и помещенными в хлорвиниловую трубку. Длина провода может быть 1 - 1,5 метра. На сам терморезистор натягивают более толстую трубку и герметизируют с обоих концов герметиком (КЛТ-30, ВГО-1, КЛ-4, "Спрут", "Стык", "Бизон"). Можно применять и эпоксидный клей.

При повторении схемы, возможно, придется подобрать резистор R8 для надежного открытия и закрытия тиристора Д2, так как все тиристоры имеют большой разброс по току включения.

Детали и их замена. В качестве микросхемы OA1 подойдет К140КД7, К140УД8, К153УД2.

Электролитические конденсаторы - любого типа. Их номинал не критичен и может отличаться от указанного на схеме на 40 - 50 процентов. Главное, чтобы напряжение их было выше напряжения питания (которое при использовании стабилитрона Д1 - Д814Д составляет около 12 вольт) в 1,5 - 2 раза.

Рис. 2. Конструкция термодатчика: 1 - экранированный провод, помещенный в хлорвиниловую трубку; 2-терморезистор в хлорвиниловой трубке; 3 - герметик или эпоксидный клей

Терморезистор Р5 - типа ММТ4 (допустима замена на любой другой с отрицательным ТКС), номинал его также не критичен и может быть от 10 до 50 кОм. Главное, чтобы выполнялось условие  $R4=R5$ , резисторы R6 и R7 могут быть от 4,7 до 47 кОм.

Стабилитрон Д814 - С любым буквенным индексом.

Тиристор Д2 можно заменить на КУ201Л, КУ202Л.

Диоды ДЗ - Д6 - подойдут Д226Б, Д226В или диодный блок типа КЦ402, КЦ404, КЦ405 с буквенным индексом А, Б, В, Г, Ж, И.

Неоновая лампочка - любого типа. Постоянные резисторы - тоже любого типа. Мощность рассеивания R10 - 2 вата.

Если предполагается использовать обогреватель мощностью более 100 ватт, необходимо применить более мощные диоды ДЗ - Д6. При этом тиристор и диоды придется установить на небольшие радиаторы.

## Грунтовый кабель. Нужен? Делаем!

Наверное, многим любителям, рассматривающим фотографии с конкурсов аквадизайнеров, приходят в голову ассоциации с горной речкой: именно там чаще всего можно видеть такие благоденствующие, сочно окрашенные растения без малейших признаков водорослевых обрастаний, такую прозрачную, совершенно бесцветную воду. И как же порой разочаровывающе выглядят их собственные аквариумы, больше всего напоминающие зарастающие, гибнущие болотца.

Аквариумист может прилагать массу усилий для исправления ситуации: регулярно массированно подменивать воду, использовать патентованные альгециды, заводить рыб-водорослеедов или популярных ныне креветок, ставить мощные фильтры, от души удобрять растения. А вода, тем не менее, "цветет", самые, казалось бы, неприхотливые растения бледнеют, мельчают, их листва дырявится или вовсе опадает, декорации то и дело покрываются коростой водорослей-ксенококкусов, заводятся нитчатка, сине-зеленые, а то и вовсе "черная борода". Впору опустить руки: все ведь делается правильно, мы ведь знаем, что первопричиной подобных бед является "грязная", насыщенная питательными веществами вода, и наши усилия направлены на их удаление - либо напрямую, либо через стимулирование растений, извлекающих эти соединения из воды?

А дело чаще всего в том, что мы забываем про грунт - второй после воды, а может быть, даже и первый по важности компонент водной биосистемы. Именно в нем происходит накопление нерастворимых минеральных и органических остатков жизнедеятельности рыб, отмерших частей растений, несъеденного корма и тому подобных субстанций. В его толще они под действием селящихся там микроорганизмов претерпевают сложные изменения, в результате которых образуются новые, уже растворимые соединения. Вследствие диффузии они неизбежно выходят в воду, обеспечивая пищевую базу для водорослей, и никакая фильтрация, никакие подмены ситуацию не исправляют.

Грунтовые микроорганизмы делятся на две большие группы: аэробы, способные существовать лишь в присутствии кислорода, и анаэробы, для которых он является ядом, и потому селящиеся лишь в самых глубоких, застойных слоях субстрата. Не вдаваясь в

излишние тонкости, отмечу, что "правильный", наиболее подходящий для корней растений грунт должен быть населен бактериями как первой, так и второй групп. В "неприветливой" же, запущенной среде анаэробы получают преимущество, постепенно вытесняют аэробные микроорганизмы и наполняют ее продуктами своей жизнедеятельности: восстановленными химическими соединениями, которые в избыточных количествах вредят растениям. Вплоть до сероводорода - яда, обжигающего корни, вызывающего их почернение и полную дисфункцию.

Теперь самое время вернуться к нашим ассоциациям с ручьем и болотцем. Эти два вида биотопов различаются не только интенсивностью водообмена.

Грунт ручья постоянно промывается - не столько даже текущими по нему струями, сколько питающими ручей грунтовыми водами. Они пронизывают субстрат как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении, не давая ему застаиваться, перенасыщаясь продуктами разложения, обогащают его кислородом и создают благоприятную для аэробных бактерий среду (рис.1). Микроорганизмы окисляют оседающую органику, делают ее доступной для усвоения растениями, корни которых имеют достаточно кислорода для дыхания, растения благоденствуют и выделяют вещества, препятствующие развитию водорослей. Корни в свою очередь выделяют кислород, еще больше "освежающий" грунт. Создается устойчивая самоподдерживающаяся биосистема, главенствующую роль в которой играет водная растительность.

Другое дело водоем, не имеющий грунтовой подпитки. Те небольшие количества кислорода, которые проникают в толщу вследствие диффузии, вырабатываются, расходуясь на окисление накапливающихся органических остатков. На дыхание корней его остается все меньше и меньше, растения постепенно деградируют, а их отмирающие во все больших количествах части лишь увеличивают массу скапливающейся на дне органики. Корневая закачка кислорода в грунт также сокращается - на дне складываются анаэробные условия, провоцирующие массовое развитие соответствующих микроорганизмов. Их деятельность приводит к накоплению восстановленных соединений (вплоть до метана и сероводорода), губящих остатки растительности. Дно заволакивает черный, дурно пахнущий ил - продукт бескислородного разложения органики, в воде неконтролируемо размножаются водоросли, затягивающие берега тиной. Лишь на поверхности остается имеющая доступ к воздуху ряска. Водоем превращается в болото.

Следует отметить, что такая судьба ожидает и сточные водоемы, питающиеся ручьями: постепенно они превращаются в заболоченные низменности с пробивающимися кое-где вялыми протоками. И наоборот, даже небольшие озера или пруды с ключами в берегах и на дне могут сохраняться в чистоте очень и очень долго.

Теперь приглядимся к нашим аквариумам. Развития по какому из этих двух путей следует ожидать, имея в виду организацию их грунта? Нетрудно догадаться, что без специальных действий они рано или поздно неминуемо придут в упадок, после чего останется только засучить рукава для полной перемычки и перезапуска. Тем не менее существуют аквариумы, процветающие годами. Не деградирующие, а лишь меняющие свой облик. Каким же образом можно этого добиться?

Самый простой и популярный способ - чистка грунта сифоном. Многие аквариумисты используют его как регулярную гигиеническую процедуру во время подмен и продлевают жизнь биосистемы неограниченно долго. Однако, даже оставляя без внимания трудоемкость такой операции, понятно, что качественно просифонить густо заросший

аквариум (тем более декоративный, с дном, полностью затянутым почвопокровными растениями) весьма затруднительно. Это мероприятие, несмотря на его несомненную эффективность, все-таки сродни хирургическому вмешательству.

Что еще? По большому счету, существуют два подхода. Один, именуемый "натуральным", или (в зарубежной литературе) "low-tech", предусматривает создание изначально тщательно спланированной, четко сбалансированной биосистемы, в которой вся поступающая в аквариум органика (а это прежде всего рыбий корм) полностью утилизируется рыбами, а затем микроорганизмами и растениями. В грунте не должно накапливаться ничего. Понятно, что рыб в таком водоеме не может быть много, а вот растения должны выходить на первый план. Причем наиболее стойких к потенциально загрязненному грунту видов и обладающие к тому же мощной корневой системой, выбирающей из субстрата все, что может там накапливаться, и насыщающей его кислородом.

Помимо жесткого ограничения по видовому и количественному составу населения, такой аквариум требует также и определенного опыта: нужно не только создать и поддерживать максимально благоприятную для существования растений среду, но и обеспечить им необходимое питание, что в условиях ограничения поступлений рыбьего корма не так-то и просто. То есть требуется поймать тот баланс, когда поступающей в аквариум органики оказывается ровно столько, сколько требуется водной флоре - не больше и не меньше.

