



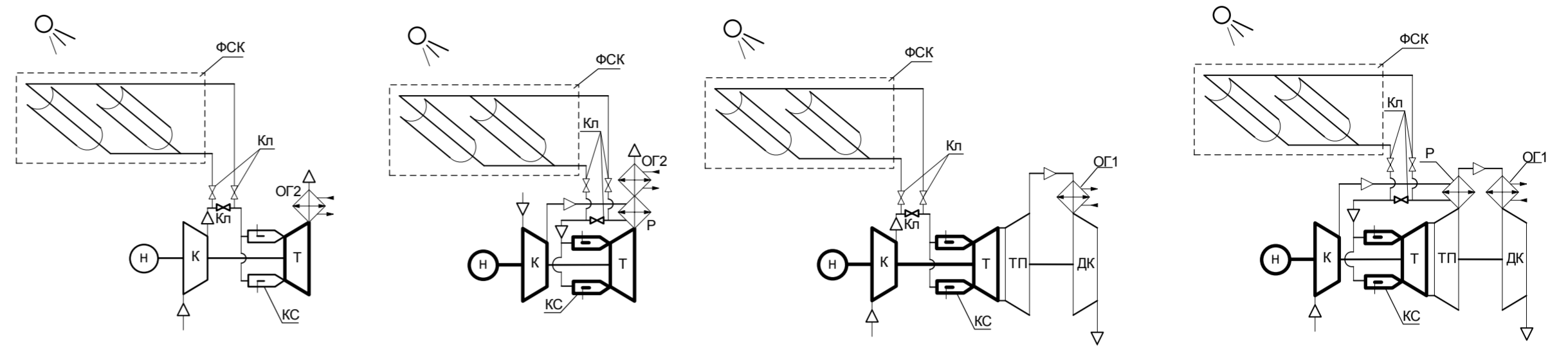
Характеристики гибридных солнечных микрогазотурбинных установок при работе на частичных нагрузках

Введение

Гибридные солнечные микрогазотурбинные установки по сравнению с установками на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) имеют следующие преимущества:

1. Могут обеспечить устойчивое и постоянное снабжение объекта энергией требуемого качества в необходимом количестве.
 2. Не требуется аккумулирования энергии, вырабатываемой ВИЭ.
 3. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии.
 4. Возможность гибкого регулирования рабочего процесса микрогазотурбинных двигателей (МГТД) за счет перераспределения потоков энергии внутри цикла (с помощью регулируемого соплового аппарата или байпасирования циклового воздуха мимо регенератора при его наличии) для изменения соотношения выходной тепловой и электрической энергии в зависимости от потребностей локального объекта (потребителя).
 5. Повышение экономичности базовой установки за счет использования ВИЭ.
 6. Более низкая удельная стоимость по сравнению с ВИЭ.
- Включение фокусирующего солнечного коллектора (ФСК) в состав микрогазотурбинных двигателей обеспечивает повышение среднегодового коэффициента использования топлива на 10...12 % в зависимости от климатических условий (от умеренных до тропических).

Базовые схемы гибридных солнечных МГТУ



При работе на частичных нагрузках оценить топливную экономичность гибридной солнечной МГТУ можно с помощью текущего относительного расхода топлива, представляющего собой отношение теплоты, полученной от сжигания топлива к общей теплоте цикла. Относительный расход топлива, который определяется зависимостью:

$$\xi = \frac{Q_{fi}}{Q_{fi} + Q_{ФСКи}} \quad \xi_0 = \frac{Q_{fi0}}{Q_{fi0} + Q_{ФСКи}}$$

