

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
(Астраханский государственный университет)**

кафедра английской филологии

Письменный перевод

По книге A Guide to Recirculation Aquaculture

**An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish
farming systems**

Author: Jacob Bregnballe

Published by
the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
and
EUROFISH International Organisation , **2015**

Перевод стр. с 1 по 30

для сдачи кандидатского экзамена
по иностранному языку
(английский)

Выполнил:
ФАРХАН ЯСИН ХАМЕД ФАРХАН
Аспирант кафедры биотехнологии,
зоологии и аквакультуры

Астрахань 2020 г.

Guide for Recycling of aquaculture

New environmentally friendly and high introduction

Closed farming systems closed

Author: Jacob Brinball

Posted by

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

as well as

EUROFISH International Organization

The designations employed and the presentation of material in this information

product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), or of EUROFISH International Organization concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO, or EUROFISH in preference

to others of a similar nature that are not mentioned. The views expressed in this information product are those of the author (s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO, or EUROFISH.

Руководство по Рециркуляция аквакультуры

Знакомство с новым экологически чистым

и высокопроизводительным закрытые системы разведения рыбы

Автор: Джейкоб Брегналь

Опубликовано

Продовольственная и сельскохозяйственная

организация Объединенных Наций (ФАО) а также

EUROFISH Международная организация

Используемые обозначения и представление материала в этой информации

продукт не подразумевает выражения какого-либо мнения со стороны Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) или EUROFISH Международная организация, касающаяся правового статуса или статуса развития любого страна, территория, город или район или его органы власти, или касающиеся делимитации его границ или границ. Упоминание конкретных компаний или продуктов производители, независимо от того, были ли они запатентованы, не означает, что они были одобрены или рекомендованы ФАО или EUROFISH в предпочтении другим аналогичного характера, которые не упомянуты. Мнения, выраженные в этом Информационные продукты принадлежат автору (авторам) и не

FAO and EUROFISH encourage the use, reproduction and dissemination of material in this information product. Except where otherwise indicated, material may be copied, downloaded and printed for private study, research and teaching purposes, or for use in non-commercial products or services, provided that appropriate acknowledgement of FAO and EUROFISH as the source and copyright holder is given and that FAO's and EUROFISH's endorsement of users' views, products or services is not implied in any way.

All requests for translation and adaptation rights, and for resale and other commercial use rights should be made via www.fao.org/contact-us/licencerequest or addressed to copyright@fao.org.

FAO information products are available on the FAO website

(www.fao.org/publications) and can be purchased through publications-sales@fao.org.

© FAO and EUROFISH, 2015

Stringent environmental restrictions to minimize pollution from hatcheries and aquaculture plants in northern European countries have sparked the rapid technological development of recirculation systems. However, recirculation also secures a higher and more stable aquaculture production with less diseases

обязательно отражают взгляды или
ФАО и .политика ФАО или EUROFISH
EUROFISH поощряют использование, воспроизведение и распространение материал в этом информационном ,продукте. Если не указано иное материал может быть скопирован, загружен и распечатан для частного изучения, исследования и в учебных целях или для использования в некоммерческих продуктах или услугах, предоставляемых соответствующее признание ФАО и EUROFISH в качестве источника и правообладатель предоставляется и что одобрение ФАО и EUROFISH пользователей просмотра, товары или услуги никак не
Все запросы на .подразумеваются перевод и адаптацию прав, а также на права на .перепродажу и др коммерческое использование должны быть сделаны через www.fao.org/contact-us/licencerequest или адресовано по .адресу copyright@fao.org
Информационные продукты ФАО .доступны на веб-сайте ФАО) и может быть www.fao.org/publications) приобретен через publications-sales@fao.org
ФАО и Еврофиш, 2015 ©

Строгие экологические ограничения для минимизации загрязнения от инкубаториев и аквакультура в североевропейских странах технологическое развитие рециркуляционных систем. Тем не менее, рециркуляция также обеспечивает более высокое и стабильное производство аквакультуры с меньшим количеством заболеваний и

and better ways to control the hatchery parameters that influence growth. This development is welcome and fully in line with the FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries. The present guideline on recirculation aquaculture supplements the environmentally sustainable aquaculture work of the FAO Subregional Office for Central and Eastern Europe.

The water recirculation technique also implies that hatcheries no longer necessarily need to be placed in pristine areas near rivers. Now they can be built almost anywhere with a much smaller source of clean germ-free water. It has therefore been a pleasure for FAO to support the production of this guide which we hope can inspire and help aquaculture farmers to adopt recirculation systems in the future.

Thomas Moth-Poulsen Senior Fisheries and Aquaculture Officer
FAO

Already one of the world's fastest growing agri-food sectors, aquaculture has the potential for further growth in providing the world's population with high quality and healthy fish products. With global capture production of around 90 million tonnes, aquaculture production has maintained a constant annual

growth reaching a global production of about 70 million tonnes in 2013.

лучшие способы контроля параметров .инкубатория, которые влияют на рост Такое развитие событий приветствуется и полностью соответствует Кодексу для ответственного .поведения ФАО рыболовства. Настоящее руководство по рециркуляции аквакультуры дополняет экологически устойчивую аквакультурную работу ФАО Субрегиональное отделение для .Центральной и Восточной Европы Техника рециркуляции воды также подразумевает, что инкубатории больше не

Обязательно нужно размещать в нетронутых районах возле рек. Теперь они могут быть построены почти везде с намного меньшим источником чистой воды без микробов. В нем есть поэтому ФАО с удовольствием поддержала подготовку этого руководства, которое мы надеемся, что можем вдохновить и помочь фермерам аквакультуры принять .системы рециркуляции в будущем

Томас Мот-Поулсен
Старший специалист по рыбному хозяйству и Аквакультуре ФАО
Предисловие

Уже один из самых быстрорастущих агропродовольственных секторов в мире, аквакультура имеет потенциал для дальнейшего роста в обеспечении населения мира высоким качественными и полезными рыбными продуктами. С глобальным производством захвата миллионов тонн продукции 90около аквакультуры поддерживали постоянный ежегодный рост достиг глобального производства около 70 миллионов тонн в 2013 году

Increased focus on sustainability, consumer demands, food safety and cost effectiveness in aquaculture production calls for the continuous development of new production technologies. In general, aquaculture production affects the environment, but state-of-the-art recirculation methods reduce this effect significantly compared to traditional ways of farming fish. Recirculation systems thereby offer two immediate advantages: cost effectiveness and reduced environmental impact. This guide focuses on the techniques for the conversion from traditional farming methods to recirculated aquaculture and advises the farmer on the pitfalls to be avoided along the way.

The guide is based on the experience of one of the foremost experts in this area, Jacob Bregnballe from the AKVA group. It is hoped that the guide will be a useful tool for fish farmers who are considering converting to recirculation systems.

Aina afanasjeva

Director

Eurofish

Introduction to the author Jacob Bregnballe and the AKVA group
Jacob Bregnballe from the AKVA group has been working with recirculation aquaculture for more than 30 years. He has been running his own fish farm in Denmark for 25 years, and has been involved in many technological innovations

Повышенное внимание к устойчивости, . потребительским требованиям, безопасности пищевых продуктов и стоимости Эффективность в аквакультурном производстве требует постоянного развития новых технологий производства. В целом производство аквакультуры влияет окружающая среда, но современные методы рециркуляции уменьшают этот эффект значительно по сравнению с традиционными способами разведения рыбы. Рециркуляционные системы тем самым предлагают два непосредственных преимущества: экономичность и снижение воздействие на окружающую среду. Это руководство фокусируется на методах для преобразования

от традиционных методов земледелия до рециркуляции аквакультуры и консультирует Фермер на подводных камнях, которых Руководство следует избегать по пути основано на опыте одного из ведущих Джейкоб ,экспертов в этой области Брегналь из группы АКВА. Надеемся, что руководство будет полезным инструмент для рыбоводов, которые рассматривают возможность .перехода на системы рециркуляции

Айна Афанасьева

директор

Eurofish

Предисловие Введение к автору Джейкобу Брегналь и группе АКВА
Джейкоб Брегналь из группы АКВА работает с рециркуляцией аквакультура уже более 30 лет. Он управлял собственной рыбной фермой в Дания в течение 25 лет, и был вовлечен во многие технологические инновации для улучшения рециркуляционных систем

for improving recirculation systems for a wide range of different aquaculture species. He has also worked as an international aquaculture consultant, and holds

a master's degree from Copenhagen University. Today he is the Business Director

of Land Based Aquaculture in AKVA group, the largest aquaculture technology company in the world covering all aspects of aquaculture production both on shore and at sea. The company has more than 30 years of experience in the design and manufacture of steel cages, plastic cages, work boats, feed systems, feed barges, sensor systems and fish farming software, and provides solutions and support for any requirement in the field of recirculation aquaculture.

