

Список использованных источников

- 1 Патент СССР 1008245А, МПК С 12 Q 1/00, С 02 F 3/00, опубл. 30.03.1983, бюл. № 12.
- 2 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний : федер. реестр ФР.1.39.2007.03222 / сост. Н. С. Жмур. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Акварос, 2007. – 51 с.
- 3 Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life [Electronic resource] / Canadian Council of Ministers of the Environment. – Winnipeg, 1999. – Mode of access: <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/en/201>. – Date of access: 30.07.2017.
- 4 Сазановец, М. А. Анализ детоксикации водных сред методом биотестирования / М. А. Сазановец, А. В. Игнатенко // Тр. Белорус. гос. технол. ун-та. Сер 4, Химия и технология орган. веществ. – 2014. – № 4. – С. 179–182 (прототип).
- 5 Инструкция по лабораторному контролю очистных сооружений на животноводческих комплексах : [утв. М-вом сел. хоз-ва СССР, 17 нояб. 1980 г.] : [в 3 ч.]. – М. : Колос, 1982–1984. – Ч. 3 : Определение биогенных веществ, анализ осадков и ила. – 1984. – 53 с.

УДК 628.355

Р.М. Маркевич¹, доц., канд. хим. наук.; С.О. Стуканова¹, студ.;
О.С. Дубовик², ведущий инженер-технолог

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь,

²УП «Минскводоканал», г. Минск, Беларусь

ВЛИЯНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПРОЦЕССЫ МИГРАЦИИ ФОСФОРА В ИЛОВОЙ СМЕСИ

Фосфор является лимитирующим фактором эвтрофикации водоемов и связанных с этим негативных последствий для окружающей среды и человека. В этой связи удалению соединений фосфора из сточных вод уделяется все большее внимание. На сегодня известны физические, физико-химические, биологические и комбинированные методы удаления фосфора из сточных вод [1].

Физические методы удаления фосфора предполагают отстаивание или фильтрование сточных вод. Эти методы просты, но малоэффективны, так как фосфор можно удалить максимум на 10 %, эффект удаления органического фосфора зависит от эффекта удаления взвешенных веществ.

Удаление из сточных вод соединений фосфора также может быть осуществлено большим спектром физико-химических методов. Наиболее доступным, легкоосуществимым и высокоэффективным для очистки больших объемов сточных вод на городских очистных сооружениях считается реагентный. В результате взаимодействия реагента с растворимыми солями ортофосфорной кислоты образуется мелкодисперсный коллоидный осадок фосфата. В то же время химический реагент, реагируя со щелочами, образует осадок из крупных хлопьев, который вызывает коагуляцию мелкодисперсного коллоидного осадка фосфата и взвешенных веществ, а также адсорбирует некоторую часть органических соединений, содержащих фосфор. Осадок выводится из системы, однако наблюдается вторичное загрязнение воды реагентами. Предложен вариант выделения фосфатсодержащего осадка в магнитном поле.

При использовании биогальванического метода поставщиком реагентов является биологический процесс, вызывающий коррозию металла, и в этом случае снижается вероятность повторного загрязнения воды ионами металла.

Кроме того, для извлечения соединений фосфора из сточных вод предложено поглощение поверхностью адсорбента, выращивание кристаллов фосфатов в сточных водах на центрах кристаллизации с последующим их удалением из системы.

Серьезные преимущества перед физическими и физико-химическими методами удаления из сточных вод соединений фосфора имеет биологический метод: экологическая

безопасность, отсутствие образования дополнительного количества осадка, возможность достижения высокой эффективности очистки.

Вместе с тем, процесс биологического удаления из сточных вод неустойчив, зависит от многих факторов и требует дополнительных исследований.

Биологическая очистка сточных вод от соединений фосфора происходит благодаря его удалению с биомассой избыточного активного ила. Чем больше фосфора будет накоплено биомассой активного ила, тем больше его будет выведено из системы.

Технология глубокого биологического изъятия соединений фосфора из сточных вод основана на цикличности накопления полифосфатов в клетках бактерий в аэробных условиях и использования их энергии при отсутствии аэрации. Эффективность удаления фосфора в первую очередь зависит от количества и активности фосфораккумулирующих организмов. Поэтому основное внимание исследователей и технологов сооружений биологической очистки сточных вод сосредоточено на поддержании оптимальных для этого условий: соблюдение строгого чередования анаэробных и аэробных зон, низкий уровень нитратов и кислорода в анаэробной технологической зоне, достаточное содержание летучих жирных кислот, благоприятное соотношение БПК:Р (30:1), оптимальное время пребывания сточных вод в соответствующих зонах аэротенка [2]. Существуют, однако, и другие факторы, влияние которых на биологическое удаление фосфора может быть очень существенным, например, наличие в сточных водах нефтепродуктов.

