

УДК 504.3.054

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИ-ТЭЦ С ГАЗО-ПОРШНЕВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

© 2010 О.В. Маслеева, Т.И. Курагина, Г.В. Пачурин

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поступила в редакцию 14.12.2010

В работе на основе сравнения двух вариантов производства тепловой и электрической энергии показана экологическая целесообразность применения мини ТЭЦ с газо-поршневыми двигателями.

Ключевые слова: тепловая и электрическая энергия, окружающая среда, экология

Наибольшее влияние на окружающую среду оказывает теплоэнергетика, воздействуя на огромные территории, реки и озёра, громадные объёмы атмосферы и гидросферы Земли. Сжигание топлива – не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в природную среду загрязняющих веществ. Тепловые электростанции в наибольшей степени “ответственны” за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков.

Высокое содержание в атмосферном воздухе различных загрязнителей неблагоприятно сказывается на всем комплексе живой природы. Отрицательное влияние загрязнения атмосферы выражается в ухудшении здоровья людей и животных, снижении урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных. Воздействию вредных веществ подвержены лесные угодья. Загрязнение атмосферы влияет на коррозионные процессы строительных конструкций, ускорение износа зданий и оборудования.

Выбросы углекислого газа CO_2 не токсичны. Однако, CO_2 является одним из основных парниковых газов. Накопление парниковых газов в атмосфере в результате выбросов приводит к усилению парникового эффекта – глобальному потеплению Земли – одной из основных экологических проблем современности.

В настоящее время принята концепция использования наряду с электроэнергией, вырабатываемой на ТЭЦ РАО ЕЭС России, электроэнергии от собственных электрогенерирующих мощностей средней и малой мощности, вырабатываемых на Мини-ТЭЦ. Концепция направлена на реше-

ние нескольких задач: повышение управляемости электроэнергетикой, ослабление влияния монополиста РАО ЕЭС, снижение затрат на выработку электроэнергии, энергосбережение. Принятое направление соответствует закону об электроэнергетике.

Мини-ТЭС обладают рядом достоинств:

1 - малые потери при транспортировке тепловой и электрической энергии по сравнению с системами централизованного тепло и электро-снабжения;

2 - улучшение экономических показателей за счет выработки тепловой и электрической энергии;

3- повышение надежности теплоснабжения за счет собственного источника электроэнергии;

4 - более низкая себестоимость тепловой и электрической энергии по сравнению с централизованными источниками энергии, улучшение экологической обстановки.

Мини-ТЭЦ представляют собой электростанцию с комбинированным производством электроэнергии и тепла, расположенной в непосредственной близости от конечного потребителя. В качестве источника энергии в мини-ТЭЦ используются дизельные, газовые и газотурбинные двигатели.

Энергия, выделившаяся при сгорании топлива, в ДВС производит механическую работу и теплоту. Механическая работа на валу двигателя используется для выработки электроэнергии генератором электрического тока. Тепло отработавших газов и системы охлаждения двигателя служит для получения горячей воды или пара.

Наибольшей эффективностью, надежностью и универсальностью отличаются установки на основе газо-поршневых двигателей. Это вызвано, прежде всего, современными требованиями к экологической чистоте окружающей среды, а также к снижению эксплуатационных расходов на органическое топливо и доступностью его использования.

Для обеспечения предприятия тепло и электроэнергией возможно два варианта:

Маслеева Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры “Инженерная экология и охрана труда”.

Курагина Татьяна Игоревна, кандидат технических наук, доцент кафедры “Инженерная экология и охрана труда”.
Пачурин Герман Васильевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой “Инженерная экология и охрана труда”. E-mail: PachurinGV@mail.ru

1 - тепловую энергию получать от собственной котельной, электроэнергию от РАО ЕЭС;
2 - строительство собственной мини ТЭЦ.

При сжигании органического топлива в дымовых газах могут присутствовать оксиды серы, азота, углерода, твердые частицы.

1 ВАРИАНТ

1. Расчет загрязняющих веществ, образовавшихся при производстве тепловой энергии

В варианте 1 рассматриваются выбросы загрязняющих веществ, образующихся при сжигании топлива при получении тепловой энергии от котельной. Котельная работает на газовом топливе. Газ поступает по трубопроводу Тура-Пермь-Центр, низшая теплота сгорания 33,36 МДж/м³.

