
Применение биогаза на винодельческом предприятии в Республике Крым

Т.В. Ефремова, А.А. Инкин

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В данной статье рассматриваются преимущества и перспективы использования биогаза в условиях Республики Крым. Затрагиваются экологические и экономические аспекты использования биогазовых технологий на предприятиях виноделия. Рассматриваются способы использования биогаза на винодельческом предприятии «Массандра» в Республике Крым.

Ключевые слова: биогаз, когенерационная установка, растительный остаток винограда, утилизация, взаимозаменяемость, гранулят, природный газ, виноград, тепловая энергия, электроэнергия, винодельческий завод.

Благодаря современным технологиям, в биогаз можно перерабатывать большое количество видов органического сырья. Это навоз, птичий помет, послеспиртовая барда, свекольный жом, отходы рыбного и забойного цеха, бытовые отходы [1]. Также для переработки в биогаз подходят: органические отходы, испорченное сырье для производств, виноград и использованное сырье для производства вина [2].

В процессе переработки отходов получается биогаз, который можно использовать вместо традиционных энергоресурсов. Список применения биогаза начинается от систем отопления производственных зданий и заканчивается техникой, переоборудованной на работу на ГБО [3].

Одним из самых важных преимуществ биогазовых технологий с точки зрения экологии является образование в процессе сжигания биогаза меньшего количества вредных продуктов сгорания, чем при использовании традиционных видов топлива. Из остатка анаэробной ферментации также можно создавать органические удобрения [4]. Удобрения, полученные из остатка ферментации, можно использовать на виноградниках и других плодовых посадках. А при организации логистических цепочек эти удобрения можно отправлять на продажу [5].

На территории Республики Крым находится большое количество виноградников, виноград с которых преобразуется в вино, коньяк, шампанское и соки. По окончании производства, остаются отходы, которые составляют до 20% объема переработанного винограда. В 2020 году урожай винограда в Крыму превысил 99 тысяч тонн. А это значит, что после производства осталось около 20 тысяч тонн отходов. Некоторые винзаводы используют эти отходы для вторичного виноделия или утилизируют другими способами. Однако далеко не все винзаводы видят в этом экономическую выгоду, так как будет необходимо затратить достаточно средств на такую утилизацию. Именно поэтому получение биогаза из растительных остатков винограда может оказаться действенным способом утилизации отходов виноделия и экономически выгодным решением для самих предприятий [6].

Применение биогазовых технологий в Республике Крым окажет благоприятное воздействие на окружающую среду. Так как на территории Республики Крым сейчас находится огромное количество отходов производств и отходов жизнедеятельности человека, то методы утилизации и обезвреживания, в большинстве своем, отсутствуют или оказываются дорогостоящими [7]. Из-за этого свалки заполняются, а нормы завоза и содержания не выполняются. Следовательно, большое количество пахотных земель теряют свои полезные свойства из-за нахождения вблизи свалок.

Произведенный из растительных остатков биогаз целесообразно применять как для подогрева метантенков, так и в качестве топлива для котельных, отапливающих бытовые и производственные помещения винзавода. Это экономически выгодно для производителей, так как снижаются затраты на энергоресурсы. При наличии в качестве энергоисточника природного газа биогаз может подмешиваться к природному в небольших количествах без ухудшения свойств топлива, а также возможно полное замещение природного газа биогазом и использование его в когенерационных установках [8].

В качестве производственного объекта рассматривается винодельческий завод «Массандра». Для расчета приняты данные, полученные из исследования свойств биогаза. В настоящее время производственный комплекс винодельческого завода «Массандра» обслуживает отдельно стоящая котельная.

Тепловая мощность котельной, кВт, определяется по формуле:

$$Q = \frac{V \cdot Q_n^p \cdot \eta}{3600}; \quad (1)$$

где V – расход газа, м³/ч (для винодельческого завода «Массандра» расход составляет 4,7 м³/час (41000 м³/год)); Q_n^p – низшая теплота сгорания газа, МДж/м³; η – КПД котельных агрегатов (0,9).

Для определения низшей теплоты сгорания и плотности природного газа составляется таблица № 1, в которой содержатся характеристики природного газа Поворотного месторождения в республике Крым.

