

УДК 622

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Кирсанов Ю.И., студент гр. ТЭБ-132, 4 курс.

Научный руководитель: Сливной В.Н. к.т.н., доцент.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева, г. Кемерово.

Важнейшим, среди приоритетов современного развития промышленности, является повышение эффективности энергетических установок. Россия разворачивается лицом к проблеме энергосбережения и с этой целью разрабатывает реальную стратегическую политику повышения энергоэффективности. Государственная политика в области цен на энергоресурсы заключается в том, чтобы в перспективе сравнить внутренние и мировые цены на газ (увеличатся в 7 раз), нефть и нефтепродукты, электроэнергию и уголь (увеличатся в 2...4 раза). Это неизбежно приведет к дальнейшему повышению оплаты энергоресурсов. [2, 10, 6].

В области генерации тепловой энергии энергосберегающие мероприятия можно разделить на два основных направления: для котельных малой мощности (до 4 МВт), для котлов высокой мощности (свыше 4 МВт). Наибольшую долю в генерации тепловой энергии занимают небольшие водогрейные блочно-модульные котельные. Только на газовые котельные потери энергии весьма велики. По разным данным сжигаются 20 000 – 40 000 м³ газа за сезон на каждый МВт мощности котла. На сегодняшний день подавляющее большинство паровых и водогрейных котельных агрегатов, сжигающих природный газ, не оснащены установками, использующими скрытую теплоту парообразования водяных паров, это тепло теряется вместе с уходящими газами. [6]

Потеря теплоты с уходящими газами занимает основное место среди тепловых потерь котла и составляет 5-12 % вырабатываемой теплоты [1]. Дополнительно к этому может быть использована теплота конденсации водяных паров, которые образуются при сжигании топлива. Количество выделяемой теплоты при конденсации водяных паров зависит от вида топлива и находится в пределах от 3,8% для жидких топлив и до 11,2 % для газообразных (у метана) [1] и определяется как разность между высшей и низшей теплотой сгорания топлива.

Необходимость использования тепловых потерь котельной обуславливается вышеупомянутыми факторами. Для снижения теплового загрязнения окружающей среды предлагаются различные решения, позволяющие полезно использовать эту теплоту.

Одним из решений данного энергетического вопроса является внедрение двигателя Стирлинга в котельную установку.

Работает данная машина за счет теплового расширения газа, за которым следует сжатие газа после его охлаждения. Двигатель Стирлинга содержит некоторый постоянный объем рабочего газа, который перемещается между "холодной" частью (обычно комнатной температуры) и "горячей" частью. Нагрев производится снаружи, поэтому двигатель Стирлинга относят к двигателям внешнего сгорания [9]. Термический КПД равен КПД идеального цикла, т.е. цикла Карно и зависит лишь от температур горячего и холодного цилиндров. Конструкция двигателя относительно проста, он не требует дополнительных систем, таких как газораспределительный механизм и др. Он запускается самостоятельно и не нуждается в стартере. Его характеристики позволяют избавиться от коробки передач. Увеличенный ресурс, простота конструкции, отсутствие многих "нежных" агрегатов позволяет агрегату обеспечить небывалый для других двигателей ресурс в десятки и сотни тысяч часов непрерывной работы. Экономичность — в случае преобразования в электричество солнечной энергии двигатель Стирлинга иногда дают больший КПД (более 30 %), чем паровые машины и, тем более, солнечные батареи. По сравнению с ДВС городских автомобилей двигатели Стирлинга расходуют на 15-20% меньше топлива. Бесшумность (точнее — мал шумность) двигателя. Двигатель не имеет выхлопа, а значит — меньше шумит. Шумы при работе двигателя создают движущиеся части. Экологичность — сам по себе двигатель внешнего сгорания не имеет каких-то частей или процессов, которые могут способствовать загрязнению окружающей среды. Экологичность двигателя обусловлена, прежде всего, экологичностью источника тепла. Стоит также отметить, что обеспечить полноту сгорания топлива в двигателе внешнего сгорания проще, чем в двигателе внутреннего сгорания, так как в "стирлингах" процесс горения топлива происходит при постоянном давлении и достаточном количестве воздуха [9].

Рядом зарубежных фирм («Philips», «STM Inc.», «Daimler Benz», «Solo», «United Stirling») начато производство двигателей, технические характеристики которых уже сейчас превосходят ДВС и газотурбинные установки (ГТУ). Эти двигатели имеют эффективный КПД (до 45%), удельную массу от 3,8 до 1,2 кг/кВт, ресурс до 40 тыс. часов и мощность от 3 до 1200 кВт. Солнечные электростанции с применением двигателя Стирлинга давно используются на западе. В Калифорнии имеются две модульные солнечные электростанции мощностью 500 МВт, диаметром концентратора 15 м и мощностью двигателя Стирлинга 25 кВт. Каждая станция состоит из 20 тысяч таких модулей. Компания Viessmann выпускает газовый водогрейный котел со встроенным двигателем Стирлинга, электрическая мощность которого 0,6-1 кВт [9,12].

В настоящее время получают распространение когенерационные системы (рис.1) на основе паровой котельной установки [11] с использованием теплоты уходящих газов. Рассматриваемая система (рис.1) предназначена для одновременной выработки электроэнергии и тепла. Принцип действия системы заключается в том, что вырабатываемый пар из котла, под высоким давлением проходит через паровую турбину, где за счет вращения лопаток турбины производится механическая энергия, преобразуемая в электрическую электрогенератором.

