

УДК 502.3:621.311.23

ВЛИЯНИЕ ВИДА ТОПЛИВА МИНИ-ТЭЦ НА ЭМИССИЮ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Филатов Д.А.

*ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, e-mail: PachurinGV@mail.ru*

Одной из проблем устойчивого развития человечества является вопрос эмиссии парниковых газов, постоянный рост которых может привести к необратимым последствиям на планете. Основным источником парниковых газов является энергетика, а конкретно, процесс сжигания топлива. Для внедрения мероприятий по энергосбережению и экологической безопасности предусматривается использование мини-ТЭЦ с различными видами двигателей. Основными достоинствами мини-ТЭЦ являются низкая стоимость вырабатываемой электроэнергии, тепла и холода, возможность быстрого строительства, быстрая окупаемость, низкий расход топлива, длительный ресурс эксплуатации оборудования, экологическая безопасность. В работе рассмотрены мини-ТЭЦ с дизельными, газопоршневыми и газотурбинными двигателями. В качестве топлива используются дизельное топливо, природный газ и биогаз. Установлено, что эмиссии парниковых газов дизельных, газопоршневых и газотурбинных двигателей практически прямо пропорциональна их мощности. Газотурбинные двигатели при одинаковой мощности выбрасывают парниковых газов больше, чем остальные двигатели. Газопоршневые установки на биогазе выбрасывают парниковых газов больше, чем при работе на природном газе.

Ключевые слова: энергетика, дизельные двигатели, газопоршневые двигатели, газотурбинные двигатели, мини-ТЭЦ, парниковые газы, биогаз, природный газ

IMPACT OF FUEL MINI CHP GREENHOUSE GAS EMISSIONS

Sosnina E.N., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Filatov D.A.

*FGBOU VPO «Novgorod State Technical University», R.E. Alekseev,
Nizhny Novgorod, e-mail: PachurinGV@mail.ru*

One of the challenges of sustainable human development is the issue of greenhouse gas emissions, the constant growth which can lead to irreversible damage to the planet. The main source of greenhouse gas emissions is energy, and specifically, the process of combustion. For introduction of energy saving and environmental security is provided the use of mini-CHP with different engines. The main advantages of CHP are: low cost of generated electricity, heat and cold, fast construction, quick payback, low fuel consumption, long service life of equipment, environmental safety. In this work the CHP with diesel, gas piston and turbine engines. The fuel is diesel fuel, natural gas and biogas. Found that the greenhouse gas emissions of diesel, gas engine and gas turbine engines is almost directly proportional to their capacity. Gas turbine engines with the same power emit more greenhouse gases than other engines. Gas piston units for biogas emit more greenhouse gases than for natural gas.

Keywords: energy, diesel engines, gas engines, gas turbines, CHP, greenhouse gas, biogas, natural gas

Современный климат на нашей планете формировался в течение многих миллионов лет. Однако за последние десятилетия человечество в результате своей деятельности серьезнейшим образом повлияло на условия своего собственного существования на планете. Техническая революция, увеличение объемов добычи и сжигания угля, нефти и газа привели к резкому увеличению выбросов в атмосферу углекислого газа и других парниковых газов, которые накапливались в ее верхних слоях, поглощая инфракрасное излучение, постепенно увеличивали температуру в отдельных частях земного шара. Поэтому одной из проблем устойчивого развития человечества является вопрос эмиссии парниковых газов, постоянный рост которых может привести к необратимым последствиям на планете.

Основным источником парниковых газов является энергетика, а конкретно, процесс сжигания топлива.

Комбинированное производство тепла и электроэнергии (когенерация) рассма-

тривается, как важнейшее мероприятие климатической политики. Для внедрения мероприятий по энергосбережению и экологической безопасности предусматривается использование мини-ТЭЦ с различными видами двигателей.

