

Жидкость проходит через отверстия 3 и поступает в пространство с полыми волокнами 4. Волокна по длине аппарата на равных расстояниях объединены в пучки, для создания переменного сечения потока жидкости между волокнами, позволяющего увеличить площадь фильтрации и достичь перепада давления. Жидкость проникает через пористую структуру волокон, оставляя на их поверхности концентрированные загрязнения. Очищенная вода попадает в патрубок 5 для отвода пермеата (чистой

воды). Концентрат, в свою очередь, выводится из аппарата 6 по патрубку 7.

Можно отметить, что предполагаемое устройство способно увеличить срок эксплуатации по сравнению с аналогичными устройствами за счет увеличения площади фильтрации и скорости фильтрации, снизить скорость осадкообразования с наименьшими энергозатратами. Простота конструкции и использования значительно улучшают его эксплуатацию.

Список литературы

1. Боронина Л. В. Исследование влияния турбулентной пульсации на концентрационную поляризацию мембран // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 29 (48). С. 186.
2. Боронина Л. В. О повышении эксплуатационных характеристик мембран // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. № 29(48). С. 190.
3. Жарких Н. И., Духин С. С. Формирование динамической мембраны в процессе гелеобразования // Химия и технология воды. 1987. Т. 9, № 1. С. 16–19.
4. Усынина А. Э., Боронина Л. В., Кабекенова М. К. Ультрафильтрационная очистка воды с применением нового мембранного аппарата // Всероссийская молодежная конференция «Инновации и технологии Прикаспия». Всероссийская научно-практическая конференция «Исследования молодых ученых – вклад в инновационное развитие России»: доклады программы «У.М.Н.И.К.» (г. Астрахань, 10–13 октября 2012 г.) / сост. Р. М. Зарипов. Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2012. Т. 2. С. 174–176.
5. Боронина Л. В., Абуова Г. Б., Тажиева С. З., Усынина А. Э. Ресурсосберегающие технологии очистки питьевой воды: постановка проблемы и региональные особенности путей решения. Волгоград: Волгоградское науч. изд-во, 2012. 292 с.
6. Марцулевич Н. А., Гомолецкий В. Н., Чесноков Ю. Г., Смирнов Н. Н. Гидродинамика мембранных аппаратов с полыми волокнами // Журнал прикладной химии. 1989. Т. 63, № 3. С. 578–580.
7. Поляков С. В., Максимов Е. Д., Поляков В. С. Об одномерной модели микрофильтрации // Теоретические основы химических технологий. 1995. Т. 29, № 4. С. 357–361.
8. Мембранный половолоконный аппарат очистки воды: патент РФ № 145817, 2014 / А. Э. Усынина, Л. В. Боронина.

© А. Э. Усынина

Ссылка для цитирования:

Усынина А. Э. Влияние модели движения потока жидкости через мембранный аппарат на эффективность его работы // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский инженерно-строительный институт. Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. № 3 (13). С. 45–49.

УДК 628.2

ОСОБЕННОСТИ ОЧИСТКИ ОБОРОТНЫХ ВОД РЫБОВОДНЫХ АКВАТОРИЙ РАДИАЛЬНО-ВОСХОДЯЩИМ ФИЛЬТРОВАНИЕМ

Н. С. Серпокрялов, Л. В. Боронина, С. З. Тажиева

Ростовский государственный строительный университет

Астраханский инженерно-строительный университет

В условиях развития промышленного воспроизводства ценных пород рыб и негативно изменяющихся показателей качества водисточников предложены технологические схемы и конструкции фильтров очистки оборотных вод рыбоводных акваторий с применением местных фильтрующих материалов. Изучена кинетика остаточных концентраций загрязнителей в воде после очистки.

Ключевые слова: аммиак, цеолиты, рыбоводный пруд, радиальный фильтр.

PURIFICATION FEATURES OF RECIRCULATING WATERS IN FISH-BREEDING WATER AREAS BY THE RADIALLY UPWARD FILTERING

N. S. Serpokrylov, L. V. Boronina, S. Z. Tazhieva

Rostov State University of Civil Engineering

Astrakhan Institute of Civil Engineering

In terms of industrial development on the reproduction of valuable fish species and negatively varying levels of quality water sources suggested technological schemes and designs filter cleaning circulating water fish waters with the local filtering materials. The kinetics of the residual concentration of pollutants in the ode after cleaning.

Keywords: ammonia, zeolites, fish pond, radial filter.