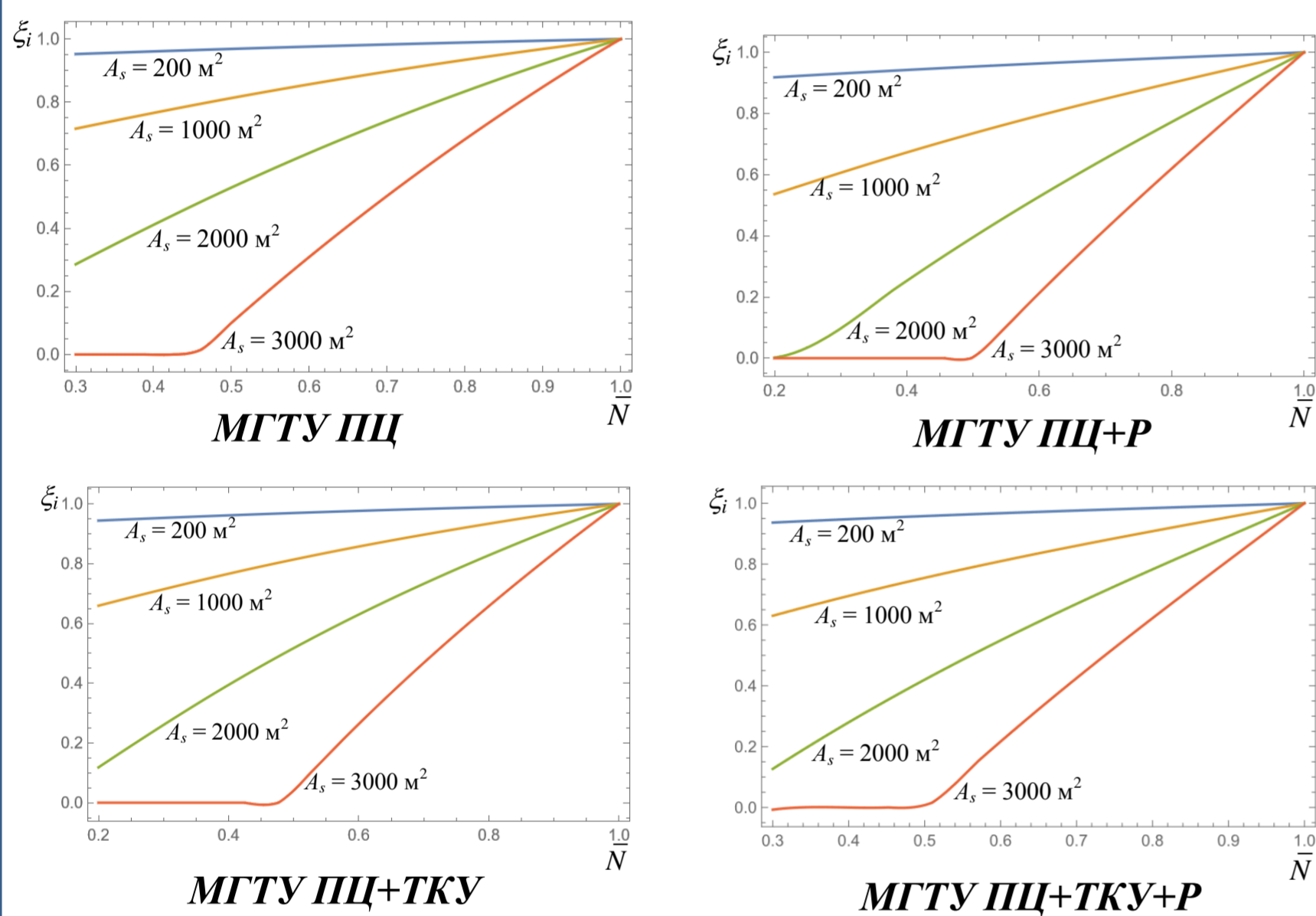
где Q_{fi} – тепловая мощность, полученная при сгорании топлива в гибридной солнечной МГТУ для i -го солнечного часа, кВт; $Q_{ФСКи}$ – тепловая мощность, полученная в ФСК для i -го солнечного часа, кВт; Q_{fi0} – тепловая мощность, полученная при сгорании топлива в гибридной солнечной МГТУ для i -го солнечного часа при номинальной мощности МГТД, кВт.

