

РОЛЬ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВОДООЧИСТКИ В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕКУ ДНЕСТР

Виктор Ковалев*, Ольга Ковалева**, Валентин Бобейкэ*, Лидия Романчук**

*Госуниверситет Молдовы, **Институт исследований и инноваций
ул. Матеевич, 60, Кишинёв, МД 2009, Республика Молдова
тел. +373 79980920, e-mail: viktorcovaliov7@gmail.com

**Институт химии, ул. Академией, 3, МД 2028, Республика Молдова

Введение

Экологический мониторинг является необходимым условием для выявления причин неблагоприятного влияния человеческой деятельности на состояние экосистем окружающей природной среды, создания общественного мнения и путей его устранения. В частности, известно множество факторов, влияющих на динамику качественного состава сточных вод и последствия их попадания в природные воды.

Такой мониторинг проводится многими организациями, часто дублирующими друг друга. На показатели качества водной среды накладываются как природные факторы, так и результаты человеческой деятельности. Однако в большинстве случаев результаты многих исследований воздействия на окружающую среду и водные объекты носят рекомендательный характер и направлены на создание внешней видимости действий по принятию мер и решений для предотвращения сброса загрязняющих веществ со сточными водами. Обнаруживаются превышения отдельных показателей по тяжелым металлам, значений ХПК и БПК₅ и т.д.

Выбор систем водоочистки

Одной из существенных проблем являются сточные воды, загрязненные синтетическими красителями, требующих сложной физико-химической и биохимической очистки (фото 1). Однако на практике технология очистки таких вод ограничивается их осветлением за счет биохимического окисления, либо путем реакций восстановления под действием атомарного водорода и расщепления функциональных групп хромоформно-ауксохромной молекулярной структуры, что обеспечивается в основном сорбцией взвешенными веществами при первичном отстаивании. Присутствие в стоках ПАВ, обладающих специфическими физико-химическими свойствами, такими как способностью к пенообразованию, эмульгированию и солюбилизации, снижает эффективность работы очистных сооружений и наносит большой ущерб водоемам [1].

Необходимо отметить, что до 80-х годов прошлого века промышленное производство строго регламентировалось необходимостью локальных очистных сооружений, однако в последние годы при попустительстве органов охраны окружающей среды эта деятельность снижена, что резко обусловило загрязнение не только водных источников, но и воздушной среды.

Наглядным примером является ситуация с городскими очистными сооружениями Кишинёва, которые предназначены в основном для биохимической очистки коммунальных сточных вод и долгие годы не модернизировались. Однако в настоящее время активно проходит их реконструкция. В то же время важными остаются проблемы обязательной первичной предочистки сточных вод на локальных очистных сооружениях подведомственными предприятиями-загрязнителями. При этом выбор такой технологии может зависеть от специфики основного производства и основываться на физико-химических или, например, на биохимических процессах со своими особенностями, с учетом возможности получения экономической выгоды за счет утилизации отходов производства.



Фото 1. Сбросы неочищенных сточных вод на одном из молдавских предприятий

Охрана окружающей среды начинается с технологий производства, специфично связанных с применением и сбросами вредных для экологии веществ. Предприятия должны иметь сертифицированные действующие системы водоочистки и обслуживающий персонал, владеющий комплексом знаний в области технологии охраны окружающей среды.

Структура органов охраны окружающей среды включает в основном чиновников и инспекторат, недостаточно владеющих технологией производственных процессов. Инициатива в организации мероприятий повышения квалификации в этой области должна исходить централизованно как от центрального органа охраны окружающей среды, обладающего финансовыми возможностями для проведения научно-технических конференций и курсов (оплаты помещения для заседаний, покупки канцелярских принадлежностей и оплаты материалов для публикаций с достижениями), с привлечением неправительственных и научных организаций. Положительную роль здесь играет организация ежегодных республиканских научно-технических конференций с участием технического персонала производственных промышленных предприятий республики для обмена опытом, обсуждения и пропаганды новых достижений, с широким участием местных и зарубежных специалистов.

Функции контроля за состоянием окружающей среды возложены на государственные органы, которые проводят инспектирование и эколого-технологический аудит, однако имеющиеся многочисленные факты свидетельствуют, что основные причины сброса загрязнений в водные объекты лежат именно в недостатке контроля по причине технической некомпетентности и недостаточной требовательности специалистов этих организаций, а также других причин, допускающих вредные выбросы в водные объекты. Поэтому на передний план деятельности общественных и государственных экологических организаций должен выходить экотехнологический мониторинг, который позволяет управлять процессами сбросов.

