

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУН Институт систем
энергетики им. Л.А. Мелентьева
Сибирского отделения
Российской академии наук,
чл.-корр. РАН, заслуженный
деяТЕЛЬ науки РФ
Стенников Валерий Алексеевич

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБУН Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН) на диссертацию Марасанова Никиты Владимировича "Комбинированная тепловая электростанция на основе сочетания циклов Отто и Ренкина", представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Актуальность темы диссертации.

В настоящее время во многих странах, в том числе и в РФ достаточно широкое распространение получили газопоршневые установки (ГПУ), сжигающие различные виды газообразного топлива (природный газ, попутный газ, выделяющийся из нефти при её добыче, горючие продувочные газы различных химических производств и др.). ГПУ работают по термодинамическому циклу Отто, в котором подвод и отвод тепла осуществляется при постоянном объёме. Эти установки имеют высокий КПД, достаточно низкие капиталовложения и хорошие показатели надёжности. Вследствие этого они являются эффективными источниками электроэнергии для автономных систем электроснабжения, систем распределённой генерации и других систем электроснабжения. Кроме того, данные установки могут использоваться в системах теплоснабжения за счёт утилизации тепла, отводимого из систем охлаждения и тепла уходящих газов.

Вместе с тем ГПУ имеют существенный потенциал увеличения производства электроэнергии за счёт роста КПД при утилизации тепла, отводимого от установки, который в настоящее время практически не

используется. Реализации данного потенциала посвящена диссертационная работа Н.В. Марасанова, что и определяет её актуальность.

Диссертационная работа Н.В. Марасанова включает введение, четыре главы, заключение, список литературы (106 наименований) и одно приложение. Общий объем диссертации 156 страниц.

Во введении сформулированы положения, выносимые на защиту, новизна работы, её значимость, используемые методы, личный вклад диссертанта.

В первой главе показан путь развития ДВС, способы повышения их энергетических и экономических показателей. Сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе представлена разработка технологии сочетания циклов Отто и Ренкина, предназначенная для повышения КПД и электрической выработки путём утилизации теплоты выхлопных газов ГПУ в паросиловом контуре, и даются рекомендации по выбору основного оборудования.

В третьей главе приведены результаты исследования вариантов реализации комбинированной ТЭС на базе циклов Отто и Ренкина, различающихся между собой конструктивом паровых двигателей, используемым рабочим телом и конфигурацией первичных двигателей – ГПУ.

Четвертая глава посвящена оценке экономических показателей комбинированных энергоустановок: расходов топлива, капиталовложений, эксплуатационных затрат, себестоимости отпускаемой электроэнергии и эффективности инвестиций.

В заключении представлены выводы по работе.

Научная новизна диссертации Н.В. Марасанова состоит в следующем.

- Разработан методический подход к оценке энергетической и экономической эффективности вариантов утилизации сбросного тепла ГПУ, включающий расчёт технологической схемы установки, конструкторский расчёт отдельных её элементов расчёт капиталовложений и показателей экономической эффективности.

- Рассмотрен достаточно широкий набор вариантов утилизации сбросного тепла ГПУ за счёт использования цикла Ренкина, в качестве рабочего тела у которого выступает водяной пар или фреон. При этом в роли источника механической энергии в цикле Ренкина рассматриваются многоступенчатая паровая турбина, одноступенчатая трёхвенечная паровая турбина и паровинтовая машина. При этом диссертант разработал технологические схемы и выполнил весьма подробные технические расчёты каждого сопоставляемого варианта, что позволило ему провести обоснованное определение капиталовложений и критериев экономической эффективности вариантов.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в детальной проработке предлагаемых вариантов, что является надёжной основой для их дальнейшего технического проектирования.

Достоверность вынесенных на защиту результатов исследований подтверждается корректным применением фундаментальных законов термодинамики и теплообмена, апробированных методов расчёта основного оборудования утилизационной части ГПУ и экономических характеристик установки.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.14.14 – «Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты»:

-п. 2. Исследование процессов, протекающих в агрегатах, системах и общем цикле тепловых электростанций;

-п. 3. Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий производства электрической энергии;

-п. 4. Разработка конструкций теплового и вспомогательного оборудования.

Замечания по диссертационной работе Н.В. Марасанова.

1. Среди элементов научной новизны указана разработка технологической схемы утилизации тепла уходящих газов ГПУ с целью дополнительной выработки электроэнергии и повышения топливной эффективности. При этом недостаточно внимания уделено особенностям данной схемы и её отличию от схемы утилизационных частей парогазовых установок.

2. Для некоторых используемых при расчёте паровой турбины выражений следовало бы указать ссылки на первоисточники. Это относится к выражениям 2.63 (коэффициент полезного действия одновенечной регулируемой ступени), 2.64 (коэффициент полезного действия отсека турбины), 2.69 (потери с выходной скоростью), 2.77 (относительная потеря от влажности пара).

3. В работе рассматриваются паровые турбины (лопаточного типа, по терминологии автора) малой мощности с числом оборотов 3000 об/мин. Как известно, при малых мощностях турбин и малых диаметрах турбинных ступеней более эффективны высокооборотные турбины с числом оборотов 5000 – 8000 об/мин. Ранее между такой турбиной и синхронным генератором устанавливался понижающий редуктор. В настоящее время такой редуктор не требуется. Генератор может вырабатывать переменный ток высокой частоты, который средствами силовой электроники (как это делается в газовых микротурбинах) преобразуется в переменный ток с частотой 50 Гц. На такой вариант паровой турбины автору целесообразно было бы обратить внимание.

4. В соответствии с методикой автора ряд параметров, определяющих стоимость и энергетическую эффективность утилизационной части комбинированной установки (концевые температурные напоры перегревательной, испарительной и экономайзерной частей котла-утилизатора, давление острого пара, давление пара на входе в конденсатор и др.) задаются исходя из опыта конструирования таких установок, а не

оптимизируются по критериям экономической эффективности. Это не позволяет оценить влияние соотношения цены топлива к ценам оборудования на оптимальные решения.

5. На рис 4.10 (Дисконтированные денежные потоки для комбинированных энергоустановок на базе цикла Отто и Ренкина) целесообразно было бы показать денежный поток для варианта ГПУ без утилизации сбросного тепла. Отсутствие этого потока не позволяет в полной мере оценить эффективность вариантов с утилизацией тепла.

Заключение

Приведенные замечания к работе Н.В. Марасанова не снижают её научной ценности и практической значимости. Диссертация соответствует пунктам 2-4 паспорта специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты. Автореферат диссертации дает хорошее представление о работе, а публикации автора в должной мере отражают её содержание. Всего по теме диссертации опубликовано 13 работ, среди которых 2 в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Диссертационная работа Н.В. Марасанова представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, соответствующую пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная проблема повышения энергетической и экономической эффективности газопоршневых установок, имеющая существенное значение для энергетики РФ. Диссертационная работа «Комбинированная тепловая электростанция на основе сочетания циклов Отто и Ренкина» отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Н.В. Марасанов заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.14 – Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты.

Отзыв обсуждён и одобрен на семинаре отдела теплосиловых систем 19 мая 2022 г., протокол №5.

Заведующий отделом теплосиловых систем
Института систем энергетики
им. Л.А. Мелентьева СО РАН.

доктор технических наук
заслуженный деятель науки

Клер Александр Матвеевич

Адрес: 664033, Иркутск
Служебный телефон
Электронная почта

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения
Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН).

Поместил в совет 25.05.2022.

Учёный секретарь ДС Ву Юрченко А.В.

С отзывом ознакомлен 25.05.2022

Матвеев А.М.