Jacob bregnballe

AKVA group Denmark A / S

Roskildevej 342, Byg. 2

DK-2630 Taastrup, Copenhagen
Denmark

Tel .: (+45) 7551 3211

Mob .: (+45) 2068 0994

Fax: (+45) 7551 4211

www.akvagroup.com

Chapter 1: Introduction to recirculation aquaculture

Recirculation aquaculture is essentially a technology for farming fish or other aquatic organisms by reusing the water in the production. The technology is based on the use of mechanical and biological filters, and the method can in principle be used for any species grown

для широкого спектра различных видов аквакультуры виды. Он также работал в качестве международного консультанта по аквакультуре и степень магистра в Копенгагенском университете. Сегодня он является бизнес-директором наземной аквакультуры в группе АКВА, крупнейшей технологии аквакультуры компания в мире, охватывающая все аспекты производства аквакультуры как на берег и море. Компания имеет более чем 30-летний опыт работы в проектирование и производство стальных клеток, пластиковых клеток, рабочих лодок, систем подачи кормовые баржи, сенсорные системы и программное обеспечение для разведения рыбы, а также предлагает решения и поддержка любых требований в области рециркуляции аквакультуры

Джейкоб Брегналь

АКВА группа Дания A / S

Роскилдевей 342, Биг. 2

DK-2630 Taastrup, Копенгаген
Дания

Тел .: (+45) 7551 3211

Моб .: (+45) 2068 0994

Факс: (+45) 7551 4211

www.akvagroup.com

Глава 1: Введение в рециркуляцию аквакультуры

Рециркуляция аквакультуры - это, по сути, технология разведения рыбы или других водные организмы путем повторного использования воды в производстве. Технология основанный на использовании механических и биологических фильтров, и способ может в Принцип может быть использован для любых видов, выращенных в

,in aquaculture such as fish, shrimps clams, etc. Recirculation technology is ,however primarily used in fish farming and this guide is aimed at people .working in this field of aquaculture Recirculation is growing rapidly in many areas of the fish farming sector, and systems are deployed in production units that vary from huge plants generating many tonnes of fish per year for consumption to small sophisticated systems used for restocking or to save .endangered species Recirculation can be carried out at different intensities depending on how much water is recirculated or re-used. Some farms are super intensive farming systems installed inside a closed insulated building using as little as 300 liters of ,new water and sometimes even less, per kilo of fish produced per year. Other systems are traditional outdoor farms that have been rebuilt into recirculated systems using around 3 m³ new water per kilo of fish produced per year. A traditional flowthrough system for trout will typically use around 30 m³ per kilo of fish produced per year. As an example, on a fish farm ,producing 500 tonnes of fish per year the use of new water in the examples given will be 17 m³ / hour (h), 171 m³ / h and m³ / h respectively, which is a 1,712 huge difference.

аквакультуре, таких как рыба, креветки, моллюски и т. д. Технология рециркуляции в основном используется в рыбоводстве, и это руководство предназначено для людей, работающих в этой области аквакультуры. Рециркуляция быстро растет во многих областях сектора рыбоводства, и системы развернуты в производственных единицах, которые отличаются от огромных заводов, производящих много тонн рыбы в год для потребления небольшими сложными системами используется для пополнения запасов или для сохранения исчезающих видов. Рециркуляцию можно проводить с различной интенсивностью в зависимости от того, сколько вода рециркулируется или используется повторно. Некоторые фермы являются супер интенсивными системами ведения сельского хозяйства устанавливается внутри закрытого изолированного здания с использованием всего 300 литров новой воды, а иногда даже меньше, на килограмм рыбы, производимой в год. Другие системы традиционные открытые фермы, которые были перестроены в рециркуляционные системы с использованием около 3 м³ новой воды на килограмм рыбы, производимой в год. Традиционное прохождение Система для форели будет обычно использовать около 30 м³ на килограмм произведенной рыбы. в год. Например, на рыбноводческом хозяйстве, производящем 500 тонн рыбы в год, использование новой воды в приведенных примерах составит 17 м³ / час (ч), 171 м³ / час и 1 712 м³ / ч соответственно, что является огромной разницей.

Another way of calculating the degree of recirculation is using the formula:

$$(\text{Internal recirculation flow} / (\text{internal recirculation flow} + \text{new water intake})) \times 100$$

The formula has been used in figure 1.2 for calculating the degree of recirculation at different system intensities and also compared to other ways of measuring the rate of recirculation.

Seen from an environmental point of view, the limited amount of water used in recirculation is of course beneficial as water has become a limited resource in many regions. Also, the limited use of water makes it much easier and cheaper to remove the nutrients excreted from the fish as the volume of discharged water

is much lower than that discharged from a traditional fish farm. Recirculation aquaculture can therefore be considered a most environmentally friendly way of producing fish at a commercially viable level. The nutrients from the farmed fish can be used as fertilizer on agricultural farming land or as a basis for biogas production.

The term “zero-discharge” is sometimes used in connection to fish farming, and although it is possible to avoid all discharge from the farm of all sludge and water, the waste water treatment of the very last concentrations is most often a costly affair to clean off completely. Thus an application for discharging nutrients and water should always be part of the

Еще одним способом расчета степени рециркуляции является использование формулы:

$$(\text{Внутренний поток рециркуляции} / (\text{внутренний поток рециркуляции} + \text{новый водозабор})) \times 100$$

Формула была использована на рисунке 1.2 для расчета степени рециркуляции при различной интенсивности системы, а также по сравнению с другими способами измерения скорости рециркуляции.

С экологической точки зрения, ограниченное количество воды, используемой в рециркуляции, конечно, полезно, так как вода стала ограниченным ресурсом во многих регионах. Кроме того, ограниченное использование воды значительно облегчает и удешевляет удаление

питательных веществ, выделяемых из рыбы, как объем сбрасываемой воды гораздо ниже, чем у традиционной рыбной фермы. Рециркуляция. Поэтому аквакультура может считаться наиболее экологически чистым способом производства рыбы на коммерчески жизнеспособном уровне. Питательные вещества с фермы рыбы можно использовать в качестве удобрения на сельскохозяйственных землях или в качестве основы для биогаза. Термин «нулевой сброс». Производство иногда используется в связи с тем, что можно избежать сброса с фермы всего ила и воды, очистка сточных вод самых последних концентраций чаще всего дорогое дело, чтобы убрать полностью. Таким

planning permission application. Most interesting though, is the fact that the limited use of water gives a huge benefit to the production inside the fish farm. Traditional fish farming is totally dependent on external conditions such as the water temperature of the river, cleanliness of the water, oxygen levels, or weed and leaves drifting downstream and blocking the inlet screens, etc. In a recirculated system these external factors are eliminated either completely or partly, depending on the degree of recirculation and the construction of the plant.

Recirculation enables the fish farmer to completely control all the parameters in the production, and the skills of the farmer to operate the recirculation system itself becomes just as important as his ability to take care of the fish.