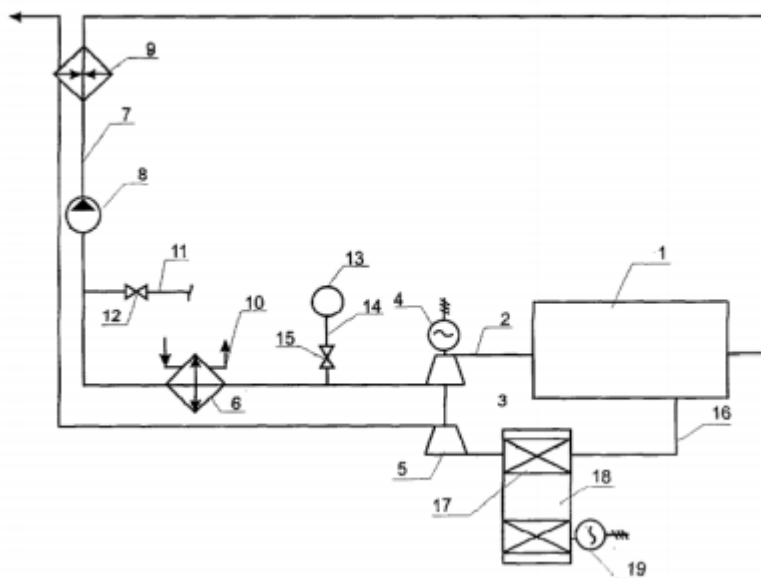


Рис. 1. Схема когенерационной системы: 1 – паровой котел; 2 – линия пара; 3 – турбина; 4 – электрогенератор; 5 – компрессор уходящих дымовых газов; 6 – конденсатор пара; 7 – линия конденсата; 8 – циркуляционный насос; 9 – теплообменник – подогреватель; 10 – система внешнего теплоснабжения; 11 – регулирующий клапан; 12 – регулировочный клапан; 13 – потребитель пара; 14 – линия; 15 – регулирующий клапан; 16 – дымоход; 17 – нагреватель; 18 – Двигатель Стирлинга; 19 – электрогенератор.

Отличительная особенность установки заключается в следующем: энергия дымовых газов на выходе из котла используется для работы двигателя Стирлинга, а энергия пара, срабатываемая в турбине, расходуется на работу привода компрессора для сжатия удаляемых дымовых газов после двигателя Стирлинга. Таким образом, параметры уходящих дымовых газов увеличиваются (давление и температура). После компрессора дымовые газы направляются в теплообменник-подогреватель, в котором за счет теплообмена с уходящими дымовыми газами происходит нагрев подпиточной воды и конденсата. Такая система имеет ряд преимуществ: автономность; достаточно высокая эффективность использования топлива; снижение затрат на передачу электрической энергии; размещение непосредственно у потребителя. Основные недостатки системы (рис. 1) заключаются в ограничении мощности, наличии установок с вращающимися

элементами с высокой величиной износа, необходимость привлечения высококвалифицированного персонала для обслуживания установки (рис. 1). Путем решения проблемы ограниченной мощности может служить установка нескольких когенерационных установок, в том числе резервных установок, которые будут обеспечивать бесперебойную и надежную работу системы. Остальные недостатки могут быть скомпенсированы преимуществами таких когенерационных систем [11].

Бесперебойная выработка электроэнергии за счет тепловых потерь обеспечивает надежную и экономичную работу котельной. Применение двигателя Стирлинга имеет большие перспективы как в малой энергетике, так и на крупных станциях.

Список литературы

1. Аронов И.З. Использование тепла уходящих газов газифицированных котельных. – М.: «Энергия», 1967. – 192 с.
2. Постановление Правительства Российской Федерации «О ценообразовании в отношении электрической и тепловой энергии в Российской Федерации» от 26.02.2004 №109 (с изм., внесенными ФЗ от 05.04.2010 №216). // Российская газета. - № 3422. - 2004.
3. Уокер Г., Двигатели Стирлинга / STIRLING ENGINES, изд «Машиностроение» 1985 г, 410 с.
5. Аванесов В. М., Яковлев Ю. С., Самуйлова Т. Р., Головков С. В. Энергосбережение в России: мнения, комментарии, факты // Энергобезопасность и энергосбережение. 2009. №1. – 6 с.
6. Проект Государственной программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности на период до 2020 года на период до 2020 года. - М.: Энергосовет №4. - 2009. - 14 с.
7. Кудинов А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 139 с.
8. Аронов И.З. Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа – 2 – е изд., перераб. и доп. – Л. : Недра, 1990. – 280 с.
9. Грэхем Томас Ридер, Чарльз Хупер, ДВИГАТЕЛИ СТИРЛИНГА, 1986 г, 453 с.
10. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. - М.: Приор, 2003. - С.26.
11. Котельная установка: пат. 2334913 Рос. Федерация. № 2007106471/06; заявл. 20.02.2007; опубл. 20.02.2007, Бюл. № 27. – 6 с.

12. Viessmann vitotwin, каталог товаров, VIESSMANN GROUP, 2014 г.,
12 с.