

деятельность в Брестской области привела к снижению выхода продукции с естественного ландшафта на  $10 \cdot 10^5$  т/год (с  $310 \cdot 10^5$  до  $300 \cdot 10^5$ ). На угодьях антропогенного ландшафта объем выхода продукции не изменился и сохраняется в пределах  $95-96 \cdot 10^5$  т/год. Увеличение антропогенного ландшафта, не сопровождающееся ростом выхода продукции, приводит к снижению общей суммы ценностей. Уничтожение 40 % лесов или 95 % болот равносильно потере продукции со всей пашни.

Для установления равноценной замены угодий с позиции чистой первичной биологической продукции, позволяющей корректировать ландшафтные изменения до равенства, рассчитаны экологические мультипликаторы (отношение изменения суммы ценностей к изменению ресурса, вызвавшего изменение этой суммы). Для естественного ландшафта в целом мультипликатор равен 6 т/га, для леса – 5,5, болот – 13,5, культурных угодий (при потенциальной продуктивности) – 16,5 т/год. Зная экологический мультипликатор, можно определить сумму прироста или уменьшения изменения ценностей от используемого ресурса, либо, зная сумму ценностей, на которую необходимо откорректировать равенство, можно установить требуемые к изменению площади. Например: увеличение ценностей на  $2 \cdot 10^5$  т/год потребует дополнительно 33 тыс. га естественного ландшафта ( $2 \cdot 10^5 : 6$ ).

Выход на продуктивность до уровня потенциальных возможностей растений на культивируемых угодьях обеспечит не только расширение площадей под естественный ландшафт, но и увеличит сумму ценностей до  $781 \cdot 10^5$  т/год, что в 2,4 раза выше фактической. При этом потребуются площади под антропогенный ландшафт в Брестской области 1122 тыс. га, или 34 % от общей площади земель, что на 516 тыс. га меньше чем фактически используется (мелиорированных земель – 760 тыс. га). Естественный ландшафт займет 2154 тыс. га, или 66 %.

Следовательно, установление экологического равновесия ландшафтов может осуществляться через экономически обоснованное регулирование их равновесия. Такой подход обеспечивает каждый раз новое равновесие ландшафтов, но уже на более высоком уровне ценностей биологической продукции.

#### **Литература**

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Моногр. М.: Мысль, 1990. – 632 с.

2. Кэмпбелл Р. Макконнелл, Стенли Л. Брю. Экономика: Учеб. Таллин, 1995. – С. 219-241.

## **СПОСОБЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЛОРИЙНОГО БИОГАЗА ПРИ АНАЭРОБНОМ СБРАЖИВАНИИ ОТХОДОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Л.П. Шевченко*

Научные руководители – д.т.н., профессор *Г.Н. Абаев*, к.т.н, доцент *Р.А. Андреева*  
*Полоцкий государственный университет*

Одним из эффективных биотехнологических методов утилизации является анаэробная ферментация органосодержащих отходов, состоящая в минерализации органического субстрата с помощью микроорганизмов в биогаз, состоящий в основном из метана и диоксида углерода.

Целью работы было более глубокое исследование влияния отдельных факторов на процесс анаэробной ферментации отходов очистных сооружений нефтеперерабатывающей промышленности, а также смеси отходов разного происхождения.

Исследования общих закономерностей процесса метаногенеза проводили на лабораторной установке: герметичный термостатированный стеклянный реактор, общим объемом 3 л.; масса загружаемых отходов варьировалась в пределах  $1 \text{ кг} \pm 200 \text{ г}$ . Выход биогаза измеряли по объему вытесняемой из аспиратора жидкости. Отбор проб биогаза для определения качественного состава (хроматографический метод) осуществляли через отводы газовой магистрали под давлением.

Известно, что на выход биогаза влияют разные факторы: температура сбраживания,

влажность сбраживаемого осадка, наличие ингибиторов в составе осадка, а также сам состав органического вещества отходов. Было рассмотрено влияние таких факторов ведения технологического процесса на увеличение выхода биогаза как:

- 1) перемешивание: механически и биогазом для снятия диффузионных ограничений;
- 2) сдувка, продувка инертным газом, для уменьшения ингибирования процесса продуктами распада органического вещества, замедляющими стадию метанообразования;
- 3) добавка растительных отходов (углеводосодержащий субстрат) в сбраживаемую смесь для стимуляции распада более сложных жиросодержащих соединений (как источник дополнительной энергии – синтез АТФ).

Проведенные нами исследования показали, что при периодических добавках измельченной картофельной кожуры к отходам промышленных очистных сооружений в определенных количествах процесс метаногенеза улучшается. То есть независимо от суммарного вводимого количества растительной добавки можно получить большой выход биогаза с высокой калорийностью (содержание метана более 70 % об.). Сравнительный анализ показал, что предельный выход биогаза на беззольное вещество, рассчитанный по формуле, приведенной для расчета данных СНИП, предложенной Л.И.Гюнтер [3] для опыта с влажностью отходов 93 масс % и составом беззольного вещества, принятом по литературным данным [1,2], при смешении 1:1 биомассы активного ила и сырого осадка очистных сооружений, равен – 0.399 м<sup>3</sup>/кг, на практике получено значение выше предельного – 0.495 м<sup>3</sup>/кг. При этом предел сбраживания расчетно составляет величину –59 %, а фактическая конверсия – 80 %;

- 4) введение иммобилизованной биомассы для увеличения скорости процесса.

В опытах с периодической добавкой использовали иммобилизованную анаэробную биомассу на минеральной основе, в качестве которой применили неорганический остаток отходов очистных сооружений. В данных экспериментах выход биогаза составил 11-12 литров на 1 кг отходов по сравнению с контролем - 6-8 литров.

#### **Литература**

- 1.Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки. – М.: Стройиздат, 1991. –127 с.
- 2.Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. – М.:
- 3.Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. М.: Стройиздат, 1975, С.5.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ПРИ АВАРИЯХ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ**

*М.Е. Хорун*

Научные руководители - д.т.н., профессор *М.В. Лурье*, к.т.н., доцент *В.К. Липский*  
*Полоцкий государственный университет*

Опыт использования магистральных нефтепроводов в различных районах мира показывает, что эксплуатация этих сооружений, как и любых технических систем, неизбежно связана с риском аварий, которые в случае значительных утечек нефти или нефтепродуктов могут наносить огромный ущерб окружающей среде. В связи с тем, что магистральные трубопроводы выполнены в подземном исполнении, то при разливах нефти и нефтепродуктов наиболее вероятным объектом поражения при авариях является почва. Попадание нефти и нефтепродуктов в почву влечет за собой глубокие часто необратимые изменения ее химических, физических и микробиологических свойств. Наносится ощутимый урон плодородным слоям почвы и нарушается экологический баланс не только почвы, но и атмосферы. Эти обстоятельства заставляют считать контроль за нефтяными загрязнениями и вопросы их ликвидации различными методами (механическими, физико-химическими, химическими и биохимическими) весьма важными проблемами.

При оценке масштабов загрязнения почвы возникают вопросы о глубине и ширине