Примеров техногенного загрязнения природной среды много. Так, всем известно состояние реки Бык, впадающей в Днестр, которая превратилась в сточную клоаку по многим причинам. Можно говорить и о неэффективности работы кишинёвских очистных сооружений, где «Апэ-Канал» является монополистом в процессах водоочистки. Но на него возлагаются несвойственные ему функции контроля качества сбросов предприятиями-загрязнителями. Если 20 лет тому назад количество очищаемых сточных вод составляло более 300,0 тыс. м³ в сутки, то сейчас оно по многим причинам снизилось почти в 2 раза. Если в прежние годы все основные промышленные предприятия страны имели действующие локальные очистные сооружения, то в настоящее время их практически нигде нет.

При этом ряд действующих предприятий постоянно сбрасывают в водные объекты биохимически трудно деградируемые органические загрязнения в высоких концентрациях. Одно из них, вместо того, чтобы построить сооружения биологической очистки с получением выгодного биогаза, построило и смонтировало энергозатратную установку для выпаривания барды вместо возможности установки биогазового реактора.

Преимущества биохимической очистки сточных вод

Удельная стоимость биореактора составляет \$200-300 на 1 м³ его объема. Основным компонентом биогаза является метан CH₄ (55-70%), его теплотворная способность - 20-25 МДж/м³. 1 м³ биогаза пропорционален 0,7-0,8 кг условного топлива. При наличии биогазовой установки завод мог бы получать более 1000 м³ биогаза в сутки, или более 300 тыс м³ в год, экономя только по этому показателю более 3,0 млн. леев в год. Это является примером интеллектуального консерватизма

Положительным примером организации работ может служить предприятие по производству биоспирта в с.Фырладены, где организован замкнутый цикл, включающий животноводческую ферму, метантенки на основе животноводческих отходов для получения биогаза и его когенерации с получением электроэнергии. Биогазовая технология в мире оказалась очень востребованной, и количество биогазовых установок разной производительности в настоящее время исчисляется миллионами [2, 3]. Однако в Молдове она слишком медленно пробивает себе путь. Для примера, Германия осуществляет государственную программу закрытия атомных энергетики с переходом на биогазовую («зеленую») энергетику.

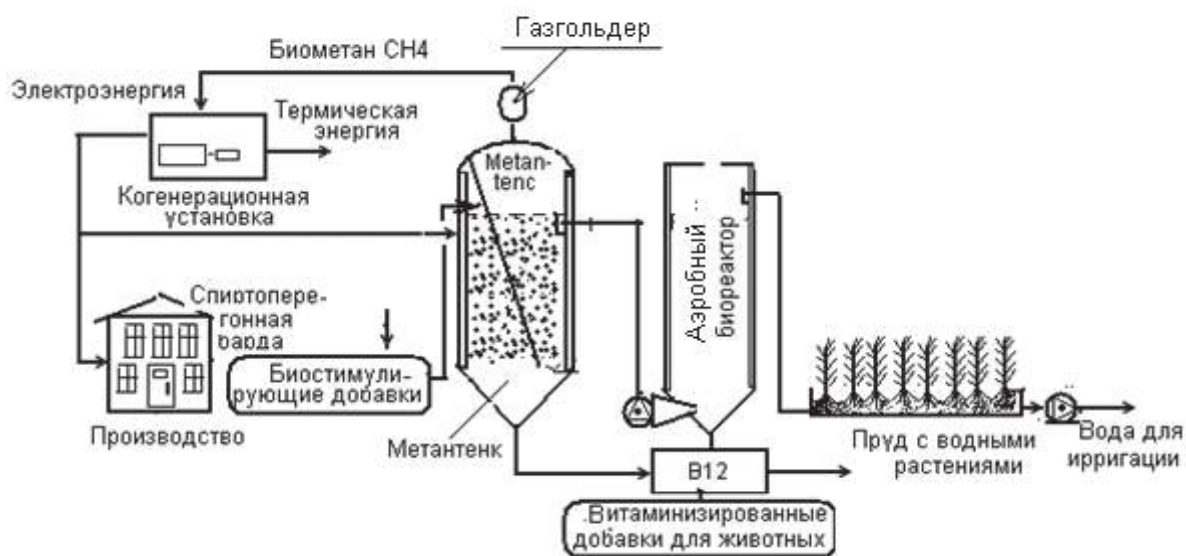


Рис. 2. Принципиальная схема комплексной биохимической очистки сточных вод

Биогазовая технология в мире очень распространена и постоянно совершенствуется. Нами, в сотрудничестве с Техническим университетом, разработан ряд усовершенствований технологий и конструкций биореакторов. Одна из предложенных схем водоочистки приведена на рис.2.

Предложены оригинальная экологически более чистая технология и оборудование для систем биогазовой технологии, включающие комплекс установок для эффективной анаэробно-аэробной обработки высококонцентрированных сбросов с фитодоочисткой воды для ее повторного использования в технологических целях, либо для ирригации, с низкой окупаемостью затрат. Экономическая выгода может быть получена не только от биогаза - источника тепловой и электрической энергии, но и от возможности утилизации осадков в качестве удобрений, либо при формировании их полезных свойств. В результате биогазовых процессов образуются осадки, содержащие витамин B₁₂, которые могут быть использованы в качестве эффективной и нужной кормовой добавки для животных. Эта разработка не имеет аналогов в мире, включает множество патентов и является конкурентноспособной.