Но ведь растения развиваются и их потребности изменяются? Конечно, можно вносить подкормки и удобрения. Но тоже в определенных, тщательно рассчитанных по составу и количеству объемах, иначе баланс неминуемо уйдет в сторону.

В общем, такой подход с успехом применяется только опытными аквариумистами, уже нутром, по малейшим изменениям в облике подводного сада или в поведении гидробионтов, ощущающих, какие коррективы и когда следует вносить, чтобы не потерять ту зыбкую грань, на которой процветает биосистема. Ну и понятно, что выставочный, "дизайнерский" аквариум создать и удерживать при таком подходе тем более сложно.

Значительно больше простора предоставляет использование различных технических средств - так называемый "high-tech"-подход. В части обслуживания грунта это прежде всего донные биофильтры, системы дренирования и гибкие грунтовые кабельные нагреватели.

Системы биологической фильтрации через слой субстрата подразумевают использование фальшдна: на небольшой высоте над дном аквариума устанавливаются перфорированные пластины, на которые укладывают гравий. Маломощная помпа прокачивает воду под фальшдном, обеспечивая ее засасывание вниз через слой грунта (Undergravel Filter - UGF), либо, наоборот, выталкивает воду снизу в объем. Опять-таки, через субстрат (Reverse-flow Undergravel Filter - RUGF).

Проходящая через грунт вода обеспечивает его "дыхание", не допуская образования застойных анаэробных зон. Селящиеся на его частицах аэробные бактерии окисляют накапливающуюся органику, а сами осадки должны вымываться и засасываться в механический фильтр, подключенный к помпе.

Весьма остроумные по замыслу, эти конструкции получили широкое распространение лет двадцать назад и доказали свою эффективность в аквариумах с большим количеством рыб. Однако выяснилось, что растения при использовании таких систем отнюдь не благоденствуют. Проблемы следующие:

- подобные устройства не обеспечивают равномерности протекания воды через весь массив грунта. На деле оказывается, что оmyваются лишь небольшие участки, расположенные в непосредственной близости от помпы. В удаленных же частях закисание грунта происходит столь же интенсивно, как и без применения таких систем;

- на участках же, где система работает, растения начинают голодать. Все необходимое для их питания вымывается и разносится через фильтр по аквариуму, способствуя развитию в нем водорослей;

- по этой же причине оказывается невозможным применение удобряющих добавок. Растворимые подкормки быстро размываются и выносятся из грунта, нерастворимые (типа латерита или глины) перестают усваиваться растениями. Для утилизации содержащихся в них веществ корневые волоски растений выделяют органические соединения, способные растворять нерастворимые минеральные частицы. Способствуют этому и накапливающиеся в грунте гуминовые кислоты - продукты неполного разложения растительных остатков. Слишком же интенсивный поток вымывает эти соединения и лишает растения возможности питаться.

Кроме того, в небольших количествах в аквариуме должны присутствовать и анаэробные микроорганизмы. Они осуществляют наиболее глубокое разложение органики и переводят некоторые элементы (например, железо) в восстановленное, более пригодное для усвоения состояние. При сплошной же промывке субстрата в областях около помпы условий для их существования не остается.

Принципиально другой способ освежения субстрата был предложен известным специалистом по водным растениям Каспаром Хорстом. Согласно его идее, водообмен достигается с помощью температурной конвекции. Для этого в грунте петлями раскладывается кабель, нагреваемый под действием электрического тока. Температура его лишь немного (на 1-3°C) превышает температуру воды, однако этого оказывается достаточно для запуска конвекции. Шаг петель подбирается таким образом, чтобы обогревался лишь грунт, находящийся в непосредственной близости от нагревателя, а в пространстве между петлями сохранялась исходная температура. В результате нагревающаяся над кабелем вода поднимается в верхние слои, постепенно охлаждается, после чего опускается в грунт в межпетельном ненагреваемом пространстве. Образуются замкнутые круги циркулирующих и оmyвающих субстрат струй (рис.2).

Принципиальное отличие такой системы от грунтовой фильтрации заключается в равномерности оmyвания и щадящей скорости прохождения воды через субстрат. Она невелика, и поэтому излишне интенсивного вымывания всех содержащихся в субстрате веществ не происходит. Фактически такая система имитирует в аквариуме природные горизонтальные и вертикальные грунтовые потоки. При этом осуществляются следующие процессы:

- растворенные в воде питательные вещества и кислород затягиваются в толщу грунта, где становятся доступными корням растений;

- создаются условия для существования не только аэробных бактерий, но и для небольшой популяции анаэробов (в самых нижних слоях). Это обеспечивает наиболее полную переработку органики и создает максимально благоприятные условия для корневой деятельности;

- избыточные, неусвоенные растениями продукты жизнедеятельности микроорганизмов не накапливаются в субстрате, вызывая его старение и закисание, а выводятся в воду, откуда устраняются при ее подменах;

- корни растений подогреваются; по образному выражению, их "ноги находятся в тепле". Многие виды весьма благосклонно откликаются на такую заботу - этот эффект хорошо известен цветоводам. Видимо, он связан с температурной интенсификацией работы корней.

Единственное возможное (но не обязательное) противопоказание - субстрат с подкормкой, содержащей большие количества хорошо растворимых питательных веществ (например, с неподготовленной предварительно садовой землей). Эти вещества могут вымываться конвекционными потоками и способствовать развитию водорослей. Впрочем, повторюсь: появление низшей растительности далеко не обязательный исход, а вот срок жизни даже такого "экстремального" грунта заметно увеличивается.

Хотя подобные системы встречаются в продаже уже лет тридцать, до сих пор не все аквариумисты полагают их необходимым элементом обустройства водоемов. Возможно, это связано с тем, что эффект применения сказывается не мгновенно, а как бы "размазан во времени". Радикальных изменений в состоянии аквариума можно и не заметить, однако срок существования его биосистемы, ее стабильность увеличиваются значительно.

Второй возможной причиной игнорирования этих устройств может быть их дороговизна (согласусь, не очень соответствующая их сложности). Когда-то в сети ФИДО один аквариумист сравнил их с "золотыми ручками для BMW". Продолжая автомобильную аналогию, скорее сказал бы, что они - как гидроусилитель руля: ездить без него, безусловно, можно, но с ним гораздо удобнее.

Ну и, опять-таки, если цена коммерческого изделия слишком кусается, можно попытаться изготовить его самостоятельно.

Состоит оно из гидроизолированного кабеля с необходимым электрическим сопротивлением, присосок для его крепления на дне аквариума и понижающего трансформатора. Хотя в последнее время и появились коммерческие продукты, рассчитанные на питание от сети 220 вольт, использовать в водной среде самодельные электрические устройства такого вольтажа слишком рискованно. Максимальное допустимое напряжение питания не должно превышать 24 В. В продаже встречаются кабельные грелки двух типов: постоянного подключения, мощность которых подобрана таким образом, чтобы при непрерывной работе обеспечивать необходимое превышение температуры грунта над температурой воды, и более мощные, работа которых управляется терморегулятором.

В самодельном нагревателе мы можем повторить любую из этих систем, используя для управляемой какой-нибудь самодельный терморегулятор, например, такой, как описан в прошлом номере журнала. Точности его для этих целей вполне достаточно, надо лишь обвить термодатчик несколькими витками нагревательного кабеля. Если же вы остановили свой выбор на системе постоянного подключения, примите во внимание, что

необходимое превышение температуры грунта над температурой воды обеспечивается при расчетной мощности нагревателя в 0,1-0,2 ватта на литр воды. Это действительно для большинства аквариумов, температура воды в которых поддерживается электрогрелкой на уровне до 24-26 °С.

Итак, ключевой момент для эффективного функционирования системы - правильный подбор температуры и геометрии расположения провода. Таких, чтобы создать более высокую температуру непосредственно вокруг него по сравнению с температурой между петлями. Только тогда образуются замкнутые циркулирующие конвекционные потоки, пронизывающие субстрат по всей его площади.

В этой связи имеет смысл упомянуть попытки некоторых аквариумистов подкладывать под дно аквариума сплошные подогревающие коврики. В этом случае субстрат прогревается равномерно, конвекционных токов не образуется, и мы лишь обеспечиваем "теплые ноги" растениям.

Экспериментальные проверки показали, что для организации устойчивых потоков необходимо раскладывать кабель, нагревающийся на 1-3 °С выше температуры воды, петлями с шагом в 5-7 см. Отсюда становится понятно, что при проектировании устройства прежде всего следует принять в расчет длину нагревателя. Затем, исходя из объема аквариума и выходного напряжения выбранного трансформатора, определяем материал и диаметр провода.

