

**Коротинский В.А., к.т.н., доцент, Гаркуша К.Э., к.т.н., доцент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», Минск, Республика Беларусь**

**ОПЫТ ПЕРЕДОВЫХ СТРАН ЕС В ОБРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ  
БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Используемые методы обработки отходов в разных странах различаются, однако, за рубежом проблемы в этой области решаются вполне успешно. Так, еще в 2010 г. в 27 странах – членах ЕС 38 % муниципальных отходов были захоронены на полигонах, 22 % – сожжены, 25 % – переработаны в качестве вторичных материальных ресурсов и 15 % – подверглись компостированию. Болгария по-прежнему размещает на полигонах 100 % своих муниципальных отходов. Сжигают отходы чаще всего в Дании (54 %), Швеции (49 %), Нидерландах (39 %) и Германии (38 %).

Переработка в качестве вторичных материальных ресурсов – наиболее распространенный способ обращения с муниципальными отходами в Германии (45 %) и Бельгии (40 %). В Австрии отмечается самый высокий уровень в ЕС переработки и компостирования отходов (70 %) [1]. В Японии все отходы подвергаются рециклингу [2].

В настоящее время в европейских странах активно внедряется технология сбора свалочного газа. Свалочный газ рассматривается как источник чистой энергии для получения электроэнергии, вырабатываемой газовыми двигателями или турбинами.

Сжигание – это также широко распространенный способ уничтожения ТБО. Сжигание бытового мусора, помимо снижения объема и массы, позволяет получать дополнительные энергетические ресурсы, которые могут быть использованы для централизованного отопления и производства электроэнергии. В последние годы в Европе увеличилось количество получаемой энергии из отходов на мусоросжигательных заводах. Так, в ЕС сегодня около 34 % отходов пластика сжигаются на заводах с получением теплоты и электроэнергии, а 24 % – перерабатывается [3].

Характеристики основных пищевых отходов, пригодных для переработки представлены в табл.1 В табл.2 приведены технические характеристики биогазовых станций в ЕС, работающих на пищевых отходах. Большие потенциальные возможности использования биогазовых станций и комплексов существуют в пищевой промышленности в части производства спирта (отходы – зерновая барда).

Себестоимость газа из указанных биогазовых установок составляет приблизительно 15...20 €/тыс.м<sup>3</sup>.

Таблица 1 Характеристики пищевых отходов по выходу биогаза

Виды отходов		Выход биогаза, м <sup>3</sup> /т	Содержание CH <sub>4</sub> , %
Коммунальные	биомусор	150-600	58-65
	кухонные	200-500	45-61
	скошенная трава	550-680	55-62
	рыночные	450	62
АПК	жир и остатки жира	250-1300	60-72
	свекольная ботва	200	60-70
	силос кукурузный	200-300	68-75
Производство пива	пивная дробина	150-180	60
Переработка фруктов	яблочный жмых	660-680	65-70
	фруктовый жом	70	56-65
Переработка овощей	картофельная мезга	650-750	52-65
	корнеплодные овощи	100	60-70
Производство алкоголя	зерновая барда	50-70	58-65
Производства сахара	меласса	360-490	70-75
Переработка рыбы	рыбные отходы	300	60-75

Необходимо учитывать, что Регламент ЕС 1774/2002 требует, чтобы отходы животного происхождения обрабатывались при повышенной температуре, так как термическая обработка исключает риск распространения болезней и бактерий. Это, прежде всего, касается отходов 3-й категории (отходы рыбных продуктов, молока), которые необходимо обязательно в течение 60 минут подогреть при температуре не менее 70°C и куски массы должны быть измельчены до размеров меньше 12 мм, и отходов 2-й категории (отходы предприятий общественного питания), которые необходимо обязательно в течение 20 минут подогреть при температуре не менее 133°C в емкости с давлением 3 бар, и куски массы должны быть измельчены до размеров меньше 50 мм.

В процессе получения биогаза, участвуют различные микроорганизмы в сети взаимодействующих процессов, которые приводят к разложению сложных органических соединений, таких как углеводы, жиры и белки на финальные продукты: метан и углекислый газ.

Таблица 2 Основные технические характеристики биогазовых станций

Характеристики	Ед. изм.	Пищевые отходы			Спиртовая барда		
Производительность по переработке сырья	т/сут	160	240	320	200	400	600
Выход биогаза	тыс.м <sup>3</sup> /сут	32	48	64	14	28	42
Потребляемая электрическая мощность	кВт	150	200	250	35	70	90
Потребляемая тепловая мощность (Т=-20°С)	кВт	500	600	900	50	100	150
Обслуживающий персонал	чел	2	2	3	1	2	2
Занимаемая площадь	га	0,75	0,9	1,2	0,80	1,20	1,50
Выход твердых биоудобрений	т/сут	96	144	192	-	-	-
Выход жидких биоудобрений	м <sup>3</sup> /сут	24	36	48	-	-	-

Биогаз, полученный из осадка сточных вод, навоза, отходов сельскохозяйственных культур и пищевых отходов в варочном котле, иногда называют *канализационным газом*. Он обычно имеет относительно невысокое содержание метана (не менее, 55%).

*Газ совместного брожения* означает, что различные субстраты поддаются процессу сбраживания одновременно, например, отсортированные пищевые отходы или отходы забойного цеха вместе с навозом и осадком сточных вод. По сравнению с брожением осадка из очистных сооружений, процесс совместного брожения обычно приводит к получению биогаза с большим содержанием метана.

