

## Резюме проекта, выполненного

в рамках ФЦП

### «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 5/итоговый

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.576.21.0049

Тема: «Прикладные научно-технические разработки в обеспечение создания энергоблока мощностью 300 МВт с ультрасверхкритическими параметрами пара на базе угольных котлов с газовым перегревом пара и получением коэффициента полезного действия не менее 53%»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (ЭЭ)

Критическая технология: Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе

Период выполнения: 26.08.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 52.625 млн. руб.

Бюджетные средства 41.80 млн. руб.,

Внебюджетные средства 10.825 млн. руб.

Получатель: Закрытое акционерное общество Научно-производственное внедренческое предприятие "Турбоконт"

Индустриальный партнер: ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КАЛУЖСКИЙ ТУРБИННЫЙ ЗАВОД"

Ключевые слова: ТУРБИНА, КОНДЕНСАТОР, НЕКОНДЕНСИРУЮЩИЕСЯ ГАЗЫ, АБСОРБЦИЯ, МАКЕТ, КОМПРЕМИРОВАНИЕ.

## 1. Цель проекта

Цели работы:

- создание научно-технического задела в области разработки энергоблоков с ультрасверхкритическими параметрами пара, обеспечивающих КПД выработки электроэнергии не менее 53 %;
- создание научно-технического задела в области разработки высокотемпературных (1250/1450 °С) охлаждаемых газопаровых турбин, работающих на смеси пара и продуктов сгорания газа в его среде для энергоблоков с котлами на угольном топливе. Задача ПНИ состоит в исследовании наиболее значимых процессов и выработке оптимальных технических решений при создании экологически чистой высокотемпературной газопаротурбинной установки мощностью 300 МВт (ГПТУ-300) для энергоблоков с котлами на угольном топливе и газовым перегревом пара, а именно: оптимизация тепловой схемы и параметров установки; исследование высокотемпературной паротурбинной установки на парогазовой смеси, содержащей до 15-20 % неконденсирующихся газов; разработка новых принципов проектирования высокоэффективных конденсаторов пара с большим (до 15-20 %) содержанием неконденсирующихся газов; исследование экспериментального образца камеры сгорания  $\text{CH}_4\text{-O}_2$  в смеси с водяным паром; исследование экспериментального образца системы удаления и подготовки к утилизации неконденсирующихся газов.

## 2. Основные результаты проекта

Разработаны научно-технические основы создания энергоблоков мощностью до 300 МВт с ультрасверхкритическими параметрами пара на базе угольных котлов с газовым перегревом пара и получением коэффициента полезного действия не менее 53%.

Разработаны и обоснованы детальными тепловыми расчетами тепловые схемы ГПТУ мощностью 25 и 300 МВт, при этом подтверждены заявленные в ТЗ КПД: 51% – для ГПТУ-25 и 54...55% – для ГПТУ-300. Оригинальность научно-технических решений, предложенных к реализации в этих установках, подтверждена двумя патентами на полезную модель.

Разработан эскизный проект ГПТУ-25, подтвердивший оптимальность выбранных параметров и достижимость основных технических характеристик, а для ГПТУ-300 предложен проект технического задания на опытно-конструкторские работы, предусматривающие для снижения рисков создание опережающими темпами пилотного образца ГПТУ-25.

На базе ГПТУ-25 и ГПТУ-300 предложено и обосновано создание мощностного ряда энергоустановок для территориальных генерирующих компаний РФ с глубокой степенью унификации.

Выполненные ТЭО создания высокотемпературной газопаротурбинной установки мощностью 300 МВт для энергоблоков с

котлами на угольном топливе и газовым перегревом пара и ТЭО на тему «Перспективные высокотемпературные газопаровые турбины в территориальных генерирующих компаниях» подтверждают техническую и экономическую целесообразность данного проекта.

Финансирование работ производилось за счет средств субсидий – 41,8 млн. руб., а также за счет привлеченных собственных средств предприятия – 20,3 млн. руб.

Объем выполненных работ соответствует техническому заданию и Плану-графику Соглашения о предоставлении субсидий № 14.576.21.0049 от 26.08.2014г.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

Полезная модель, патент № 156 582 от 10.11.2015г «Высокотемпературная паротурбинная установка», РФ.

Полезная модель, патент №166269 от 01.11.2016г. «Высокотемпературная паротурбинная установка с охлаждаемой турбиной», РФ.

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Технические решения предназначены для дальнейшего продвижения в промышленности перспективных высокотемпературных газопаротурбинных установок с прямым сжиганием смеси топливо - кислород в среде водяного пара. Потребителями научно-технических результатов проекта являются энергомашиностроительные предприятия, а их продукции – территориальные электрогенерирующие компании, как в России, так и за рубежом.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Разрабатываемые установки с КПД не менее 53 % составят конкуренцию парогазовым установкам (ПГУ) по двум принципиально важным показателям: более низкой стоимости и существенно лучшим экологическим показателям за счет системы утилизации неконденсирующихся газов, прежде всего CO<sub>2</sub>. Стоимость снижается за счет сокращения числа агрегатов с двух-трех для парогазовых установок до одного в предложенном проекте. Выбросы уменьшаются за счет утилизации CO<sub>2</sub> в количестве 15÷20 % от расхода пара. Кроме того, вдвое уменьшается тепловое загрязнение окружающей среды. Высокий коэффициент полезного действия в сочетании с меньшими капиталовложениями, лучшими экологическими характеристиками – главные аргументы в пользу широкого внедрения установок в энергетику, масштабы которой практически безграничны. Кроме того, предлагаемый новый тип энергоустановок перспективен для внедрения в воздухонезависимых подводных аппаратах и неатомных подводных лодках. По уровню решаемых технических задач проект относится к созданию принципиально новой продукции.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

Результаты ПНИ планируется использовать на опытно-промышленном образце высокотемпературной (1000/1250 °С) газопаротурбинной установке мощностью 25 МВт, на которой будет исследована и отлажена совместная работа всех систем применительно к созданию ППТУ-300 МВт. Внедрение угольных энергоблоков мощностью 300 МВт с ультрасверхкритическими параметрами пара с газовым перегревом пара и промперегревом (1250/1450 °С) с высокотемпературной охлаждаемой турбиной, обеспечивающих КПД выработки электроэнергии не менее 53 % и утилизацию не менее 98 % CO<sub>2</sub>, обоснован тем, что эта технология имеет лучшие в мире технико - экономические характеристики по использованию газообразного или жидкого топлива.

Коммерциализация проекта будет осуществляться индустриальным партнером ОАО «Калужский турбинный завод» - одним из основных производителей паровых турбин в России.

### **7. Наличие соисполнителей**

– ФГБОУ науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук – привлекался в 2014 г.;

– Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский институт) – привлекался в 2014 г.;

– ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» – привлекался в 2014 г.;

– ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского» – в 2014-2015 гг.;

– ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева» – привлекался в 2014 г.;

– ООО Научно-производственное внедренческое предприятие «Турбоконт-н» – в 2015-2016 гг.;

– ОАО «Калужский турбинный завод» – индустриальный партнер – привлекался в 2015 г.

Закрытое акционерное общество Научно-производственное  
внедренческое предприятие "Турбокон"

Генеральный директор

*(должность)*

*(подпись)*

Карпунин А.С.

*(фамилия, имя, отчество)*

**Руководитель работ по проекту**

Директор по науке д.т.н., профессор

*(должность)*

*(подпись)*

Мильман О.О.

*(фамилия, имя, отчество)*

**М.П.**