Для того чтобы более наглядно продемонстрировать ход такого расчета, в качестве примера возьмем типичный аквариум емкостью около 200 л, высотой порядка 50 см и с дном 100\*40 см.

Небольшое отступление. Концы кабеля должны находиться вне воды - чтобы не мучиться с их гидроизоляцией. Поскольку нам необходимо, чтобы шаг петель составлял 5-7 см, то, в зависимости от ширины дна, выход концов может прийти либо в один и тот же угол аквариума, либо в два противоположных (так, как показано на рис.3). Второй вариант выглядит менее удобным для подключения, однако его можно избежать сдвоив провод (рис.4). В этом случае концы при любой геометрии аквариума оказываются рядом.

Итак, раскладываем кабель с расчетом, чтобы он отступал от стенок на 2 см. В нашем модельном аквариуме получается 7 витков. 7 умножаем на длину в 96 см, полученную цифру удваиваем (поскольку мы выбрали вариант с двойным проводом) и прибавляем метр для вывода "шнура" на поверхность. Итого получается около 14,5 м.

Рассчитываем мощность кабеля. Усредняем рекомендацию в 0,1-0,2 Вт/л, берем в качестве нужной величины 0,15 Вт и умножаем на емкость в 200 л. Получается, нам нужна мощность 30 Вт.

Теперь требуется рассчитать сопротивление кабеля. Будем исходить из того, что для его питания мы возьмем стандартный понижающий трансформатор для 12-вольтовых галогенных лампочек - их сейчас много в продаже, как электромагнитных, так и электронных. Они достаточно компактны, имеют удлиненную форму, удобную для размещения в техническом отсеке аквариума (рис.5).

Из формулы для мощности тока  $W=U^2/R$  получаем, что сопротивление должно равняться  $12\text{ В} * 12\text{ В} : 30\text{ Вт} = 4,8\text{ Ом}$ .

Осталось выбрать подходящий по сопротивлению провод для такого кабеля и его сечение. Сопротивление определяется формулой  $R = \rho \cdot l / s$ , где  $l$  - это длина провода,  $s$  - его сечение (площадь),  $\rho$  - удельное сопротивление - параметр, присущий каждому конкретному металлу или сплаву.

Поскольку провода чаще маркируют не площадью, а диаметром, то, чтобы вытащить значение диаметра  $D$ , с помощью известной формулы для площади круга  $S = \pi \cdot r^2$  преобразуем наше уравнение до вида

$$R = \rho \cdot l / 0,785D^2$$

Для изготовления нагревателей обычно используют специальные высокоомные сплавы. Величины удельных сопротивлений (Ом \* мм<sup>2</sup>/м) наиболее распространенных из них, а также - для сравнения - железа и меди приведены ниже:

фехраль 1,4

нихром 1,1

хромель 0,66

константан 0,49

копель 0,47

манганин 0,45

алюмель 0,33

железо 0,098

медь 0,017

Проволоку из таких сплавов можно приобрести на строительных рынках или в магазинах научных приборов. Допустим, мы решили проверить применимость для нашего кабеля наиболее распространенной - нихромовой. Нужно прикинуть, существует ли такая проволока подходящего диаметра. Его величину получаем из формулы для сопротивления

$$D = \sqrt{\rho \cdot l / 0,785R}$$

и, подставив в нее соответствующие значения -

$$D = \sqrt{1,1 \text{ Ом/мм}^2/\text{м} * 14,5 \text{ м} / (0,785 * 4,8 \text{ Ом})} = 2 \text{ мм}$$

- убеждаемся, что нихром - вполне подходящий материал для такого кабеля. Для нагревателя мощностью 30 Вт и длиной 14,5 м понадобится проволока диаметром 2 мм. Нетрудно убедиться, что если мы решим использовать не двойной, а одинарный кабель, то диаметр можно уменьшить до 1,5 мм. А если одинарный из манганина - то и до 1 мм. А вот если из медной проволоки, то всего 0,2 мм. И хотя такой провод найти едва ли не легче всего, следует иметь в виду, что ток по нашему нагревателю будет течь в 2,5 А (12 В / 4,8 Ом), а минимально



допустимый диаметр медного провода для такого тока, согласно электротехническим таблицам, должен составлять 0,5 мм, иначе он сгорит. Ну и понятно, что дополнительную свободу в выборе предоставляет изменение напряжения питания.

Остается лишь изолировать проволоку. Проще всего это сделать, протолкнув ее в обычный силиконовый шланг для аквариумных компрессоров. Эта задача только на первый взгляд выглядит трудновыполнимой. Нужно привязать к иголке тонкую рыболовную леску и продвигать ее по шлангу с помощью магнита. После этого протянуть за леску прикрепленную к ней проволоку не составит особенного труда. Надежность же такой изоляции вполне удовлетворительна - у меня такой самодельный кабель работает в непрерывном режиме уже больше шести лет.

Ну а если вам не очень хочется возиться с проводами, можно подобрать подходящий кабель для теплых полов или обогрева труб - они сейчас выпускаются с самым различным удельным сопротивлением.

*В любом случае тщательно проверьте свои расчеты, надежность контактов и правильность подключения - электричество не прощает небрежности!*

И напоследок совет по закреплению нагревателя на дне. Лучше (да и дешевле) фиксировать его не кучей отдельных присосок, а вырезать жесткие пластиковые (например, из оргстекла) планки чуть меньше ширины аквариума, прикрепить к ним по 3 присоски и прижимать сразу все петли с помощью этих планок. Провод же можно подвязать к ним леской или пластиковыми хомутиками.

А затраченные усилия непременно окупятся долгим благополучием аквариума, здоровьем рыб и благоденствием растений.

## КЛЛ: Дорогая забава или дешёвый свет?

### ПРЕДИСЛОВИЕ

Вторник. Вчерашний день ознаменовался двумя не самыми приятными событиями (понятное дело - понедельник). Во-первых, объявили об очередном, уже втором за год, подорожании тарифов на электроэнергию до 90 коп./кВтч. Во-вторых, "сдохла" последняя из купленных всего полгода назад люминесцентных ламп. И если с первым фактором ничего не поделаешь - это своего рода стихия, - то со вторым надо что-то менять (и в прямом, и в переносном смысле).

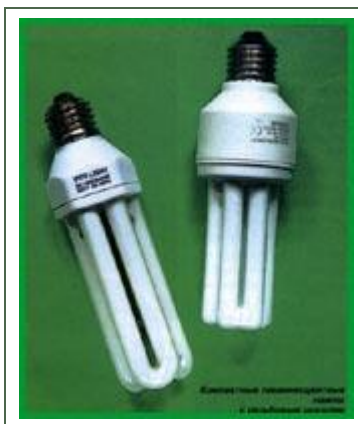
В последние год-два качество отечественных ламп-трубок здорово упало. Они и раньше-то не отличались кавказским долголетием: обновлять источники света приходилось практически ежегодно, а сейчас... Покупал я их и на строительных ярмарках, и в фирменных магазинах. Результат один - через 4-6 месяцев работы на колбе возникает траурное кольцо, начинаются проблемы с зажиганием, свечение становится блеклым. Изменение полярности подключения ламп помогает, но не надолго. Светильник у меня самодельный, устроен по старой классической бездрессельной схеме с выпрямителем и горячей вполсилы лампой накаливания в качестве балластного сопротивления. С российскими люминесцентными "двадцатками" и "сороковками" такая схема работает безотказно, а все остальное (в том числе и отечественные 18-ваттные лампы) упорно игнорирует.

Пятница. Вот она - сила провидения! Видимо, не я один озаботился световой проблемой. В редакцию пришло аж четыре письма с фактически одним и тем же вопросом: что такое компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) с резьбовым цоколем, возможно ли их использование в аквариумистике? И я вспомнил, что еще весной купил несколько подобных "игрушек" и оснастил ими потолочные светильники на кухне и в одной из комнат. А не идеальная ли это цепочка для качественного товара: купил - приспособил - забыл? Значит, все работает, все удовлетворяет.

Так, может быть, и для аквариума они подойдут? Порылся в Интернете: применительно к аквариумистике результат нулевой (не в смысле отрицания, а в плане наличия информации). Поговорил со знакомыми коллегами по увлечению. Итог тот же - одни не пробовали, другие вообще не знают о существовании КЛЛ. И это не удивительно: на российских прилавках эти лампочки появились сравнительно недавно, не успели еще заявить о себе. Что ж, придется следовать примеру Пастера и ставить опыты на себе. При удачном раскладе и свои проблемы решу, и на читательские письма отвечу.

Итак, вперед!

## О КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМПАХ



Лидерами в производстве этих источников света являются фирмы "General Electric" (США), "Osram" (Германия, Франция) и "Philips" (Голландия). Встречается в продаже и продукция менее именитых или совсем не известных широкому кругу потребителей изготовителей. Но ориентироваться в своих исследованиях я буду именно на грандов, поскольку больше веры в то, что заявленные ими эксплуатационные характеристики ламп соответствуют фактическим.

