

УДК 639.33:628.16.09

В.О. Шабловский, зав. лаб, канд. хим. наук, shablovski@bsy.by
А.В. Тучковская, ст. науч. сотр., В.А. Рухля, науч. сотр.,
О.Г. Пап, науч. сотр., О.В. Ивашина, науч. сотр.
(НИИ ФХП БГУ, г. Минск)

СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ АММОНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ РЫБЫ

В настоящее время основные перевозки живой рыбы от производителя к потребителю осуществляется автомобильным транспортом. При этом протекают процессы накопления продуктов жизнедеятельности рыбы в воде, отрицательно влияющие на ее выживаемость. Известно [1], что при продолжительности перевозки живой рыбы в течение 30-50 часов и плотности посадки 1:3 (отношение массы рыбы к объему воды) происходит накопление конечных продуктов обмена: свободной углекислоты (CO_2) - до 85 мг/л, аммонийного азота (NH_4^+) – до 90 мг/л. Допустимый предел названных величин для карповых прудов составляет 30 мг/л - для углекислоты и 2 мг/л – для аммонийного азота. Углекислота довольно свободно удаляется из воды, поэтому в открытых емкостях, которые тем или иным образом аэрируются, содержание углекислоты не достигает критической величины. Концентрация же аммонийного азота при аэрации воды воздухом и даже кислородом не снижается.

Для перевозки рыбы на большие расстояния должны быть разработаны технологии и технические средства, которые позволяли бы эффективно проводить регенерацию водной среды и восстанавливать ее качество до оптимальных параметров.

Авторами были проведены исследования по удалению аммонийного азота различными сорбционными материалами с целью определения наиболее эффективного объекта, который можно использовать в процессах очистки автономной системы жизнеобеспечения рыбы.

Для реализации поставленной задачи были использованы: катионит КУ-2×8 в водородной форме (H-KU), катионит КУ-2×8 в натриевой форме (Na-KU), активированный уголь АГ-3, цеолитоподобный сорбент ФЛАМ и сорбент на основе фосфата титана (ФТ), разработанные и полученные в НИИ ФХП. Исследования проводились на водных растворах аммонийного азота, концентрация которых соответствовала 4,0 и 40,0 мг NH_4^+ г/л. Сорбцию аммонийного азота проводили в статическом режиме при комнатной температуре из расчета - 100 мл раствора на 1 г сорбента. Аналогичным образом исследовался процесс сорбции аммонийного азота в зависимости от концентрации

солей жесткости, присутствующих в воде. Процесс сорбции исследовался также в динамическом режиме из растворов, приготовленных на водопроводной воде.

На рис.1 представлены изотермы сорбции ионов аммония из водных растворов. Высокую сорбционную емкость при низких равновесных значениях ионов аммония имеют сорбенты КУ-2х8 и ФЛАМ. Наибольшую избирательность к целевому компоненту имеет водородная форма катионообменной смолы, наименьшую – активированный уголь. Однако, при использовании Н-КУ в наших экспериментах, вследствие поглощения ионов аммония и эквивалентного выхода в раствор ионов водорода, рН равновесного раствора понижается до 2,00-3,80, что несовместимо с условиями жизнедеятельности рыбы. По этой причине ионообменная смола в водородной форме была исключена нами из экспериментов.