Выращивание продукции аквакультуры развито во всем мире [1], при этом осуществляется ее производство крайне неравномерно: от 40 % объема европейского производства в Норвегии до 5 % в России

В нынешних условиях международных санкций и вектора хозяйственной деятельности РФ на импортозамещение активизировались процессы выращивания ценных гидробионтов, в том числе и на приусадебных участках населения [2].

Ихтиологами установлено [3], что в результате жизнедеятельности гидробионтов болезни рыб, их выживаемость коррелируются с содержанием в воде аммиака и/или ионов аммония (NH_4^+). Накопление восстановленных форм азота (NH_3^+ , NH_4^+) до 0,4–0,7 мг/л и выше, повышение перманганатной окисляемости свыше 20 мг О/л, бихроматной до 60–80 мг О/л происходит в результате выделений аквакультуры, массового развития и последующего отмирания фитопланктона (интенсивного «цветения» воды) вследствие чрезмерной плотности посадки рыбы (в 10–15 раз против нормы), внесения кормов без учета их потребности. А это, в свою очередь, снижает выживаемость рыб на 23–40 %.

Отраслевой стандарт [4] устанавливает предельно допустимую концентрация (ПДК) аммиака в воде водоемов для разведения осетровых на уровне 0,03 мг/л (табл. 1).

Наиболее распространенным способом очистки вод объектов выращивания аквакультуры в установках с замкнутым водным циклом является применение биофильтров [5]. Однако на выходе оборотных вод из биофильтра нормативные показатели по аммонии не обеспечиваются. К тому же запуск биофильтров требует не менее 2-х месяцев, что в условиях временного образования азотных загрязнений (летний период) усложняет эксплуатацию.

Таким образом, для удаления азотных загрязнений из оборотных вод более предпочтительной является не биологическая, а физико-химическая очистка. В последние годы по экологическим, экономическим и эксплуатационным критериям для этого применяют цеолиты [6]. Цеолиты по своей химической природе представляют собой водостойкие, химически устойчивые алюмосиликаты с некомпенсированными группами SiO_2 . Около этих групп размещаются противоионы Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , способные обмениваться на находящиеся в воде катионы, в частности ионы аммония. Цеолиты содержат

не менее 40 % SiO_2 , а высококремнеземные – до 80 % SiO_2 . Для адсорбции из воды аммонийного азота наиболее эффективны цеолиты, содержащие максимальное количество кремнезема. Сущность очистки заключается в обмене ионов натрия клиноптилолита (разновидности цеолита) на содержащиеся в воде ионы аммония [7]. Материал, исчерпавший обменную емкость, подвергают регенерации.

Таблица 1

Общие требования и нормы для рыбоводных хозяйств

Наименование показателей	Нормативные значения
Температура, °С	
Форель	9–12
Карп	26–28
Осетр	20–24
Прозрачность воды, м	Не менее 2,0
Взвешенные вещества, г/м ³	До 5,0
Водородный показатель, рН	7,0–8,0
Кислород растворенный г/м ³	9–11
% насыщения	95–105
Сероводород растворенный г/м ³	Отсутствие
Диоксид углерода растворенный г/м ³	Не более 10,0
Окисляемость перманганатная, г/О/м ³	Не более 10,0
БПК 5, г О ₂ /м ³	До 2,0
БПК полный, г О ₂ /м ³	До 3,0
Аммоний-ион, г/Н/м ³	До 0,75
Аммиак растворенный, г/м ³	
Для карпа	До 0,03
Для форели	До 0,01
Для осетра	До 0,03
Железо общее, г/м ³	До 0,1
Железо закисное, г/м ³	Отсутствие

Цеолиты обладают достаточной прочностью и устойчивостью к агрессивным средам и сочетают в себе все необходимые свойства, позволяющие использовать их в качестве высокоэффективного сорбента, ионообменника и фильтрующего материала.

Учитывая способность сокирнита (разновидность цеолитов) селективно удалять из воды аммонийный азот, проведены исследования по очистке модельных и реальных вод с концентрациями азота аммонийных солей 3,1–9,8 мг/л. Результаты исследований (рис. 1) показали, что использование фильтрования через клиноптилолитовую загрузку позволяет эффективно удалять аммонийный азот до норм ПДК даже при концентрациях 15–20 мг/л. При этом сорбционно-ионообменная емкость цеолита $E = 1,23\text{--}1,42$ мг-экв/г.

Концентрации в очищенной воде по NH_4^+ не превышали ПДК (рис. 1) при достаточно высокой корреляции ($R = 0,834$).

