

УДК 628.312

Студ. А.А. Синкевич

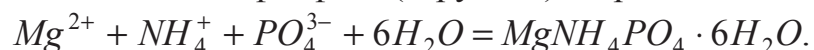
Науч. рук. асс. Е.Г. Сапон

(кафедра промышленной экологии, БГТУ)

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ФОСФОРА И АЗОТА В ВИДЕ МАГНИЙ АММОНИЙ ФОСФАТА НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КАНАЛИЗАЦИЙ**

Повышенное содержание соединений азота и фосфора в сточной воде является основной причиной антропогенной эвтрофикации водных объектов. К её отрицательным последствиям относят снижение прозрачности воды, критическое снижение концентрации растворенного кислорода, обеднение видового состава, накопление органических донных отложений и др. Вместе с тем серьезной проблемой является истощение разведанных запасов фосфорсодержащего сырья. По результатам моделирования к 2030 году будет достигнуто максимальное значение его мировой добычи, после которого в соответствии с концепцией исчерпания природных ресурсов будет наблюдаться спад добычи [1]. В связи с вышеизложенным извлечение соединений азота и фосфора из потоков очистных сооружений с целью их последующего использования является актуальной задачей.

На сегодняшний день известно большое количество технологий извлечения азота и фосфора. Одним из самых перспективных методов совместного извлечения фосфора и азота считается осаждение их в составе магний аммоний фосфата (струвита) по реакции:



Струвит – представляет собой кристаллическое вещество, содержащее магний, аммоний и фосфор в эквимолярных количествах (1:1:1). Он может быть использован в качестве комплексного удобрения пролонгированного действия из-за низкой скорости растворения биогенов и незначительного содержания тяжелых металлов, что выгодно отличает его от удобрений, полученных из фосфатных руд. Исследования по получению струвита из сточных вод и его применению в качестве удобрения ведутся во многих странах мира.

Кристаллизация комплексной соли магний аммоний фосфатанабначается после достижения насыщения раствора по его компонентам, что достигается либо повышением концентрации реагентов, либо увеличением рН до 9,0–9,5. Самопроизвольное её осаждение может происходить при анаэробном сбразивании осадков сточных вод, которое сопровождается ростом значения рН и концентрации ионов магния, азота аммонийного и фосфатов. Протекание процесса в таких условиях представляет собой техническую

проблему, обусловленную тем, что происходит необратимая кольматация очистного и насосного оборудования и трубопроводов.

Известно более 18 технологий, в основе которых лежит указанная выше реакция образования магний аммоний фосфата. Все они находятся на различных стадиях реализации, начиная от лабораторных исследований до полномасштабных промышленных установок. Общим для них является то, что обработке подвергается суспензия избыточного активного ила или иловая вода. Больше половины из них осуществляются без предварительной обработки избыточного активного ила, остальная часть включает стадию предварительного гидролиза с целью повысить концентрацию фосфатов в жидкой фазе [2]. Далее рассмотрим два подхода к извлечению азота и фосфора на примере технологии AirPrex и WASSTRIP+Pearl, относящихся к первому и второму классу соответственно.

Американская технология AirPrex (разработчик – корпорация TechnologyWaterandBiosolids) предназначена для извлечения азота и фосфора из суспензии сброженного осадка. Она включает перекачку суспензии в реактор особой конструкции, где она подвергается аэрации воздухом, для перемешивания и концентрирования сухого вещества и отделения диоксида углерода, что позволяет увеличить pH и обеспечивает переход фосфатов в жидкую фазу. В отличие от других аналогичных технологий в данном случае для осаждения струвита в реактор дозируется исключительно хлорид магния и нет необходимости использовать дорогостоящую щелочь. Образовавшийся осадок магний аммоний фосфата после промывки может быть использован в качестве удобрения. Таким образом, из жидкой фазы может быть извлечено до 90% фосфора фосфатного и до 40% азота аммонийного. Обработанная суспензия выводится из реактора для последующего обезвоживания. Кроме того, такая организации процесса помимо извлечения биогенных элементов позволят улучшить водоотдающие свойства осадка и снизить расход флокулянтов для обезвоживания иловой суспензии на 30%. С 2009 года в мире эксплуатируется 10 полноразмерных установок по технологии AirPrex, наиболее крупные в Амстердаме, Денвере и Берлине.

Для решения проблемы самопроизвольного осаждения струвита при анаэробном сбраживании и повышения его выхода на последующей стадии извлечения используют другой подход. Он направлен на создание условий для перехода в жидкую фазу иловой суспензии азота аммонийного, фосфатов и ионов магния непосредственно перед её анаэробным сбраживанием и реализован в канадской технологии WASSTRIP (Разработчик – корпорация Ostara). Суть про-

цесса заключается в том, что избыточный активный ил подвергается анаэробной обработке с добавлением летучих жирных кислот в реакторе с быстроходными мешалками. Это приводит к тому, что жидкая фаза, обогащенная фосфатами, аммонием и магнием, отделяется в илоуплотнителе и направляется в реактор взвешенного слоя для извлечения биогенов. В реакторе происходит кристаллизация струвита по технологии Pearl в результате дозирования в поток хлорида магния и гидроксида натрия. Технология WASSTRIP позволяет сократить массу сухого вещества сброженного осадка сточных вод до 25%, что приведет к снижению расходов на его обработку и использование. Кроме этого, комбинация технологий WASSTRIP+Pearl имеет следующие преимущества: улучшаются водоотдающие свойства иловых суспензий; из иловой воды извлекается до 70% фосфатов и до 40% азота аммонийного; уменьшается образование струвита в метантенках до 90%. Данная технология реализована на очистных сооружениях в США, Голландии и Испании [3].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- 1) Извлечение азота и фосфора из потоков очистных сооружений канализации является актуальным направлением в области очистки сточных вод.
- 2) Перспективным является создание условий, обеспечивающих максимальный переход ионов аммония и фосфатов в жидкую фазу иловых суспензий.
- 3) Применение технологий извлечения биогенных элементов позволят не только получать ценный продукт, но и улучшать водоотдающие свойства осадков сточных вод.
- 4) Использование рассмотренных технологий позволяет снизить общую нагрузку на очистные сооружения по азоту и фосфору до 10 и 40% соответственно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cordell D., White S. Peak phosphorus: clarifying the key issues of a vigorous debate about long-term phosphorus security // Sustainability. – 2011. – Vol. 3. – №. 10. – P. 2027–2049.
2. Jaffer Y. et al. Potential phosphorus recovery by struvite formation // Water Research. – 2002. – Vol. 36. – №. 7. – P. 1834–1842.
3. Le Corre K. S. et al. Phosphorus recovery from wastewater by struvite crystallization: A review // Critical Reviews in Environmental Science and Technology. – 2009. – Vol. 39. – №. 6. – P. 433–477.