Базовой организацией для проектирования, конструирования, изготовления нестандартного оборудования из нержавеющей стали, его монтажа и пуско-наладочных работ стала производственная фирма «BTest Co» (бывший завод «Алиментармаш») (фото 3).



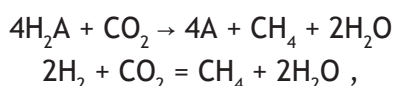
Фото 3. Узлы пилотного реактора и технологического оборудования для биохимической очистки сточных вод производства фирмы BTSCo

Новые разработки биогазовых систем очистки сточных вод

Среди новых разработок, позволяющих снизить капитальные затраты и повысить эффективность биогазовой технологии, является использование специально обработанной виноградной лозы для прикрепления микрофлоры в анаэробном реакторе [4].

В качестве насадки для прикрепления микрофлоры впервые предложена виноградная лоза, модифицированная полимеризованным поливиниловым спиртом (ПВС) с гидрофильными свойствами, а также инертные плавающие шарообразные гранулы. Процесс анаэробного сбраживания проводится в мезофильных условиях ($33 \pm 2^\circ\text{C}$). Применение биостимуляторов в качестве микродобавок для ускорения процессов сбраживания барды и повышения выхода биометана, его очистка от CO_2 и повторное использование в процессах метаногенеза.

Нельзя упрощать подход к решению экологических проблем, которые к тому же могут обеспечить экономическую выгоду от реализации модернизированных процессов водоочистки. Такие разработки являются наукоемкими, однако разработанные системы очистки сточных вод легко автоматизируются с небольшими эксплуатационными затратами. Так, очистка биометана от CO_2 может осуществляться по этаноламиновой технологии в закрытой автоматизированной установке [5,6]. Механизм биохимического процесса образования биогаза, протекающего в результате жизнедеятельности метановых биоорганизмов, связан с промежуточной стадией формирования и выделения углекислого газа, который является питательной средой для развития метановых микроорганизмов, вырабатывающих метан по реакциям общего вида:



где H_2A - любое соединение, для разложения которого у данного организма есть фермент дегидрогеназа.

Рекуперированный CO_2 формирует молекулы метана вследствие конверсии H_2/CO_2 согласно уравнению общего вида: $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. Поэтому он может быть в дальнейшем использован для введения в биогазовый реактор для интенсификации процессов метаногенеза и повышения выхода биометана.

Заклучение

Недостаточно очищенные сточные воды, сбрасываемые в природные водные источники, включающие важнейшую водную артерия для Молдовы - реку Днестр и ее притоки, являются одной из важных экологических проблем.

Основные факторы, обуславливающие загрязнение коммунальных и промышленных сточных вод, связаны с недостаточным контролем за сбросами, отсутствием локальных систем водоочистки на предприятиях и техническими трудностями обработки сточных вод, включающими биохимически труднодеградируемые, стойкие химические вещества, красители, ПАВы и их комбинации.

Поэтому эффективное функционирование централизованных систем очистки сточных вод должно включать создание и контроль работы локальных очистных сооружений, действующих в зависимости от состава загрязнений сточных вод. Важную роль в предотвращении загрязнения природных вод играют комплексные и модернизированные системы водоочистки.

Литература

1. Краснобородько, И.Г. *Деструктивная очистка сточных вод от красителей*. Л.: Химия, 1988, 192 с.
2. Omer, A. Biogas technology for sustainable energy generation: development and perspectives. *MOJ App Bio Biomech*. 2017; 1(4) : 137-148.
3. Mengistu, M.G., Simane, B., Eshete, G., Workneh, T.S. The environmental benefits of domestic biogas technology in rural Europa. *Biogas and Bioenergy*, 2016; 90 : 131-138.
4. Brevet MD Nr. 187Y. Covaliov, V., Covaliova, O., Ungureanu, D., Harea, V. *Procedeu de obținere a încărcăturii volumice pentru fixarea microflorei și reactor anaerob cu utilizarea acesteia pentru epurarea biochimică a apelor uzate*. BOPI, 9/2014. 2014-09-30.
5. Brevet MD Nr. 67Y. Covaliova, O., Covaliov, V., Ungureanu, D., Duca, Gh., Nenno, V. *Instalația de epurare a biogazului cu regenerarea dioxidului de carbon*. BOPI, 6/2008. 2008-10-11.
6. Brevet MD Nr. 2524. Covaliova, O., Ungureanu, D., Covaliov, V., Suman, I., Duca, Gh., Malina, J., Ionet, I. *Procedeuл și instalație de epurare anaerobă a apelor reziduale*. BOPI, 6/2008. 2003-05-19.