УДК 621.18

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ И КОММУНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Шемякин В.Н., Хоменок Л.А.

ОАО «Научно производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

На основе краткого анализа современного состояния энергетики делается вывод о необходимости серьезного развития малой распределительной энергетики (МРЭ) на основе применения более совершенных котельно-топочного оборудования и схем генерации энергии. В этом направлении рассмотрена схема котла с циркулирующим слоем применительно к производительностям малой и средней энергетики и некоторые схемы ТЭЦ (ТЭС) малой мощности.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы одной из доминирующих тенденций в развитии глобальной энергетики стал быстрый рост сектора малой распределительной энергетики (МРЭ), ориентированной на тепло- и энергосбережение локальных потребителей за счет использования доступных местных энергоносителей, в том числе и возобновляемых.

В условиях многократного увеличения цен на топливо функционирование мощных ГРЭС, вырабатывающих электроэнергию с КПД 35-37% в конденсационном режиме (без отпуска товарной теплоэнергии), стало весьма обременительным для экономики. Выбрасывание в буквальном смысле на ветер 2/3 топлива становится слишком дорогой платой за возможность централизованного электроснабжения удаленных потребителей. При этом теплоснабжение этих удаленных потребителей осуществляется за счет производства тепла локальными котельными, которые, в свою очередь, являются потребителями дорогой покупной электроэнергии.

Решение проблемы устойчивого и эффективного тепло- и энергосбережения удаленных территорий и локальных потребителей традиционным путем строительства мощных районных ТЭС и многокилометровых ЛЭП нерационально по двум причинам. Во-первых, это требует огромных инвестиций. Во-вторых, стоимость электроэнергии в этом случае станет существенным ограничителем конкурентоспособности локальных предприятий-потребителей и отдаленных регионов и сделает такую электрификацию бессмысленной. «Большая» энергетика, основой которой являются мощные ТЭС, не в состоянии обеспечить эффективное тепло- и энергоснабжение рассредоточенных локальных потребителей, а также отдельных регионов по причине невозможности передачи тепловой энергии на большие расстояния. В этом случае, дорогое топливо, становится радикальным фактором снижения эффективности.

Кроме того, целесообразность передачи электрической и тепловой энергии на большие расстояния в настоящее время стала выглядеть не столь очевидным решением, так как доля сетевой составляющей в тарифе на электроэнергию в 2010г. уже превысила 50% (в среднем по России). Доля транспортных затрат стоимости твердого топлива и потери тепла в сетях такие же – около 50%.

В целом в России стоимость электроэнергии «большой» энергетики с 2000 по 2010 г. выросла в 5 раз. В значительной степени централизованная энергетика работает на обеспечение собственных нужд, поскольку 30% производи-

мой в России электроэнергии расходуется на собственные нужды электростанций, других предприятий топливно-энергетического комплекса, потери в сетях. Для сравнения аналогичный показатель для стран ЕС составляет 14,4%, США 13,9%.

Ситуация в малой децентрализованной энергетике, существование которой всегда рассматривалась как временное явление, выглядит в целом ничуть не лучше. Небольшие ТЭС и котельные, спроектированные в условиях низких цен на энергоносители, были рассчитаны на определенное так называемое «проектное» топливо, которое часто завозится из достаточно отдаленных мест его производства. Увеличение стоимости этого топлива в сочетании с не меньшим ростом транспортных издержек, а также более низкий, чем в «большой» энергетике технический уровень оборудования (моральный и физический износ оценивается в 50-70%) и эксплуатации привели к еще более драматическому росту стоимости энергии, производимой малыми локальными ТЭС и котельными.

РАЗВИТИЕ МАЛОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (МРЭ)

Выходом из этой ситуации является МРЭ, ориентированная на использование местных видов дешевых топлив и базирующаяся на современных технологиях комбинированного производства электричества и тепла (когенерация).

Техническими проблемами в реализации данного направления в энергетике являются:

- топливная проблема – освоение наиболее эффективных способов использования местных низкосортных твердых топлив (прямое сжигание и газификация) в котлах малой и средней мощности;
- энергетическая проблема – внедрение наиболее экономичных и экологически чистых схем генерации энергии.

По первой проблеме (топливной).

Прежде всего требуется изменить сложившийся стереотип – рассмотрение малой энергетики как второстепенного, замыкающего звена энергетики. Надо иметь в виду, что до 30% топливного баланса приходится на эту область энергетики, что от успешного ее функционирования непосредственно зависит уровень и стоимость коммунальных услуг, расботоспособность и конкурентноспособность многих локальных объектов промышленности, сельского хозяйства, военных ведомств, малого и среднего бизнеса.

В этом плане, очевидно, необходимо напомнить о целесообразности увеличения снабжения малой энергетики кондиционированными топливами в зависимости от их вида и топочного устройства.

