

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Салих Саджад Абдулазим

**«Экспериментальное и численное исследование двигателя гамма-стирлинга с использованием сложного рабочего тела», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы**

Производство электрической энергии с использованием теплоты сгорания разнообразных (в т.ч. низкокачественных) топлив, когенерационное использование высокой температуры сгорания топлива в отопительных системах, использование сконцентрированной солнечной энергии требуют поиска новых технологий и разработки технических решений, повышающих эффективность известных технологий.

В технически высокоразвитых странах с этой целью развиваются технологии парогазовых и сверхкритических установок. В то же время в большинстве регионов мира население использует электростанции на дорогостоящем моторном топливе.

Однако более 200 лет известна технология двигателя Стирлинга, способного производить механическую работу при циклическом нагреве и охлаждении газа в замкнутом объеме при внешнем нагреве его любым топливом или солнцем. Однако термодинамическая и энергетическая эффективность двигателей Стирлинга значительно ниже существующих технологий, основанных на использовании циклов Ренкина, Брайтона, Отто, Дизеля и др.

В то же время простота конструкции, бесшумность работы и неприхотливость к качеству топлива двигателя Стирлинга, привлекают внимание к возможности его совершенствования и применения.

Поэтому разработка научных основ повышения эффективности двигателя Стирлинга является актуальной задачей.

**Научной новизной работы** является то, что автором разработано, теоретически и экспериментально обосновано научное направление совершенствования двигателя Стирлинга с применением рабочего тела (газа) с добавлением небольших количеств низкокипящей жидкости, которая при нагреве переходит в парообразное состояние со значительным увеличением объема и давления в цилиндре, а затем конденсируется в зоне охлаждения. Автором выполнены теоретические и экспериментальные исследования для широкого диапазона изменения концентраций добавок. Выполнены исследования для 6 типов различных жидкостей. Разработана методика моделирования термодинамической и энергетической эффективности со сложными рабочими телами с помощью программного кода ASPEN-HYSYS, показавшая удовлетворительное соответствие данным эксперимента и моделирования в MATLAB, что открывает перспективы удобного предварительного анализа рабочих тел двигателя Стирлинга, состоящих из многокомпонентных (более 2) составляющих.

**Практическая значимость** заключается в разработке новых технических решений, методик инженерного расчета и проектирования, алгоритмов и программ расчета двигателей Стирлинга, направленных на повышение эффективности их работы. Разработаны рекомендации по применению двигателя Стирлинга с использованием солнечной энергии и местных видов топлив в климатических условиях Ирака для выработки электрической энергии, кондиционирования зданий и систем водоподъема и орошения в сельском хозяйстве.

Полученные автором результаты исследований имеют важное научно-практическое значение и прошли успешную апробацию на международных и всероссийских конференциях. Теоретические положения и практические результаты диссертационной работы использованы

