

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛЬЦИЙ И МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ФОСФОРА НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ КАНАЛИЗАЦИИ

Антропогенное воздействие на природный цикл фосфора привело к сокращению его разведанного сырья и эвтрофированию водных объектов. Посчитано, что со сточными водами в мировой океан поступает более 4,5 млн. т. P/год, или 25% от добываемого количества. Учитывая и то, что качество и доступность фосфорсодержащего сырья постоянно ухудшается предложена стратегия 5R по обращению с фосфором [1]. Целью данной стратегии является создание максимально замкнутого техногенного цикла фосфора. Она основана на пяти основных принципах:

- сокращение использования ископаемого сырья фосфора;
- снижение количества потерь фосфора в водные объекты;
- рециклинг фосфора, содержащегося в биоресурсах;
- извлечение фосфора из отходов и сточных вод;
- перестройка системы питания.

Как показано в работе [2] среди расходных статей баланса фосфоров Европе наиболее существенными являются хозяйственно-бытовые сточные воды, поступающие на очистные сооружения канализации (ОСК). В связи с этим целесообразным является повышение эффективности извлечение фосфора из потоков ОСК. Существует несколько подходов к данной задаче в зависимости от места применения на ОСК: извлечение из сточных и иловых вод, осадков сточных вод и золы от их сжигания.

Наиболее целесообразным считается извлечение из сточной и иловой воды от уплотнения и обезвоживания осадков сточных вод. В США, Канаде и Японии внедрены установки кристаллизации, обеспечивающие связывание фосфатов в виде гранул, состоящих из кристаллов магний-аммоний фосфата, фосфатов кальция и магния. В основе применяемых технологий лежит использование таких реагентов, как известковое молоко, гидроксид магния, смесь гидроксида натрия и хлорида магния.

Наряду с кристаллизацией высокоэффективным методом извлечения фосфора из потоков ОСК является сорбция. Перспективным

считается использование местных материалов, обладающих высоким потенциалом удаления фосфора из числа недорогого сырья или отходов производства. Ввиду простоты использования, высокой эффективности и малой стоимости их использование особенно целесообразно на ОСК малой производительности. По происхождению данные материалы разделяют на три группы: природные, отходы или побочные продукты производства и искусственные, полученные путем обжига или синтеза. Наибольшее распространение среди них нашли кальций и магнийсодержащие материалы, это связано с тем, что отработанный материал в последующем может найти применение в сельском хозяйстве.

Целью данной работы было исследовать эффективность использования для извлечения фосфатов местными и доступными кальций и магнийсодержащими материалами на ОСК.

В работе проведено сравнение и выбор материалов для извлечения фосфатов из сточных вод на ОСК. Среди более чем 20 отобранных для исследований сорбентов наиболее эффективными местными материалами являются отработанный катализатор крекинга углеводородов нефти (ОКК), шлам водоподготовки (ШВ), электросталеплавильный шлак (ЭШ), термообработанный доломит (ТОД). Установлены значения предельной емкости по фосфору для ШВ, ОКК, ЭШ и ТОД, которые соответственно равны: 3,2; 7,3; 13,3, и 26,9 мг P/г. Результаты исследований, полученные в лабораторных условиях, подтверждены в настоящих водах, поступающих на Минскую очистную станцию УП «Минскводоканал».

Определены условия протекания хемосорбционных процессов, определяющих эффективность извлечения фосфора ЭШ и ТОД. Для сорбентов на основе ЭШ и ТОД разработаны ТУ ВУ 100354659.110-2015 Сорбенты для очистки сточных вод. Предложено использовать эти сорбенты для извлечения фосфора из иловых вод от уплотнения избыточного активного ила и фугата от обезвоживания осадков сточных вод. Способ извлечения фосфора из осадков сооружений биологической очистки сточных вод защищен патентом Республики Беларусь № 21502.

Разработана двухступенчатая противоточная схема извлечения фосфора из возвратных потоков очистных сооружений с помощью ТОД при которой движение очищаемой воды и обожженного доломита реализуется на встречу друг другу. Отработанный после сушки может использоваться в качестве фосфорсодержащей добавки в почву. Внедрение разработанной технологии очистки возвратных потоков от фосфора позволит уменьшить нагрузку на ОСК и тем самым увеличить эффективность их работы. Реализация данной технологии позво-

лит извлечь и повторно использовать до 20% фосфора от общего количества, поступающего на очистные сооружения. При использовании анаэробного сбраживания осадков сточных вод степень извлечения может достигать 40%.

Подтверждена высокая эффективность применения ЭШ и ТОД извлечения фосфора из потоков ОСК. Отработанные материалы можно использовать в сельском хозяйстве в качестве известковых мелиорантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Withers P. J. A. [et al.]. Stewardship to tackle global phosphorus inefficiency: the case of Europe // *Ambio*. – 2015. – Vol. 44. – №. 2. P. 193–206.
2. Ott C., Rechberger H. The European phosphorus balance // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2012. – Vol. 60. P. 159–172.