

УДК 621.43.018;621.438

А.А. Вассерман*, **М.А. Шутенко****

Одесский национальный морской университет, ул. Мечникова, 34, г. Одесса, Украина, 65029

*e-mail: avas@paco.net

**e-mail: shutenko@blacksea.net.ua

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДА И КИСЛОРОДА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЦИКЛА ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

Рассмотрен усовершенствованный термодинамический цикл модифицированной паротурбинной установки, в котором средняя температура подвода теплоты, а следовательно и термический КПД, выше, чем в обычном цикле. Это достигается путём смешения водяного пара перед турбиной с продуктами сгорания водорода в кислороде и дальнейшего поддержания начальной температуры рабочего тела на значительной части процесса расширения. Расчёты, выполненные на примере мощной современной установки К-1200-240, показывают возможность увеличения термического КПД на 20,3 % (от 53,3 до 64,1 %), а эффективного КПД — на 18,8 % (от 47,4 до 56,3 %).

Ключевые слова: Паротурбинная установка. Водород. Кислород. Термодинамический цикл. Термический КПД. Эффективный КПД.

A.A. Vasserman, M.A. Shutenko

POSSIBILITY OF USE OF HYDROGEN AND OXYGEN FOR PERFECTING CYCLE OF STEAM TURBINE PLANTS

A perfected thermodynamic cycle of modified steam turbine plant is considered. In this cycle the mean temperature of heat supply, and therefore thermal efficiency, is higher, than in ordinary cycle. This is achieved by mixing of steam before turbine with products of combustion of hydrogen in oxygen and further maintaining initial temperature of working substance during major part of expansion. Calculations, carried out on example of powerful contemporary plant K-1200-240, shows possibility of increase of thermal efficiency by 20,3 % (from 53,3 to 64,1 %), and effective efficiency by 18,8 % (from 47,4 to 56,3 %).

Keywords: Steam turbine plant. Hydrogen. Oxygen. Thermodynamic cycle. Thermal efficiency. Effective efficiency.

1. ВВЕДЕНИЕ

Паротурбинные установки (ПТУ) являются наиболее мощными теплоэнергетическими установками и играют важнейшую роль в современной энергетике. Несмотря на то, что в этих установках теплота отводится при достаточно низкой температуре, близкой к температуре окружающей среды, термический КПД цикла даже лучших ПТУ с весьма высокими значениями начальных параметров пара (31 МПа и 580 °С), его промежуточным перегревом и многоступенчатым регенеративным подогревом питательной воды не превышает 55 % [1]. Учитывая большую мощность ПТУ, можно утверждать, что даже незначительный рост их КПД приведёт к существенной экономии топлива. Поэтому задача увеличения термического и эффективного КПД паротурбинных установок весьма актуальна.

Росту термического КПД цикла ПТУ за счет повышения максимальной температуры рабочего тела препятствует низкая коррозионная стойкость и недос-

таточная жаропрочность трубок котельных агрегатов, внутри которых находится пар высокого давления (до 30 МПа). Некоторое повышение этой температуры может быть достигнуто в случае применения новейших конструкционных материалов для трубок котла [2], но такое решение проблемы сомнительно из-за высокой стоимости материалов и больших размеров котла. Поэтому целесообразны поиски новых способов увеличения термического КПД.

Классические ПТУ с точки зрения используемого рабочего тела — воды — детище Ползунова и Уатта (строго говоря — даже Герона Александрийского). Достоинства воды — большие значения энтальпии, малая работа сжатия в насосах, возможность изобарно-изотермического отвода теплоты в двухфазной области. Недостаток — необходимость подвода теплоты в поверхностном теплообменнике (котле), имеющем большие габариты, значительную стоимость и выдерживающем сравнительно невысокую температуру рабочего тела. Применяемый в настоящее время способ