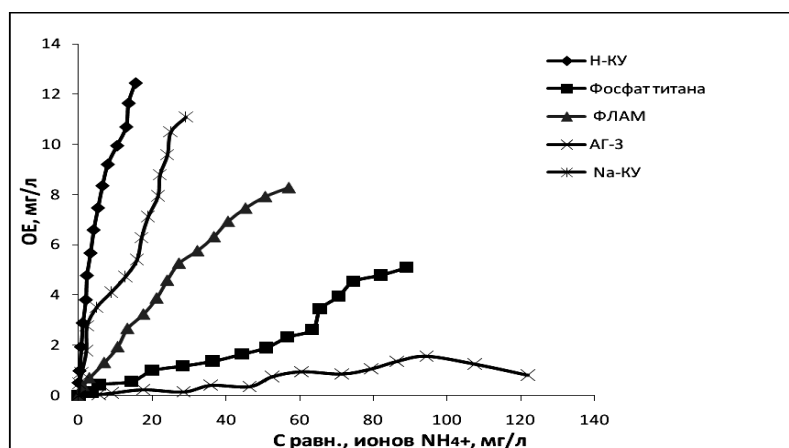


Рисунок 1 – Изотермы поглощения ионов аммония NH₄⁺ различными сорбентами

Активированный уголь также не может служить эффективным сорбентом аммонийного азота при заданных условиях так как не является избирательным к целевому компоненту, а величина сорбционной емкости (СЕ) по иону аммония является весьма незначительной.

Анализ полученных данных показал, что ФЛАМ и ФТ обладают достаточно высокой СЕ. При равновесной концентрации ионов аммония 20 мг/л СЕ для ФЛАМа составляет 4 мг/г, для ФТ – 1мг/г, при равновесной концентрации 80 мг/л СЕ для ФТ составляет 5 мг/г, в случае ФЛАМа реализуется полная СЕ, соответствующая 70 мг/г. Для ФТ отмечается двухстадийный характер изотермы сорбции. Рост ОЕ до равновесной концентрации 60 мг/л незначителен, затем поглощение резко (в 2,5 раза) возрастает. Такой характер изотермы сорбции, вероятно, связан с бифункциональностью данного сорбента, т.е. вначале поглощаются ионы аммония легкодоступными частицами ФТ на поверхности активированного угля и далее более труднодоступны-

ми, находящимися в порах активированного угля. Исходя из полученных результатов, в качестве перспективных сорбентов нами были выбраны Na-КУ и ФЛАМ.

На рис. 2 представлены кинетические кривые поглощения ионов аммония выбранными сорбентами из растворов с начальной концентрацией 4,0 мг/л. Основное поглощение ионов аммония происходит в течение часа и особенно быстро в первые 10 минут. При этом равновесная концентрация ионов аммония падает в несколько раз, вплоть до десятых долей. Аналогичные зависимости были получены при использовании растворов большей концентрации.

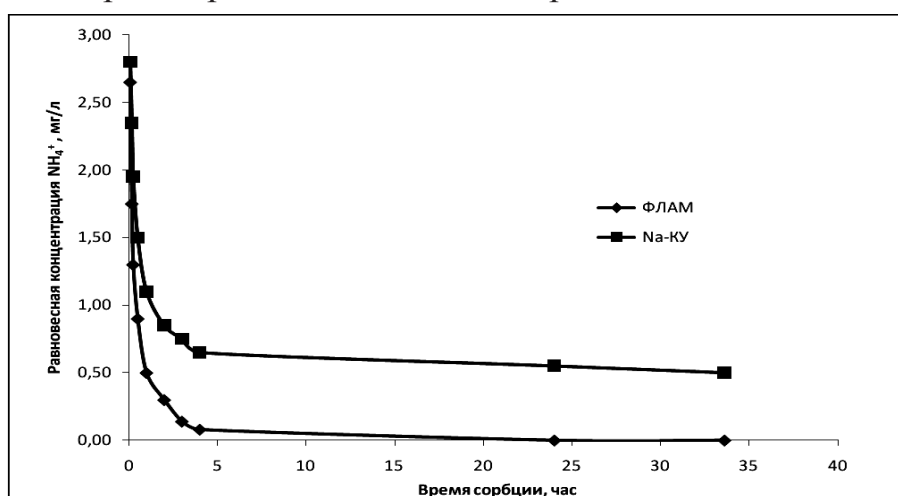


Рисунок 2 – Результаты сорбции аммонийного азота из водных растворов с исходной концентрацией NH₄⁺ 4,0 мг/л

Однако в реальной воде содержатся соли жесткости, которые могут составить конкуренцию ионам аммония. Исследование сорбции в присутствии ионов кальция (рис. 3) показало, что содержание Ca⁺² до 80 мг/л практически не оказывает влияния на поглощение ионов аммония сорбентом ФЛАМ. Для Na-КУ такое влияние очень заметно. Это подтверждает тот факт, что ФЛАМ является более селективным сорбентом по сравнению с Na-КУ, что обусловлено его жесткой структурой в сравнении с ионообменной набухающей смолой.