Нефть и нефтепродукты – наиболее распространенные загрязняющие вещества, присутствующие в сточных водах. Среднегодовые концентрации нефтепродуктов в сточных водах, поступающих на Минские очистные сооружения, составляют 2,91 мг/дм³ (МОС-1) и 1,01 мг/дм³ (МОС-2) [3], однако наблюдаются существенные колебания этого показателя, фиксируются залповые поступления.

Нефтепродукты представляют собой сложную смесь различных углеводородов (низко- и высокомолекулярных, предельных и непредельных, алифатических, ароматических, алициклических), а также серо-, кислород-, азотсодержащих соединений и высокомолекулярных смолоасфальтеновых веществ с включенными в них тяжелыми металлами. Углеводороды составляют от 50 до 98 % от общей массы сырой нефти. Остальная, иногда довольно большая часть, приходится на неуглеводородные соединения, которые могут быть более токсичны и опасны для активного ила, чем углеводороды.

Скорость и эффективность трансформации нефтепродуктов на сооружениях биологической очистки зависит от концентрации и химического состава нефтепродуктов, их свойств (летучести, плотности, растворимости основных составляющих компонентов), содержания растворенного кислорода в иловой смеси, температуры, рН, наличия биогенных элементов, дозы ила, его возраста, удельной нагрузки и деструкционного потенциала активного ила [4].

Авторы [5] установили, что определенные фракции нефтепродуктов оказывают ингибирующее действие на активный ил и на процесс биологической очистки в целом. Кроме того, как отмечалось выше, для успешного биологического удаления соединений фосфора из сточных вод важное значение имеет чередование аэробных и анаэробных условий. Присутствие нефтепродуктов в свою очередь может существенно влиять на содержание растворенного кислорода в очищаемых сточных водах за счет образования пленок на поверхности воды, комков и агрегатов, которые могут включаться в хлопья активного ила. Таким образом, изучение влияния нефтепродуктов на процесс биологической очистки сточных вод от соединений фосфора является актуальным.

Объектами исследования служили циркуляционный активный ил и осветленные сточные воды городских очистных сооружений. Схема эксперимента приведена на рисунке 1.

Циркуляционный активный ил и осветленные сточные воды смешивали в соотношении 1:1, в полученную смесь добавляли нефтепродукты в концентрациях 3, 10, 25 и 50 мг/дм³. Приготовленную иловую смесь, а также исходную смесь без добавления нефтепродуктов в закрытых флаконах (для предотвращения поступления воздуха) инкубировали в хладотермостате с температурой 25 °С на протяжении 1,5 ч, отбирая пробы для анализа через каждые 30 мин инкубирования.