Это серьезная работа по увеличению объема обогащения и классификации углей (в развитых странах уровень обогащения достигает 80-ти и более процентов).

В реальных условиях необходимо совершенствование существующего или создание нового котельно-топочного оборудования.

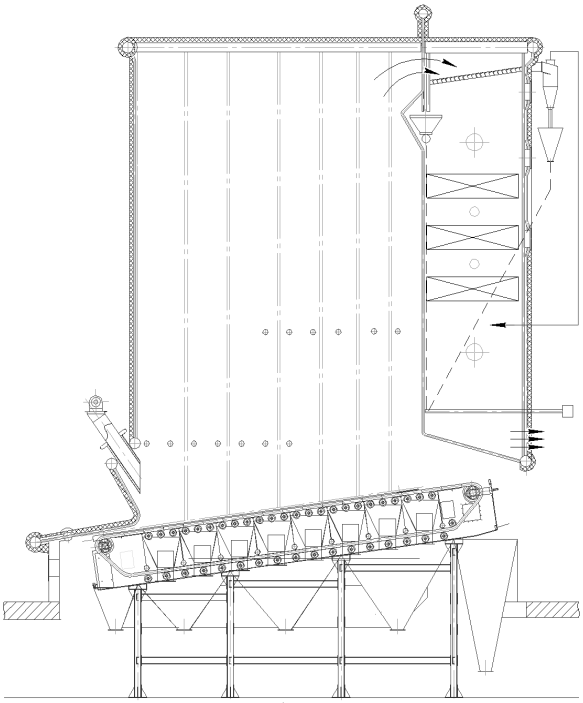


Рис.1 Котел с циркулирующим кипящим слоем.

В настоящее время в малой энергетике находится в эксплуатации, как правило, оборудование пятидесяти и более лет давности разработок (паровые котлы Белгородского и Бийского заводов, водогрейные котлы Дорогобужского завода, механические топки Кусинского машзавода). Эксплуатационные показатели этого

оборудования как экономические и экологические, так и надежностные, как правило, не удовлетворяют современным требованиям.

Одним из вариантов повышения уровня котельно-топочного оборудования представляется создание котлов с технологией сжигания углей в циркулирующем кипящем слое. На рис.1 представлена схема водогрейного котла тепловой мощностью ~ 30 МВт с топкой циркулирующего кипящего слоя.

Отличительные особенности этого котла:

- применение в качестве топочного устройства топки высокотемпературного кипящего слоя;

- двухступенчатая система горячей очистки газов на базе швеллерковых и жалюзийных уловителей. Т.е в конструкции котла объединены два отдельно отработанных решения, известных сравнительно давно.

Основные преимущетсва котлов с топками высокотемпературного кипящего слоя (ВТКС):

1. Уинверсальность по топливу:

- возможность сжигания различных топлив (от антрацитов до бурых углей и сланцев, а в смеси с углем различных отходов и топлив биологического происхождения: фрезерный торф, древесные и сельскохозяйственные отходы).

- отсутствует в котлах с традиционными слоевыми топками.

2. Малые габариты и вес топки ВТКС, примерно, в 5 (пять) раз меньше традиционных слоевых топок.

3. Коэффициент полезного действия не менее 87-89%.

4. Высокие эксплуатационные качества:

- диапазон регулирования от 20 до 100%, против 30-100% в котлах с традиционными слоевыми топками;

- быстрый выход на номинальные параметры (30-60 мин.) – более 1 ч. у котлов с традиционными слоевыми топками;

- высокая маневренность при изменении нагрузки (меньшая инерционность топок);

- большая надежность (из-за замены чугунных колосников стальными).

5. Лушчие экологические показатели:

- выбросы оксилов азота: 200-400 мг/м^3, против 400-500 м^3/м^3;

- возможность снижения выбросов оксидов серы топочными мероприятиями (отсутствует в котлах с традиционными слоевыми топками).

Известны успешные применения швеллерковых (Бабкок – Вилькокс, США) и жалюзийных (СССР) уловителей. Применение последних ограничивалось износом жалюзей и необходимостью установки дополнительного отсосного вентилятора. Последний можно исключить при сопротивлениях газового тракта после жалюзийной решетки более 300-500 Па, сбросив газы из отсосного вентилятора в тракт с меньшим сопротивлением.

Совокупность указанных выше решений позволяет создать котлы с циркулирующим слоем сравнительно небольших мощностей (≥ 10 МВт), со всеми преимуществами циркулирующего слоя, прежде всего высокая эффективность снижения вредных газообразных выбросов.

По второй проблеме (энергетической).

В части схем генерации энергии могут и должны рассматриваться в зависимости от требований заказчика, мощностей различные схемы.

Наиболее готовым к демонстрации возможностей мини-ТЭЦ малой мощности на местных низкосортных топливах представляется модуль с энергетическим блоком на базе паротурбинной установки.