Принцип действия КЛЛ тот же, что и у традиционных люминесцентных трубок: под воздействием электроэнергии пары ртути начинают генерировать ультрафиолетовое излучение, которое нанесенный на внутреннюю поверхность колбы люминофор преобразует в видимый свет. Принципиальное отличие одно: миниатюрность. Скажем, если 18-ваттная лампа-трубка (световой поток около 1000 лм) имеет длину 59 см, то 11-ваттная компактная лампа со штырьковым цоколем почти в три-четыре раза короче, а световой поток у нее при этом лишь на 10-15% ниже. Примерно такое же, а то и более выигрышное соотношение получается и при сравнении сопоставимых по мощности трубок и КЛЛ с резьбовым цоколем.

Тут, видимо, требуется пояснение. Как вы уже поняли, КЛЛ, точнее их цоколи, бывают двух типов: штырьковые и резьбовые. С первыми, наверное, многие уже знакомы: настольные светильники с подобными лампами давно уже не диковинка. Но они меня в данном случае интересуют мало. Отдельно купить крепежную арматуру к таким КЛЛ трудно (в основном это "second hand" от разбитых светильников, который иногда можно встретить на строительных ярмарках и рынках радиодеталей), а потому перспектива самостоятельно собрать на их основе устройство, мощность которого достаточна для освещения более-менее просторного аквариума, выглядит достаточно сомнительной. К тому же для работы таких ламп необходимы ПРА (пускорегулирующие аппараты), а следовательно, как и при монтаже обычных ЛЛ, возникает рутинная проблема

размещения этих объемных атрибутов. Они, правда, не такие громоздкие, как у классических трубок, но все же...

Справедливости ради отмечу, что штырьковые КЛЛ - возможно, одно из наиболее удачных решений освещения небольших водоемов. Но тут уж проще не мудрствуя лукаво купить настольный светильник целиком и приспособить его над аквариумом, при необходимости демонтировав лишние элементы конструкции. По крайней мере именно так уже года два-три тому назад я решил задачу освещения своих 20-40-литровых вспомогательных емкостей и пока очень доволен: ярко, экономно, безотказно.



Гораздо больше меня в данный момент занимают перспективы использования в аквариумистике КЛЛ с резьбовым цоколем E14/E27 и уже встроенным в этот цоколь ПРА, то есть люминесцентных ламп, которые можно ввинчивать в обычные патроны для ламп накаливания. Ну не идеальное ли решение для аквариумиста, который самостоятельно проектирует и собирает светильник, тщательно подгоняя его эксплуатационные параметры под потребности конкретных обитателей конкретного водоема. Да плюс еще высокая светоотдача, да плюс к тому - долговечность, да плюс широкий ассортимент ламп, различающихся по мощности, спектральному составу света и конфигурации светящегося баллона.

Итак, на первый взгляд все выглядит весьма радужно. Пора от ознакомительной части переходить к экспериментальной. Не будучи уверенным в результате (мало ли нас реклама надувала), начал с простого. Аккуратно (чтобы в случае неудачи можно было быстро вернуться к прежнему, уже проверенному временем варианту) перебрал провода так, чтобы люминесцентные лампы-трубки были обесточены, а на патроны балластных ламп накаливания (ЛН) подавался обычный переменный ток напряжением 220 В. Вывинтил из люстр 20-ваттные КЛЛ (две "осрамовские" и две - от "GE") и приспособил их в аквариумный светильник.

Субъективный и объективный (аквариум оснащен люксметром) контроль показал, что три проработавшие почти пять месяцев 20-ваттные КЛЛ дают света на 10-15% меньше, чем четыре свеженькие 20-ваттные ЛЛ вместе с четырьмя горящими вполнакала ЛН (две по 60 Вт и две - по 40), а четыре КЛЛ - на 15-20% больше. Здорово!

## ЭКОНОМИКА

Проницательный читатель, наверное, уже ждет: когда же начнутся подводные камни. Ведь если бы все было гладко, КЛЛ давно уже торчали бы в каждом аквариумном светильнике. Ну что ж, не буду обманывать ваших пессимистичных ожиданий. Вот вам первый подводный камень - цена. На строительных ярмарках Москвы 15-20-ваттные резьбовые КЛЛ стоят от 350 до 450 руб. за штуку (речь идет о продукции тройки лидеров, лампы менее известных изготовителей можно приобрести в 1,5-2 раза дешевле). Поэтому прежде чем безоглядно раскупать КЛЛ или, наоборот, решительно отказываться от их использования, давайте займемся арифметикой, чтобы выяснить, а стоит ли наша овчинка выделки.

Решим несложную задачку. Дано: 200-литровый аквариум классических пропорций. Светильник работает 9 часов в сутки и оснащен четырьмя 20-ваттными ЛЛ и четырьмя

балластными ЛН суммарной мощностью 200 Вт. Балластные лампы включены последовательно люминесцентным и потребляют около 70% от номинальной мощности. Таким образом, в сумме имеем:  $(20 \text{ Вт} \times 4 + 200 \text{ Вт} \times 0,7) = 220 \text{ Вт}$ . Вопрос: оправдана ли экономически замена ЛЛ и ЛН на КЛЛ при соблюдении следующих условий:

- уровень освещенности аквариума сохраняем прежним;

- срок службы КЛЛ примем за 7500 часов (на самом деле производители заявляют от 10 до 15 тыс. часов, но на всякий случай ополовиним эту величину, сделав скидку на возможные рекламные преувеличения);

- тариф за кВтч электроэнергии для упрощения расчетов примем за 1 руб. (все равно ведь вырастет).

Отечественного производства лампы-трубки, как уже говорилось выше, необходимо менять раз в полгода, то есть где-то через 1500 часов работы (при 9-часовой ежесуточной эксплуатации). Значит, время жизни КЛЛ соответствует пяти поколениям таких ЛЛ. Одна российская лампа на рынках стоит 20-30 руб., в магазинах - на десятку дороже. Таким образом, средние затраты на лампы в "старом" варианте составят: 4 шт. x 5 замен x 30 руб. = 600 руб. За этот срок светильник израсходует  $220 \text{ Вт} \times 7500 \text{ часов} = 1650 \text{ кВтч}$  электроэнергии, на оплату которых уйдет 1650 руб. Итого:  $1650+600=2250 \text{ руб.}$  Стоимость ламп накаливания брать в расчет не будем: горящие вполнакала, они практически бессмертны.

Теперь обсчитаем другой вариант. Три 20-ваттные КЛЛ (по 450 руб.) + одна 11-ваттная (400 руб.) обойдутся в 1750 руб. Затраты на оплату электроэнергии:  $70 \text{ Вт} \times 7500 \text{ часов} \times 1 \text{ руб.} = 525 \text{ руб.}$  Итого -2275 руб.

Вывод. При заданных параметрах выгоды никакой, даже убыток имеется - аж 25 руб. Правда, будучи "размазанным" более чем на два года (7500 часов ресурса, поделенные на все те же 9 часов ежедневной работы) этот перерасход выглядит очень уж скромно, даже если не учитывать преимущества, которые дает переход на лампы с резьбовым цоколем. Если же изготовители КЛЛ не преувеличивают и их лампы продержатся дольше того минимума, который я им отвел, или плата за электроэнергию повысится, то уже и выгода налицо. Хотя, с другой стороны, при скудном семейном бюджете, наверное, проще периодически расставаться с сотней рублей, чем сразу выложить более полутора тысяч.

## ИНЖЕНЕРИЯ

Что ж, экономические изыскания очень даже обнадеживают. Осталось выяснить, а возможно ли в принципе использование ламп подобного типа в суровом "надаквариумном" климате.

Не будучи специалистом в области светотехники и не найдя соответствующей информации в доступных мне источниках, я обратился к специалистам. Помочь мне прояснить ситуацию любезно согласились С.Гвоздев-Карелин (руководитель отдела продаж московского представительства фирмы "Osram") и М.Медведев (менеджер по развитию бизнеса московского представительства фирмы "General Electric"). В ходе разговоров я старался постоянно быть настороже: все-таки этим людям по статусу положено расхваливать свой товар, а мне нужны были объективные оценки. Но мне показалось, что мои собеседники были достаточно откровенны, за что я им очень признателен.

Наши встречи практически сразу выявили второй и, пожалуй, главный подводный камень на пути внедрения компактных люминесцентных ламп в аквариумистику: конструктивное исполнение КЛЛ не предусматривает гидрозащиты ПРА. То есть попадание воды на печатную плату может привести к выходу ламп из строя. Успокаивает, правда, то, что в схеме есть предохранитель, обесточивающий цепь прежде, чем замыкание приведет к возгоранию. Но и досрочная потеря лампы - удовольствие маленькое.