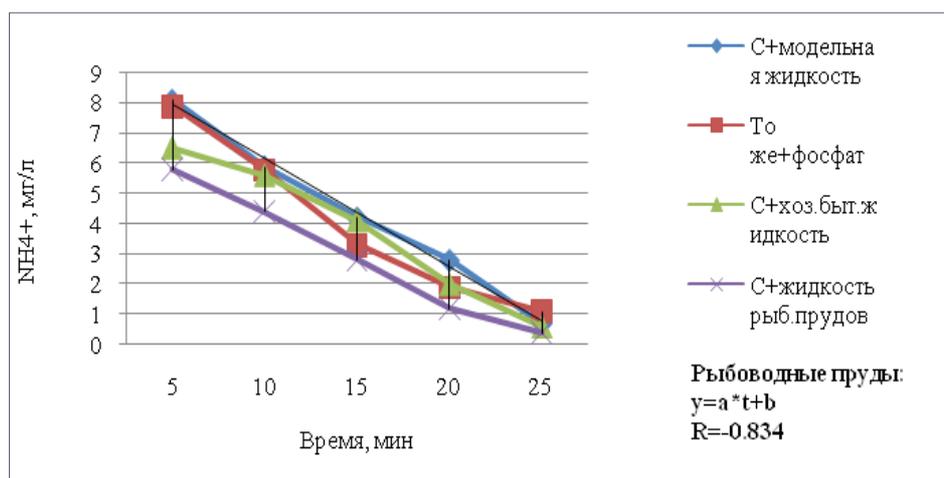


Рис. 1. Кинетика остаточных концентраций в очищенной воде во времени: С + модельная жидкость (С (сокирнит) + раствор NH_4Cl); то же + диаммоний фосфат; С+ хозяйственная жидкость; С + вода рыбоводных прудов
 $y=a*t+b$
 $R=-0.834$

Предложено процесс очистки проводить в режиме радиально-восходящего фильтрования. Его основой является не удаление взвешенных веществ, как в большинстве случаев, а минимально возможное их сохранение (для предотвращения кольматации загрузки) в очищенных водах, поскольку данные загрязнения в виде зоо- и фитопланктона являются кормом для рыб в пруду. Расчетным случаем для радиальных фильтров рыбоводных прудов является удаление аммонийного азота из прудовых вод, причем в течение периода повышенных температур (июль-сентябрь). Расчет радиальных фильтров по обработке вод рыбоводных прудов имеет ряд особенностей, которые определяют иной методологический подход.

При этом в зависимости от компоновочного решения фильтровальной установки на объекте – стационарная или мобильная – возможны две расчетные схемы с фильтрованием исходной воды: «снаружи – внутрь» и «изнутри – наружу» (рис. 2).

В расчетных схемах (А и Б) приняты следующие обозначения: 1 – рыбоводный пруд; 2 – первый по направлению движения воды фильтрующий слой с щебенчатой загрузкой фракцией 15–20 мм; 3 – второй по направлению движения воды фильтрующий слой с щебенчатой загрузкой фракцией 5–8 мм; 4 – дырчатые (щелевые) доходящие до дна цилиндрические перегородки; 5 – глухие не доходящие до дна цилиндрические перегородки; 6 – сорбционная камера, загруженная цеолитом, с восходящим потоком воды; 7 – поддерживающий слой из щебня, в котором размещены дырчатые трубы для водовоздушной промывки; 8 – цеолитовая загрузка в сеточных корзинах с заменой

сорбента в течение сезона работы или без корзины при его замене после окончания сезона фильтрования; 9 – кольцевой съемный, подвижный в вертикальной плоскости сборный лоток очищенных вод; 10 – центральная труба фильтра; 11 – насос перекачки очищенной воды; 12 – сброс очищенной воды в пруд.

Предусмотрены (на расчетных схемах не показаны) трубопроводы отвода промывной воды в пруд без рыбы, откуда после отстаивания в течение 4–8 часов осветленная часть откачивается в пруд, а осевшая часть направляется на выделенные площадки обезвоживания и складирования, после чего используется как удобрение. Пополнение вод вследствие испарения и каплеуноса проводится 2–3 раза в неделю на основе расчета баланса и гидрологического контроля прудовой воды. Расчетом определяются диаметры каждой секции через радиусы, м.

Установка фильтрования «снаружи – внутрь»: г1 – центральная труба; г2 – сорбционная камера; г3 – камера разделения направления движения потоков воды; г4 – камера фильтрования с щебенчатой загрузкой фракцией 15–20 мм; г5 – камера фильтрования с щебенчатой загрузкой фракцией 5–8 мм.