Controlling parameters such as water temperature, oxygen levels, or daylight for that matter, gives stable and optimal

conditions for the fish, which again gives less stress and better growth. These stable conditions result in a steady and foreseeable growth pattern that enables the farmer to precisely predict when the fish will have reached a certain stage or size. The major advantage of this feature is that a precise production plan can be drawn up and that the exact time the fish will be ready for sale can be predicted. This favours the overall management of the farm and strengthens the ability to market the fish in a competitive way. There are many more advantages of using recirculation technology in fish farming, and this guide will deal with these aspects in the following chapters. However, one major aspect to be

образом, приложение для сброса питательных веществ и вода всегда должна быть частью заявки на разрешение планирования. Наиболее интересным является тот факт, что ограниченное использование воды дает огромные Выгода для производства внутри рыбоводческого хозяйства. Традиционное рыбоводство полностью зависит от внешних условий, таких как температура воды в реке, чистота воды, уровень кислорода или сорняков и листьев дрейфующих вниз по течению и блокировка входных экранов и т. д. В рециркуляционной системе эти внешние факторы устраняются полностью или частично, в зависимости от степени рециркуляция и строительство завода. Рециркуляция позволяет рыбоводу полностью контролировать все параметры в производство и навыки фермера по эксплуатации системы рециркуляции

само по себе становится столь же важным, как и его способность заботиться о рыбе. Контроль параметров, таких как температура воды, уровень кислорода или дневной свет для что дает стабильные и оптимальные условия для рыбы, что снова дает меньше стресса и лучший рост. Эти стабильные условия приводят к устойчивому и прогнозируемая модель роста, которая позволяет фермеру точно предсказать, когда рыба достигнет определенной стадии или размера. Основное преимущество этой функции является то, что точный план производства может быть составлен и что точное время Рыба будет готова к продаже, можно прогнозировать. Это способствует общему управлению

mentioned right away is that of diseases. The impact of pathogens is lowered considerably in a recirculation system as invasive diseases from the outside environment are minimised by the limited use of water. Water for traditional fish farming is taken from a river, a lake or the sea, which naturally increases the risk of dragging in diseases. Due to the limited use of water in recirculation the water is mainly taken from a borehole, drainage system or spring where the risk of diseases is minimal. In fact, many recirculation systems do not have any problems with diseases whatsoever, and the use of medicine is therefore reduced significantly for the benefit of the production and the environment. To reach this level farming practice it is of course extremely important that the fish farmer is very careful about the eggs or fry that he brings on to his farm. Many diseases are carried into systems by taking in infested eggs or fish for stocking. The best way to avoid diseases entering this way, is not to bring in fish from outside, but only bring in eggs as these can be disinfected completely from diseases. Aquaculture requires knowledge, good husbandry, persistence and sometimes nerves of steel. Shifting from traditional fish farming into

фермы и укрепляет способность продавать рыбу на конкурентной основе . Есть много других преимуществ использования технологии рециркуляции в рыбе сельское хозяйство, и это руководство будет иметь дело с этими аспектами в следующих главах. Тем не менее, один важный аспект, который следует упомянуть сразу же, - это болезни.

Воздействие патогенных микроорганизмов значительно снижается в рециркуляционной системе как инвазивное. заболевания из внешней среды сводятся к минимуму за счет ограниченного использования воды. Вода для традиционного рыбоводства берется из реки, озера или моря, что естественно увеличивает риск затягивания при заболеваниях. Из-за ограниченного использования воды в рециркуляции вода в основном берется из скважины, дренаж система или

источник, где риск заболеваний минимален. На самом деле, много рециркуляции системы не имеют никаких проблем с заболеваниями, и использование следовательно, лекарственные средства значительно сокращаются в пользу производства и окружение. Чтобы достичь этого уровня фермерской практики, это, конечно, чрезвычайно важно, чтобы рыбовод очень внимательно относился к яйцам или малькам, которые он приносит на его ферме. Многие болезни переносятся в системы, принимая зараженные яйца или рыба для заготовки. Лучший способ избежать болезней, попадающих таким путем, - это не приносить рыбу извне, но приносить только яйца, так как их можно дезинфицировать полностью от

recirculation does make many things easier, however at the same time it requires new and greater skills. To be successful in this quite advanced type of aquaculture calls for training and education for which purpose this guide has been written.

болезней. Аквакультура требует знаний, хорошего земледелия, настойчивости и иногда стальные нервы. Переход от традиционного рыбоводства к рециркуляции многое проще, но в то же время требует новых и более высоких навыков. Чтобы добиться успеха в этом довольно продвинутом типе аквакультуры, требуется обучение и образование, для чего было написано это руководство.

Chapter 2: The recirculation system, step by step

In a recirculation system it is necessary to treat the water continuously to remove the waste products excreted by the fish, and to add oxygen to keep the fish alive and well. A recirculation system is in fact quite simple. From the outlet of the fish tanks the water flows to a mechanical filter and further on to a biological filter before it is aerated and stripped of carbon dioxide and returned to the fish tanks. This is the basic principle of recirculation. Several other facilities can be added, such as oxygenation with pure oxygen, ultraviolet light or ozone disinfection, automatic pH regulation, heat exchanging, denitrification, etc. depending on the exact requirements. Fish in a fish farm require feeding several times a day. The feed is eaten and digested by the fish and is used in the fish metabolism supplying energy and nourishment for growth and other physiological processes. Oxygen (O_2) enters through the gills, and is needed to produce energy and to break down protein, whereby carbon dioxide (CO_2) and ammonia (NH_3) are produced as waste products. Undigested feed is excreted into the water as faeces, termed suspended solids (SS) and organic matter. Carbon dioxide and ammonia are excreted from the gills into the water. Thus fish consume oxygen and feed, and as a result the water in the system is polluted with faeces, carbon dioxide and ammonia.

Глава 2: Система рециркуляции, шаг за шагом

В системе рециркуляции необходимо постоянно обрабатывать воду для удаления отходы, выделяемые рыбой, и для добавления кислорода для поддержания жизни рыбы и хорошо. Система рециркуляции на самом деле довольно проста. Из выхода рыбы вода в резервуарах поступает в механический фильтр и далее в биологический фильтр прежде чем его газируют и очищают от углекислого газа и возвращают в аквариумы. Это основной принцип рециркуляции. Можно добавить несколько других средств, таких как оксигенация чистым кислородом, дезинфекция ультрафиолетом или озоном, автоматическое регулирование pH, теплообмен, денитрификация и т. д. в зависимости от точных требований. Рыба на рыбоводческом хозяйстве требует кормления несколько раз в день. Корм едят и переваривается рыбой и используется в метаболизме рыбы, поставляя энергию и питание для роста и других физиологических процессов. Кислород (O_2) входит через жабры, и необходим для производства энергии и расщепления белка, в результате чего углекислый газ (CO_2) и аммиак (NH_3) образуются в виде отходов продукты. Непереваренный корм выделяется в воду в виде фекалий, которые называются взвешенными твердые вещества (SS) и органические вещества. Углекислый газ и аммиак выводятся из жабры в воду. Таким образом рыба потребляет кислород и

Only dry feed can be recommended for use in a recirculation system. The use of trash fish in any form must be avoided as it will pollute the system heavily and infection with diseases is very likely. The use of dry feed is safe and also has the advantage of being designed to meet the exact biological needs of the fish. Dry feed is delivered in different pellet sizes suitable for any fish stage, and the ingredients in dry fish feed can be combined to develop special feeds for fry, brood stock, grow-out, etc.

In a recirculation system, a high utilization rate of the feed is beneficial as this will minimise the amount of excretion products thus lowering the impact on the water treatment system. In a professionally managed system, all the feed added will be eaten keeping the amount of uneaten feed to a minimum. The feed conversion rate (FCR), describing how many kilos of feed you use for every kilo of fish you produce, is improved, and the farmer gets a higher production yield and a lower impact on the filter system. Uneaten feed is a waste of money and results in an unnecessary load on the filter system. It should be noted that feeds especially suitable for use in recirculation systems are available. The composition of such feeds aims at maximising the uptake of protein in the fish thus minimizing the excretion of ammonia into the water. The environment in the fish rearing tank must meet the needs of the

корма, и в результате Вода в системе загрязнена фекалиями, углекислым газом и аммиаком. Только сухой корм можно рекомендовать для использования в системе рециркуляции. Использование следует избегать мусора в любой форме, так как он сильно загрязнит систему и заражение болезнями очень вероятно.

Использование сухого корма безопасно и также имеет Преимущество того, чтобы быть разработанным, чтобы удовлетворить точные биологические потребности рыбы. Сухой корм поставляется в гранулах разных размеров, подходящих для любой стадии рыбы, и ингредиенты в сухом корме для рыб можно комбинировать для создания специальных кормов для мальков, выводок, выращивание и т. д.

В системе рециркуляции высокая степень использования корма выгодна, так как это минимизирует количество продуктов выведения, тем самым снижая влияние на система очистки воды. В профессионально управляемой системе все каналы добавлены будет съеден, сводя к минимуму количество необработанного корма. Корм коэффициент конверсии (FCR), показывающий, сколько килограммов корма вы используете на каждый килограмм рыбы, которую вы производите, улучшается, а фермер получает более высокий урожай и меньшее влияние на систему фильтров. Неочищенный корм - пустая трата денег и приводит к ненужной нагрузке на систему фильтров. Следует отметить, что корма особенно подходит для использования в системах рециркуляции доступны. Сочинение таких кормов направлен на максимальное поглощение

fish, both in respect of water quality and tank design. Choosing the right tank design, such as size and shape, water depth, self-cleaning ability, etc. can have a considerable impact on the performance of the species reared.