Потребности ОАО "Павловский автобус" в тепловой энергии составляют 26883 Гкал/год. Для выработки данного количества тепла котельная на газовом топливе, имеющая КПД=0,95, с учетом переводного коэффициента 0,134 Гкал/тыс.м³, должна сжигать в год 3792 тыс.м³ природного газа.

Расчет количественных выбросов вредных веществ в атмосферу от котельной выполнен на основании методик, согласованных органами Минздрава СССР и Госкомгидромета, ОНД-86, автоматическим методом в программном комплексе "Призма". Расчет выбросов от котлов производительностью до 30 т/ч выполнялся по "Методике определения выбросов загрязняющих

веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час", Москва, 1999.

Валовые и максимально-разовые выбросы загрязняющих веществ представлены в табл. 1.

2. Расчет загрязняющих веществ, образовавшихся при производстве электроэнергии

В первом варианте получение электроэнергии предусматривается от ОАО "Нижевоэнерго". Потребности ОАО "Павловский автобус" в электроэнергии составляют 28000 тыс. кВт·ч /год.

Согласно литературным данным средние величины удельных выбросов при производстве электроэнергии на ТЭС (топливо – уголь, мазут, природный газ), ГЭС, АЭС представлены в таблице 2. Твердые частицы и диоксид серы образуются при сжигании угля и мазута.

Валовые выбросы для производства электроэнергии в объеме 28000 тыс. кВт·ч представлены в табл. 3.

2 ВАРИАНТ

Расчет экологических показателей и характеристик мини-ТЭЦ, установленной на ОАО "Павловский автобус"

На мини-ТЭЦ установлены 4 газо-поршневых энергоблока мощностью 1 МВт каждый. Используемое топливо – природный газ. Теплоэнергоблоки предназначены для получения

Таблица 1. Выбросы вредных веществ при сжигании топлива для получения теплоэнергии от котельной

Загрязняющие вещества	Валовой выброс, (т/год)	Максимально разовый выброс (г/сек)
NO ₂	7,09	0,649
NO	1,16	0,105
CO	12,88	1,179

Таблица 2. Удельные выбросы при производстве электроэнергии

Загрязняющие вещества	Удельные выбросы, кг/тыс кВт час
Твердые частицы	1,5
Оксиды азота	1,3
Диоксид серы	2,25
Оксид углерода	0,3

Таблица 3. Валовые выбросы при производстве электроэнергии

Загрязняющие вещества	Удельные выбросы, кг/тыс кВт час	Валовой выброс, (т/год)
Твердые частицы	1,5	42
Диоксид серы	2,25	63
NO ₂	1,04	29,1
NO	0,17	4,8
Оксид углерода	0,3	8,4

Таблица 4. Технические характеристики газо-поршневого энергоблока

Производитель	Обозначение агрегата	Номин. электрич. мощность на валу двигателя, кВт	Часовой расход газа, нм.куб/ч	Габаринные размеры агрегата		
				Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
Caterpillar	G3516-TA(H)	1015,8	300,7	1710	1860	11800

Таблица 5. Характеристики продуктов сгорания

Обозначение агрегата	Выброс NO _x , мг/м.куб	Выброс CO, мг/м.куб	Содержание кислорода в сухих выхлопных газах, %	Расход выхлопных газов, м.куб/мин	Температура выхлопных газов, град С
G3516-TA(H)	500	650	8,1	193	449

электрической энергии, а так же для приготовления горячей воды на нужды отопления производственных помещений. Режим работы – 24 ч.

В табл. 4 приведены технические характеристики, в табл. 5 - экологические характеристики продуктов сгорания газо-поршневого агрегата марки Caterpillar SARL.

