

120 кредитов (1 кредит в Украине – 36 академических часов). Структура подготовки магистров приведена ниже.

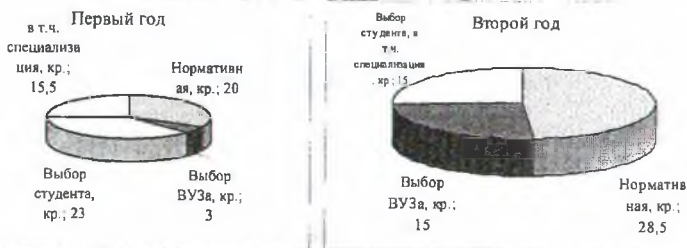


Рисунок - Структура магистерской подготовки специальности «Химические технологии неорганических веществ» в НТУУ «КПИ»

Таким образом, на подготовку студентов специализации «Химическая технология кондиционирования воды, очистки и утилизации выбросов и отходов неорганических производств» выделяется 15,5 кредитов вариативной части программы на 1 курсе магистратуры и 15 кредитов – на 2 курсе.

Важной составляющей проекта «Водная гармония» является возможность стажировки студентов в Норвежском университете естественных наук. В течение трех лет стажировку пройдут 66 студентов евразийских ВУЗов. Первая стажировка состоялась летом 2012 года, в которой приняли участие 6 студентов химико-технологического факультета НТУУ «КПИ». Курс «Управление водными ресурсами, водоподготовка и очистка сточных вод», предложенный студентам, включает 50 лекционных часов, 50 часов лабораторных работ и практических занятий, 200 часов самостоятельной работы. Значительная часть самостоятельной работы выделена на выполнение курсовой работы, информационная поддержка которой осуществляется в дистанционном режиме. Окончательная оценка по курсовой работе формируется совместно украинскими и норвежскими преподавателями.

УДК 628.349:08

Е. Г. Салон, магистрант; В. Н. Марцуль, канд. техн. наук, доц.
(БГТУ, Минск)

РЕАГЕНТНАЯ И СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТОВ

Азот и фосфор являются необходимыми элементами для жизнедеятельности водных организмов, и природные воды, как правило, содержат их в достаточном количестве. Увеличение содержания биогенных элементов, стимулирует высокую продуктивность водорослей, что является причиной эвтрофикацию.

Эвтрофикация ведет к нарушению экологического равновесия водных объектов, вредит рыболовству и отрицательно влияет на использование вод в питьевых, хозяйственно-бытовых и рекреационных целях [1].

Для улучшения состояния водных экосистем важно сократить нагрузку по фосфору, содержание которого, как правило, является лимитирующим фактором, регулирующим продуктивность фитопланктона. В отличие от других биогенных элементов биогеохимический цикл фосфора незамкнут, что связано с тем, что он не имеет устойчивых летучих соединений [2].

В территориально-промышленных комплексах главными источниками поступления фосфатов в водные объекты являются коммунально-бытовые и промышленные сточные воды городов, стоки сельскохозяйственных предприятий и поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий.

Вследствие возрастания потребления фосфорсодержащих продуктов (моющих средств, удобрений и др.), повышенной эрозии почв, способствующей смыву фосфорных удобрений, и сбросу сточных вод интенсивность потоков фосфора в водные объекты увеличивается. Общемировая величина потока фосфора в гидросферу оценивается величиной около 20 млн. т в год [2]. Актуальность проблемы для Республики Беларусь подтверждается результатами мониторинга сточных и поверхностных вод, согласно которым основными загрязнителями поверхностных вод являются фосфаты и азот аммонийный [3].

На сегодняшний день существует несколько подходов к сокращению поступления фосфора в водные объекты. Среди них главное место занимают обработка поверхностного стока с сельскохозяйственных территорий и глубокая очистка (доочистка) городских сточных вод от биогенных элементов.

При обработке поверхностного стока, учитывая особенности его формирования и отведения, применяются недорогие местные сорбционные материалы. Данное направление активно изучается в Швеции, где в качестве таких материалов используют Polonite® и природные минералы, обладающие большим сродством к фосфатам [4].

Основным способом очистки хозяйственно-бытовых сточных вод является полная биологическая очистка, однако, она не позволяет достичь высокого качества очищенных сточных вод по фосфатам. Вследствие, чего много работ посвящено повышению степени очистки городских сточных вод от фосфатов. Разработаны и

реализованы на практике различные способы удаления фосфатов на основе физико-химических и биологических процессов [5–8].

Наиболее концентрированными по фосфатам являются возвратные потоки очистных сооружений канализации, такие как: надильные воды от илоуплотнителя, воды, образующиеся в процессах механического обезвоживания и уплотнения осадков на иловых площадках. Концентрация фосфатов в них превышает концентрацию в исходной сточной воде в 5–20 раз и составляет 100–200 мг/дм³. Это обусловлено тем, что накопленный клетками активного ила фосфор переходит в надильную воду за счет разрушения этих клеток, а также при голодании и самоокислении активного ила, когда его клетки отдают накопленный фосфор в окружающую воду, например, в минерализаторах [5]. Высокая концентрация фосфатов в возвратных потоках делает их привлекательными с целью очистки.