If the fish is bottom dwelling, the need for tank surface area is most important, and the depth of water and the speed of the water current can be lowered (turbot, sole or other flatfish), whereas pelagic living species such as salmonids will benefit from larger water volumes and show improved performance at higher speeds of water.

In a circular tank, or in a square tank with cut corners, the water moves in a circular pattern making the whole water column of the tank move around the centre. The organic particles have a relatively short residence time of a few minutes, depending on tank size, due to this hydraulic pattern that gives a selfcleaning effect. A vertical inlet with horizontal adjustment is an efficient way of controlling the current in such tanks.

In a raceway the hydraulics have no positive effect on the removal of the particles. On the other hand, if a fish tank is stocked efficiently with fish, the self-cleaning effect of the tank design will depend more on the fish activity than on the tank design. The inclination of the tank bottom has little or no influence on the self-cleaning effect, but it will make

белка в рыбе, таким образом сводя к минимуму выведение аммиака в воду. Окружающая среда в аквариуме для разведения рыбы должна соответствовать потребностям рыбы, как в отношении качества воды и дизайна резервуара. Выбор правильной конструкции танка, такой как размер и форма, глубина воды, способность к самоочищению и т. д. могут иметь влияние на производительность выращенных видов. Если рыба обитает на дне, необходимость в площади поверхности аквариума является наиболее важной, и глубина воды и скорость потока воды могут быть снижены (тюрбо, подошва или другие камбалы), тогда как живые пелагические виды, такие как лососевые выиграет от больших объемов воды и покажет улучшенную производительность при более высокие скорости воды. В круглом резервуаре или в квадратном резервуаре с обрезанными углами вода движется в круговой рисунок, заставляющий весь водяной столб резервуара двигаться вокруг центр. Органические частицы имеют относительно короткое время пребывания нескольких минут, в зависимости от размера бака, благодаря этой гидравлической схеме, которая дает самоочищение эффект. Вертикальный впуск с горизонтальной регулировкой является эффективным способом контролировать ток в таких емкостях. В дорожке качения гидравлика не оказывает положительного влияния на удаление частицы. С другой стороны, если аквариум эффективно снабжается рыбой, Самоочищающийся эффект конструкции резервуара будет зависеть больше от активности рыбы, чем

complete draining easier when the tank is emptied.

Circular tanks take up more space compared to raceways, which adds to the cost of constructing a building. By cutting off the corners of a square tank an

octagonal tank design appears, which will give better space utilization than circular tanks, and at the same time the positive hydraulic effects of the circular tank are achieved (see figure 2.5). It is important to note that construction of large tanks will always favour the circular tank as this is the strongest design and the cheapest way of making a tank.

A hybrid tank type between the circular tank and the raceway called a “D-ended raceway” also combines the self-cleaning effect of the circular tank with the efficient space utilization of the raceway. However, in practice this type of tank is seldom used, presumably because the installation of the tank requires extra work and new routines in management. Sufficient oxygen levels for fish welfare are important in fish farming and are usually kept high by increasing the oxygen level in the inlet water to the tank. Direct injection of pure oxygen in the tank by the use of diffusers can also be used, but the efficiency is lower and more costly.

Control and regulation of oxygen levels in circular tanks or similar is relatively

easy because the water column is

на дизайн танка. Наклон днища резервуара практически не влияет на эффект самоочищения, но это сделает полный слив легче, когда танк опустошен. Круглые резервуары занимают больше места по сравнению с дорожками качения, что добавляет стоимость строительства здания. Отрезая углы квадратного резервуара появляется восьмиугольная конструкция резервуара, которая даст лучшее использование пространства, чем круглые резервуары, и в то же время положительные гидравлические эффекты кругового танк достигнут (см. рисунок 2.5). Важно отметить, что строительство большие резервуары всегда будут в пользу круглого резервуара, так как это самый сильный дизайн и самый дешевый способ сделать танк. Тип гибридного резервуара между круглым резервуаром и дорожкой качения, называемый «D-законченный» Raceway »также сочетает в себе эффект самоочищения круглого резервуара с эффективное использование пространства дорожки качения. Однако на практике этот тип танка редко используется, предположительно, потому что установка резервуара требует дополнительного работа и новые рутины в управлении. Достаточные уровни кислорода для благополучия рыб важны в рыбоводстве и обычно поддерживается на высоком уровне путем увеличения уровня кислорода во входной воде в бак. Прямой впрыск чистого кислорода в резервуар с

помощью диффузоров также может быть используется, но эффективность ниже и дороже. Контроль и регулирование уровня кислорода в круглых резервуарах

constantly mixed making the oxygen content almost the same anywhere in the tank. This means that it is quite easy to keep the desired oxygen level in the tank. An oxygen probe placed near the tank outlet will give a good indication of the oxygen available. The time it takes for the probe to register the effect of oxygen being added to a circular tank will be relatively short. The probe must not be placed close to where pure oxygen is injected or where oxygen rich water is fed. In a raceway, however, the oxygen content will always be higher at the inlet and lower at the outlet, which also gives a different environment depending on where each fish is swimming. The oxygen probe for measuring the oxygen content of the water should always be placed in the area with the lowest oxygen content, which is near the outlet. This downstream oxygen gradient will make the regulation of oxygen more difficult as the time lag from adjusting the oxygen up or down at the inlet to the time this is measured at the outlet can be up to an hour. This situation may cause the oxygen to go up and down all the time instead of fluctuating around the selected level. Installation of modern oxygen control systems using algorithms and time constants will however prevent these unwanted fluctuations. Tank outlets must be constructed for optimal removal of waste particles, and fitted with screens with suitable mesh sizes. Also, it must be easy to collect dead

или аналогичных легко, потому что водный столб постоянно смешивается, делая содержание кислорода почти то же самое где угодно в баке. Это означает, что это довольно легко сохранить желаемый уровень кислорода в баке. Кислородный зонд расположен рядом с выходом из бака даст хорошее представление о наличии кислорода. Время, необходимое для исследования зарегистрировать эффект добавления кислорода в круглый резервуар будет относительно короткая. Зонд нельзя размещать рядом с местом ввода чистого кислорода или где подается богатая кислородом вода. Однако в дорожке качения содержание кислорода всегда будет выше на входе и ниже на выходе, что также дает другую среду в зависимости от того, где плавает каждая рыба. Кислородный зонд для измерения содержания воды всегда следует размещать в зоне с наименьшим содержанием кислорода контент, который находится возле розетки. Этот нижний кислородный градиент сделает регулирование кислорода более сложным, так как время задержки от регулировки кислорода вверх или вниз на входе, чтобы время, измеренное на выходе, могло составлять до час. Эта ситуация может привести к тому, что кислород все время поднимается и опускается вместо того, чтобы колебаться вокруг выбранного уровня. Установка современного кислорода Системы управления, использующие алгоритмы и постоянные времени, однако, предотвратят эти нежелательные колебания. Выходы резервуара должны быть сконструированы для оптимального

fish during the daily work routines. Tanks are often fitted with sensors for water level, oxygen content and temperature for having complete control of the farm. It should also be considered to install diffusers for supplying oxygen directly into each tank in case of an emergency situation.

Mechanical filtration

Mechanical filtration of the outlet water from the fish tanks has proven to be the only practical solution for removal of the organic waste products. Today almost all recirculated fish farms filter the outlet water from the tanks in a so called microscreen fitted with a filter cloth of typically 40 to 100 microns. The drumfilter is by far the most commonly used type of microscreen, and the design ensures the gentle removal of particles.

Function of the drumfilter:

1. Water to be filtered enters the drum.
2. The water is filtered through the drum's filter elements. The difference in water level inside/outside the drum is the driving force for the filtration.
3. Solids are trapped on the filter elements and lifted to the backwash area by the rotation of the drum.
4. Water from rinse nozzles is sprayed from the outside of the filter elements.

удаления частиц отходов, и оснащен экранами с подходящими размерами сетки. Кроме того, должно быть легко собрать мертвых рыба во время повседневной работы. Резервуары часто оснащены датчиками уровня воды, содержания кислорода и температура для полного контроля фермы. Это также следует учитывать установить диффузоры для подачи кислорода непосредственно в каждый резервуар в случае чрезвычайная ситуация.

Механическая фильтрация

Механическая фильтрация воды на выходе из аквариумов доказала свою единственное практическое решение для удаления органических отходов. Сегодня почти все рециркулирующие рыбные фермы фильтруют воду на выходе из резервуаров в так называемый микроэкранный, снабженный фильтровальной тканью типично от 40 до 100 микрон. Барабанный фильтр на сегодняшний день является наиболее часто используемым типом микроэкранный, и дизайн обеспечивает бережное удаление частиц.