Относительный расход топлива представляет собой отношение:

$$\xi_i = \frac{\xi}{\xi_0}$$

РЕЗУЛЬТАТЫ

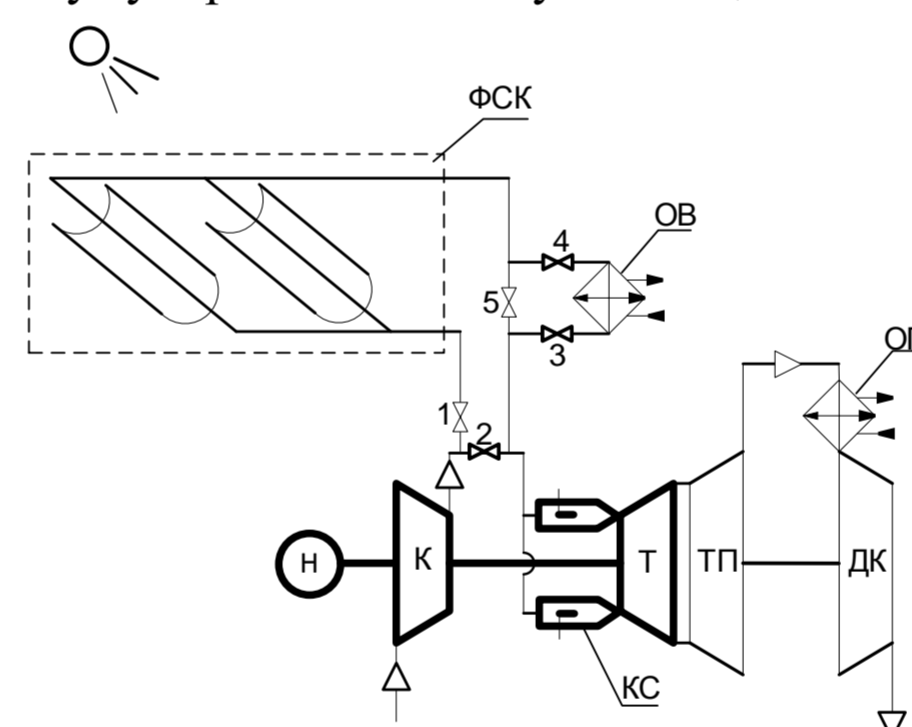
Исследование относительного расхода топлива когенерационных гибридных солнечных МГТУ



Режим нулевого расхода топлива

При больших площадях ФСК (более 2000 м²) на долевых нагрузках при генераторном режиме нагружения гибридной солнечной МГТУ относительный расход топлива становится равным нулю, что позволит энергетической установке вырабатывать электрическую и тепловую энергию без использования топлива. Однако, это, может нарушить процесс регулирования мощности энергетической установки. Такая задача может иметь два решения:

- 1) ограничение площади ФСК;
- 2) установка охладителя после ФСК для охлаждения воздуха до требуемой температуры с последующим аккумулярованием или утилизацией теплоты.



Первое решение приемлемо для любой из схем когенерационных гибридных солнечных МГТУ. Второе решение может быть реализовано только для схем, имеющих высокую степень повышения давления в компрессоре, поскольку охладитель воздуха создает дополнительное гидравлическое сопротивление (4...6 %).

Схема когенерационной гибридной солнечной МГТУ ПЦ+ТКУ при нулевом расходе топлива

Топливная экономичность работы гибридной солнечной МГТУ на частичных нагрузках

Коэффициент использования топлива представляет отношение мощности МГТУ к теплоте затраченного в цикле топлива