Основными достоинствами мини-ТЭЦ являются низкая стоимость вырабатываемой электроэнергии, тепла и холода, возможность быстрого строительства, быстрая окупаемость, низкий расход топлива, длительный ресурс эксплуатации оборудования, экологическая безопасность.

В данной работе были рассмотрены мини-ТЭЦ с дизельными, газопоршневыми и газотурбинными двигателями. В качестве топлива используется дизельное топливо, природный газ и биогаз.

Расчет парниковых газов был выполнен в соответствии с методикой «Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК», которые включают методологии по сжиганию топлива, промышленным про-

пессам, сельскохозяйственным почвам, изменению землепользования и лесному хозяйству, отходам. При расчете учитывались следующие парниковые газы: углекислый газ, закись азота и метан.

Дизельные электростанции

В данной работе были проведены исследования влияния мини-ТЭЦ с дизельными двигателями мощностью от 10 до 1000 кВт

различных российских заводов-производителей (Челябинский тракторный завод, Алтайский моторный завод, Уральский дизель-моторный завод) на парниковый эффект.

Исходными данными для расчета являлись паспортные данные двигателя, расход дизельного топлива. Паспортные данные дизельных двигателей приведены в табл. 1. Результаты расчета эмиссии парниковых газов представлены в табл. 2 и на рисунке.

Таблица 1

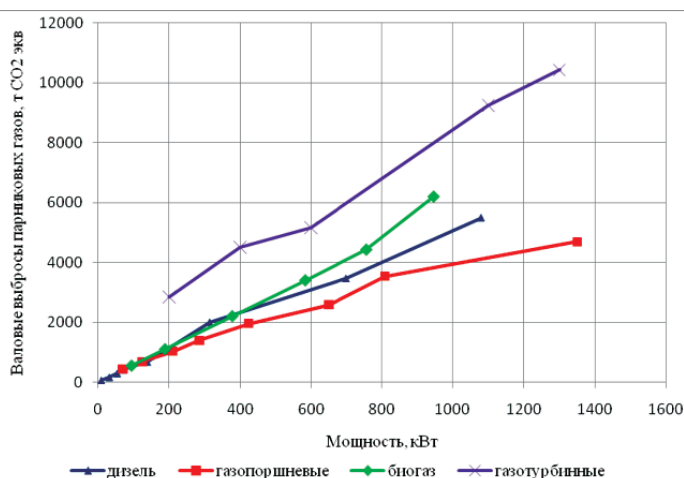
Паспортные данные дизельного двигателя

Производитель двигателей	Модель двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Расход топлива, т/год
Челябинский тракторный завод	B2Ч8,2/7,8	10,3	1500	23,1
Алтайский моторный завод	A-41-31	33	1500	63,8
	A-41-33	55	1500	105,8
	Д-440-33	73	1500	140,2
Уральский дизель-моторный завод	У1Д6-С5	139,7	1500	215,1
	И2-С6	315	1500	630,7
	6ДМ-21С	700	1500	1089,0
	8ДМ-21С	1080	1500	1724,0

Таблица 2

Сводная таблица по эмиссии парниковых газов

Мощность, кВт	Эмиссия парниковых газов, т/год			Эмиссия парниковых газов в пересчете на CO ₂ экв, т CO ₂ /год			Эмиссия парниковых газов в пересчете на CO ₂ экв, т CO ₂ /год
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	
10,3	73,4	0,001	0,002	73,4	0,2	0,04	74
33	172,5	0,002	0,006	172,5	0,5	0,12	173
55	302,7	0,003	0,009	302,7	0,9	0,19	304
73	423,1	0,004	0,012	423,1	1,1	0,25	424
139,7	682,9	0,006	0,019	682,9	1,7	0,39	685
315	2002,5	0,016	0,055	2002,5	5,1	1,15	2009
700	3457,6	0,028	0,094	3457,6	8,8	1,98	3468
1080	5473,7	0,045	0,149	5473,7	13,9	3,14	5491



Валовые выбросы парниковых газов в CO₂-экв в зависимости от мощности дизельных, газопоршневых и газотурбинных двигателей

Газопоршневые электростанции

Расчеты выбросов парниковых газов были выполнены для мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями Caterpillar мощностью от 70 до 1350 кВт.

