ПРЕПРИНТ

На тему: «Модернизация паротурбинных установок: пути повышения эффективности и экологичности»

Аннотация: В работе рассматриваются актуальные направления модернизации существующих паротурбинных установок (ПТУ) с целью повышения их КПД, мощности и соответствия современным экологическим требованиям. Показано, что комплексный подход к модернизации является экономически эффективной альтернативой новому строительству.

Введение

Паротурбинные установки, являясь основой традиционной тепло- и электроэнергетики, зачастую имеют значительный срок эксплуатации и морально устаревшее оборудование. Ужесточение требований к топливной эффективности и выбросам парниковых газов делает модернизацию действующих ПТУ стратегически важной задачей. Цель данного исследования – систематизировать ключевые направления модернизации ПТУ.

Основные направления модернизации:

1. Оптимизация термодинамического цикла:

- **Внедрение промежуточного перегрева пара:** Позволяет повысить КПД цикла на 2-4% и снизить эрозию последних ступеней турбины.
- **Увеличение начальных параметров пара:** Замена элементов котла и турбины на рассчитанные на более высокие температуры и давление (например, переход на сверхкритические параметры) дает значительный прирост эффективности.
- **Утилизация сбросного тепла:** Установка дополнительных теплообменников для подогрева сетевой воды или использования в технологических процессах.

2. Модернизация проточной части турбины (ПЧТ):

- Замена рабочих лопаток и сопловых аппаратов на профили с улучшенной аэродинамикой. Современные 3D-профили и технологии уплотнений (например, щелевые и лабиринтовые) снижают внутритурбинные потери.
- Результат – увеличение мощности на 3-7% и КПД на 1.5-3%.

3. Автоматизация и цифровизация:

- Внедрение современных АСУ ТП (АСУТП) с адаптивными алгоритмами оптимизации режимов работы.
- Установка систем мониторинга вибрации и температуры в реальном времени для прогнозирования остаточного ресурса и предотвращения аварийных остановов.
- Использование цифровых двойников для моделирования и выбора оптимальных стратегий модернизации.

4. Повышение экологичности:

- Модернизация топливоподдачи и горелочных устройств для снижения выбросов NOx и CO.
- Установка или модернизация систем химической водоподготовки для снижения сбросов и повышения надежности оборудования.

Экономическая эффективность:

Затраты на комплексную модернизацию ПТУ составляют 20-40% от стоимости новой установки при достижении 60-80% от эффекта новой станции. Срок окупаемости проектов, как правило, не превышает 5-7 лет за счет снижения удельного расхода топлива и роста отпуска энергии.

Заключение:

Модернизация паротурбинных установок представляет собой комплексный процесс, включающий техническое перевооружение, внедрение цифровых технологий и улучшение экологических показателей. Наиболее значимый эффект достигается при комбинации нескольких направлений, таких как модернизация ПЧТ совместно с оптимизацией тепловой схемы. Данный подход позволяет существенно продлить жизненный цикл энергоблоков, повысив их конкурентоспособность в условиях современного энергорынка.

Ключевые слова: паротурбинная установка, модернизация, КПД, проточная часть турбины, цифровизация, экологичность, экономическая эффективность.