Функция барабанного фильтра:

1. Вода для фильтрации поступает в барабан.
2. Вода фильтруется через фильтрующие элементы барабана. Разница в Уровень воды внутри / снаружи барабана является движущей силой фильтрации.
3. Твердые частицы задерживаются на фильтрующих элементах и поднимаются в зону обратной промывки вращение барабана.

The rejected organic material is washed out of the filter elements into the sludge tray.

5. The sludge flows together with water by gravity out of the filter escaping the fish farm for external waste water treatment (see chapter 6).

Microscreen filtration has the following advantages:

- Reduction of the organic load of the biofilter.
- Making the water clearer as organic particles are removed from the water.
- Improving conditions for nitrification as the biofilter does not clog.
- Stabilising effect on the biofiltration processes.

Biological treatment

Not all the organic matter is removed in the mechanical filter, the finest particles will pass through together with dissolved compounds such as phosphate and nitrogen. Phosphate is an inert substance, with no toxic effect, but nitrogen in the form of free ammonia (NH_3) is toxic, and needs to be transformed in the

biofilter to harmless nitrate. The breakdown of organic matter and ammonia is a biological process carried out by bacteria in the biofilter. Heterotrophic bacteria oxidise the organic matter by consuming oxygen and producing carbon dioxide, ammonia and sludge. Nitrifying bacteria

4. Вода из промывочных форсунок распыляется снаружи фильтрующих элементов. Отклоненный органический материал вымывается из фильтрующих элементов в лоток для ила.

5. Осадок стекает вместе с водой самотеком из фильтра, покидая рыбоводческое хозяйство для очистки внешних сточных вод (см. главу 6).

Микроэкранный фильтр имеет следующие преимущества:

- Снижение органической нагрузки биофильтра.
- Повышение прозрачности воды при удалении органических частиц из воды.
- Улучшение условий для нитрификации, так как биофильтр не забивается.
- Стабилизирующее воздействие на процессы биофильтрации.

Биологическая обработка

Не все органические вещества удаляются в механическом фильтре, самые мелкие частицы будут проходить вместе с растворенными соединениями, такими как фосфат и азот. Фосфат является инертным веществом, без токсического действия, но азот в форме свободного аммиака (NH_3) токсичен и должен быть преобразован в биофильтре до безвредного нитрата. Расщепление органического вещества и аммиака является биологическим процессом, осуществляемым бактериями в биофильтре. Гетеротрофные бактерии окисляют органическое вещество, потребляя кислород и производя углекислый газ, аммиак и шлам. Нитрифицирующие бактерии

convert ammonia into nitrite and finally to nitrate.

The efficiency of biofiltration depends primarily on:

- The water temperature in the system.
- The pH level in the system.

To reach an acceptable nitrification rate, water temperatures should be kept within 10 to 35 °C (optimum around 30 °C) and pH levels between 7 and 8.

The water temperature will most often depend on the species reared, and is as such not adjusted to reach the most optimal nitrification rate, but to give optimal levels for fish growth. Regulation of pH in relation to biofilter efficiency is however important as lower pH level reduces the efficiency of the biofilter. The pH should therefore be kept above 7 in order to reach a high rate of bacterial nitrifying. On the other hand, increasing pH will result in an increasing amount of free ammonia (NH₃), which will enhance the toxic effect. The aim is therefore to find the balance between these two opposite aims of adjusting the pH. A recommended adjustment point is between pH 7.0 and pH 7.5.

Two major factors affect the pH in the water recirculation system:

- The production of CO₂ from the fish and from the biological activity of the biofilter.
- The acid produced from the nitrification process.

превращают аммиак в нитрит и, наконец, нитрировать.

Эффективность биофильтрации зависит прежде всего от:

- Температура воды в системе.
- Уровень pH в системе.

Для достижения приемлемой скорости нитрификации необходимо

поддерживать температуру воды в пределах от 10 до 35 °C (оптимально около 30 °C) и уровня pH от 7 до 8.

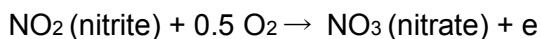
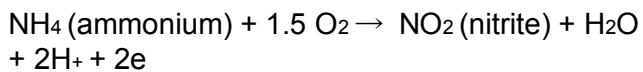
Температура воды чаще всего зависит от выращиваемых видов и составляет как таковой, не приспособленный для достижения наиболее оптимальной скорости нитрификации, но для оптимальные уровни для роста рыбы. Регулирование pH относительно эффективности биофильтра однако важно, так как более низкий уровень pH снижает эффективность биофильтра. Поэтому pH следует поддерживать выше 7, чтобы достичь высокого уровня бактериальной нитрификации. С другой стороны, увеличение pH приведет к увеличению количества свободного аммиака (NH₃), который усилит токсический эффект. Поэтому цель чтобы найти баланс между этими двумя противоположными целями регулирования pH.

Рекомендуемая точка регулировки составляет от 7,0 до 7,5.

Два основных фактора влияют на pH в системе рециркуляции воды:

- Производство CO₂ из рыбы и биологической активности биофильтр.
- Кислота, полученная в процессе нитрификации.

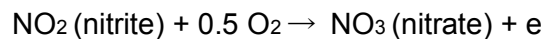
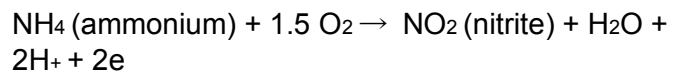
Result of nitrification:



CO₂ is removed by aeration of the water, whereby degassing takes place. This process can be accomplished in several ways as described later in this chapter. The nitrifying process produces acid (H⁺) and the pH level falls. In order to stabilize the pH, a base must be added. For this purpose lime or sodium hydroxide (NaOH) or another base needs to be added to the water.

Fish excretes a mixture of ammonia and ammonium (Total Ammonia Nitrate (TAN) = ammonium (NH₄⁺) + ammonia (NH₃)) where ammonia constitutes the main part of the excretion. The amount of ammonia in the water depends however on the pH level as can be seen in figure 2.8, which shows the equilibrium between ammonia (NH₃) and ammonium (NH₄⁺). In general, ammonia is toxic to fish at levels above 0.02 mg/L. Figure 2.9 shows the maximum concentration of TAN to be allowed at different pH levels if a level below 0.02 mg/L of ammonia is to be ensured. The lower pH levels minimises the risk of exceeding this toxic ammonia limit of 0.02 mg/L, but the fish farmer is recommended to reach a level of minimum pH 7 in order to reach a higher biofilter efficiency as explained earlier. Unfortunately, the total concentration of

Result of nitrification:



CO₂ удаляется путем аэрации воды, в результате чего происходит дегазация. Этот Процесс может быть выполнен несколькими способами, как описано далее в этой главе.

В процессе нитрификации образуется кислота (H⁺), и уровень pH падает. Для того, чтобы стабилизировать pH, основание должно быть добавлено. Для этой цели известь или гидроксид натрия (NaOH) или другая основа должна быть добавлена к воде.

Рыба выделяет смесь аммиака и аммония (нитрат общего аммиака (TAN) = аммоний (NH₄⁺) + аммиак (NH₃)), где аммиак является основной частью экскреции. Количество аммиака в воде зависит, однако, от уровня pH, как видно на рисунке 2.8, который показывает равновесие между аммиак (NH₃) и аммоний (NH₄⁺). В целом, аммиак токсичен для рыб при уровнях выше 0,02 мг / л. Рисунок 2.9 показывает максимальная концентрация TAN, разрешенная при различных уровнях pH, если уровень ниже 0,02 мг / л аммиака. Более низкий уровень pH минимизирует риск превышения этого токсичного предела аммиака 0,02 мг / л, но рыбовод Рекомендуется достичь уровня минимального pH 7, чтобы достичь более высокой эффективности биофильтра, как объяснено ранее. К сожалению, общая концентрация

TAN to be allowed is thereby significantly reduced as can be seen in figure 2.9. Thus there are two opposite working vectors of the pH that the fish farmer has to take into consideration when tuning his biofilter.

Nitrite (NO_2^-) is formed at the intermediate step in the nitrification process, and is toxic to fish at levels above 2.0 mg/L. If fish in a recirculation system are gasping for air, although the oxygen concentration is fine, a high nitrite concentration may be the cause. At high concentrations, nitrite is transported over the gills into the fish blood, where it obstructs the oxygen uptake. By adding salt to the water, reaching as little as 0.3 ‰, the uptake of nitrite is inhibited.

