

СОРБЕНТ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ИОНОВ АММОНИЯ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ РЫБЫ В ТРАНСПОРТНЫХ КОНТЕЙНЕРАХ

В.О. Шабловский, А.В. Тучковская, В.А. Рухля, О.Г. Пап, О.В. Ивашина

Учреждение БГУ «НИИ физико-химических проблем»

E-mail: shablovski@bsu.by

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. 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.

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.

В качестве сорбентов аммонийного азота применялись: катионит КУ-2×8 в водородной форме (Н-КУ), катионит КУ-2×8 в натриевой форме (Na-КУ), активированный уголь АГ-3, а также разработанные в НИИ ФХП БГУ цеолитоподобный сорбент ФЛАМ и сорбент на основе фосфата титана (ФТ).

На рис.1 представлены изотермы сорбции ионов аммония из водных растворов. Высокую сорбционную емкость при низких равновесных значениях ионов аммония показали 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. Сорбенты ФЛАМ и ФТ обладают достаточно высокой сорбционной емкостью (СЕ). При равновесной концентрации ионов аммония 20 мг/л величина СЕ для ФЛАМа составляет 4 мг/г, для ФТ – 1мг/г, при равновесной концентрации 80 мг/л СЕ для ФТ соответствует 5 мг/г, в случае ФЛАМа реализуется полная СЕ - 70 мг/г. По результатам испытаний в качестве перспективных сорбентов были выбраны Na-КУ и ФЛАМ. Было также показано, что 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.

Эти зависимости были получены при использовании растворов как малых (4 г/л), так и больших (40 г/л) концентраций аммонийного азота.

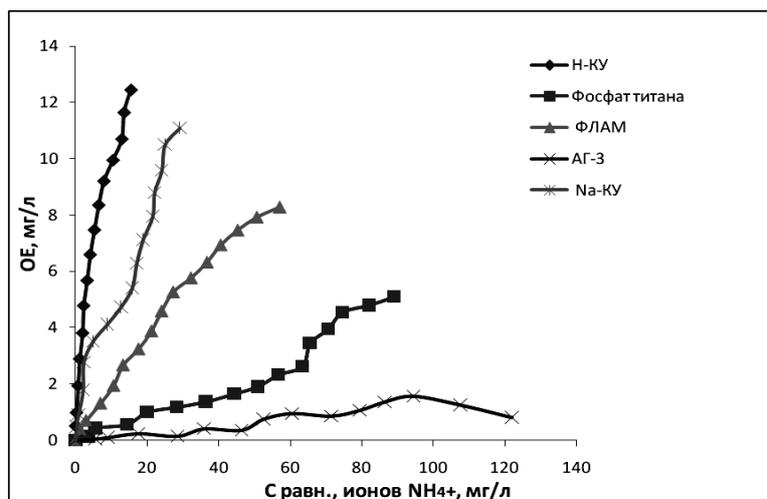


Рис.1. Изотермы поглощения ионов аммония NH₄⁺ различными сорбентами

Однако, в реальной воде содержатся соли жесткости, которые могут составить конкуренцию ионам аммония. Исследование сорбции в присутствии ионов кальция показало, что содержание Ca²⁺ до 80 мг/л практически не оказывает влияния на поглощение ионов аммония сорбентом ФЛАМ в отличие от Na-KY. Это подтверждает селективность ФЛАМ по сравнению с Na-KY, что обусловлено жесткой структурой цеолито-подобного сорбента 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. 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.