

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА ИЗ СТОЧНЫХ ВОД И ИХ ОСАДКОВ

Е. Ю. ЧЕРНЫШ, Л. Д. ПЛЯЦУК, *д-р техн. наук*

Сумской государственной университет,  
ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, Украина, 40007  
e-mail: liza\_chernish@mail.ru

Эколого-экономический подход к решению проблемы эффективного удаления соединений фосфора из сточных вод и их осадков предполагает решения следующих задач:

- наиболее полное восстановление фосфора в биодоступную форму;
- понижение мобильности тяжелых металлов, связывание их в устойчивой форме;
- снижение концентрации токсических органических соединений;
- обеспечение экономической целесообразности процесса удаления фосфора с последующей его утилизацией.

Существующие методы удаления соединений фосфора со сточных вод и их осадков можно обобщить в следующие направления [1–9]: биологическое удаление фосфора, химическое осаждение и термическая обработка из стоков и осадков сточных вод (ОСВ) с последующим реагентным извлечением фосфора. В настоящее время возможности извлечения фосфора на станциях очистки сточных вод ограничены. Наиболее используемые направления в этой сфере представлены на рис. 1.

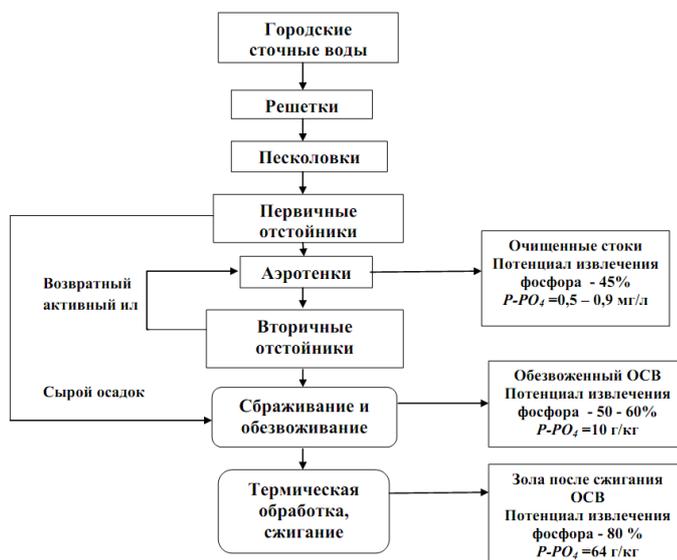


Рис. 1 – Возможности извлечения фосфора, потенциал извлечения (числовые данные: [1 - 3])

Можно отметить ряд особенностей их эксплуатации: эффективность удаления соединений фосфора варьирует в значительных пределах (от 45% до 80%); многие методы разрабатываются специально для решения проблем,

возникающих в ходе эксплуатации, поэтому они эффективны лишь при определенных, очень специфических условиях на данных очистных сооружениях; дорогостоящие с высокими энергетическими затратами при реализации.

Биологическое удаление соединений фосфора из сточных вод на очистных сооружениях позволяет получить биодоступную форму фосфора, что является важным аспектом при утилизации его в сельском хозяйстве. При этом возникает ряд проблем: снижение эффективности обезвоживания ОСВ, «вспухание» активного ила, отложение струвита в трубопроводах. Коммерческая реализация биотехнологий удаления фосфора также зависит от мировых цен на фосфориты, что связано с возможностью использования извлеченного из сточных вод и ОСВ фосфора для производства фосфорного удобрения.