Значит ли это, что использовать КЛЛ в аквариумных светильниках нельзя? Нет. Но нужно исключить риск попадания влаги на токопроводящие элементы ПРА.

Лампы нельзя располагать близко к поверхности воды, чтобы брызги от резвящихся гидробионтов не долетали до корпуса КЛЛ. При невозможности поднять лампы над водой на 10-15 см (а если в аквариуме содержатся крупные рыбы или земноводные - то и выше), компактные источники света нужно защитить покровным стеклом.

Не следует размещать лампы над струей выходящего из распылителя воздуха: лопающиеся на поверхности воды пузырьки также образуют брызги.

Учитывая, что влажность воздуха над аквариумом может достигать 100%, необходимо свести к минимуму вероятность образования на печатной плате конденсата. Как известно, конденсат образуется на поверхностях, температура которых ниже температуры окружающей среды, или при резком охлаждении воздуха. Чем больше разница температур и выше влажность воздуха, тем вероятнее образование конденсата и тем он обильнее. Следовательно, задачи аквариумиста сводятся к уменьшению относительной влажности воздуха вокруг ламп и предотвращению существенного температурного градиента в процессе эксплуатации (в том числе и при выключенном светильнике).

Снижение относительной влажности воздуха до приемлемых пределов (70-80%) достигается элементарной естественной вентиляцией, то есть наличием отверстий в корпусе светильника, через которые насыщенный парами воздух мог бы выходить наружу. Принудительная вентиляция, к счастью, не нужна и даже вредна, поскольку мощный приток прохладного комнатного воздуха может как раз эту самую конденсацию и вызвать.

Естественная вентиляция поможет и с отводом избыточного тепла (по тепловыделению КЛЛ занимают промежуточное положение между ЛЛ и ЛН - температура колбы горячей 20-ваттной КЛЛ составляет 60-70°C, а цоколя в зоне размещения ПРА 40-45°C).

Накопление тепла под крышкой светильника нежелательно по двум причинам. О первой я уже упоминал: это возникновение большой разницы температур как одного из условий образования конденсата. Вторая же вытекает из того, что при температуре окружающей среды выше 50°C не обеспечивается должный теплоотвод от элементов ПРА и они могут выйти из строя. В общем, если температура воздуха под крышкой светильника составляет 35-40°C, стоит подумать о дополнительных вентиляционных отверстиях или искать КЛЛ, разработанные для эксплуатации при повышенных температурах (есть и такие).

Кажущаяся целесообразность вывода цокольной части вместе с ПРА наружу (где и суше, и прохладнее), на мой взгляд, обманчива. Поступающий из светильника теплый и

влажный воздух спровоцирует образование конденсата на быстро охлаждаемых комнатным воздухом металлических деталях, особенно - вскоре после выключения ламп.

Внутри же светильника температурный режим более ровный. Нагрев атмосферы после включения ламп и ее остывание после выключения происходят плавно. Соответственно, и все детали ламп подвергаются более мягкому и растянутому во времени воздействию температурных колебаний. Поэтому проектировать светильник нужно так, чтобы лампы целиком находились внутри него, тогда даже высокая (до 90-95%) относительная влажность воздуха вряд ли приведет к образованию конденсата на плате электронного ПРА.

В холодное время года нужно также защитить КЛЛ от струй уличного воздуха, но этот фактор я упоминаю больше для подстраховки, ведь аквариум и сквозняки - вещи вообще малосовместимые.

В общем, при соблюдении определенных предосторожностей и несложных ограничений ничто не мешает использовать КЛЛ для освещения аквариумов и террариумов. Так что остается только выбрать подходящие лампы и научиться правильно с ними обращаться.

## АССОРТИМЕНТ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ



Модельный ряд компактных люминесцентных ламп с резьбовым цоколем даже в пределах одной компании-изготовителя достаточно широк. Причем каждая фирма припасла для своего потенциального потребителя какую-нибудь изюминку. Например, у "GE" и "Philips" есть лампы, в которых ртуть заменена на амальгаму (об особенностях этого варианта я расскажу чуть ниже), у "Osram" есть кольцевые КЛЛ, и т.д. Лампы различаются цоколями (стандартный E27 или миньон E14), типоразмерами, мощностью, исполнением колбы, спектром свечения и пр.

Заострять внимание на цоколях не буду - здесь все очевидно: какие патроны, таким должен быть и цоколь.

Мощность КЛЛ стандартизирована и представляет собой следующую последовательность: 3, 5, 7, 9, 11, 15, 18, 20, 23, 26, 28 Вт. У разных фирм эта линейка может отличаться, но почти все выпускают источники света номиналом 7, 11, 15 и 20 Вт. Именно такие лампы чаще всего встречаются в продаже. Более мощные покупать не советую, так как колба у них на отдельных участках - главным образом у основания - нагревается до 100-115°C и при попадании брызг воды может лопнуть. Ведь КЛЛ относятся к категории ртутных ламп низкого давления, эксплуатируемых в стандартных условиях. Поэтому при их производстве используются обычные в таких случаях сорта стекла - без термозакалки.

Несмотря на встроенный ПРА, весят КЛЛ немного, даже самые мощные - обычно не более 200 г (100-ваттная лампа накаливания тянет на 70 г). Поэтому никаких мер по усилению механической прочности светильника не требуется.

Кстати, об электронном ПРА. Все его компоненты (а их почти два десятка) смонтированы на небольшой плате, умещающейся в корпусе цоколя. Принципиальные схемы ЭПРА и элементная база немного варьируют у разных фирм-изготовителей, но задачи перед электроникой стоят общие: продлить срок службы (в том числе за счет особого режима разогрева электродов), обеспечить быстрый запуск и стабильное свечение, исключить разного рода радиопомехи. Большую часть деталей ЭПРА можно отнести к категории прецизионных, рассчитанных на долговременную эксплуатацию без существенного отклонения от изначальных параметров. Поэтому не удивительно, что если на весовые характеристики лампы электроника не оказывает существенного влияния, то на цене сказывается весьма ощутимо.



Разрядные трубки у КЛЛ, как правило, имеют изогнутую, U-образную форму (встречаются и спиральные), их может быть до четырех штук на одном цоколе, они могут быть расположены треугольником, ромбом или стоять в ряд, одна параллельно другой. Трубки бывают открытыми или заключенными в дополнительную молочную колбу типичной для ЛН формы для обеспечения более мягкого свечения (световой поток у таких ламп на 10-15% ниже). Аналогичные задачи выполняет и цилиндрическая колба со светорассеивающей рельефной поверхностью. Есть также лампы со встроенным отражателем, модулирующим направленный свет. Для более ровного освещения аквариума представляют определенный интерес кольцевые КЛЛ типа "Osram Circolux EL".

Мой опыт освещения аквариума компактными люминесцентными лампами разных типов показал, что при вертикальной ориентации лампы форма трубок и тип их крепления на цоколе практически не имеют значения, а при горизонтальной более предпочтительно выглядят спиральные или "треугольные".

И все же главное для обеспечения необходимой освещенности аквариума - это не форма КЛЛ, а величина генерируемого ею светового потока. Для 11-ваттных ламп этот параметр составляет 600 лм, для 15-ваттных - 900, 20-ваттных - 1200, 23-ваттных - 1500 лм (у сопоставимых по мощности ламп "Osram", "GE" и "Philips" значения светопотоков практически идентичны).

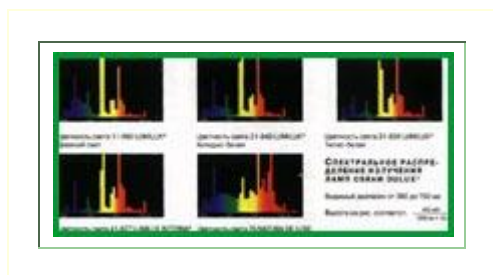


Большим достоинством КЛЛ является сравнительная стабильность светоотдачи в процессе эксплуатации. По заверениям изготовителей, спад светового потока через 4-5 тысяч часов работы не превышает 10-15%, а к концу службы составляет не более 20-25%. А срок этот в среднем, как я уже упоминал выше, составляет от 12 до 15 тыс. часов. Правда, у фирменных ламп так называемого стартового уровня (их обычно изготавливают на дочерних предприятиях в Китае, Польше, Венгрии и т.д.) жизнь может быть несколько короче (до 6-8 тыс.ч). Но если этот факт честно отмечен на упаковке и нашел соответствующее отражение в цене, то мы имеем дело не с контрафактной халтурой, а

просто с продукцией более низкого ценового позиционирования. Себестоимость таких КЛЛ снижена, в частности, за счет использования более примитивных ЭПРА, не обеспечивающих щадящего, с предварительным подогревом, поджига электродов ламп.