Nitrate (NO_3^-) is the end-product of the nitrification process, and although it is considered harmless, high levels (above 100 mg/L) seem to have a negative impact on growth and feed conversion. If the exchange of new water in the system is kept very low, nitrate will accumulate, and unacceptable levels will be reached. One way to avoid the accumulation is to increase the exchange of new water, whereby the high concentration is diluted to a lower and trouble-free level.

On the other hand, the whole idea of recirculation is saving water, and in some instances water saving is a major goal.

Таким образом, допустимый TAN значительно снижается, как видно на рисунке 2.9. Таким образом, есть два противоположных рабочих вектора pH, которые имеет рыбовод учитывать при настройке своего биофильтра. Нитрит (NO_2^-) образуется на промежуточной стадии в процессе нитрификации и является токсичен для рыб при уровнях выше 2,0 мг / л. Если рыба в системе рециркуляции задыхается для воздуха, хотя концентрация кислорода в порядке, высокая концентрация нитрита может быть причиной. При высоких концентрациях нитрит транспортируется через жабры в кровь рыб, где она препятствует поглощению кислорода. Добавляя соль в воду, При достижении всего лишь 0,3 ‰ поглощение нитрита ингибируется. Нитрат (NO_3^-) является конечным продуктом процесса нитрификации, и хотя он считается безвредным, высокие уровни (выше 100 мг / л), кажется, имеют отрицательный влияние на рост и конверсию корма. Если обмен новой воды в система поддерживается на очень низком уровне, накапливается нитрат, а недопустимые уровни достиг. Одним из способов избежать накопления является увеличение обмена новыми вода, благодаря чему высокая концентрация разбавляется до более низкой и без проблем уровень. С другой стороны, вся идея рециркуляции заключается в экономии воды, а в некоторых случаи экономии воды является основной целью. При таких обстоятельствах нитрат концентрации могут быть уменьшены путем денитрификации. В нормальных условиях расход воды более 300 литров на кг использованного корма достаточен

Under such circumstances, nitrate concentrations can be reduced by denitrification. Under normal conditions, a water consumption of more than 300 litres per kg feed used is sufficient to dilute the nitrate concentration. Using less water than 300 litres per kg feed makes the use of denitrification worth considering. The most predominant denitrifying bacteria is called *Pseudomonas*. This is an anaerobic (no oxygen) process reducing nitrate to atmospheric nitrogen. In fact, this process removes nitrogen from the water into the atmosphere, whereby the load of nitrogen into the surrounding environment is reduced. The process requires an organic source (carbon), for example wood alcohol (methanol) that can be added to a denitrification chamber. In practical terms 2.5 kg of methanol is needed for each kg nitrate ($\text{NO}_3\text{-N}$) denitrified.

Most often the denitrification chamber is fitted with biofilter media designed with a residence time of 2-4 hours. The flow must be controlled to keep outlet oxygen concentration at app. 1 mg/L. If oxygen is completely depleted extensive production of hydrogen sulphide (H_2S) will take place, which is extremely toxic to fish and also bad smelling (rotten egg). Resulting production of sludge is quite high, and the unit has to be back-washed, typically once a week.

Biofilters are typically constructed using plastic media giving a high surface area per m^3 of biofilter. The bacteria will grow

для разбавления концентрация нитратов. Использование воды менее 300 литров на кг корма делает Использование денитрификации стоит рассмотреть. Самая распространенная денитрифицирующая бактерия называется *Pseudomonas*. Это анаэробный (без кислорода) процесс восстановления нитрата до атмосферного азота. По факту, этот процесс удаляет азот из воды в атмосферу, в результате чего нагрузка азота в окружающую среду снижается. Процесс требуется органический источник (углерод), например древесный спирт (метанол), который может быть добавлен в камеру денитрификации. На практике 2,5 кг метанола необходим для каждого килограмма нитрата ($\text{NO}_3\text{-N}$) денитрифицированного. Чаще всего камера денитрификации оснащена биофильтром с временем пребывания 2-4 часа. Поток должен контролироваться, чтобы сохранить выход концентрация кислорода при ок. 1 мг / л. Если кислород полностью истощен произойдет производство сероводорода (H_2S), который является чрезвычайно токсичным к рыбе, а также плохо пахнущий (тухлое яйцо). Итоговое производство ила довольно высокая, и устройство необходимо промывать, как правило, один раз в неделю. Биофильтры обычно изготавливаются с использованием пластиковых сред, дающих большую площадь поверхности на m^3 биофильтра. Таким образом, бактерии будут расти в виде тонкой пленки на носителе. занимая чрезвычайно большую площадь поверхности. Целью хорошо спроектированного биофильтра является

as a thin film on the media thereby occupying an extremely large surface area. The aim of a well-designed biofilter is to reach as high a surface area as possible per m³ without packing the biofilter so tight that it will get clogged with organic matter under operation. It is therefore important to have a high percentage of free space for the water to pass through and to have a good overall flow through the biofilter together with a sufficient back-wash procedure. Such back-wash procedures must be carried out at sufficient intervals once a week or month depending on the load on the filter. Compressed air is used to create turbulence in the filter whereby organic matter is ripped off. The biofilter is shunted while the washing procedure takes place, and the dirty water in the filter is drained off and discharged before the biofilter is connected to the system again.

Biofilters used in recirculation systems can be designed as fixed bed filters or moving bed filters. All biofilters used in recirculation today work as submerged units under water. In the fixed bed filter, the plastic media is fixed and not moving. The water runs through the media as a laminar flow to make contact with the bacterial film. In the moving bed filter, the plastic media is moving around in the water inside the biofilter by a current created by pumping in air. Because of the constant movement of the media, moving

достичь максимально возможной площади поверхности на м³ без упаковки биофилтра, так Твердо, что это будет забито органическим веществом при работе. Поэтому важно иметь высокий процент свободного пространства для прохождения воды и иметь хороший общий поток через биофилтр вместе с достаточным процедура обратной промывки. Такие процедуры обратной промывки должны проводиться в достаточные интервалы один раз в неделю или месяц в зависимости от нагрузки на филтр. Сжатый воздух используется для создания турбулентности в филтре, посредством чего органическое вещество сорван. Биофилтр шунтируется во время процедуры мойки, и грязная вода в филтре сливается и сливается перед биофилтром снова подключен к системе. Биофилтры, используемые в рециркуляционных системах, могут быть сконструированы как филтры с неподвижным слоем или филтры с подвижным слоем. Все биофилтры, используемые сегодня в рециркуляции, работают как погруженные единицы под водой. В неподвижной кровати филтр, пластиковый носитель фиксируется и не двигается Вода течет через СМИ как ламинарный поток, чтобы сделать контакт с бактериальной пленкой. В филтр с подвижным слоем, пластиковый носитель движется в воде внутри биофилтра током, созданным закачивание в воздух. Из-за постоянной движение средств массовой информации, перемещение постельные филтры можно упаковать сложнее, чем филтры с неподвижным слоем, таким образом, достигая более высокого

bed filters can be packed harder than fixed bed filters thus reaching a higher turnover rate per m³ of biofilter. There is however no significant difference in the turnover rate calculated per m² (filter surface area) as the efficiency of the bacterial film in either of the two types of filter is more or less the same. In the fixed bed filter, however, fine organic particles are also removed as these substances adhere to the bacterial film. The fixed bed filter will therefore act also as a fine mechanical filtration unit removing microscopic organic material and leaving the water very clear. The moving bed filter will not have the same effect as the constant turbulence of water will make any adhesion impossible. Both filter systems can be used in the same system, or they can be combined; using the moving bed to save space and the fixed bed to benefit from the adhering effect. There are several solutions for the final design of biofilter systems depending on farm size, species to be cultured, sizes of fish, etc.

скорость оборота на м³ биофильтра. Там Однако нет существенной разницы в обороте рассчитывается за м² (площадь поверхности фильтра) как эффективность бактериальная пленка в любом из двух Типы фильтров более или менее одинаковы. В фильтре с неподвижным слоем, однако, хорошо органические частицы также удаляются, так как эти вещества прилипают к бактериальным фильмом. Таким образом, фильтр с неподвижным слоем будет также выполнять функцию тонкой механической фильтрации. устройство, удаляющее микроскопические органические вещества и оставляющее воду очень чистой. Фильтр с подвижным слоем не будет иметь такого же эффекта, как постоянная турбулентность вода сделает любую адгезию невозможной. Обе системы фильтрации могут использоваться в одной и той же системе, или они могут быть объединены; использование подвижной кровати для экономии места и неподвижной кровати для эффект прилипания. Есть несколько решений для окончательного дизайна биофильтра системы в зависимости от размера фермы, вида культивируемой рыбы, размеров рыбы и т. д.