Низшая теплота сгорания сложного газа Q_n^p , МДж/м³, определяется по закону аддитивности

$$Q_n^p = \sum Q_{ni}^p \cdot r_i, \quad (2)$$

где Q_{ni}^p и r_i – соответственно низшая теплота сгорания, МДж/м³, и доля компонента газовой смеси.

Таблица № 1

Характеристики природного газа Поворотного месторождения

Компонент	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	N ₂ ⁺ ред.	CO ₂
Содержание, об. %	91,493	1,465	0,18	0,039	0,423	-	6,4
Низшая теплота сгорания Q_n^p , МДж/м ³	35,76	63,65	91,14	118,53	146,18	-	-
Плотность ρ , кг/м ³	0,712	1,356	2,004	2,702	3,457	1,251	1,997

$$Q_n^p = 0,01 \cdot (35,76 \cdot 91,493 + 63,65 \cdot 1,465 + 91,14 \cdot 0,18 + 118,53 \cdot 0,039 + 146,18 \cdot 0,423) = 34,38 \text{ МДж/м}^3.$$

Плотность газа ρ , кг/м³, определяется по формуле

$$\rho = \rho_i \cdot r_i, \quad (3)$$

где ρ_i – плотность, кг/м³, отдельного компонента газовой смеси.

$$\rho = 0,01 \cdot (0,712 \cdot 91,493 + 1,356 \cdot 1,465 + 2,004 \cdot 0,18 + 2,702 \cdot 0,039 + 3,457 \cdot 0,423 + 1,997 \cdot 6,4) = 0,82 \text{ кг/м}^3.$$

Тепловая мощность котельной, МВт:

$$Q = \frac{4,7 \cdot 34,38 \cdot 0,9}{3600} = 0,04 \text{ МВт.}$$

Для определения характеристик биогаза, полученного из отходов виноделия, создана таблица № 2.

Таблица № 2

Основные свойства и характеристики горения биогаза

Параметр	Значение
Содержание метана, % об.	65
Плотность при нормальных условиях, кг/м ³	1,15
Относительная плотность по воздуху	0,89
Низшая теплота сгорания, МДж/м ³	23,27
Высшая теплота сгорания МДж/м ³	25,87
Теоретический объем воздуха для горения, м ³ /м ³	6,19
Содержание CO ₂ в сухих продуктах сгорания, % об.	16,98
Нормальная скорость распространения пламени, см/с	22,45
Число Воббе, МДж/м ³ :	
низшее	24,62
высшее	27,37

Тепловая мощность котельной, кВт, при использовании биогаза определяется, исходя из следующих условий: низшая теплота сгорания биогаза $Q_{н.б.г.}^p = 23,27 \text{ МДж/м}^3$; часовой расход биогаза $V_{бг}=17,7\text{м}^3/\text{час}$.

$$Q = \frac{17,7 \cdot 23,27 \cdot 0,9}{3600} = 0,1 \text{ МВт};$$

Можно сделать вывод о том, что использование биогаза в 2,5 раза покрывает необходимую тепловую мощность котельной.

Необходимо оценить взаимозаменяемость природного газа и биогаза. Исходя из практических данных, газы являются взаимозаменяемыми при отсутствии нарушений нормальной работы газопотребляющих агрегатов, если число Воббе колеблется от 5% до 7% номинального значения.

Низшее число Воббе ($Wo_{н}$) характеризует тепловую мощность и аэродинамические параметры горелки при постоянном давлении и определяется из отношения теплоты сгорания к корню квадратному из относительной (по воздуху) плотности газа по следующему математическому уравнению [9]:

$$Wo_{н} = \frac{Q_{н}^p}{\sqrt{d}}; \quad (4)$$

где $Q_{н}^p$ - низшая теплота сгорания; d – относительная плотность газа по воздуху.

Для природного газа число Воббе:

$$Wo_{н п.г.} = \frac{34,38}{\sqrt{0,82/1,2}} = 41,59 \text{ МДж/м}^3;$$

Число Воббе для биогаза составляет (см. таблица № 2):

$$Wo_{н б.г.} = 24,62 \text{ МДж/м}^3.$$

Так как, число Воббе биогаза отличается от числа Воббе природного газа более чем на 7%, то можно сделать вывод о том, что эти два газа не взаимозаменяемы.