В Сумском государственном университете была разработана биосульфидная технология обезвреживания осадков с иловых карт и избыточного активного ила [10, 11], которая основана на биохимическом связывании тяжелых металлов в сульфидной фракции в процессе жизнедеятельности сульфатвосстанавливающих бактерий в анаэробных условиях при добавлении в систему минеральной добавки – фосфогипса ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Нужно отметить, что механизм сорбции фосфатов в сырых ОСВ сводится к процессу их связывания в минеральных соединениях типа  $\text{Fe}_4(\text{PO}_4)_3(\text{OH})_3$ . В избыточном активном иле данный механизм дополнен процессом аккумуляции фосфорсодержащих соединений в клетках микроорганизмов. В процессе биосульфидного обезвреживания ОСВ происходит биологическое восстановление фосфатов с выделением фосфат-ионов в жидкую фазу отходов [11]. Например, гидроксид железа (III), в структуру которого входит фосфор, в анаэробных условиях восстанавливается до двухвалентного железа с последующим выделением ионов  $\text{Fe}^{2+}$  и фосфат-ионов в жидкую фазу ОСВ, что подтверждено опытными данными. Вследствие активного образования летучих жирных кислот в процессе анаэробной деструкции органического вещества ОСВ происходит выделение полифосфатов  $(\text{HPO}_3)_n$  из микробных клеток избыточного ила. Значительная часть освободившихся фосфат-ионов химически связывается с кальцием в малорастворимые соединения, а также частично переходит в жидкую фазу ОСВ с удалением из биотехнологической системы.

Таким образом, биосульфидная технология обезвреживания ОСВ потенциально может использоваться для биологического восстановления соединений фосфора из ОСВ с последующей их утилизацией.

#### ***Список использованной литературы:***

1. Judith S. Techniques for P-recovery from waste water and sewage sludge and fertilizer quality of P-recycling products [Электронный ресурс] / Judith Schick, Sylvia Kratz, Christian Adam, Ewald Schnug // Conclusions from the P-recycling conference in Berlin. Phosphorus Recycling and Good Agricultural Management

Practice. 29–30 September. Berlin, 2009 – Режим доступа: [http://www.mmm.fi/attachments/mmm/ministerio/5n8h6xg9T/presentation\\_judith\\_sc\\_hick.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/mmm/ministerio/5n8h6xg9T/presentation_judith_sc_hick.pdf)

2. Adam C. Techniques for P-recovery from wastewater, sewage sludge and sewage sludge ashes – an overview [Электронный ресурс] / С. Adam // A Poster from from BALTIC 21. Seminar on Phosphorus recycling and good agricultural management practice. 29–30 September. Berlin, 2009. – Режим доступа: [http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/koordinierend/bs\\_naehrstofftage/baltic21/13\\_Adam.pdf](http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/koordinierend/bs_naehrstofftage/baltic21/13_Adam.pdf)

3. Данилович Д. А. Очистка сточных вод от биогенных элементов в аэротенках с повышенными дозами активного ила / Д. А. Данилович, М. Н. Козлов, М. И. Алексеев и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. – Тем : вып. – С. 52-54.

5. Ануфриев В. Н. Задачи и технические решения при очистке сточных вод населенных пунктов / В. Н. Ануфриев // Техническое нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве. – 2012. – № 5 – С. 77-79.

7. Трунов П. В. Ацидофикация сырого осадка как способ получения легкоокисляемой органики для биологического удаления фосфора при анаэробной очистке сточных вод / П. В. Трунов, Е. А. Пономаренок, С. В. Толстых и др. // Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник. – 2010. – № 93. – С. 220 – 225.

8. Nawa Y. P- recovery in Japan the PHOSNIX process [Электронный ресурс] / Y. Nawa // A Poster from BALTIC 21. Phosphorus Recycling and Good Agricultural Management Practice, September 28-30 2009. – Режим доступа: [http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/koordinierend/bs\\_naehrstofftage/baltic21/8\\_poster%20UNITIKA.pdf](http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/koordinierend/bs_naehrstofftage/baltic21/8_poster%20UNITIKA.pdf).

9. Юрченко В. А. Удаление соединений фосфора при биологической очистке сточных вод / В. А. Юрченко, М. А. Есин, А. В. Смирнов и др. // Научный вестник строительства. – 2011. – Вып. 65. – С. 344 -349.

10. Черниш С. Ю. Исследование эффективности биосульфидной обработки осадков городских сточных вод/ С. Ю. Черниш, Л. Д. Пляцук // Вісник СумДУ. Серія «Технічні науки», – 2012. – № 4 – С. 168 – 179.

11. Plyatsuk L. D. Intensification of the anaerobic microbiological degradation of sewage sludge under bio-sulfidogenic conditions / L. D. Plyatsuk, E. Y. Chernish // Environment Protection Engineering. – 2013. – № 3. – Pp. 101 – 118.