Следует иметь в виду, что реконструкция существующих котлов или создание новых на необходимые для турбины параметрах процесс несравненно более легкий, чем создание новой турбины.

Результатом работ ОАО «НПО ЦКТИ» в направлении создания турбин малой мощности стали семейство паровых вихревых турбин типа ПВТ (по принципу турбин Терри), представленных на рис.2.

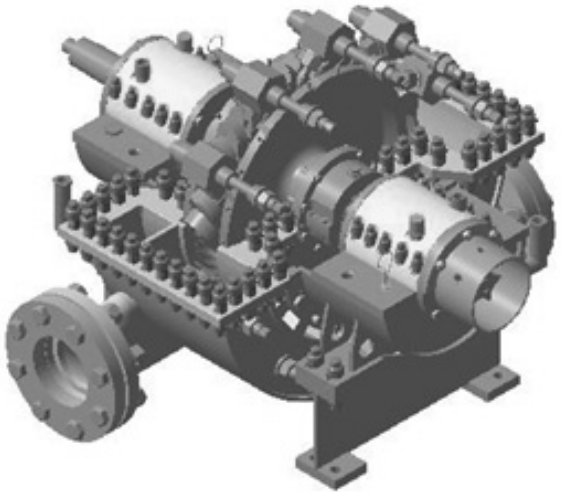


Рис.2 Вихревая турбина.

В зависимости от геометрии диска различают четыре исполнения турбины с соответству-

ющими изменениями мощности 50 – 1000 кВт при противодалении 0,1 – 0,3 МПа.

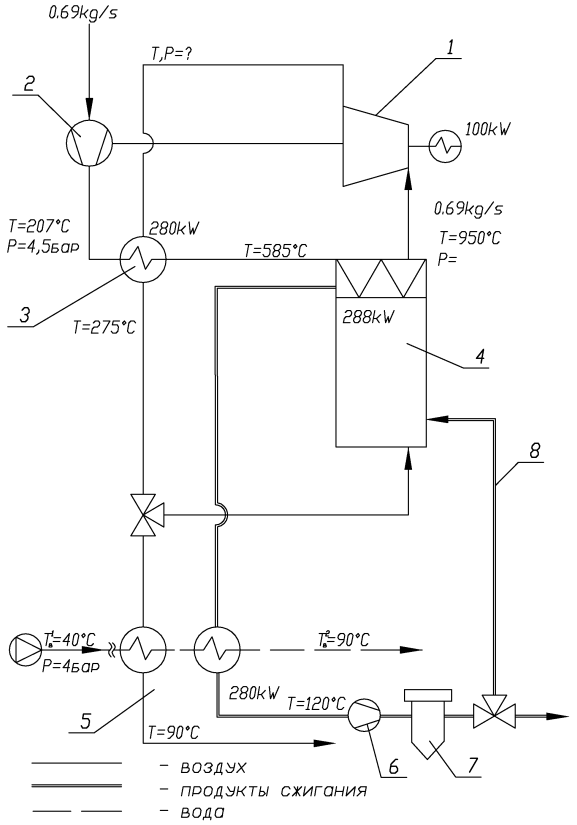


Рис.3 Схема микро-ТЭЦ мощностью 100 кВт: 1 – турбина; 2 – компрессор; 3 – рекуператор; 4 – теплогенератор; 5 – котел-утилизатор; 6 – дымосос; 7 – циклон; 8 – тракт рециркуляции

Возможны также идентичные исполнения паровых вихревых турбин на давления свежего насыщенного или слабо перегретого пара (t = 220, 250, 350°C) в диапазоне 2,1 – 3,5 МПа при противодавлениях 0,1 – 0,7 МПа. Мощность ПВТ при том же конструктивном исполнении соответственно возрастает в 1,5 – 2,5 раза. При работе с конденсатором эффективность работы ПВТ по мощности увеличивается и удельный расход пара составляет величину от 12 до 15 кг/кВт·ч в зависимости от степени расширения пара.

Возможны схемы газотурбинных установок и газо-поршневых установок с котлами утилизаторами. Эти установки требуют решения проблемы создания газогенераторов с соответствующей силовому оборудованию очисткой газов.

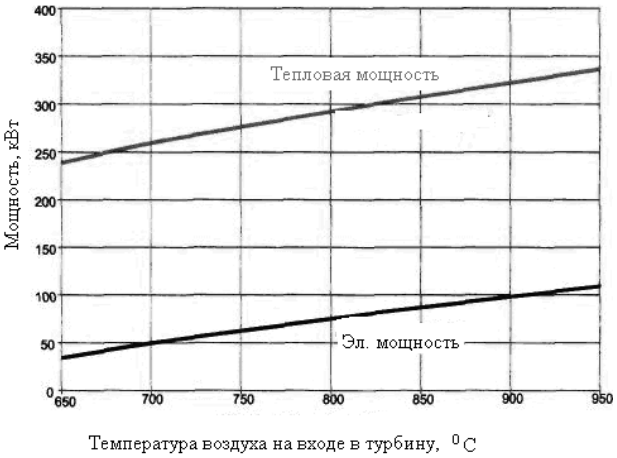


Рис.4 Основные характеристики установки.