Если сжигать в горелке, рассчитанной на природный газ, биогаз, чья плотность и теплота сгорания отличается от природного газа, то наблюдается существенное изменение тепловой мощности и ухудшение условий работы горелки. В связи с этим необходимо изменить диаметр газового сопла горелки. Для горелок с принудительной подачей воздуха необходимо еще и обеспечить постоянное соотношение скорости газа и скорости воздуха.

Использование биогаза для производства электроэнергии целесообразно в том случае, когда после замены природного газа биогазом остаются излишки биогаза. Генерировать электроэнергию можно, применяя газопоршневые или газотурбинные электростанции [10].

Можно сделать вывод о том, что в данном способе использования биогаза полностью замещаются нужды природного газа для данной производственной площадки. Оставшийся биогаз можно использовать на дополнительные установки предприятия и для сушки гранулята при производстве удобрений.

Оставшиеся 0,06 МВт тепловой мощности целесообразно использовать в когенерационной установке для получения электроэнергии. Для производственной площадки винодельческого завода «Массандра» подбирается когенерационная установка мощностью 0,1 МВт. 0,04 МВт используется на тепловую энергию, 0,06 МВт – на электрическую.

Литература

1. Щукина Т. В. Биогаз-перспективы и возможности производства // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2012. – №. 1 (2). – С. 113-118.

2. Нга Н. Т. К вопросу применения биогазовых установок: организационно-технологическая модель // Наука и техника. – 2011. – №. 2. – С. 75-82.

3. Kára J., Pastorek Z., Mazancová J., Hanzliková I. New mixtures and technologies for biogas production at biogas plant of agricultural type processing livestock slurry // Research in Agricultural Engineering. – 2009. – Т. 55. – №. 2. – С. 62-68.

4. Benedette Cuffari, M.Sc. The Future of Biogas as a Renewable Energy Source. // Azo Cleantech URL: azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=1086.

5. Субботин В. А., Тюрин С. Т., Валуйко Г. Г. Физико-химические показатели вина и виноматериалов. – Рипол Классик, 1972. – 115 с.

6. Бойлс Д. Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки. пер. с англ. М.Ф. Пушкарева; под ред. Е. А. Бирюковой. // М.: Агропромиздат. – 1987. – 152 с.

7. Савон Д.Ю., Гассий В.В. Сценарий устойчивого развития Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1152.

8. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз: теория и практика // пер. с нем. - М.: Колос. – 1982. – 148 с.

9. Мариненко Е.Е. Основы получения и использования биотоплива для решения вопросов энергосбережения и охраны окружающей среды в жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве: Учебное пособие. - Волгоград: ВолгГАСА, 2003. – 100 с.

10. Фарков А.Г. Потенциал использования биогаза в регионах аграрной специализации // Инженерный вестник Дона. 2013. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1546.

References

1. Shchukina T. V. Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya. 2012. №. 1 (2). p. 113-118.



2. Nga N. T. Nauka i tekhnika. 2011 №. 2. p. 75-82.
3. Kára J., Pastorek Z., Mazancová J., Hanzliková I. New mixtures and technologies for biogas production at biogas plant of agricultural type processing livestock slurry. Research in Agricultural Engineering. 2009. T. 55. №. 2. p. 62-68.
4. Benedette Cuffari, M.Sc. The Future of Biogas as a Renewable Energy Source. Azo Cleantech URL: azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=1086.
5. Subbotin V. A., Tyurin S. T., Valuyko G. G. Fiziko-khimicheskie pokazateli vina i vinomaterialov [Physical and chemical indicators of wine and wine materials]. Ripol Klassik, 1972. 115 p.
6. Boyls D. Bioenergiya: tekhnologiya, termodinamika, izderzhki. M. Agropromizdat. 1987. 152 p.
7. Savon D.Yu., Gassiy V.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1152.
8. Baader V., Done E., Brennderfer M. Biogaz: teoriya i praktika M. Kolos. 1982. 148 p.
9. Marinenko E.E. Osnovy polucheniya i ispol'zovaniya biotopliva dlya resheniya voprosov energosberezheniya i okhrany okruzhayushchey sredy v zhilishchno-kommunal'nom i sel'skom khozyaystve [Fundamentals of obtaining and using biofuels to address issues of energy saving and environmental protection in housing and communal and agriculture]: Uchebnoe posobie. Volgograd: VolgGASA, 2003. 100 p.
10. Farkov A.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2013/1546.