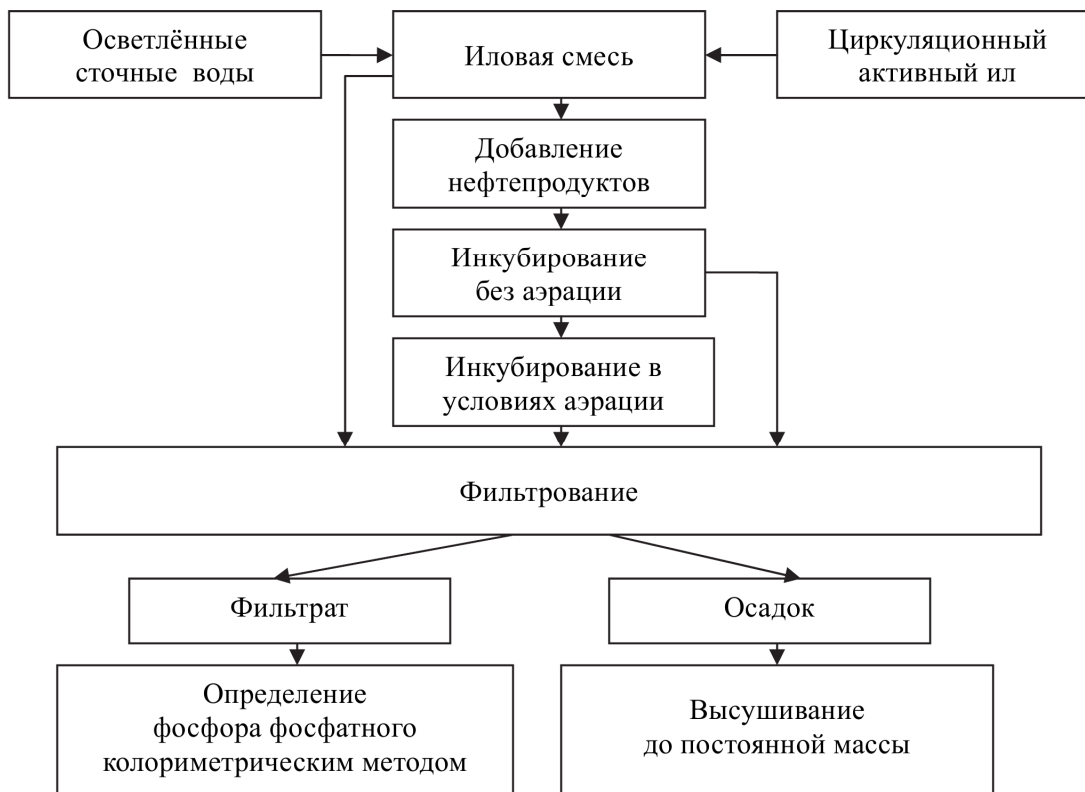


Рисунок 1 – Схема эксперимента

После инкубирования без условий аэрации иловую смесь переливали в конические колбы, закрывали колпачками и помещали в шейкер-инкубатор с температурой 25 °С, рабочей частотой 160 мин⁻¹ и инкубировали на протяжении 1,5 ч. Отбор проб производили аналогично вышеописанному.

Динамика влияния нефтепродуктов на высвобождение фосфора фосфатного из клеток и дальнейшего его поглощение биомассой активного ила представлена на рисунках 2 и 3. Исходное содержание фосфора фосфатного в иловой смеси на 10.04.2017 составило 46,0 мг/дм³, а 19.04.2017 – 19,4 мг/дм³.

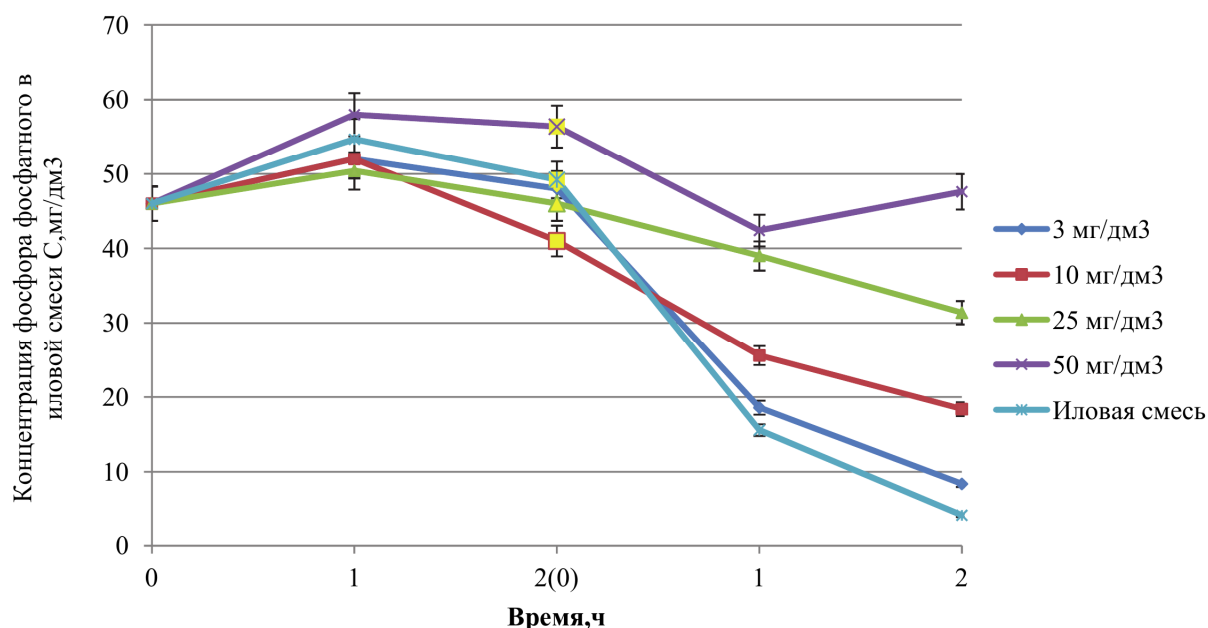


Рисунок 2 – Влияние нефтепродуктов на процессы миграции фосфора (10.04.2017г.)