Исходными данными для расчета являлись объем сжигаемого топлива, который

указан в паспортных данных двигателей. Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.

Результаты расчета эмиссии парниковых газов от мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями представлены в табл. 4. На рисунке показаны графические зависимости выбросов парниковых газов от мощности двигателя.

Таблица 3

Паспортные данные мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями Caterpillar

Модель	Мощность номинальная, кВт	Частота вращения, об/мин	Расход газа на 100%-й нагрузке, м ³ /ч	Расход газа, тыс м ³ /год
G3306 NA	70	1500	27,3	239
G3306 TA	125	1500	42,3	371
G3406	211	1500	64	561
G3408	285	1500	86	753
G3412	424	1500	121	1060
G3508	650	1500	160	1402
G3512	809	1500	219	1918
G3516	1350	1500	290	2540

Таблица 4

Сводная таблица по выбросам парниковых газов для мини-ТЭЦ

Мощность номинальная, кВт	Эмиссия парниковых газов, т/год			Эмиссия парниковых газов в пересчете на CO ₂ экв, т CO ₂ /год			Валовые выбросы, т CO ₂
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	
70	440,0	0,001	0,040	440,0	0,2	0,85	441
125	681,8	0,001	0,062	681,8	0,4	1,31	683
211	1031,5	0,002	0,094	1031,5	0,6	1,98	1034
285	1386,1	0,003	0,127	1386,1	0,8	2,67	1390
424	1950,2	0,004	0,179	1950,2	1,1	3,75	1955
650	2578,7	0,005	0,236	2578,7	1,5	4,96	2585
809	3529,7	0,006	0,323	3529,7	2,0	6,79	3538
1350	4674,0	0,009	0,428	4674,0	2,7	8,99	4686

Газотурбинные электростанции

Расчеты выбросов парниковых газов были выполнены для мини-ТЭЦ с газотурбинными двигателями Kawasaki Heavy Industries Ltd. мощностью от 200 до 1600 кВт.

Исходными данными для расчета являлся объем сжигаемого топлива, который указан в паспортных данных двигателей.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 5.

Таблица 5

Паспортные данные мини-ТЭЦ с газотурбинными двигателями Kawasaki

Модель	Мощность номинальная, кВт	Расход газа на 100%-й нагрузке, кг/ч	Расход газа тыс. м ³ /год
S1A-02	200	120	1541
S1T-02	400	190	2440
S2A-01	600	218	2800
M1A-01	1100	390	5009
M1A-13CC	1300	440	5652

Результаты расчета эмиссии парниковых газов от мини-ТЭЦ с газотурбинными двигателями представлены в табл. 6. На рисунке показаны графические зависимости выбросов парниковых газов от мощности двигателя.

Биогазовые установки

Расчеты выбросов парниковых газов были выполнены для мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями Caterpillar, работающими на биотопливе, которое получают из навоза. Исходными данными для расчета

являлся объем сжигаемого топлива, который указан в паспортных данных двигателей.

Был выполнен расчет следующих парниковых газов:

• CO₂, N₂O, CH₄, которые образуются в процессе сжигания биотоплива,

• CO₂, который является составной частью биогаза и без превращений выбрасывается в атмосферу.

Результаты расчета приведены в табл. 7 и на рисунке.