Среди физико-химических методов дефосфатации особое место занимают реагентные и сорбционные методы. Наибольшее применение нашли реагентные методы, для которых известно несколько схем отличающихся местом ввода реагентов. При этом традиционная схема биологической очистки дополняется реагентным хозяйством. В качестве реагентов используются соединения железа и алюминия, связывающие фосфаты в труднорастворимые соединения. Преимуществом этих коагулянтов является образование плотных, тяжелых и быстро оседающих хлопьев. В качестве коагулянтов могут служить шламовые отходы и отработанные растворы отдельных производств: хлорид алюминия (производство этилбензола), сульфат двухвалентного железа (травильные растворы), известковый шлам. Для осаждения фосфатов используют соли и гидроксиды щелочноземельных металлов, в основном известь, редко – соли магния [6].

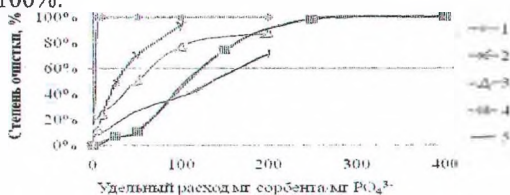
Применение реагентов требует больших эксплуатационных затрат, а образующиеся в процессе очистки осадки не могут быть использованы в качестве фосфорсодержащих продуктов, по причине сложнокомпонентного состава, и фитотоксичности соединений алюминия и железа. В связи с этим, возрастает роль процессов сорбции и хемосорбции, которые обеспечивают высокую степень очистки от фосфатов в широком диапазоне концентраций, и позволяют возвращать регенерированный фосфор в качестве органоминеральных удобрений или как сырьё для получения других продуктов на основе фосфора.

В работе проводились исследования сорбционных свойств местных минералов (мел, глина, доломит, трепел) и многотоннажных

отходов (осадки и шламы гальванических производств, модификации отработанного катализатора крекинга, отработанные ионы) производства и оксид магния.

Исследования проводились на модельных сточных водах с концентрацией фосфатов 100 мг/дм^3 и значением pH 5–6. Выбор концентрации определялся концентрацией фосфатов в надильных водах очистных сооружений канализации. Используемые сорбенты дозировали в сточные воды и выдерживали при периодическом перемешивании в течение двух часов. Затем сорбент отделяли фильтрованием (либо центрифугированием) и в фильтрате определяли остаточное содержание фосфатов фотоколориметрическим методом [9].

При применении необработанных природных материалов, гальванических шламов, отвердевшей карбамидоформальдегидной смолы и необработанного отработанного катализатора крекинга степень очистки не превышает 40% даже при высоком удельном расходе. При использовании в качестве сорбентов доломита обожжённого при 950°C , оксида магния, доломита обожжённого при 700°C , отработанного катализатора крекинга, обработанного серной кислотой, осадка электрокоагуляционной очистки степень очистки достигала 100%.



1 – доломит обожжённый при 950°C ; 2 – оксид магния; 3 – доломит обожжённый при 700°C ; 4 – отработанный катализатор крекинга, обработанный серной кислотой; 5 – осадок электрокоагуляционной очистки.

Рисунок – Зависимость степени очистки от удельного расхода сорбента

Из полученных данных видно, что наилучшими сорбционными свойствами обладают: доломит обожжённый при 950°C и 700°C , оксид магния и обработанный отработанный катализатор крекинга.

В процессе хемосорбции с участием обожжённого доломита и оксида магния образуются фосфаты магния и кальция, которые могут быть использованы отдельно или в составе органоминеральных удобрений как источник фосфора.

ЛИТЕРАТУРА

1 Содержание минерального фосфора в речных водах бассейна Днепра: пространственно-временной анализ / О. В. Кадацкая [и др.] //

Природопользование: сборник научных трудов / НАНБ, Гос. науч. учр-е «Ин-т природопользования НАНБ». – Минск, 2009. – № 16. – С. 49–56.

2 Голубев, Г.Н. Геоэкология. Учебник для студентов высших учебных заведений / Г.Н. Голубев – М.: Изд-во ГЕОС, 1999. – 338 с.

3 Официальный сайт Главного информационно-аналитического центра Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс] / ГИАЦ НСМОС. – Минск, 2012, – Режим доступа: <http://www.nsmos.by>. – Дата доступа 04.05.2012.

4 Renman, A. On-site wastewater treatment – Polonite® and other filter materials for removal of metals, nitrogen and phosphorus TRITA-LWR PHD 1043. Doctoral Thesis in Land and Water Resources Engineering, KTH Architecture and the Built Environment, Stockholm. – 2008. – 48 p.

5 Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с азротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.

6 Методы доочистки сточных вод от фосфатов /Дедков [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2003. – № 1. – С. 25–32.

7 Ручай, Н.С. Экологическая биотехнология: учеб. пособие / Н.С. Ручай, Р.М. Маркевич – Минск : БГТУ, 2006. – 312 с.

8 Phosphate removal & recovery from wastewaters [Electronic resource] / P. O'Brien. – Clean Water Technology Ltd. 2011. – Mode of access: http://www.phosphorus-recovery.tu-darmstadt.de/index.php?option=com_content&task=view&id=145&Itemid=67 – Date of access: 10.04.2012.

9 Булатов, А. И. Справочник инженера-эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды: в 3-х ч. / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М. : Недра, 1999. – Ч. 1. Вода – 731 с.

УДК 628.162.8

Г. С. Столяренко, проф., д-р техн. наук (ЧГТУ, г.Черкассы)

МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ ХЕМОДЕСТРУКЦИИ ОЗОНА В ГЕТЕРОФАЗНЫХ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ

Одним из наиболее перспективных окислителей, применяемых в настоящее время в промышленных условиях, является озон. При использовании озono-кислородной или озono-воздушной смеси было отмечено, что добавка озона к кислороду или воздуху интенсифицирует многие окислительные процессы, особенно в