Небольшое, но, я думаю, не лишнее пояснение по поводу срока службы. Средним называется временной отрезок, к концу которого на испытательном стенде (или в светильнике) выходит из строя примерно половина тестируемых ламп. Фактическое же время исправного функционирования КЛЛ может составлять от 10-11 до 18-20 тысяч часов. Это уж как повезет.

Любой аквариумист знает, что для правильной организации освещения живого уголка важны не только количественные, но и качественные характеристики света, к которым относится в первую очередь цветовой спектр излучения лампы. К сожалению, специальных фито- или аквариумных ламп среди КЛЛ пока нет, но комбинируя в светильнике лампы разных спектров свечения, можно добиться нужного результата. Цветовые характеристики света лампы обычно отражены в ее буквенно-цифровом индексе, имеющемся на корпусе или упаковке. Обычно это последняя группа из трех цифр, первая из которых ("8" или "9") отражает коэффициент цветопередачи (чем он выше, тем ниже цветовые искажения), а две другие - цветовую температуру: "27" соответствует 2700К, "30" - 3000К, и так далее. Очень грубо КЛЛ с цветностью "27", "30" и "35" можно считать аналогами люминесцентных ламп типа ЛБ, а от "40" и выше - ЛД.



Если вы не смогли найти лампу нужного спектра одной фирмы, то можно без всякого риска воспользоваться продукцией другой, ведь их потребительские характеристики, в том числе и спектральные составы, вполне сопоставимы. Должен, правда, отметить малорадостный факт: магазины обычно торгуют лампами с люминофором, дающим свет с цветовой температурой 2700К (именно они

ориентированы на массовое применение в быту). КЛЛ же более холодных тонов (для освещения офисных помещений, торговых залов и т.п.) в свободной продаже бывают гораздо реже, за ними, возможно, придется побегать.

Габариты у КЛЛ, понятное дело, невелики. Длина наиболее распространенных ламп вместе с цокольной частью, в зависимости от мощности и конструктивных особенностей, составляет от 10 до 18 см при диаметре в самой широкой части (у КЛЛ с прямыми открытыми разрядными трубками это цокольный участок в зоне размещения ЭПРА) порядка 5-6 см. У КЛЛ с молочной колбой диаметр достигает 10-12 см, а у упомянутой выше осрамовской лампы "Circolux" с кольцевой трубкой - 22 см.

Что касается эксплуатации КЛЛ, то отличий от традиционных люминесцентных ламп в этой сфере не много. Загораются они практически мгновенно, но сначала генерируют лишь 40-45% светового потока, набирая полную яркость постепенно, за 2-3 минуты. Особенно "тормозят" лампы с амальгамным наполнением. Но для обитателей аквариума это, наверное, даже плюс: менее резкий переход от мрака к свету пойдет им только на пользу. Использовать разного рода диммеры и другие устройства управления яркостью свечения ламп применительно к КЛЛ нельзя. Незначительно изменить световой поток можно увеличением или уменьшением питающего напряжения (работа при  $U=190-245В$  не сокращает срок службы лампы), но возни с этим много, а эффект весьма сомнителен.



Лучше всего КЛЛ себя чувствуют и обеспечивают близкую к максимуму светоотдачу при температуре окружающей среды  $25\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Более низкие и высокие температурные значения приводят к снижению светоотдачи. Чем существеннее отклонение от оптимума, тем ощутимее ослабление светового потока (вплоть до 20-40% при  $\Delta T=10-20^{\circ}$ ). КЛЛ с амальгамой вместо чистой ртути (у "GE", к слову, таковыми являются все резьбовые компактные лампы мощностью от 15 Вт и выше) менее восприимчивы к подобного рода ситуациям и обеспечивают не менее 90% от номинальной светоотдачи даже при температуре окружающей среды до  $65^{\circ}\text{C}$ .



Световой поток ламп определенным образом зависит и от их ориентации относительно линии горизонта. Но в нашей ситуации этим фактором можно пренебречь: между рабочими положениями "горизонтальное" и "цоколем вверх" разница незначительна, а ситуация с монтажом лампы "цоколем вниз" при конструировании аквариумного светильника мне кажется малореальной.

Тем не менее для справки отмечу, что и в этом плане амальгамные лампы более независимы.

Как и любые другие люминесцентные лампы, КЛЛ предпочитают продолжительный режим работы. Правда, благодаря электронной системе ПРА, обеспечивающей плавный, щадящий режим поджига электродов частые включения-выключения не оказывают на компактные лампы такого пагубного воздействия, как на традиционные ЛЛ. Тем не менее если уж вы выключили лампу, постарайтесь в течение 3-4 минут без необходимости не включать ее вновь.

Как и любое творение из стекла, КЛЛ требуют бережного обращения, то есть ронять или подвергать их механическим нагрузкам категорически не рекомендуется.

Ввинчивать лампу в патрон или вывинчивать ее из него лучше держась за пластиковую цокольную часть, а не за разрядные трубки: стоит немного переборщить с усилием, и эти тонкостенные конструкции сломаются. В компактных люминесцентных лампах содержится от 2,5 до 5 мг ртути. Это в 5-7 раз меньше, чем в обычных лампах-трубках, так что демеркуризация помещения при поломке лампы (особенно если традиционная ртуть в ней заменена амальгамой) не требуется. И все же лучше действовать аккуратно - и для здоровья, и для кошелька будет полезнее.

В общем, свой аквариум я уже перевел на освещение энергосберегающими компактными люминесцентными лампами и пока (а прошло уже более восьми месяцев) результатами вполне доволен. Но конструкцию светильника все же оставил прежней, с возможностью быстрого возвращения к старому варианту. Так, на всякий случай...

## Волшебные 2537 ангстрем

В советской аквариумистике обработка воды ультрафиолетом еще менее распространена, чем озонирование. Ведь генератор озона собрать самостоятельно можно, а вот источник ультрафиолетового излучения - нет; фабричный же в те времена было днем с огнем не сыскать. С проникновением импортного оборудования на российский зоорынок ситуация потихоньку начала меняться.

УФ-стерилизаторы не дешевы, но назвать цену в \$100-200 за предельной тоже нельзя. Так что широкому распространению этих устройств препятствует скорее не дороговизна, а отсутствие у российских аквариумистов соответствующих традиций. Опыт же наших зарубежных коллег, которые не один десяток лет используют в своей практике УФ-стерилизаторы, подтверждает, что эти устройства как минимум бесполезны.

Специфичность воздействия на живые объекты лучей с различной длиной волны была открыта еще в конце XIX века. В частности, в 1877 г. английские исследователи Доунс и Блаунт установили, что солнечный свет тормозит развитие микроорганизмов. Позже выяснилось, что причиной тому - невидимые лучи с длиной волны 220-280 нм, которые смертоносны для микроорганизмов (и не только для них). Свет соседних участков спектра хоть и вреден для протистов, но дезинфицирующий эффект его на один-два порядка ниже. Пик же бактерицидной активности приходится на излучение с длиной волны 253,7 нм, или 2537 ангстрем.

Ультрафиолетовые лучи при грамотном применении почти со 100-процентной гарантией очищают воду от бактерий, вирусов, спор, водорослей и т.д. Для каждого организма есть свой порог облучения, превышение которого вызывает гибель. В международной практике интенсивность УФ-излучения принято выражать в Вт о сек/см<sup>2</sup> (или микроВт\*сек/см<sup>2</sup>, что в миллион раз меньше). Эта размерность связывает мощность лампы (в ваттах или микроваттах), площадь ее поверхности и продолжительность воздействия ультрафиолета на организм. Как правило, чем крупнее организм, тем устойчивее он к воздействию УФ-лучей. Для "убийства" вирусов вполне достаточно 5000-10000 микроВт\*сек/см<sup>2</sup>. Большинство бактерий и водорослей погибает при УФ-интенсивности 15000-25000 микроВт\*сек/см<sup>2</sup>. Доза в 20000-35000 микроВт\*сек/см<sup>2</sup> смертельна для большинства грибов и их спор, в том числе и сапролегнии. Освободить воду от одноклеточных микроорганизмов можно при 30000-45000 микроВт\*сек/см<sup>2</sup>. А вот для уничтожения яиц нематод или свободноживущих взрослых форм некоторых рыбьих паразитов потребуется 100000-170000 микроВт\*сек/см<sup>2</sup>. Но даже этой дозировки недостаточно для гибели некоторых инфузорий. Например, парамеции погибают лишь при 200000 микроВт\*сек/см<sup>2</sup>, а для хилодонеллы летальная доза ультрафиолета должна быть еще в 3-5 раз больше. В то же время для уничтожения ихтиофтириуса, который тоже относится к инфузориям, вполне достаточно 10000-30000 микроВт\*сек/см<sup>2</sup>.

