

4. Старовойтов, Э. И. Изгиб упругой трехслойной круговой пластины на основании Пастернака / Э. И. Старовойтов, А. Г. Козел // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2018. – Т. 24, № 1. – С. 392–406.

5. Козел, А. Г. Нелинейный изгиб сэндвич-пластины на основании Пастернака / А. Г. Козел // Теоретическая и прикладная механика: междунар. науч.-техн. сб. – Минск: БНТУ, 2020. – Вып. 35. – С. 106–113.

УДК 639.3.06

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗОНОФЛОТАЦИИ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ РЫБОВОДСТВЕ

*А. В. Козырь, аспирант, ПолесГУ*

*Резюме – представлены результаты использования флотационного оборудования с введением озона в установках замкнутого водоснабжения.*

*Resume – shows the result of using ozone flotation in a recirculating water supply system.*

**Введение.** Качество и гидрохимический состав воды при выращивании гидробионтов в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ) является одним из значимых технологических показателей, влияющих на продуктивность и ресурсоэффективность системы. Механические загрязнения диаметром менее 50–40 мкм сложно поддаются фильтрации, так как в основном на производстве применяются механические фильтры с микроситом 80–60 мкм. За счет своей малой гидравлической крупности такие загрязнители нецелесообразно отфильтровывать горизонтальными отстойниками. В основном данные загрязнения представлены органическими (белковыми) соединениями, при длительном нахождении в системе происходит их гниение с последующим выделением азотистых соединений, которые ухудшают гидрохимический режим системы, увеличивают нагрузку на систему биологической фильтрации [1]. Для решения данной задачи целесообразно применять флотационные системы.

**Основная часть.** Процесс флотации заключается в формировании во флотаторе флотокомплексов «частица–пузырек газа», с последующим всплыванием данных комплексов и удалением образовавшегося пенного слоя осадка с поверхности оборотной воды, концентрация загрязнителя в отводимом пенном слое в 7–10 раз больше, чем в выростном бассейне. Для протекания процессов необходимо введение газов либо их смесей на дно водяного столба флотатора: воздуха, кислорода, озона, электролизных газов и др. [2]. В промышленном рыбководстве для удаления механических загрязнителей 50–40 мкм, при применении флотационных устройств возможно введение озона. Так, введение данного газа позволяет производить окисление мелкодисперсных органических соединений, консервировать и обеззараживать более крупные механические загрязнители, а также про-

изводить перевод опасных для гидробионтов нитритов ( $\text{NO}_2$ ) в нитраты ( $\text{NO}_3$ ), концентрации которого до 1 мг/л не вызывают негативных последствий. Однако остаточные концентрации озона могут оказать негативное влияние на гидробионтов, в связи с чем необходимо обеспечить его полную деструкцию либо дегазацию. При применении озона во флотационных системах в процессе разрушения флотокомплексов происходит удаление озона, а также процессы дегазации, и опасность наличия остаточных концентраций  $\text{O}_3$  в оборотных водах крайне мала.

Для определения влияния озона на процессы флотации в УЗВ к экспериментальной установке, состоящей из четырех рыбоводных емкостей объемом 1 м<sup>3</sup> каждая, механического параболического фильтра с микроситом 80 мкм, биологического фильтра объемом 2 м<sup>3</sup> с неорганизованной плавающей загрузкой, а также флотатора объемом 1,5 м<sup>3</sup>, был подключен озонатор производительностью 2,5 г озона в час. Введение озона во флотатор производилось через эжектор. В УЗВ при проведении эксперимента выращивался Клариевый сом (*Clarias gariepinus*) средней навеской 785±95 г, всего биомасса рыбы в системе составляла 1387,67 кг. Норма кормления составляла 2 % от массы комбикормом с массовой долей протеина 34 %. Эксперимент проводился 14 суток, при его выполнении контролировались основные рыбоводно-гидрохимические показатели.

Результаты эксперимента по использованию озонофлотации показали снижение концентрации взвешенных соединений диаметром 50–40 мкм на 63,7 % по сравнению с контрольной системой, повышение светопропускности технологических вод на 34,3 %. Среднее значение нитритов в опытной системе составило 0,12±0,03 мг/л, что на 53,2 % меньше, чем в контрольной установке.

**Заключение.** Таким образом, как видно из результатов сравнения УЗВ с флотационной системой с введением озона и без флотационной системы, использование данной технологии позволяет существенно снизить концентрацию загрязнителей в оборотных технологических водах. Данный способ позволяет эффективно удалять загрязнения диаметром 50–40 мкм, а также благоприятно воздействовать на гидрохимический режим УЗВ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев, С. С. Индустриальное рыбоводство / С. С. Григорьев. – М.: Знамя, 2008. – 186 с.
2. Жигин, А. В. Замкнутые системы в аквакультуре / А. В. Жигин. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011. – 664 с.