Degassing, aeration, and stripping

Before the water runs back to the fish tanks accumulated gases, which are detrimental to the fish, must be removed. This degassing process is carried out by aeration of the water, and the method is often referred to as stripping. The water contains carbon dioxide (CO_2) from the fish respiration and from the bacteria in the biofilter in the highest concentrations, but free nitrogen (N_2) is also present. Accumulation of carbon dioxide and nitrogen gas levels will have detrimental effects on fish welfare and growth. Under anaerobic conditions hydrogen sulphide (H_2S) can be produced, especially in saltwater systems. This gas is extremely toxic to fish, even in low concentrations, and fish will be killed if the hydrogen sulphide is generated in the system.

Aeration can be accomplished by pumping air into the water whereby the turbulent contact between the air bubbles and the water drives out the gases.

This underwater aeration makes it possible to move the water at the same time, for example if an aeration well system is used (see figure 2.12).

The aeration well system is however not as efficient for removing gases as the trickling filter system, also called a degasser. In the trickling system, gases are stripped off by physical contact between the water and plastic media stacked in a column. Water is led to the top of the filter over a distribution plate with holes,

Дегазация, аэрация и очистка

Прежде чем вода стекает обратно в аквариумы, накапливаются газы, которые вредные для рыбы, должны быть удалены. Этот процесс дегазации проводится из-за аэрации воды, и этот метод часто называют зачистки. Вода содержит углекислый газ (CO_2) из дыхания рыб и бактерии в биофилтре в самых высоких концентрациях, но свободный азот (N_2) также присутствует. Накопление уровней углекислого газа и азота будет иметь пагубное влияние на благополучие и рост рыбы. В анаэробных условиях сероводород (H_2S) может быть произведен, особенно в системах с морской водой. Этот газ чрезвычайно токсичен для рыб, даже в низких концентрациях, и рыба погибнет, если сероводород генерируется в системе. Аэрация может быть достигнута путем нагнетания воздуха в воду, в результате чего турбулентный контакт между пузырьками воздуха и водой вытесняет газы. Эта подводная аэрация позволяет перемещать воду одновременно, например, если используется система аэрационных скважин (см. рисунок 2.12). Однако система аэрационных скважин не так эффективна для удаления газов, как система капельного фильтра, также называемая дегазатором. В капельной системе газы снят с физического контакта между водой и пластиковыми носителями в столбце. Вода подается на верх фильтра через распределительную пластину с отверстиями и промывают через пластиковый носитель, чтобы максимизировать турбулентность и

and flushed down through the plastic media to maximise turbulence and contact, the so called stripping process.

Oxygenation

The aeration process of the water, which is the same physical process as degassing or stripping, will add some oxygen to the water through simple exchange between the gases in the water and the gases in the air depending on the saturation level of the oxygen in the water. The equilibrium of oxygen in water is 100% saturation. When the water has been through the fish tanks, the oxygen content has been lowered, typically down to 70%, and the content is reduced further in the biofilter. Aeration of this water will typically bring the saturation up to around 90%, in some systems 100% can be reached. Oxygen saturation higher than 100% in the inlet water to the fish tanks is however often preferred in order to have sufficient oxygen available for a high and stable fish growth. Saturation levels above 100% call for a system using pure oxygen.

Pure oxygen is often delivered in tanks in the form of liquid oxygen, but can also be produced on the farm in an oxygen generator. There are several ways of making super-saturated water with oxygen contents reaching 200-300 %. Typically high pressure oxygen cone systems or low head oxygen systems, such as oxygen platforms are used. The principle is the same. Water and pure oxygen are mixed under pressure whereby the oxygen is forced into the water. In the oxygen cone the pressure is accomplished

contact, так называемый процесс зачистки.

Оксигенация

Процесс аэрации воды, который является таким же физическим процессом, что и дегазация или зачистка, добавит немного кислорода в воду через простой обмен между газами в воде и газами в воздухе в зависимости

на уровень насыщения кислородом в воде. Равновесие кислорода в воде это 100% насыщение. Когда вода прошла содержание кислорода, через аквариумы было снижено, обычно до 70%, а содержание далее уменьшается в биофилтре. Аэрация этой воды обычно приносит насыщение примерно до 90%, в некоторых системах можно достичь 100%. Кислород насыщение более чем на 100% во входной воде рыбных резервуаров, однако, часто предпочтительным для того, чтобы иметь достаточно кислорода, доступного для высокой и стабильной рыбы рост.

Сатурация на уровнях выше 100% требуют системы, использующей чистый кислород. Чистый кислород часто поставляется в резервуарах в виде жидкого кислорода, но может также производиться на ферме в генераторе кислорода. Есть несколько способов приготовления пересыщенной воды с содержанием кислорода, обычно достигающим 200-300% системы с кислородным конусом высокого давления или кислородные системы с низким напором, такие как в качестве кислорода используются формы. Принцип тот же. Вода и чистый кислород смешиваются под давлением, в результате чего кислород попадает в воду. В кислородный конус давление

with a pump creating a high pressure of typically around 1.4 bar in the cone. Pumping water under pressure into the oxygen cone consumes a lot of electricity. In the oxygen platform the pressure is much lower, typically down to about 0.1 bar, and water is simply pumped through the box mixing water and oxygen. The difference in the two kinds of systems is that the oxygen cone solution uses only a part of the circulating water for oxygen enrichment, whereas the oxygen platform is used for the main recirculation flow often in combination with the overall pumping of water round in the system. Whatever method is used, the process should be controlled with the help of oxygen measurement. The best way of doing so is to have the oxygen probe measuring after the oxygenation system at normal atmospheric pressure, for example in a measurement chamber delivered by the supplier. This makes the measurement easier than if it was made under pressure, since the probe will need to be wiped clean and calibrated, from time to time.

Ultraviolet light

UV disinfection works by applying light in wavelengths that destroy DNA in biological organisms. In aquaculture pathogenic bacteria and one-celled organisms are targeted. The treatment has been used for medical purposes for decades and does not impact the fish as UV treatment of the water is applied outside the fish production area. It is important to understand that bacteria grow so rapidly in organic matter that controlling bacterial numbers in tradi-

tion is achieved with the help of a pump, creating a high pressure, usually around 1.4 bar in the cone. Pumping water under pressure into the oxygen cone consumes a lot of electricity. In the oxygen platform the pressure is much lower, usually down to 0.1 bar, and water is simply pumped through the box mixing water and oxygen. The difference in the two types of systems is that in the oxygen cone only a part of the circulating water is used for oxygen enrichment, while the oxygen platform is used for the main recirculation of the flow, often in combination with the overall pumping of water around in the system. Whatever method is used, the process should be controlled with the help of oxygen measurement. The best way of doing so is to have the oxygen probe measuring after the oxygenation system at normal atmospheric pressure, for example in a measurement chamber delivered by the supplier. This makes the measurement easier than if it was made under pressure, since the probe will need to be wiped clean and calibrated, from time to time.

Ультрафиолетовый свет

УФ дезинфицирует на работах, применяя свет в длинах волн, которые разрушают ДНК в биологических организмах. В аквакультуре патогенные и одноклеточные бактерии организмы являются мишенью. Лечение использовалось в медицинских целях для десятилетий и не влияет на рыбу, так как применяется УФ обработка воды за пределами рыбного хозяйства на участке. Важно понимать, что бактерии растут настолько быстро в органическом

onal fish farms has limited effect. The best control is achieved when effective mechanical

filtration is combined with a thorough biofiltration to effectively remove organic

matter from the process water, thus making the UV radiation work efficiently.

The UV dose can be expressed in several different units. One of the most widely used is micro Watt -seconds per cm² (μWs/cm²). The efficiency depends on the size and species of the target organisms and the turbidity of the water. In order to control bacteria and viruses the water needs to be treated with roughly 2 000 to 10 000 μWs/cm² to kill 90% of the organisms, fungi will need 10 000 to 100 000 and small parasites 50 000 to 200 000 μWs/cm².