Таблица 6

Сводная таблица по выбросам парниковых газов для мини-ТЭЦ с газотурбинными двигателями Kawasaki

Мощность номинальная, кВт	Эмиссия парниковых газов, т/год			Эмиссия парниковых газов в пересчете на CO ₂ экв, т CO ₂ /год			Валовые выбросы, т CO ₂
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	
200	2836	0,0052	0,26	2836	1,6	5,5	2843
400	4490	0,0082	0,41	4490	2,6	8,6	4501
600	5152	0,0094	0,47	5152	2,9	9,9	5165
1100	9217	0,0169	0,84	9217	5,2	17,7	9240
1300	10398	0,0191	0,95	10398	5,9	20,0	10424

Таблица 7

Эмиссия парниковых газов при сжигании биогаза на мини-ТЭЦ с газопоршневыми двигателями

Мощность номинальная, кВт	Эмиссия парниковых газов, т/год			Эмиссия парниковых газов в пересчете на CO ₂ экв, т CO ₂ /год			Эмиссия парниковых газов при сжигании биогаза в пересчете на CO ₂ экв, т CO ₂ /год	Эмиссия CO ₂ из биогаза, т	Валовые выбросы, т CO ₂
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄			
95	414,2	0,001	0,038	414,2	0,2	0,80	415	135,9	551
189	828,3	0,002	0,076	828,3	0,5	1,59	830	271,8	1102
378	1656,7	0,003	0,152	1656,7	0,9	3,19	1661	543,6	2204
583	2556,0	0,005	0,234	2556,0	1,5	4,92	2562	838,7	3401
756	3313,3	0,067	0,364	3313,3	20,8	8,01	3342	1087,2	4429
945	4141,7	0,008	0,379	4141,7	2,4	7,97	4152	2048,9	6200

Проведенные исследования показали:

• дизельные, газопоршневые и газотурбинные установки являются источником парниковых газов;

• эмиссия парниковых газов дизельных, газопоршневых и газотурбинных двигателей практически прямо пропорциональна их мощности;

• газотурбинные двигатели при одинаковой мощности выбрасывают парниковых газов больше, чем остальные двигатели;

• газопоршневые установки на биогазе выбрасывают парниковых газов больше, чем при работе на природном газе из-за различного состава газа.

Список литературы

1. Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Соснина Е.Н., Шалухо А.В. Оценка эмиссии парниковых газов при использовании биотоплива // Экология и промышленность России. – 2012. – № 9. – С. 36–40.
2. Маслеева О.В., Петров А.А., Пачурин Г.В. Оценка парникового эффекта мини-ТЭЦ с различными двигателями // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 6 (Ч. 2). – С. 60–61.
3. Изменение климата, 2007 г. Обобщающий доклад. Доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата.
4. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации (Росгидромет, 2008).

5. Ефимов К.Л., Кашенко О.В., Косарикова Т.А. Меры по сокращению выбросов парниковых газов: опыт, возможности и проблемы на региональном уровне http://www.nice.nnov.ru/Ru/literat/J1_99/efim.htm (Дата обращения 02.13. 2013 г.).

References

1. Masleeva OV, Pachurin GV, Sosnina EN, Shaluhu AV. Assessment of greenhouse gas emissions by using biofuels. Ecology and Industry of Russia. 2012, no. 9. pp. 36–40.
2. Masleeva OV, AA Petrov, GV Pachurin Rating greenhouse CHP with different engines // Modern problems of science and education. 2009, no. 6 (part 2). pp. 60–61.
3. Climate change, the 2007 Synthesis Report. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
4. Assessment Report on climate change and its consequences in the Russian Federation (Roshydromet, 2008).
5. Efimov KL, Kaschenko OV TA Kosarikova Measures to reduce greenhouse gas emissions: experiences, opportunities and challenges at the regional level http://www.nice.nnov.ru/Ru/literat/J1_99/efim.htm. (Date of treatment 02.13. 2013).

Рецензенты:

Михаленко М.Г., д.т.н., профессор, декан ИФХФ, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ), г. Нижний Новгород;
 Лоскутов А.Б., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электроснабжение и электроэнергетика» (ЭСиЭ), Волжская государственная академия водного транспорта (ВГАВТ), г. Нижний Новгород.

Работа поступила в редакцию 18.03.2012