

дефектных (изношенных) участков электродами ОЗН-2 диаметром 4 мм.

Для получения качественных сварных соединений и наплавов любой из упомянутых сталей рекомендуется применять предварительный подогрев изделий, способствующий распаду аустенита при температурах выше мартенситной точки. Предварительный подогрев снижает перепад температур между отдельными участками наплавки и уменьшает скорость охлаждения металла шва и околшовоной зоны. Охлаждение должно быть тем медленнее, чем больше масса наплавляемого изделия.

Эксперименты показали, что сразу после окончания срезки изношенного слоя температура поверхности детали составляет около 150°C. То есть последующую наплавку можно производить без предварительного подогрева. Действительно, наплавка в два слоя электродами ОЗН-7М диаметром 4 мм, произведенная по схеме, исключающей перегрев детали, немедленно после срезки, показала отсутствие трещин у 80 % восстановленных деталей.

Экономическая целесообразность внедрения технологии восстановления катков и траков ходовой части гусеничных машин методом дуговой наплавки с подготовкой наплавляемых поверхностей путем удаления изношенного слоя электродами марок ОЗН-1 и ОЗН-2 определяется не только существенным снижением дефицита запасных частей, но и получением ремонтными предприятиями большой прибыли. Себестоимость восстановленных деталей не превышает 50 % стоимости новых при большем эксплуатационном ресурсе. Затра-

ты на освоение новой технологии восстановления деталей окупаются за 3-4 месяца.

Таким образом, восстановительная наплавка по предлагаемой технологии может быть эффективно использована при восстановлении катков и траков ходовой части гусеничной техники, а правильный выбор электродов для удаления изношенного слоя позволяет резко уменьшить процент брака наплавленных изделий. Кроме того, восстановление деталей, себестоимость которых в 1,5-2,0 раза ниже новых, значительно уменьшает стоимость ремонта машин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бояркин А.М., Долгов Г.А. Новая технология восстановления звеньев гусениц // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1989. - № 5. - С. 53-54.
2. Современные технологии в ремонтно-обслуживающем и машиностроительном производстве АПК. Материалы междунаучно-технической конференции. Под ред. В.С.Ивашко, Л.М.Кожуро, А.В.Крутова. - Мн.: БГАУ, 2000. - 188 с.
3. Гук В.А. Материалы и технология наплавки деталей машин, работающих в условиях ударно-абразивного изнашивания // Автоматическая сварка. 2000. - № 8. - С. 13-14.
4. Попов С.Н. Комплексный подход повышения эксплуатации деталей машин дорожно-строительной техники // Технология ремонта машин, механизмов и оборудования. - Алушта: АТМУ, 1999. - С. 107-108.

УДК 635.21.077:621.365

# ВЫРАБОТКА БИОГАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**И.А. Бовкунович, инженер, Н.К. Зайцева, канд. техн. наук, доцент (УО БГАУ)**

Обострение экологических проблем, истощение запасов невозобновляемых энергоресурсов, рост цен на них обусловили интерес к разработке и использованию технологии биоконверсии органических отходов для получения энергии.

В Беларуси имеются существенные возможности обеспечения сельскохозяйственных потребителей тепловой и электрической энергией за счёт использования нетрадиционных возобновляемых источников - энергия солнца и ветра, твёрдые бытовые отходы и биомасса и другие.

В соответствии с разработанной концепцией развития энергетики на период до 2010 года структура практичес-

ки реализуемого потенциала нетрадиционных источников энергии в целом по Республике Беларусь составляет около 13 млн. т у.т., в том числе энергия органических отходов - биомасса - 27,4%.

За год образующие органические отходы в Беларуси составляют: навоз животных - 70,2 млн. т, муниципальные отходы - 2,1 млн. т, сточные воды - 2,42 млн. т. Переработка всех органических отходов и растительной массы в биогаз позволит производить в РБ 4,8-5,3 млрд.м<sup>3</sup> биогаза в год, что эквивалентно 3,5-4,0 млн. т у.т.

Известно, что животные плохо усваивают энергию растительных кормов и более половины ее уходит в на-

воз, который является ценным органическим удобрением и может быть при этом использован в качестве возобновляемого источника энергии. Концентрация животных на крупных фермах и комплексах обуславливает увеличение объемов навоза и навозных стоков, которые должны утилизироваться, не загрязняя окружающую среду [1].

Одним из путей рациональной утилизации навоза и навозных стоков является их анаэробное сбраживание, которое обеспечивает обезвреживание навоза и сохранение его как удобрения при одновременном получении биогаза.

