

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы относительно эффективности очистки сточных вод с использованием различных способов, таких как аэротенки, высшая водная растительность и моллюски-фильтраторы. Как видно из гистограмм, наибольшей эффективностью обладают моллюски и аэротенки, в то время, как ВВР уступают по данному показателю в большей степени из-за зависимости этих организмов от сезонности и трудоемкости ухода за ними, что, с экономической точки зрения, менее выгодно. Также, стоит отметить, что область применения моллюсков-фильтраторов в большей степени относится к очистке прибрежных зон морей и водоемов. Эти факторы объясняют распространенность применения аэротенков в очистных сооружениях городов, несмотря на значительную стоимость данного метода. В заключении стоит отметить, что природа дала нам очень экологичные и дешевые методы очистки окружающей среды и совсем неразумно оставлять их без внимания.

Список литературы

1. Очистка производственных сточных вод : учеб. пособие для вузов / под. ред. С. В. Яковлева. М. : Стройиздат, 1985.
2. Кравченко О. П., Хлебников В. Ф. Изучение эффективности гидрофитов как биофильтраторов сточных вод / Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко, 2003.
3. Способ очистки прибрежной зоны морей от комплексного загрязнения с использованием двустворчатых моллюсков. 2013. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2494978>

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА РАДИАЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ

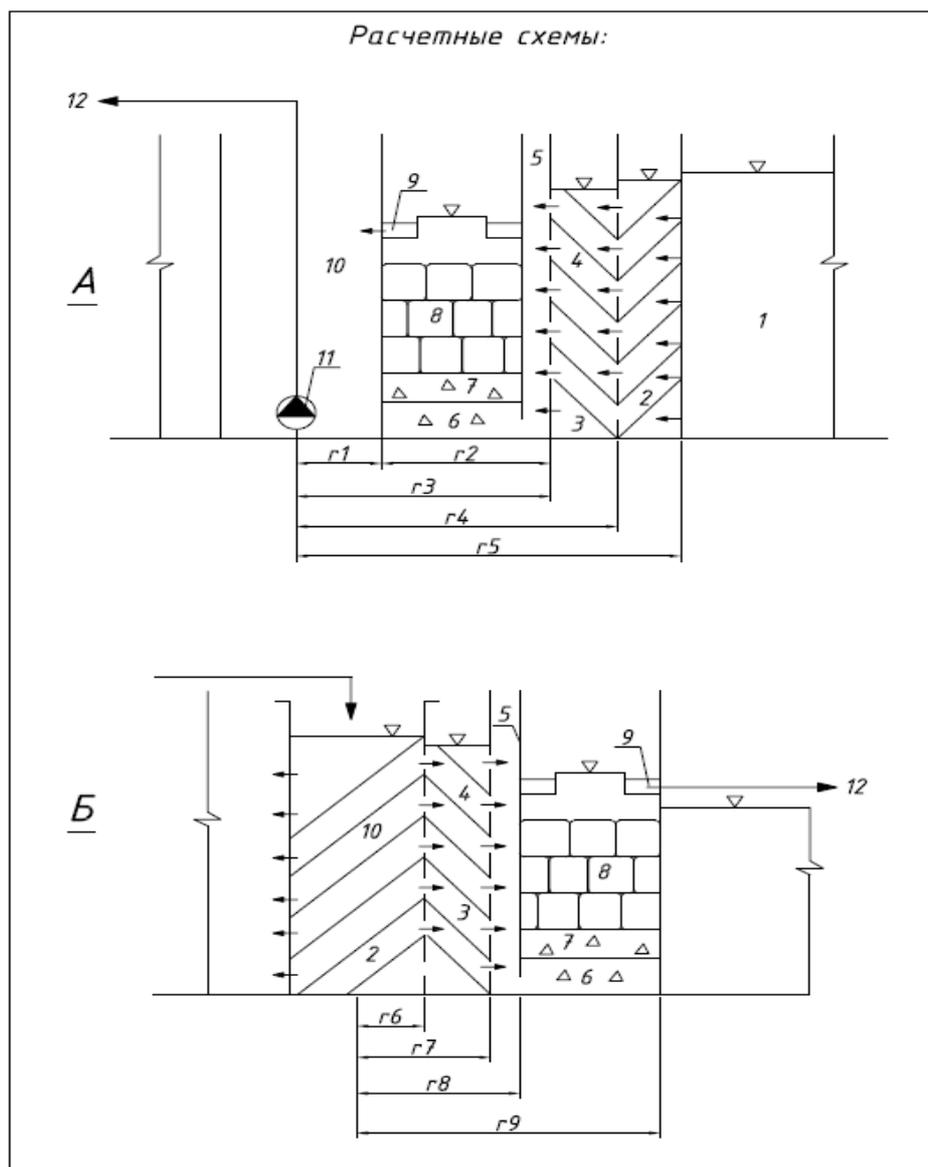
Н. С. Серпокрылов¹, С. З. Тажиева²

*¹Донской государственный технический университет
(г. Ростов-на-Дону)*

*²Астраханский государственный
архитектурно-строительный университет*

Расчет радиальных фильтров по обработке вод рыбоводных прудов имеет ряд особенностей, которые определяют иной методологический подход. Принципиальным в нем является не удаление взвешенных веществ, как в большинстве случаев, а минимально возможное их сохранение 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 – август – сентябрь).

При этом в зависимости от компоновочного решения фильтровальной установки на объекте – стационарная или мобильная – возможны две расчетные схемы с фильтрованием исходной воды: «снаружи – внутрь» (рис. 1а) и «изнутри – наружу» (рис. 1б).



*Рис. 1. Расчетные схемы радиальных фильтров для очистки прудовых вод
рыбоводных предприятий*

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 раза в неделю на основе расчета баланса и гидрологического контроля прудовой воды. Расчетом определяются диаметры каждой секции через радиусы, м.

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 перего-

родки; 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 корзин при его замене после окончания сезона фильтрования; 9 – кольцевой съемный, подвижный в вертикальной площади сборный лоток очищенных вод; 10 – центральная труба фильтра; 11 – насос перекачки очищенной воды; 12 – сброс очищенной воды в пруд.

Установка фильтрования «снаружи – внутрь»: r_1 – центральная труба; r_2 – сорбционная камера; r_3 – камера разделения направления движения потоков воды; r_4 – камера фильтрования с щебенчатой загрузкой фракцией 15–20 мм; r_5 – камера фильтрования с щебенчатой загрузкой фракцией 5–8 мм.

Установка фильтрования «изнутри – наружу»: r_6 – центральная труба с щебенчатой загрузкой фракцией 15–20 мм; r_7 – камера фильтрования с щебенчатой загрузкой фракцией 5–8 мм; r_8 – камера разделения направления движения потоков воды; r_9 – сорбционная камера.

Основные технологические параметры работы фильтров определены в результате экспериментальных исследований или расчетов на их базе и сведены в таблицу.

Последовательность расчета.

1. Расчет количества удаляемого NH_4^+ :

$$M_{\text{час}} NH_4^+ = Q \times C_{NH_4^+} = Q (C_{NH_4^+ \text{исх}} - C_{\text{ПДК}NH_4^+}), \text{ г/ч.} \quad (1)$$

$Q_{\text{час}}$ – расход обрабатываемой прудовой воды, м³/ч.

2. Устанавливается количество часов работы установки в сутки, час.

3. Количество выделяемого аммонийного азота в сутки:

$$M_{\text{цеол сут}} = M_{\text{час}} NH_4^+ \times n_{\text{час}}, \text{ г/сут} \quad (2)$$

4. Время контакта с цеолитом (ионообмена) – необходимо 25 минут.