$$\xi_f = \frac{N_{ei}}{Q_{fi}} \quad \xi_{f0} = \frac{N_{ei0}}{Q_{fi0}}$$

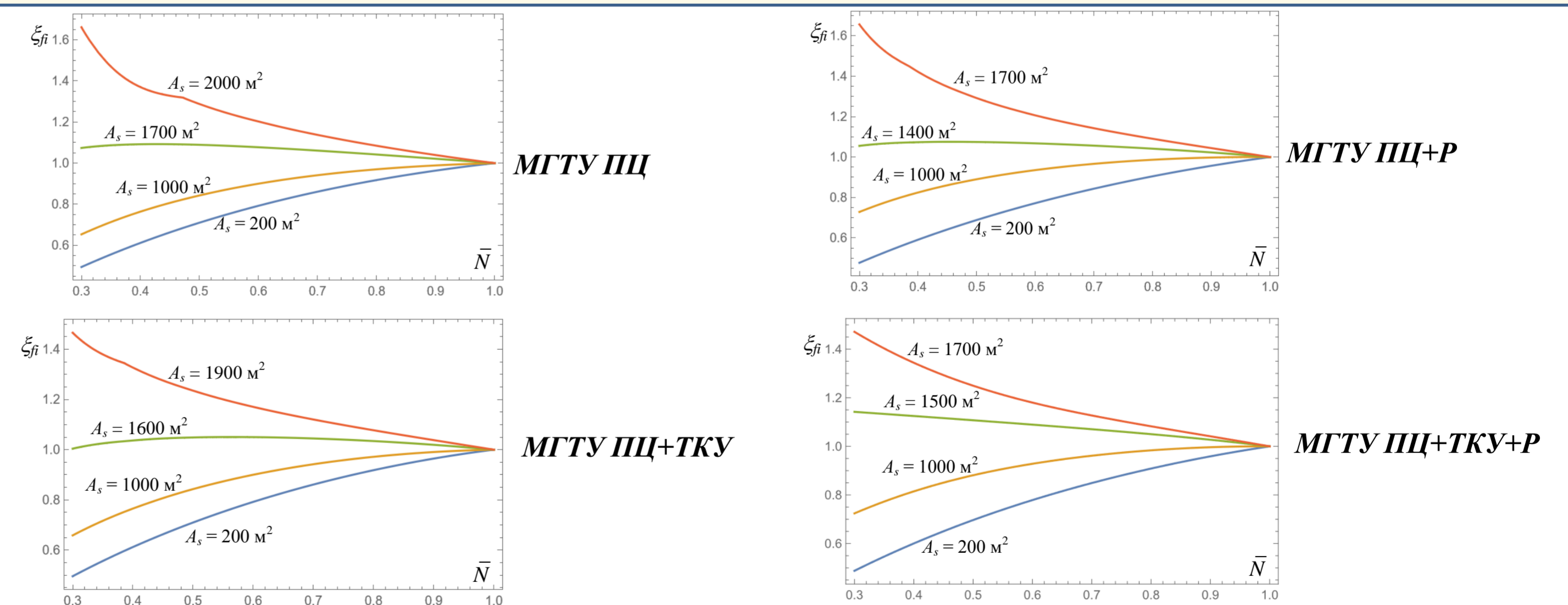
где N_{ei} – механическая мощность, полученная в гибридной солнечной МГТУ для i -го солнечного часа, кВт; N_{ei0} – механическая мощность, полученная в гибридной солнечной МГТУ для i -го солнечного часа при номинальной мощности МГТД, кВт.

Относительный коэффициент использования топлива представляет собой отношение:

$$\xi_{fi} = \frac{\xi_f}{\xi_{f0}}$$

При определенных площадях апертуры ФСК эффективность гибридных солнечных МГТУ на долевых нагрузках превышает аналогичную для на номинальном режиме во всем диапазоне нагружения. Чем более эффективна гибридная энергетическая установка на номинальном режиме, тем меньше пороговое значение площади апертуры ФСК.

Исследование топливной экономичности гибридных солнечных МГТУ на частичных нагрузках для июня 09:00 при различных площадях ФСК



Заключение

1. Показано, что при снижении нагрузки гибридных солнечных МГТУ в летнее солнечное время при больших площадях апертуры ФСК имеет место превышение температуры на выходе из ФСК над максимальной температурой цикла. Для схем МГТД без регенератора эта проблема может быть решена установкой дополнительного охладителя. Для схем МГТД с регенератором возможно только ограничение площади апертуры ФСК.
2. Определено, что чем больше величина относительной нагрузки гибридных солнечных МГТУ, при которой наступает равенство нулю относительного расхода топлива, тем эффективней работа установки на частичных нагрузках в солнечное время при дальнейшем снижении нагрузки. Однако это применимо только для исследованных схем МГТУ (см. рис. 6 и 8) без регенератора.
3. Установлено, что в солнечное время при определенных площадях апертуры ФСК относительный коэффициент использования топлива гибридных солнечных МГТУ не зависит от нагрузки не зависимо от схемы базовой конфигурации МГТД. При превышении этого порогового значения топливная экономичность таких МГТУ только возрастает.

Контакты

E-mail: dologlonyan@mail.ru
 Профиль RG: researchgate.net/profile/Andrey-Dologlonyan