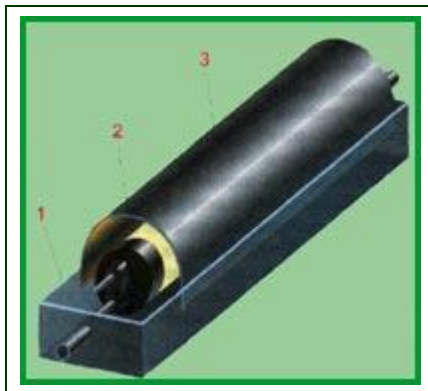
Обычно при расчете конструкций стерилизаторов и определении скорости протекания через них воды за рабочую дозу принимается величина в 50000 микроВт\*сек/см<sup>2</sup> как вполне удовлетворяющая основным задачам стерилизации воды в аквариуме. Ультрафиолетовые лучи обладают слабой проникающей способностью: белая бумага, хромированные пластины, полированный алюминий отражают большую долю ультрафиолета; пыль, водяные пары без труда поглощают УФ-лучи. Силикатное стекло вообще является для ультрафиолета непреодолимой преградой. В воду же они могут проникнуть лишь на 10-12 см, да и то при условии, что жидкость кристально чиста. В аквариумистике такое - чрезвычайная редкость, и реальные цифры обычно в 2-3 раза ниже, поэтому вся сила ультрафиолета может быть направлена лишь на свободноживущие организмы (и вредные, и полезные), которые вместе с током воды оказываются в непосредственной близости от колбы бактерицидной лампы. Зато ультрафиолет, в

отличие от озона, не представляет никакой угрозы для рыб, растений и других организмов, способных избежать непосредственного контакта с лучами, в том числе и для колоний нитрифицирующих бактерий, поселившихся в грунте или субстрате фильтра.

Источником УФ-излучения в основном служат бактерицидные лампы, наполненные парами ртути низкого давления. До 80% светового потока этих ламп приходится на лучи с длиной волны 253,7 нм и лишь 2% - на излучение в видимой части спектра (остальное уходит на тепло). Внешне такая лампа похожа на люминесцентную, но ее колба изготовлена из увиолевого (прозрачного для ультрафиолетового излучения) стекла и лишена люминофорного покрытия.

В продаже встречаются бактерицидные лампы с парами ртути высокого давления, но они в аквариумистике используются редко, поскольку при работе излучают больше тепла и заметно влияют на температурный режим аквариума.

Эритемные лампы тоже излучают ультрафиолет, но спектр их не столь узкий и большую часть энергии они расходуют на излучение в области 280-320 нм. Еще менее эффективны люминесцентные ультрафиолетовые лампы.



Многие самодельные стерилизаторы представляют собой УФ-излучатель с защитным экраном-отражателем, закрепленным над мелким (как правило, открытым) водопропускным лотком, ширина которого чуть больше диаметра колбы лампы. Сейчас подобную конструкцию (рис.1) уже вряд ли встретишь. Ее низкая эффективность обусловлена разной удаленностью от колбы лампы точек поверхности воды в центре и у бортиков лотка (интенсивность УФ-радиации убывает с квадратичной зависимостью по мере увеличения расстояния от колбы), наличием воздушной прослойки, поглощающей более или менее значительную часть УФ-лучей, невозможностью создать интенсивное течение из-за

риска перелива воды и прочими факторами, затрудняющими управление стерилизатором. Из преимуществ же стоит отметить лишь относительную свободу выбора используемых при конструировании материалов да отсутствие необходимости в надежной гидроизоляции бактерицидной лампы, поскольку в непосредственный контакт с водой вступает лишь лоток (хотя некоторые антикоррозионные меры все же принять стоит, учитывая высокую влажность воздуха, в которой предстоит работать стерилизатору).

Подавляющее большинство современных моделей имеют принципиально иную - закрытую схему. Здесь бактерицидная лампа загерметизирована в особом баллоне, выполненном из инертных к воде и непрозрачных для ультрафиолетовых лучей материалов. Диаметр баллона таков, что между его стенками и поверхностью колбы лампы образуется некоторое свободное пространство - рабочая камера. Через входное отверстие сюда насосом закачивается вода, которая выходит через слив в противоположном конце баллона. Таким образом, вода омывает колбу бактерицидной лампы по всей длине и подвергается максимально эффективной ультрафиолетовой "бомбардировке".

В моделях относительно высокой мощности (от 30 Вт и выше) с целью сокращения линейных размеров стерилизатора в баллон заключена не одна, а две лампы, расположенные бок о бок. Скажем, стерилизатор Q30IL фирмы Aquanetic с 30-ваттной

лампой имеет почти метровую длину, а, модель Q30ILD той же суммарной мощности, но составленная из двух 15-ваттных - в два раза короче. Правда, за эту компактность вам придется переплатить: две лампы мощностью 15 Вт стоят на 30-40% дороже, чем одна 30-ваттная.

Иногда рабочая камера стерилизатора отделена от колбы лампы (или ламп) дополнительным промежуточным цилиндром. Он выполнен из кварцевого стекла и служит для образования вокруг лампы термоизоляционной воздушной прослойки, необходимой при пропускании через камеру воды, температура которой не превышает 10-15°C. Дело в том, что бактерицидные лампы работают с максимальной отдачей при температуре окружающей среды около 38-40°C, а при обслуживании холодноводных аквариумов температура на поверхности колбы становится слишком низкой, чтобы обеспечить эффективную работу устройства. Наличие кварцевого термоизолятора лишь на 10-15% удорожает стерилизатор, зато делает его универсальным инструментом, который можно использовать как в тепловодной, так и в холодноводной аквариумистике.



С другой стороны, если вы уверены в том, что в сферу ваших интересов входят исключительно тропические аквариумы с теплолюбивым населением, приобретать стерилизатор с кварцевым теплоизолятором не советую хотя бы потому, что излучение таких устройств на 20-25% слабее (за счет дополнительных потерь ультрафиолета в кварцевом кожухе), да и срок службы ламп ниже из-за усиленного нагрева колбы.

Закрытые стерилизаторы обрели большую популярность благодаря компактности, безопасности и удобству в эксплуатации. Регулируя интенсивность подачи воды в камеру стерилизатора, вы по своему желанию изменяете продолжительность воздействия ультрафиолетовой радиации на патогенные организмы.

Производители ультрафиолетовых стерилизаторов - (Aquafine, Rainbow Lifeguard, Aquanetics Systems, hW и пр.) выпускают широкую гамму изделий: 4-6-ваттные компактные УФ-стерилизаторы используют для дезинфекции относительно небольших объемов воды; громоздкие, но мощные (до киловатта и выше) нужны при обслуживании многотонных резервуаров.

В любительской аквариумистике наибольшее признание получили стерилизаторы мощностью 25-30 Вт. Эти универсальные устройства в равной степени подходят как для, достаточно вместительных общих аквариумов, так и для небольших специализированных емкостей наподобие нерестовиков.

Поскольку передозировка ультрафиолета не представляет угрозы для здоровья и, тем более, жизни рыб или высших водных растений, при покупке аквариумного стерилизатора в расчет стоит принимать не столько мощность устройства, сколько его габариты и особенности конструкции (имея в виду последующее размещение, удобство обслуживания и пр.), а также цену. Что же касается качества изделий различных фирм, то практически вся продукция этого класса отвечает требованиям, предъявляемым к аквариумному оборудованию, - "левый" товар среди ультрафиолетовых стерилизаторов встретить трудно. Поэтому принципиальные различия между, скажем, Rainbow и Aquanetics лежат скорее в области дизайнерских решений. К тому же, откровенно говоря, в отечественной зооторговле выбор УФ-стерилизаторов пока еще очень скуден, и российский покупатель выбирает обычно не столько "фирму", сколько мощность ее стерилизатора.

В принципе, для стерилизации воды в 100-200-литровом пресноводном аквариуме вполне достаточно и 6-8-ваттного ультрафиолетового стерилизатора, но, если средства позволяют, лучше все же оснастить свою аквасистему устройством мощностью 15-25 Вт, тем более, что разница в цене между ними не столь уж и велика. Например, 8-ваттный стерилизатор с кварцевым кожухом фирмы Aquanetics стоит около \$75, а его 15-ваттный "собрат" - порядка \$100. Для морского аквариума мощность стерилизатора должна быть в 3-4 раза выше, чем для пресноводного аналогичного объема. Если в магазине нет стерилизатора подходящей мощности, можно собрать последовательную цепь и из нескольких маломощных устройств (выход одного стерилизатора подсоединяют шлангом ко входу следующего), но этот вариант, как вы понимаете, гораздо дороже.