Авторами проведены эксперименты по поглощению ионов аммония сорбентом ФЛАМ в динамическом режиме из растворов, концентрации которых соответствовали 4,0 мг/л и 40 мг/л. Как показали эксперименты, после прохождения через колонку 2 000 к.о. (100 л) сорбата ионов аммония в фильтрате не обнаружено. Чтобы насытить сорбент целевым компонентом и реализовать его полную обменную емкость (4 ммоль/г) раствором указанной концентрации необходимо пропустить не менее 10 000 к.о. сорбата. В этом случае сорбент массой 1 кг способен очистить 1 м³ воды или поддерживать концентрацию ионов аммония на уровне ПДК.

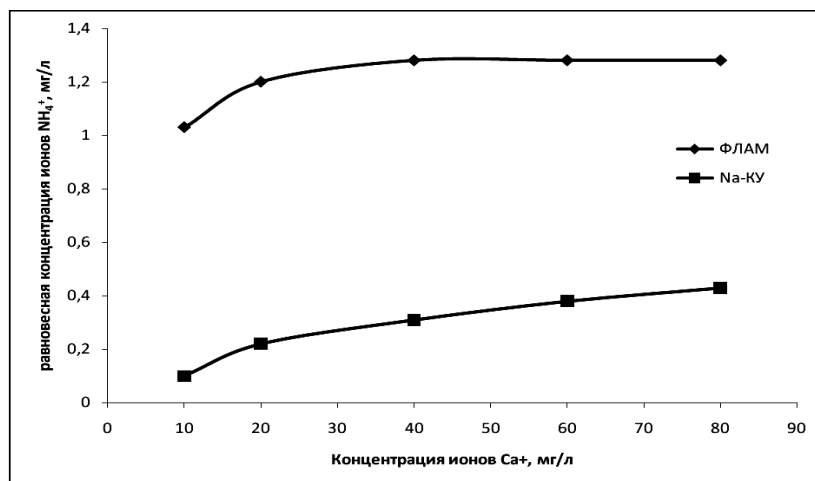


Рисунок 3 – Равновесная концентрация аммонийного азота в зависимости от содержания ионов Ca⁺²

При пропускании раствора, содержащего 40 мг/л ионов аммония в количестве 500 к.о. концентрация ионов аммония в элюате не достигает 25% исходного значения. Было установлено, что после насыщения сорбент легко регенерируется 8% раствором хлорида калия. При этом восстанавливается практически 100% первоначальной полной обменной емкости.

Таким образом было показано, что наиболее предпочтительным сорбентом для поглощения ионов аммония из транспортных контейнеров для перевозки рыбы является цеолитоподобный сорбент ФЛАМ, разработанный в НИИ ФХП БГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Чалов, В.В. Показатели водной среды и аммонийный азот в системе замкнутого водообеспечения при содержании объектов аквакультуры [Текст]/ В.В.Чалов, Е.Н.Пономарева // Вестник АГТУ.- Сер.: Рыбное хозяйство.- 2010.- №1.- С.92-95.

УДК 628.316.12:661.183.6

Е.Г. Сапон, асп. sapon@belstu.by
В.Н. Марцунь, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТОВ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫМ ШЛАКОМ

На протяжении последних 40 лет эвтрофикация водных объектов остается нерешенной проблемой по всему миру. Она вызвана избыточным биогенным загрязнением природных вод соединениями азота и фосфора [1, 2].

Основными путями транспорта фосфора в поверхностные воды являются очищенные сточные воды и поверхностный сток с сельско-