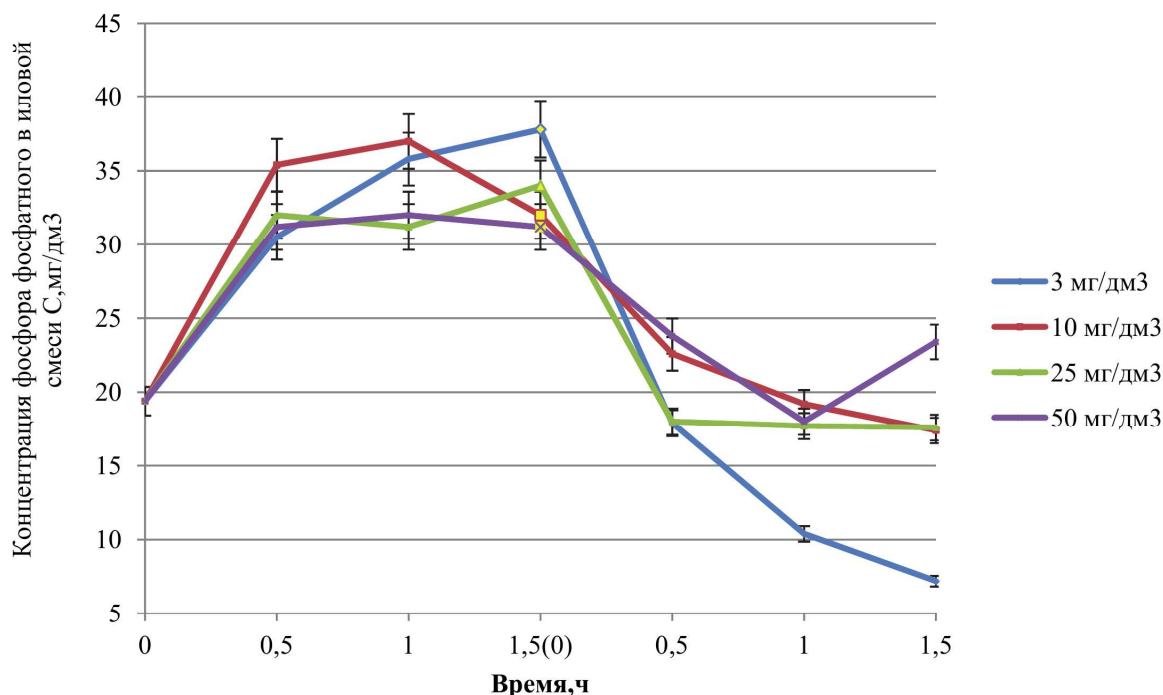


Рисунок 3 – Влияние нефтепродуктов на процессы миграции фосфора (19.04.2017 г.)

Влияние нефтепродуктов на процесс высвобождения фосфора фосфатного неоднозначно. При проведении эксперимента не установлена строгая зависимость процессов высвобождения фосфора фосфатного от концентрации нефтепродуктов в смеси. В среднем концентрация фосфора фосфатного за 1 ч инкубирования без аэрации увеличилась на 9,0 – 14,0 мг/дм³.

При инкубировании иловой смеси в условиях аэрации прослеживается четкая зависимость влияния концентрации нефтепродуктов на процессы поглощения фосфора фосфатного активным илом. Вследствие чего конечное содержание фосфора фосфатного в иловой смеси без добавления нефтепродуктов составило 4,2 мг/дм³, при концентрации нефтепродуктов 3 мг/дм³ концентрация фосфора фосфатного составила 8,4 мг/дм³ (10.04.2017) и 7,2 мг/дм³ (19.04.2017).

При более высоких концентрациях нефтепродуктов процесс поглощения фосфора фосфатного полностью нарушен.

Таким образом, присутствие в сточных водах нефтепродуктов не только оказывает ингибирующее действие на активный ил и очистку сточных вод от органических соединений, но наряду с прочими факторами существенно влияет на биологическое удаление фосфора.

Список использованных источников

1 Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография / С. С. Душкин [и др.] // Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Харьков, 2011.– 146 с.

2 Новый фактор управления сооружениями биологического удаления фосфора из сточных вод / М.Н.Козлов [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 3. – С. 55-59.

3 Минский водоканал [Электронный ресурс] / Лабораторный контроль качества сточных вод. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://minskvodokanal.by/water/water-quality/#stoki>. – Дата доступа: 19.05.2017.

4 Мир знаний [Электронный ресурс] / Биохимическая очистка сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий. – Режим доступа: <http://mirznanii.com/a/329214/biokhimi-cheskaya-ochistka-stochnykh-vod-neftepererabatyvayushchikh-predpriyatiy>. – Дата доступа: 26.04.2017.

5 Оценка влияния сточных вод отдельных установок нефтепереработки на процесс биологической очистки / С.В.Степанов [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2016. – № 7. – С. 44-49.