УФ-стерилизатор обычно устанавливают после фильтра (им может быть как примитивный "стаканчик", так и высокоэффективная "канистра"). Выгода подобной схемы очевидна: во-первых, насос фильтра подает воду и в рабочую камеру стерилизатора, так что отпадает необходимость в приобретении специального насоса; во-вторых, ультрафиолетовому воздействию подвергается уже очищенная от механической взвеси (а в идеале - и от растворенной органики) вода. В принципе, воду в стерилизатор можно подавать и непосредственно из аквариума, но при этом надо помнить, что чем больше в воде примесей, тем ниже эффективность стерилизации.

При установке УФ-стерилизатора следует выполнять имеющиеся в инструкции рекомендации по расположению ламп. Практически все вертикальные установки могут работать только в таком положении. В то же время некоторые горизонтальные стерилизаторы могут функционировать и в вертикальном положении.

Покупая стерилизатор, убедитесь, что размеры его входного и выходного отверстий соответствуют диаметру используемых вами шлангов; если это не так, стоит подумать о приобретении переходников (у некоторых моделей стерилизаторов они есть в комплекте).

Управление дозировками ультрафиолета осуществляется за счет изменения скорости протекания воды через рабочую камеру стерилизатора. Вот, например, какой режим рекомендует фирма Aquanetics для своих стерилизаторов (см. табл.).

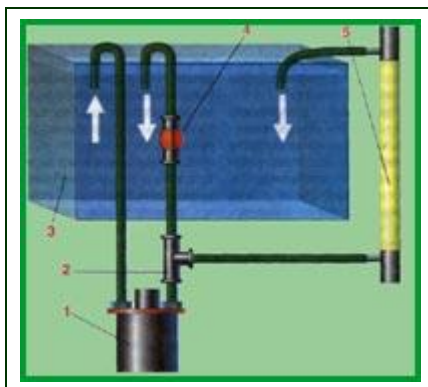
Модель	Мощность (Вт)	Максимальный поток воды (л/ч) через стерилизатор для уничтожения:		
		вирусов и бактерий	водорослей	простейших
Q4IL	4	300	225	100
Q8IL	8	900	675	300
Q15IL	15	1800	1350	600
Q25IL	25	2800	2100	935
Q30IL	30	3700	2800	1235
Q50ILD	50 (2*25)	5610	4200	1400

Превышение объемов воды, протекающей через рабочую камеру, нежелательно, поскольку неизбежно ведет к уменьшению дозировки и возрастанию риска "проскока"

микроорганизмов через ультрафиолетовую "ловушку". Правда, стоит отметить, что эффективность при этом снижается ненамного. Например, по утверждениям экспертов Rainbow Lifeguard, если интенсивность подачи воды в стерилизатор QL-40 будет на 25% превышать рекомендуемый максимум (он составляет для этой модели 5600 л/ч), то эффективность стерилизации снизится всего на 2,33%.

Снижение скорости подачи воды отрицательных последствий не имеет, но желательно все же, чтобы через стерилизатор проходило не менее 2-4 объемов аквариума за сутки.

Оптимальная скорость потока воды через стерилизатор индивидуальна для каждой модели стерилизатора и каждого типа бактерицидных ламп. Ссылки на режим водопропускания обязательно должны быть приведены в инструкции по эксплуатации или (что еще удобнее) на корпусе самого устройства.



Если вы используете водяной насос с нерегулируемой производительностью, в отрезок шланга между ним (или сливным шлангом фильтра) и стерилизатором должен быть установлен специальный вентиль (например, от внешних фильтров-канистр Fluval, Eheim и др.), который позволит регулировать скорость протока воды, а следовательно, и продолжительность контакта воды с ультрафиолетовыми лучами. Еще лучше, если стерилизатор будет включен в отдельную цепь (рис.2). Тогда через основной рукав системы вода из фильтра будет поступать в аквариум, а через отвод - в стерилизатор. Преимущество подобной, на первый взгляд, более сложной схемы, состоит в обеспечении

работы фильтрующей и стерилизационной систем независимо друг от друга.

Обычно УФ-стерилизаторы работают круглосуточно. Отключать их имеет смысл только в редких случаях - например, в первые дни после запуска аквариума (патогенных микроорганизмов в нем, скорее всего, еще нет, а полезным бактериям, участвующим в азотном цикле, надо дать время закрепиться и сформировать мощные колонии на субстрате фильтра и в грунте). Кроме того, стерилизаторы не должны работать в период применения тех или иных фармацевтических средств, эффективность которых может быть снижена под действием ультрафиолетового излучения. Особо внимательным надо быть при использовании лекарств, содержащих хелаты меди ультрафиолетовые лучи, разрывая химические связи безопасного прежде медикаментозного препарата, способны спровоцировать резкое накопление в воде аквариума несвязанных ионов меди, что может привести к самым печальным последствиям для его обитателей. Естественно, имеет смысл отключать УФ-стерилизатор и в тех ситуациях, когда микроорганизмы являются не незваными гостями, а кормовой базой - например, при выкармливании мальков.

Уход за стерилизатором сводится, в основном, к двум мероприятиям. Первое - периодическая, минимум раз в полгода, очистка лампы (а если есть - то и кварцевого термозащитного цилиндра) от бактериального налета, который в значительной степени снижает эффективность ультрафиолетового излучения. Для протирки используют мягкую ткань типа фланели. Как правило, налет легко отделяется от поверхности, если же этого не происходит, можно смочить ткань спиртом. Разборку и сборку стерилизатора надо проводить очень аккуратно, особое внимание уделяя правильности установки уплотнителей, обеспечивающих гидроизоляцию ламп.

Второе - замена ламп по мере выработки ими рабочего ресурса. Маломощные лампы (4-8-ваттные) меняют обычно через 4-5 месяцев работы, 15-30-ваттные - раз в полгода, 60-80-ваттные - ежегодно.


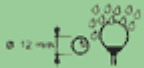


В принципе, фактический рабочий ресурс бактерицидных ламп зачастую несколько выше указанных сроков и может достигать 10-12 тысяч часов непрерывной работы, но в процессе эксплуатации излучающая способность их значительно снижается (для УФ-ламп мощностью от 4 до 8 Вт - вдвое-втрое после 2000-3000 часов работы), так что пренебрегать сменой, ориентируясь на яркость свечения лампы, не стоит. Если же нет возможности своевременно заменить отработавшую свою лампу на новую, следует хотя бы в те же 2-3 раза уменьшить скорость протекания воды через стерилизатор со стареньким излучателем.

В заключение хочу напомнить, что использование ультрафиолетовых стерилизаторов ни в коем случае не должно подменять стандартных гигиенических мероприятий в аквариуме, применения медикаментозных средств. УФ-лучи не помогут избежать загрязнения воды, а также вылечить заболевшую рыбу, зато они воспрепятствуют активному размножению микроорганизмов и переносу инфекции с пораженной рыбы на здоровую или в другой аквариум.

Что же касается техники безопасности, то требования эти традиционны для аквариумного оборудования и заключаются в надежной гидроизоляции токонесущих элементов (желательно, чтобы стерилизатор был снабжен ещё, и заземляющим проводом). Полезно также добавить, что ультрафиолетовые лучи небезвредны для органов зрения, поэтому при сборке самодельных УФ-стерилизаторов нужно следить за тем, чтобы ни прямой, ни отраженный ультрафиолет не попадал в глаза, равно как и не стоит любоваться светом бактерицидной лампы, извлеченной из защитного кожуха фабричного стерилизатора.




## Электротехника. Справочные таблицы

Таблица 1. Степени защиты IP

	Символ	Защита	
IP 23		От проникновения твёрдых тел диаметром больше 12 мм, ливня.	
IP 40		От проникновения твёрдых тел диаметром 1 мм.	

<b>IP 43</b>		От проникновения твёрдых тел диаметром 1 мм, ливня.	
<b>IP 44</b>		От проникновения твёрдых тел диаметром 1 мм, мелких брызг со всех направлений.	
<b>IP 54</b>		Частичная защита от пыли, мелких брызг со всех направлений.	
<b>IP 55</b>		Частичная защита от пыли, сильных струй со всех направлений.	
<b>IP 65</b>		Полная защита от пыли, сильных струй со всех направлений.	
<b>IP 68</b>		Полная защита от пыли, продолжительное функционирование при погружении в воду.	

Таблица 2. Классы изоляции

	Символ	Описание
<b>Класс 0</b>		Функциональная изоляция без заземляющего устройства
<b>Класс I</b>		Функциональная изоляция с контактом или кабелем для заземления
<b>Класс II</b>		Двойная изоляция или усиленная изоляция без заземляющего устройства
<b>Класс III</b>		Для соединения при низком напряжении