5. Восходящая скорость фильтрования (режим сорбции NH_4^+),

$$V_{\text{восх}} = 2\text{--}4 \text{ м/ч.}$$

6. Необходимая площадь фильтра, м²:

$$F_{\text{цф}} = Q/V, \text{ м}^2 \quad (3)$$

7. Высота сорбционной загрузки в режиме сорбции, м:

$$h^p_c = V_{\text{восх}} / 60 \times 25 \quad (4)$$

8. Необходимое количество цеолита на сезон работы без замены и без регенерации:

$$M_{\text{цеол сезон}} = M_{\text{цеол сут}} \times 90 / 1000, \text{ кг} \quad (5)$$

9. Объем цеолитовой загрузки: $W_{\text{цеол суммар}} = W_{\text{цеол сезон}} \times \rho / 1000, \text{ м}^3$,

где ρ – насыпная плотность цеолита, кг/м³.

10. Необходимый объем камеры для размещения цеолита, м³: в режиме фильтрования «снаружи – внутрь»:

- диаметр центральной трубы (принимается по расходу обрабатываемой воды, но не менее 700 мм (исходя из удобств обслуживания)

$$D_{\text{цент тр}} = 2 r_1, \quad (6)$$

- площадь камеры, м²:

$$f_{\text{сорб кам}} = \pi (r_2^2 - r_1^2) \quad (7)$$

- высота цеолитовой загрузки в камере (конструктивная), м:

$$h^p_k = W_{\text{цеол суммар}} / f_{\text{сорб кам}} \quad (8)$$

- сравнимая h^p_c и h^p_k , большее значение принимаем за расчетное.

От данной высоты с учетом потерь напора вычисляются расчетные отметки высотной схемы воды в предшествующих камерах.

11. Общий объем камеры сорбции, м³: $W_{\text{кам сорб}} = W_{\text{цеол суммар}} + 0,7 \times f_{\text{сорб кам}}$, где: 0,3 м – защитный слой воды, 0,1 м – высота съемного лотка, 0,3 м – высота слоя щебня, разделяющего камеры.

12. Необходимый объем камеры для размещения цеолита, м³: в режиме фильтрования «изнутри – наружу» вычисляется аналогично, кроме площади камеры цеолитовой загрузки:

- площадь камеры, м²:

$$f_{\text{сорб кам}} = \pi (r_9^2 - r_8^2) \quad (9)$$

Если объем загрузки по расчету недостаточен для обеспечения времени сорбции 25 минут, регулированием положения (тем самым площади цеолитовой загрузки) глухих не доходящих до дна цилиндрических перегородок обеспечивается требуемая высота.

13. Дырчатые (щелевые) доходящие до дна цилиндрические перегородки определяют площадь фильтрования, равную цилиндрической поверхности:

$$F_1 = Q_{\text{час}} / 20, \text{ м}^2, \quad (10)$$

$$F_2 = Q_{\text{час}} / 20, \text{ м}^2, \quad (11)$$

где F_1 – площадь в плане первой камеры фильтрования с щебнем фракцией 15–20 мм; F_2 – второй по направлению движения воды фильтрующий слой с щебенчатой загрузкой фракцией 5–8 мм; 20 – скорость фильтрования, м/ч.

Ширина кольцевой зоны не менее 30 см (принимать 50 см).

При организации технологии обработки оборотных вод выростных емкостей, содержания производителей и т. п. в здании, там же располагаются фильтры доочистки, расчет которых должен производиться как зернистых напорных установок с использованием найденных экспериментально параметров процесса.

Список литературы

1. Серпокрьлов Н. С., Боронина Л. В., Тажиева С. З. Результаты экспериментальных исследований процессов очистки прудовой воды на фильтрах с радиально-восходящим потоком жидкости // Градостроительство и архитектура. 2016. № 2 (23). С. 36–42.

2. Яницкая М. А., Кутепов Д. О., Мамадиева А. В., Тажиева С. З. Разработка водоприемно-очистного устройства для рыбоводных акваторий (прудов) // Исследования молодых ученых – вклад в инновационное развитие России. Доклады молодых ученых в рамках программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК») / сост. М. В. Лозовская, А. Г. Баделин. Астрахань, 2015. С. 260–261.

3. Серпокрьлов Н. С., Боронина Л. В., Тажиева С. З. Особенности очистки оборотных вод рыбоводных акваторий радиально-восходящим фильтрованием // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. Астрахань, 2015. № 3 (13). С. 49–52.