UV lighting used in aquaculture must work under water to give maximum efficiency, lamps fitted outside the water will have little or no effect because of water surface reflection

Ozone

The use of ozone (O₃) in fish farming has been criticised because the effect of overdosing can cause severe injury to the fish. In farms inside buildings, ozone can also be harmful to the people working in the area as they may inhale too much ozone. Thus correct dosing and monitoring of the loading together with proper ventilation is crucial to reach a positive and safe result. Ozone treatment is an efficient way of

веществе, что контролирует количество бактерий в традиционных рыбах фермы имеют ограниченный эффект.

Наилучший контроль достигается при эффективном механическом Фильтрация сочетается с тщательной биологической эффективностью для эффективного удаления органических веществ матерью из технической воды, благодаря чему ультрафиолетовое излучение эффективно работает

Доза ультрафиолета может быть выражена в нескольких различных единицах. Один из самых широко используется микроватт-секунд на см² (мкВт / см²). Эффективность зависит от Размер и виды целевых организмов и мутность воды. Для того, чтобы для борьбы с бактериями и вирусами воду необходимо обработать примерно 2000 до 10 000 мкВт / см², чтобы убить 90% организмов, грибам потребуется от 10 000 до 100 000 и небольшие паразиты от 50 000 до 200 000 мкВт / см²

Ультрафиолетовое освещение, используемое в аквакультуре, должно работать под водой, чтобы максимально эффективность, лампы, установленные вне воды, будут иметь незначительный эффект или вообще не отражение от поверхности воды

ОЗОН

Использование озона (O₃) в рыбоводстве было подвергнуто критике, поскольку влияние Передозировка может привести к серьезным травмам рыбы. В фермах внутри зданий, озон может также быть вредным для людей, работающих в области, поскольку они могут вдыхать слишком много озона Таким образом, правильное дозирование и контроль загрузки вместе с Правильная вентиляция имеет решающее значение для достижения положительного и

destroying unwanted organisms by the heavy oxidation of organic matter and biological organisms. In ozone treatment technology micro particles are broken down into molecular structures that will bind together again and form larger particles. By this form of flocculation, microscopic suspended solids too small to be caught can now be removed from the system instead of passing through the different types of filters in the recirculation system. This technology is also referred to as water polishing as it makes the water clearer and free of any suspended solids and possible bacteria adhering to these. This is especially suitable in hatchery and fry systems growing small fish, which are sensitive to micro particles and bacteria in the water. Ozone treatment can also be used when the intake water to a recirculation system needs to be disinfected. It is worth mentioning that in many cases UV treatment is a good and safe alternative to ozone.

pH regulation

The nitrifying process in the biofilter produces acid, thus the pH level will drop. In order to keep a stable pH a base must be added to the water. In some systems a lime mixing station is installed dripping limewater into the system and thereby stabilizing pH.

An automatic dosage system regulated by a pH-meter with a feedback impulse to a dosage pump is another option. With this system it is preferable to use

Обработка .безопасного результата озоном является эффективным способом уничтожения нежелательных организмов сильное окисление органических веществ и биологических организмов. В лечении озоном технологии микрочастиц распадаются на молекулярные структуры, которые снова свяжутся вместе и сформируют более крупные частицы. К этой форме микроскопические ,флокуляции взвешенные частицы, слишком маленькие, чтобы их можно было поймать, теперь можно удалить из системы вместо прохождения через различные типы фильтров в система рециркуляции. Эта технология также упоминается как полировка воды, поскольку она делает воду более чистой и свободной от взвешенных веществ и возможных бактерий придерживаясь этого. Это особенно подходит для выращивания инкубаториев и молоди мелкая рыба, которая чувствительна к .микрочастицам и бактериям в воде Обработка озоном также может быть используется при поступлении воды в система рециркуляции должна быть Стоит отметить, что в .дезинфицировать во многих случаях УФ-лечение является хорошая и безопасная альтернатива озон.

регулирование pH

Процесс нитрификации в биофильтр ,производит кислоту, таким образом Уровень pH упадет. Для того, чтобы поддерживать стабильный уровень pH, к воде необходимо добавить основание. В некоторых системах смешивание извести На станции устанавливается капая известковая вода в систему и тем самым .стабилизируется pH Автоматическая система дозировки,

sodium hydroxide (NaOH) as it is easy to handle and making the system easier to maintain. Sodium hydroxide is a strong alkaline that can severely burn eyes and skin. Safety precautions must be taken, and glasses and gloves must be worn while handling this and other strong acids and bases.

Water temperature regulation

Maintaining an optimal water temperature in the culture system is most important as the growth rate of the fish is directly related to the water temperature. Using the intake water is a fairly simple way of regulating the temperature from day to day. In an indoor recirculation system the heat will slowly build up in the water, because energy in the form of heat is released from the fish metabolism and the bacterial activity in the biofilter. Heat from friction in the pumps and the use of other installations will also accumulate. High temperatures in the system

are therefore often a problem in an intensive recirculation system. By adjusting the amount of cool fresh intake water into the system, the temperature can be regulated in a simple way. If cooling by the use of intake water is limited a heat pump can be used. The heat pump will utilize the amount of energy normally lost in the discharge water or in the air leaving the farm. The energy is then used for cooling the circulating water inside the farm. A similar way of lowering

регулируемая рН-метром с импульсом обратной связи к дозировочному насосу это еще один вариант. С этой системой предпочтительнее использовать гидроксид натрия (NaOH), поскольку он прост в обращении и облегчает работу системы поддерживать. Гидроксид натрия является сильной щелочью, которая может сильно обжечь глаза и кожа. Необходимо соблюдать меры предосторожности и носить очки и при работе с этой и другими . перчатки сильными кислотами и основаниями.

Регулирование температуры ВОДЫ

Поддержание оптимальной температуры воды в системе культивирования является наиболее важным так как скорость роста рыбы напрямую связана с температурой воды. С помощью потребление воды является довольно простым способом регулирования температуры от дня до день. В системе внутренней рециркуляции тепло будет ,медленно накапливаться в воде потому что энергия в виде тепла выделяется из метаболизма рыбы и бактериальная активность в биофилтре. Тепло от трения в насосах и использование других установок также будет накапливаться. Высокие температуры в системе Поэтому часто возникают проблемы в системе интенсивной рециркуляции. Регулируя количество холодной свежей воды, поступающей в систему, температура может быть регулируется простым Если охлаждение за счет .способом впуска воды ограничено, можно использовать тепловой насос. Жара насос будет использовать количество энергии, обычно теряемое в сбросной воде или в воздух покидает ферму. Затем

heating/cooling cost can be achieved by recovering the energy by the use of a heat exchanger. Energy in the discharge water from the farm is transferred to the cold incoming intake water or vice versa. This is done by passing both streams into the heat exchanger where the warm outlet water will lose energy and heat up the cold intake water, without mixing the two streams. Also on the ventilation system a heat exchanger for air can be mounted utilizing energy from the out-going air and transferring it to the in-going air, thereby reducing the need for heating significantly.

In cold climates heating of the water can be necessary. The heat can come from any source like an oil or gas boiler and is, independent of energy source, connected to a heat exchanger to heat the recirculated water. Heat pumps are an environmental friendly heating solution, and can utilize energy for heating from the ocean, a river, a well or the air. It can even be used to transfer the energy from one recirculation system to another, and thereby heat one system and cool another. Usually it utilizes energy from e.g. the ocean using a titanium heat exchanger, moves the energy to the recirculation that is calling for heating and releases the heat through another heat exchanger.

энергия используется для охлаждения оборотной воды внутри фермы. Аналогичный способ снижения затрат на отопление / охлаждение может быть достигнут путем восстановления энергии с помощью теплообменника. Энергия в разряде вода с фермы поступает в холодную поступающую воду или тиски наоборот. Это делается путем пропускания обоих потоков в теплообменник, где теплая вода на выходе будет терять энергию и нагревать холодную воду на входе, без смешивая два потока. Также на систему вентиляции установлен теплообменник для воздуха может быть установлен с использованием энергии от выходящего воздуха и передачи ее на поступающий воздух, тем самым значительно снижая В холодном .потребность в отоплении климате нагрев воды может быть необходим. Жара может прийти из любого источника, такого как котел на нефти или газе, независимо от источника подключен к теплообменнику ,энергии для нагрева оборотной воды. Тепловые насосы экологически чистое решение для отопления, и может использовать энергию для отопления от океана, реки, колодца или воздуха. Это может даже использоваться для передачи энергия из одной системы рециркуляции в другую, и, следовательно, нагревать одну систему и круто другое. Обычно он использует энергию, например, от океан с использованием титана теплообменник, перемещает энергию в рециркуляцию, которая требует отопления и выделяет тепло через другой теплообменник.