

Литература

1. Электротехнологии: пособие / И.Б. Дубодел и др. – Минск, БГАТУ, 2014. – 252 с.
2. Толочко Н.К., Корко В.С, Челединов А.Н., Ланин В.Л. Факторы неравномерной очистки деталей машин в ультразвуковых ваннах. Журнал «Вестник машиностроения», - Москва, – 2017. № 4. – С. 82-85
3. Шиляев, А.С. Физические основы применения ультразвука в медицине и экологии: учебно-методическое пособие / А.С. Шиляев, С.П. Кундас, А.С. Стукин; под общ. ред. профессора С.П. Кундаса. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 110 с.

УДК 658.567.1

**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ
ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ**

Коротинский В.А., к.т.н., доцент, **Бобко А.А.**

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Загрязнение окружающей среды – привнесение новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов или превышение их естественного уровня. Загрязнение атмосферы, воды или почвы происходит, если концентрация химических веществ, поступающих в эти среды, либо воздействие на них повышаются до уровня, превышающего способности экосистем к самовосстановлению, т.е. возможности ассимиляционного потенциала окружающей среды.

На современном этапе в мировой практике нашли промышленное применение четыре основных метода переработки отходов [1, 2]:

1. *термическая обработка* (как правило – это сжигание отходов);
2. *биотермическое аэробное компостирование* (с получением удобрения и биотоплива);
3. *анаэробная ферментация* (получение биогаза);
4. *сортировка* (с извлечением ценных компонентов для вторичного использования).

Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, свои оптимальные области применения, зависящие главным образом от морфологического состава твердых бытовых отходов (ТБО) и региональных условий.

Утилизация ТБО дело непростое и затратное. Устранить эти проблемы и сделать утилизацию отходов менее затратной позволяют проекты по дегазации полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО).

Швейцарская компания «TDF ecotech AG» в июле 2010 года осуществила проект утилизации свалочного газа на полигоне ТКО «Тростенец» (Могилевское шоссе, г. Минск).

Для извлечения биогаза из тела полигона твердых бытовых отходов создана система сбора биогаза, которая включает: сеть специально оборудованных вертикальных скважин; горизонтальные газопроводы 1-го порядка для транспортировки биогаза от скважин до газосборных пунктов; газосборные пункты; магистральные газопроводы для перемещения биогаза от газосборных пунктов к установке утилизации (рис.1). Была построена система газопроводов (37 газовых дренажных колодцев и 5 коллекторов) и установлено следующее технологическое оборудование: три газопоршневые установки мощностью по 1 МВт, компрессорная установка, трансформаторная подстанция и факельная установка.

Скважины (рис.2) сооружены буровым способом по всей площади полигона. Бурение осуществлено на 3/4 глубины полигона. Для обустройства скважин использованы перфорированные полимерные трубы диаметром 100 мм.

Каждая скважина осуществляет дренаж конкретного блока ТБО, условно имеющего форму цилиндра. Теоретически устойчивость работы скважины может быть обеспечена, если ее дебит не превышает объема вновь образующегося свалочного газа. По расчетам специалистов фирмы выделяется около 70 тыс. м³ метана в год, а используется около 12 тыс. м³.

Секция 2: Энерготехнологии и автоматизация технологических процессов АПК

Сегодня все газопоршневые установки (общая мощность блоков 3 МВт) работают достаточно успешно; общее количество производимой ими электрической энергии составило около 24 млн. кВт·ч в год. Кроме того, проложена кабельная линия электропередач общей протяженностью 4,8 км, соединяющая трансформаторную подстанцию объекта с подстанцией «Сосны». Как планирует инвестор, расчетный срок окупаемости комплекса по проекту составит около 8 лет. По опыту эксплуатации других полигонов в Европе можно предположить, что газа должно хватить на 12–15 лет. Если не будет дальнейшего разрастания свалки, оборудование можно свернуть и перевезти на другое место.

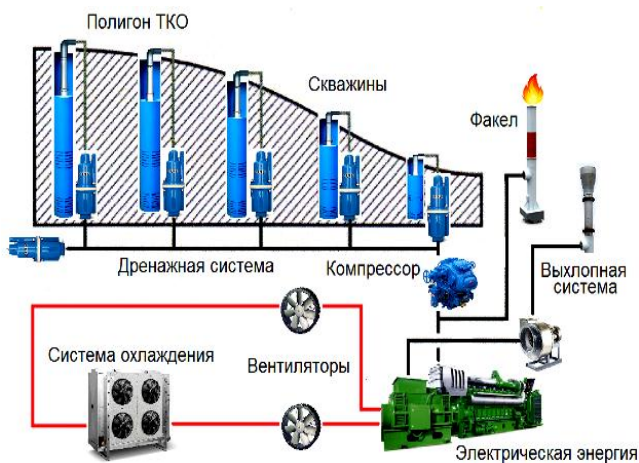


Рисунок 1 - Технологическая схема сбора газа

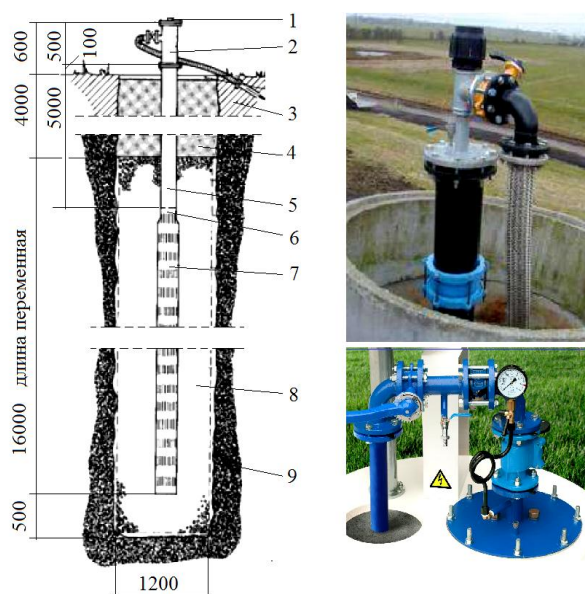


Рисунок 2 - Устройство газовой скважины:
1 – головка; 2 – отсек сбора осадка; 3 – бетонный фундамент; 4 – глиняное уплотнение; 5 – телескопическая труба; 6 – глубина тампонирующей скважины; 7 – перфорированная труба; 8 – наполнитель из гравия; 9 – тело полигона