В результате применения такой технологии решают-

видов анаэробных бактерий разлагаются до более простых соединений: летучих жирных кислот, низших спиртов, водорода и окиси углерода, уксусной и муравьиной кислот, метилового спирта. На втором этапе метанообразующие бактерии превращают органические кислоты в метан, углекислый газ и воду [2-4]. Положительный эффект от микробиологического анаэробного сбраживания навоза с получением биогаза, органических удобрений, протеиновых кормовых добавок представлен в таблице 1.

Метановое брожение протекает при средних (мезофильное) и высоких (термофильное) температурах. Наи-

### 1. Экономический эффект от утилизации навоза

Снижение биологической заражённости воды и почвы	Повышение ценности биологических удобрений	Получение кормовых добавок (витамина $B_{12}$ )	Снижение вредных выбросов в атмосферу	Получение биогаза на 1 голову в сутки $м^3$
Загрязнение сточных вод на 70-90%	Снижение потерь азота на ~20% повышение урожайности на 8-12%	Обогащение 300 т кормов на 1 голову КРС 1 т витаминного концентрата	За счёт вытеснения биогазом сжигаемого твёрдого или жидкого топлива	КРС – 0,6-1,5 свиньи – 0,8-1,7 птица – 1,0-2,0

ся одновременно несколько задач: происходит обеззараживание навозных стоков; пропадает неприятный запах; улучшается экологическая обстановка, сброженный осадок можно использовать в качестве удобрения, внесение которого позволяет на 15-20% повысить урожайность выращиваемых культур; выделяется биогаз, который можно использовать в качестве топлива.

При анаэробном сбраживании органические вещества разлагаются в отсутствие кислорода. Этот процесс включает в себя два этапа. На первом этапе сложные органические полимеры (клетчатка, белки, жиры и др.) под действием природного сообщества разнообразных

большая производительность достигается при термофильном метановом брожении. Особенность метанового консорциума позволяет сделать процесс брожения непрерывным. Для нормального протекания процесса анаэробного сбраживания необходимы оптимальные условия в реакторе: температура, анаэробные условия, достаточная концентрация питательных веществ, допустимый диапазон значений pH, отсутствие или низкая концентрация токсичных веществ [5].

После анаэробного сбраживания навоза получается 2 вида полезных продуктов: биогаз и удобрения. Их свойства представлены в табл. 2 и 4.

### 2. Свойства биогаза

Показатель	Компоненты				Смесь 60% $CH_4$ +40% $CO_2$
	$CH_4$	$CO_2$	$H_2$	$H_2S$	
Объемная доля, %	55-70	27-44	1	3	100
Объемная теплота сгорания, $МДж/м^3$	35,8	10,8	22,8	—	21,5
Температура воспламенения, °С	650-750	—	585	—	650-750
Плотность:					
нормальная, г/л	0,72	1,98	0,09	1,54	1,20
критическая, г/л	102	408	31	349	320

### 3. Влияние вида исходного сырья на выход биогаза

Исходное сырье	Выход биогаза из 1 кг сухого вещества, л/кг	Содержание метана в газе, %
Трава	630	70
Древесная листва	220	59
Сосновая игла	370	69
Ботва картофельная	420	60
Стебли кукурузы	420	53
Мякина	615	62
Солома пшеничная	340	58
Навоз КРС	200-310	60
Навоз свиней	340-550	56-60
Помёт птиц	310-620	55
Домашние отходы и мусор	600	50
Фекальные осадки	250-310	60
Твердый осадок сточных вод	570	70

Приведенные данные указывают на возможность использования биогаза в качестве топлива. Один кубический метр биогаза эквивалентен 0,7 м<sup>3</sup> природного газа или 0,6 л мазута.

Выход биогаза зависит как от исходного сырья (табл. 3), так и от технологии переработки.

метаногенеза не превышают 5%. При этом значительная часть азота, присутствующего в свежем навозе в форме органических соединений, в сброженном содержится в аммиачной форме, которая быстро усваивается растениями.

В зависимости от химического состава субстрата при

### 4. Химический состав навоза в зависимости от длительности сбраживания (% на сырое вещество)

Продолжительность сбраживания, сутки	Азот общий, N	Азот аммонийный, N - NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	C : N <sub>общ</sub>
0 (контроль)	0,32	0,13	0,11	0,24	12,2
5	0,31	0,13	0,11	0,24	11,9
10	0,31	0,16	0,11	0,24	10,5
15	0,31	0,16	0,11	0,24	9,6

Метановое сбраживание навоза обеспечивает его дедорацию, дегельминтизацию, уничтожение способности семян сорных растений к всхожести, перевод удобрительных веществ в легкоусвояемую растениями минеральную форму. При этом питательные (для растений) вещества азот, фосфор и калий практически не теряются [6-7].