Установка фильтрования «изнутри – наружу»: г6 – центральная труба с щебенчатой загрузкой фракцией 15–20 мм; г7 – камера фильтрования с щебенчатой загрузкой фракцией 5–8 мм; г8 – камера разделения направления движения потоков воды; г9 – сорбционная камера.

Учитывая важность для региона данной тематики, следует ставить вопрос о подготовке специалистов по проблемам очистки прудовых вод в АИСИ.

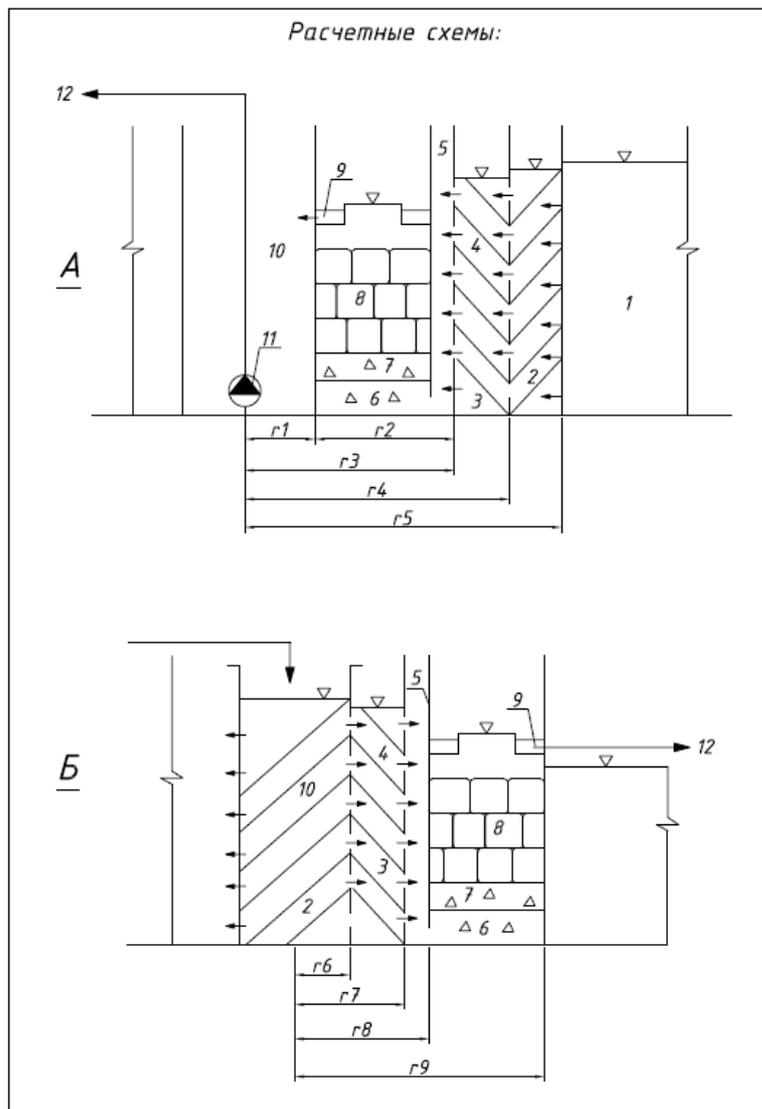


Рис. 2. Фильтровальная установка

Список литературы

1. Рациональное использование и сохранение водных биоресурсов : материалы Международной научной конф. 17-18 февраля 2014 г. Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. 236 с.
2. Инновационные технологии аквакультуры Юга России. Справочник. Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 224 с.
3. Абросимова Е. Б. Особенности аммиачной интоксикации рыб в интенсивной аквакультуре : автореф. дис. канд. биол. наук. Астрахань, 2009. 25 с.
4. ОСТ15.372-82. Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы.
5. Киселев А. Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом обеспечения : дис. д-ра биол. наук. М., 1999. 379 с.
6. Тажиева С. З. Сравнительная характеристика сорбционных свойств различных цеолитов // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 8. С. 9-16.
7. Лобанов Р. Цеолиты против азота // ВодаMagazine. 2012. № 8 (60). С. 4-5.

© Н. С. Серпокрьлов, Л. В. Боронина, С. З. Тажиева

Ссылка для цитирования:

Серпокрьлов Н. С., Боронина Л. В., Тажиева С. З. Особенности очистки оборотных вод рыбоводных акваторий радиально-восходящим фильтрованием // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский инженерно-строительный институт. Астрахань : ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. № 3 (13). С. 49-52.