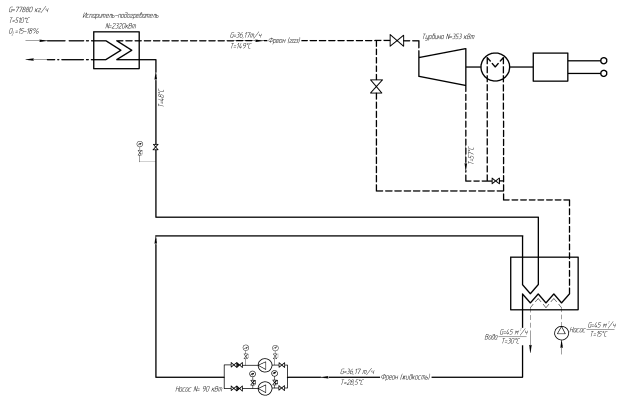


Рис.5 Схема установки.

Альтернативой этим схемам может служить мини- (микро-)ТЭЦ с воздушной турбиной. На рис.3 показана схема микро-ТЭЦ мощностью 100 кВт, на рис. 4 – основные характеристики этой установки.

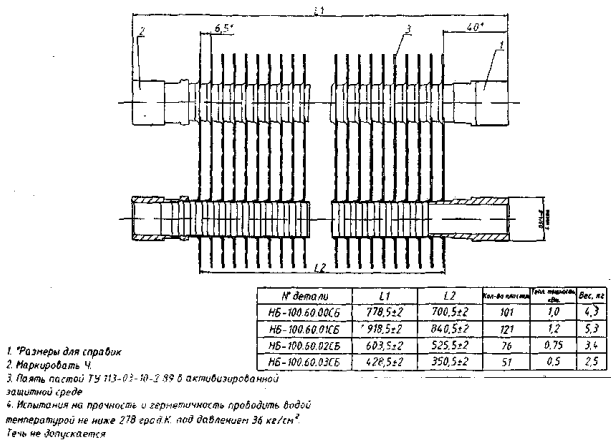
Для случаев, когда утилизация тепла выхлопных газов в виде тепловой энергии малоэффективна, а выработка электрической энергии даже в небольшом количестве целесообразна и оправдана экономически рекомендуются схемы на основе цикла Ренкина с низкокипящим рабочим телом – органическим теплоносителем.

Была рассмотрена схема микро-ТЭЦ электрической мощностью 330 кВт, в которой в качестве рабочего тела использовался фреон 245fa – наиболее перспективное по экологическим и надежностным показателям на сегодняшний день вещество.

На рисунке 5 показана схема этой установки, а на рисунке 6 представлен элемент оребренной поверхности, примененной в теплообменных установках.

В настоящее время начаты разработки демонстрационного модуля, состоящего из двух самостоятельных блоков: котельного и энергетического.

Оба блока имеют вариантные решения, комбинация их может обеспечить различные схемные решения по мини- (микро-) ТЭЦ. При этом каждый блок может рассматриваться как отдельное изделие – «котельная установка», «энергетическая установка».



№ детали	L1	L2	Кол-во ребер	Пов. поверхность м²	Вес, кг
НБ-100.60.00СБ	778,5±2	700,5±2	101	1,0	4,3
НБ-100.60.01СБ	918,5±2	840,5±2	121	1,2	5,3
НБ-100.60.02СБ	603,5±2	525,5±2	76	0,75	3,4
НБ-100.60.03СБ	428,5±2	350,5±2	51	0,5	2,5

Рис.6 Элемент оребренной поверхности, примененной в теплообменных установках.

ВЫВОДЫ

Ситуация в энергетике требует серьезного развития малой распределительной энергетики.

Целесообразно создание котлов небольшой мощности (≥10 МВт) с циркулирующим кипящим слоем. В зависимости от условий и требований локальных потребителей тепловой и электрической энергии необходима оптимизация тепловых схем и схем генерации энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник научных трудов «Котельно-топочное оборудование промышленной и коммунальной энергетики» // Под общей редакцией к.т.н. В.Е. Михайлова, В.Н. Шемякина, ОАО «НПО ЦКТИ», – 2009. – С.176
2. Патент на полезную модель №116968 «Котел с циркулирующим кипящим слоем» // Шемякин В.Н., МПК F23C 10/00 (2006/01), RU 116968 U1, 10.06.2012.