Из данных табл. 4 о химическом составе сброженного навоза следует, что при анаэробной обработке навоза фосфор и калий практически полностью сохраняются в сброженной массе. Потери азота, которые при других методах обработки навоза составляют до 30%, в процессе

сбраживании выделяется различное количество биогаза. Скорость брожения зависит от температуры навозных стоков: так при t = 10° С продолжительность брожения длится 4 месяца; при t = 25-27° С - от 25 до 35 суток; при t = 30-35° С (мезофильный режим) - от 9 до 22 суток и при t = 50-55° С (термофильный режим) - от 3 до 8 суток [8].

Сроки выработки биогаза сопряжены с использованием теплоты для нагрева исходной массы. Поэтому в условиях Республики Беларусь с учётом особенностей микроклимата, типа органических отходов, их состава и мето-

да брожения целесообразно применение утилизации теплоты дымовых газов котельной, использование в летний период гелиоустановок и других вторичных источников энергии.

Обобщая всё вышесказанное, можно сделать вывод о том, что реализация проектов производства биогаза приведёт к положительному эффекту: уменьшению загрязнения окружающей среды, сбережению запасов полезных ископаемых, формированию оптимальной схемы энергетического рынка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Панцхава Е.С. Биогазовые технологии - радикальное решение проблем экологии, энергет и агрохимии // Теплоэнергетика. 1994. - № 4. - С.36-42.

2. Каложный С.В., Данилович Д.А., Ножевникова А.Н. Анаэробная биологическая очистка сточных вод. - М.: ВИНТИ, Итоги науки и техники, сер. Биотехнология,

т.29, 1991.- 87 с.

3. Рециркуляционное анаэробное сбраживание отходов сельского хозяйства с выработкой биогаза / Т.Я. Андриухин, Н.К. Свириденко, Ю.В. Савельев и др. // Биотехнология. 1989. Т. 5. - №2. - С. 219-225.

4. Ковалёв А.А., Гриднев П.И. Перспективы применения анаэробного сбраживания для переработки навоза // Мех. и электр. с.-х. 1995. №8. - С. 38.

5. Твайделл Дж., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. - М.: Энергоатомиздат. 1998.- 392 с.

6. Баадер В., Доне Е., Брендерфер. - М. Биогаз: теория и практика. - М.: Колос. 1982. -148 с.

7. Баясников И.А., Мишланова М.Ю. Экологически эффективный способ переработки органических отходов. /Актуальные проблемы экологии на рубеже третьего тысячелетия и пути их решения. - Брянск. 1999.

8. Мариненко Е.Е., Комина Г.П. Экологические аспекты использования биогаза. М.: ВНИИЭгазпром, 1990. - 43 с.

---

УДК 628.543.1

# ЛОКАЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ СТОКООБРАЗУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ

**А.М. Кравцов, ассистент, В.И. Блоцкий, студент, А.М. Ган, студент (УО БГАТУ)**

В настоящее время все больше внимания в мире и нашей республике обращается на проблемы охраны окружающей среды. Одной из важных задач в этой связи является снижение воздействия вредных факторов на водную среду. Сегодня к одним из наиболее распространенных и опасных загрязнителей поверхностных и подземных вод относятся нефтепродукты. Ранее в СССР значительное внимание уделялось очистке стоков, в особенности в крупных городах и на предприятиях. В меньшей степени уделялось внимание очистке стоков малых объектов, например, нефтебаз и АЗС, АТП и АРП, гаражей и стоянок машин, автопарков и дворов сельскохозяйственной техники, локомотивных депо, котельных и т.д. Это было вызвано, видимо, тем, что недооценивалось влияние на экологическую ситуацию сбросов от малых объектов. При этом не учитывалась многочисленность таких объектов, суммарное воздействие которых на экологическую ситуацию огромно. В настоящее время в Республике Беларусь нефтесодержащие сточные воды без очистки или с частичной грубой очисткой могут сбрасывать тысячи малых предприятий раз-

личных отраслей народного хозяйства. В этом случае в водные источники ежегодно попадают тысячи тонн нефтепродуктов, загрязняя окружающую среду. Такое положение вызвано рядом причин и в первую очередь несовершенством конструкций очистных сооружений, методов и технологических схем очистки.

Малые стокообразующие объекты характеризуются большой рассредоточенностью, что делает экономически нецелесообразной централизованную очистку нефтесодержащих стоков. Так же такого вида сточные воды нельзя сбрасывать в хозяйственную канализацию городов и поселков. Поэтому нефтесодержащие сточные воды большинства малых объектов предполагается обрабатывать на локальных очистных сооружениях.

Анализ работы локальных очистных сооружений, построенных на большинстве предприятий по типовым проектам 20-30-летней давности, показывает, что они не удовлетворяют современным требованиям и экологическим стандартам.

Один из наиболее распространенных типовых проектов локальных сооружений нефтесодержащих сточных