По ИСО 2533 результаты измерений выбросов вредных веществ должны быть приведены к стандартной концентрации свободного кислорода в отработавшем газе, равной 15 %. Значение выбросов компонента *i*, $EV_{i, 15, dry}$ рассчитывают по формуле:

$$EV_{i, 15, dry} = \varphi_{i, dry} (20,95 - 15) / (20,95 - \varphi_{O_2, dry}) \cdot (1)$$

$\varphi_{O_2, dry}$ – действительная концентрация свободного кислорода в этой пробе,

$\varphi_{i, dry}$ – концентрация компонента *i*, измеренная в “сухой” пробе отработавшего газа

Согласно табл. 5, содержание оксидов азота и оксида углерода в отходящих газах (при содержании кислорода 8,1%) составляет 500 мг/м³ по NO_x и 650 мг/м³ по CO. В пересчёте на O₂=15% это соответствует концентрациям 232 мг/м³ по NO_x и 301 мг/м³ по CO.

В связи с установленными отдельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе, суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие (с учетом различия в молекулярной массе этих веществ):

$$M_{NO_2} = 0,8M_{NO_x}, \quad (2)$$

$$M_{NO} = (1 - 0,8)M_{NO_x} \frac{\mu_{NO}}{\mu_{NO_2}} = 0,13M_{NO_x}, \quad (3)$$

где μ_{NO} и μ_{NO_2} - молекулярные массы NO и NO₂, равные 30 и 46 соответственно; 0,8 - коэффициент трансформации оксида азота в диоксид¹

С учетом этого содержание диоксида азота и оксида азота в отходящих газах составляет 185 мг/м³ по NO₂ и 30 мг/м³ по NO. Расход выхлопных газов, приведенный к нормальным условиям, составляет 73м³/мин.

Результаты расчета выбросов мини-ТЭЦ мощностью 4 МВт (4 газо-поршневых энергоблока мощностью 1 МВт каждый) представлены в табл. 6.

В табл. 7 приводятся данные по валовым выбросам загрязняющих веществ для двух вариантов теплоэлектроснабжения.

Сравнивая два варианта производства тепловой и электроэнергии для промышленного предприятия с экологической точки зрения можно сделать следующие выводы:

1. в выбросах мини ТЭЦ, работающих на газу, отсутствуют такие загрязняющие вещества как твердые частицы и оксиды серы, которые образуются при сжигании угля и мазута;
2. валовые выбросы оксидов азота при работе мини ТЭЦ сокращаются приблизительно в 1,5 раза;
3. валовые выбросы оксида углерода на мини-ТЭЦ можно уменьшить в несколько раз при использовании соответствующих способов очистки.

Таблица 6. Результаты расчета выбросов мини-ТЭЦ мощностью 4 МВт

Загрязняющие вещества	Концентрации в выхлопных газах, мг/м ³	Максимально разовый выброс для одного энергоблока, г/сек	Валовой выброс для одного энергоблока, т/год	Валовой выброс для мини ТЭЦ, т/год
Азота диоксид	185	0,225	5,67	22,7
Азота оксид	30	0,037	0,92	3,7
Оксид углерода	301	0,366	9,23	36,9

Таблица 7. Валовые выбросы при производстве тепловой и электрической энергии для двух вариантов

Загрязняющие вещества	1 вариант			2 вариант
	Валовой выброс от котельной(т/год)	Валовой выброс при производстве электроэнергии (т/год)	Всего: тепло + электроэнергия, (т/год)	Валовой выброс от мини ТЭЦ, т/год
Твердые частицы	-	42	42	-
Диоксид серы	-	63	63	-
NO ₂	7,1	29,1	36,2	22,7
NO	1,2	4,8	6,0	3,7
CO	12,9	8,4	21,3	36,9

INCREASING OF ECOLOGICAL COMPATIBILITY OF ENVIRONMENT AT THE EXPENSE OF APPLICATION MINI HEAT ELECTROSTATIONS WITH GAZO-PISTON ENGINES

© 2010 O.V. Masleeva, T.I. Kuragina, G.V. Pachurin

Nizhniy Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev

On the basis of comparison of two variants of manufacture of thermal and electric energy is shown ecological expediency of application мини thermal power station with gaz-piston engines.

Key words: thermal and electric energy, environment, ecology

Olga Masleeva, Candidate of Technical Science, Associate Professor of Department.

Tatyana Kuragina, Candidate of Technical Science, Associate Professor of Department.

German Pachurin, Doctor of Technical Science, Professor, Head of Department. E-mail: PachurinGV@mail.ru