*Свалочный газ*. Газ, который добывают из полигонов, и имеет наименьшее содержание метана (45-55%), потому что добыча метана со свалочной массы не контролируется и не оптимизируется таким же образом, как это происходит в реакторе. Производство метана на свалках – это медленный процесс, который может продолжаться в течение 30-50 лет.

*Сжиженный биогаз* – это сжиженный природный газ, полученный охлаждением и сжатием метана. Биогаз конденсируется при температуре от -162 °С и содержит больше энергии на единицу объема, чем биогаз в газообразной форме. Это позволяет более эффективно транспортировать

биогаз, что в свою очередь помогает решить проблемы, связанные с логистикой и распределением биогаза.

*Биометан* – это общее название для газа, который состоит в основном из метана, и может быть получен из биологического материала, например, путем анаэробного брожения или термической газификации. Конечный продукт, полученный при термической газификации, в сочетании с метанированием и кондиционированием, называют синтетическим природным газом (*синтезгаз*). Его получают путем разложения богатых углеродом материалов при нагревании.

Утилизация отходов на современном этапе предъявляет неуклонно растущие требования к технологиям. Гидромеханическая переработка отходов – это наиболее эффективный и экономичный путь в этом направлении. В 1984 году немецкая компания *BTA International GmbH* начала разработку методов гидромеханической переработки коммунальных отходов, которые на современном этапе используются более чем в 30 странах мира.

Сущность технологии заключается в том, что с помощью подъемных и рассекающих сил легкие, не поддающиеся брожению примеси, такие как пленка и древесина, а также тяжелые инертные материалы, такие как камни, металлы и стекло, удаляются из смеси отходов практически полностью. Органические составные вещества, поддающиеся брожению, образуют легко разлагающуюся суспензию для выработки биоэнергии. Данная технология является ключевой технологией для переработки смешанных отходов городов в комбинации с выработкой биогаза в результате анаэробного сбраживания. В противоположность хранению отходов на свалках, когда происходит неконтролируемое выделение метана, представляющего угрозу для климата, данная технология дает возможность разумно и экономично использовать биоэнергетический потенциал отходов.

Итак, основная задача биогазовых комплексов связана с обогащением биогаза до получения биометана. Наибольшее использование биометан находит в автомобильной технике и автотранспорте (более 50 %, автомобили, автобусы и тяжелая техника). Для этой цели используется сжатый и жидкий биометан. Газообразный метан в чистом виде для нужд автотранспорта не используется.

Обогащенный газообразный биометан с биогазовых заводов добавляется в магистральные газовые сети природного газа. При этом, он легко может быть передан на большие расстояния без существенных издержек и потерь. На месте его поступления может быть установлена когенерационная установка (агрегат ГПА), которая, таким образом, даст возможность иметь в распоряжении потребителя: тепловую и электрическую энергию, и одновременно использовать газ по прямому назначению.

Применение абсорбционных холодильных машин, использующих тепловую энергию ГПА, позволит дополнительно получить системы охлаждения и кондиционирования на объектах, что очень актуально для использования в агрогородках в Республике Беларусь.

### Список использованных источников

1. Джексон К. «Мусорная» политика ЕС: инструменты контроля // Твердые бытовые отходы. 2013. №1. С. 54–54.
2. Тихоцкая И.С. Япония: Инновационный подход к управлению ТБО // Твердые бытовые отходы. 2013. №6. С. 52–57.
3. Adrados A., De Marco I., Lopez-Urionabarrenechea A. et al. Pyrolysis behavior of different type of materials contained in the rejects of packaging waste sorting plants // Waste Management. 2013. V. 33. P. 52–59.

**Ладько Р.И., магистрант, Андрианов В.М., д.ф.-м.н.  
УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», Минск, Республика Беларусь**

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ФОКУСИРУЮЩИХ КОНЦЕНТРАТОРНЫХ СИСТЕМ**

**Ключевые слова:** вакуумный солнечный коллектор, концентраторные системы, параболический рефлектор.

**Аннотация:** В статье рассматривается способ повышения эффективности солнечных установок с вакуумными коллекторами с помощью концентраторных параболоцилиндрических систем. Определены проблемы, связанные с данной тематикой и способ их решения.

**Основная часть.** В основе конструкции вакуумированного (вакуумный) трубчатого солнечного коллектора заложена трубчатая система изоляции медного абсорбера. Теплоизолирующим материалом в таком коллекторе служит вакуум, который сводит общие тепловые потери коллектора к минимуму и обеспечивает его высокий и стабильный коэффициент полезного действия (КПД) даже при слабом рассеянном солнечном излучении в облачный день, а также при отрицательной температуре наружного воздуха. К недостаткам таких коллекторов можно отнести низкую надежность, небольшую площадь абсорбера, а также большую массу и габаритные размеры.

Для повышения эффективности их работы возможно применение фокусирующих концентраторных систем. Одними из разновидностей таких систем являются параболоцилиндрические концентраторы, имеющие форму параболы, протянутую вдоль прямой. Параболоцилиндрический зеркальный концентратор фокусирует солнечное излучение в линию и может обеспечить его стократную концентрацию. Он обладает свойством фокусирования волнового фронта, проходящего в фазе параллельно основной оси, в одной фокальной точке, в которой установлен блок головки, облучающий зеркало. Любые волны, которые приходят под углами, отличающимися от направления, параллельного основной оси, или так назы-