При этом надо учитывать, что для добычи свалочного газа пригодны свалочные тела мощностью не менее 10 м, и экономически целесообразно использовать биогаз через несколько лет после того, как начнет действовать свалка.

В начале 2019 года систему дегазации полигона «Тростенец» модернизировали, а имеющуюся там инфраструктуру используют теперь для дегазации действующего полигона «Тростенецкий». При этом было принято простое инновационное решение: провели трубопровод от одного полигона к другому (расстояние около 1,5 км) и продолжают качать газ.

Однако необходимо отметить, что опыт эксплуатации биогазовых комплексов в ЖКХ и АПК нашей республики за последние десять лет показал, что оплата электроэнергии по ставкам, установленным Законом о возобновляемых источниках энергии [3], не дает никакой гарантии экономического успеха при эксплуатации биогазовой установки. Помимо высокого показателя использования блочным газопоршневым агрегатом установленной мощности по выработке электроэнергии, большую роль играет использование тепловой энергии. Тепловая энергия в системах свалочных биогазовых комплексов используется на 10-12 % (только для собственных нужд) в АПК – до 24-30 %.

В контексте дальнейшего развития производства газа разработка комплексной концепции утилизации тепловой энергии имеет центральное значение с экономической и экологической точки зрения. Только в том случае, если удастся практически полностью использовать энергию выработанного биогаза, применение возобновляемого сырья в биогазовых установках будет продолжительное время способствовать накоплению потенциала и рентабельности в коммунальной сфере и сельском хозяйстве Республики Беларусь.

Мировой опыт показывает [1, 2], что рынок с его стремлением к минимизации издержек не способствует решению проблем охраны окружающей среды. Достижения промышленно развитых стран в этой сфере и ресурсосбережения базируются не только на гибкости рыночной экономики, способной на быструю сырьевую переориентацию, они подкреплены дальновидной государственной политикой и финансированием, стимулирующим утилизацию отходов и уменьшение их негативного воздействия на окружающую природную среду.

Прежде всего, это стимулирование получения альтернативной энергии, необходимость которого отражена в законе Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии», дает инвесторам преференции на 10 лет (повышенные тарифы на закупку электрической энергии), и за это время инвестиции необходимо окупить. Однако, когда затраты будут погашены, закупка пойдет уже по понижающей ставке. То есть город будет получать дешевую электроэнергию. В любом случае страна не тратит лишнюю валюту на импорт газа и получает экономическую выгоду. К тому же эти технологии способствуют улучшению экологии и сохранению озонового слоя.

Литература

1. Биоэнергетика: пособие/ Коротинский В.А., Гаркуша К.Э.. – Минск: БГАТУ, 2011 – 148 с.
2. Б.Эдер, Х.Шульц Биогазовые установки, Практическое пособие / Под научной редакцией И. А. Реддих. – М: Zorg Biogas, 2011 – 268с.
3. Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» от 27 декабря 2010 г. №204-З.

УДК 66.087.5:637.146.4

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Кривовязенко Д.И.

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Сыворотка, жидкий побочный продукт, образующийся при производстве сыра, казеина и йогурта, является одним из крупнейших источников пищевого белка.

Производство молока в 2018 году составило: в мире 700 млн. т.; в Беларуси 7,5 млн. т. В Беларуси цельное молоко занимает 15 %, остальное перерабатывают. Побочный продукт переработки - молочная сыворотка составляет 90 %. Часть сыворотки перерабатывают, около 50 % сливают в канализацию. При этом теряют 25 тыс. т. белка ежегодно и загрязняют окружающую среду. Изыскание способов полного выделения белков из сыворотки, снижение энергоемкости этого процесса, защита окружающей среды являются актуальными вопросами для нашей страны и мирового сообщества.

На сегодня разработаны ряд способов коагуляции белков молочной сыворотки: тепловые, термохимические, химические, механические, электрические. Все эти способы обладают рядом недостатков, наиболее существенным из них являются: тепловых – низкая степень выделения белков и высокая энергоемкость; механических – засорение мембран во время работы, продолжительность процесса; электрических - наличие труднорастворимого и неиспользуемого осадка. Таким образом, степень выделения белков у известных способов не превышает 60%, энергоемкость процесса достигает 0,3 МДж/кг сыворотки. Необходимо разработать способ позволяющий выделять до 90...95% белков при энергоемкости, не превышающей 0,05...0,1 МДж/кг сыворотки.

Устранение или снижение отмеченных недостатков возможно при электротехнологическом способе коагуляции, суть которого состоит в создании в молочной сыворотке концентрации анионов и катионов, соответствующей изоэлектрической точке коагуляции белков путем пропускания электрического тока через зоны, разделенные ионопроницаемой мембраной и тем самым влияя на рН среды и условия коагуляции.