



050012 г Алматы, ул. Жамбыла 114/85 Тел. 292-08-60 Факс 292-24-54  
050012 Алматы қ., Жамбыл қ., 144/85 үй Тел. 292-08-60 Факс 292-24-54

Исх № 396  
от « 12 » шоңа 2017 г

## ОТЗЫВ

**официального рецензента на диссертационную работу Умышева Диаса Райбековича на тему: «Разработка и исследование камеры сгорания ГТУ с пониженным образованием токсичных веществ», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071700 – «Теплоэнергетика»**

### **1. Актуальность темы исследования и ее связь с государственными программами**

В ближайшей перспективе тепловые установки в виде газовых турбин сохранят, в отдельных случаях увеличат свою долю в производстве электрической энергии. Это обусловлено такими их качествами, как высокая маневренность, компактность, и экологичность используемого топлива. Дополнительный потенциал улучшения экологических параметров газовых турбин ожидается за счет повышения эффективности процесса сжигания топлива в камерах сгорания.

Государственная поддержка новых разработок в области снижения выбросов вредных веществ и улучшения технических показателей энергетических установок отражена в Программе развития электроэнергетики Казахстана до 2030 года, а также в Программе развития топливно-энергетического комплекса до 2030 года.

Диссертационная работа Умышева Д.Р. «Разработка и исследование камеры сгорания ГТУ с пониженным образованием токсичных веществ» направлена на решение актуальной проблемы, связанной с научно-обоснованной возможностью снижения выбросов вредных веществ газовых турбин с применением новых подходов к осуществлению процесса горения в камерах сгорания.

### **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность и достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, поскольку полученные в диссертации результаты подтверждены:

1) критическим анализом технологических и конструктивных способов подавления образования токсичных оксидов азота, в том числе в таких конструктивных решениях, как двухзонные, каталитические камеры сгорания и камеры сгорания с изменяемой геометрией;

2) анализом разработок в области микрофакельного горения, в том числе многофорсуночных камер сгорания, воздушных-форсунок стабилизаторов, а также устройств на базе струйно-стабилизаторного метода горения;

3) полученными результатами математического моделирования в программной среде, используемой известными компаниями;

4) результатами лабораторных экспериментов по изучению влияния таких параметров уголкового стабилизатора процесса горения, как угол раскрытия, наличие или отсутствие перфораций их поверхностей, способ подачи топлива на процессы стабилизации пламени, выбросы токсичного оксида азота и полнота сгорания топлива;

5) сопоставлением результатов математического моделирования, проведенных экспериментов, а также результатов, полученных другими авторами;

Выводы сделанные в рамках диссертационной работы в полной мере отражают полученные результаты.

### **3. Практическая значимость**

Практическую значимость результатов подтверждают один инновационный патент и три патента на полезные модели, в том числе на двухзонную камеру сгорания с уголковыми стабилизаторами.

Результаты, выводы и рекомендации диссертации расширяют теоретические знания в области процессов горения в камерах сгорания газотурбинных установок, а также являются основой для разработки новых конструкций камер сгорания газовых турбин.

Представленные результаты могут быть использованы в качестве материала при обучении студентов и магистрантов по специальности «Теплоэнергетика».

### **4. Научная новизна**

В диссертационной работе Умышева Д.Р. получены новые научные результаты:

1) Смоделированы процессы горения в микрофакельной газовой горелке, определен оптимальный угол входного регистра, обеспечивающий наиболее эффективный процесс горения.

2) Смоделированы процессы горения газообразного топлива за уголковыми стабилизаторами и изучено влияние различных параметров, таких, как угол при вершине уголка, наличие перфорации его стенок, а также способ подачи топлива на процессы горения за ними.

3) Смоделированы процессы смешения топлива при различных вариантах подачи для новой конструкции микрофакельной горелки.

4) Показано, что наличие перфорации поверхности уголковых стабилизаторов оказывает существенное влияние на стабилизацию процесса горения и концентрацию образующихся при этом оксидов азота.

5) Установлено, что величина угла при вершине уголкового стабилизатора оказывает существенное влияние на полноту сгорания топлива и соответственно, на процессы стабилизации пламени.

6) Снижение образования оксидов азота обеспечивается совокупностью следующих факторов:

- расположением сопла для подачи топлива;
- наличием перфорации стенок уголкового стабилизатора;
- месторасположением перфораций на поверхности;
- углом при вершине уголкового стабилизатора;
- геометрическими параметрами стенок уголкового стабилизатора.

7) Установлена эмпирическая зависимость в виде формулы, связывающей срыв «обедненного» факела с наличием или отсутствием перфораций на уголковом стабилизаторе.

8) Представлена также эмпирическая формула, определяющая взаимосвязь между типом уголкового стабилизатора и выбросами оксида азота.

9) На основании полученных результатов разработаны новые конструкции двухзонной камеры сгорания (Патент РК на полезную модель №1703), две газовые горелки (Инновационный патент РК №31072 и Патент РК на полезную модель №1579), а также два теплогенератора, работающих по принципу микрофакельного сжигания топлива (Патент РК на полезную модель №1734 и положительное заключение о выдаче патента РК на полезную модель).

### **5. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации**

По диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Представленный в диссертации анализ результатов исследования влияния конструктивных и режимных параметров уголковых стабилизаторов на выход токсичных продуктов горения NOx и CO приведен в отрыве их друг от друга. Это затрудняет, а в отдельных случаях не позволяет объективно оценить совокупную эффективность исследуемых вариантов стабилизаторов, поскольку, как известно, механизмы образования токсичных продуктов тесно взаимосвязаны обратной зависимостью, при которой **снижение** образования одного из них сопровождается **повышением** выхода другого. Совместный анализ и представление результатов по выходу обоих токсичных компонентов позволил бы объективно оценить полученные результаты в каждом из экспериментов.

2. Недостатком приведенного в диссертации анализа является, в основном, качественный характер оценки результатов в категориях “больше”, “меньше” без конкретизации в численных показателях (насколько больше или меньше) сопоставляемые величины.

3. В диссертации не приведено достаточно полное описание методики определения основных показателей экологической и технической эффективности NOx, CO, а также КПД ( $\eta$ ), не раскрыто, какое именно экспериментальное оборудование использовано в экспериментах, не приведена оценка погрешности измерений полученных результатов.

4. Имеются также отдельные замечания по оформлению диссертации. Например, ссылки на патенты, полученные диссертантом, в одних случаях делаются на номера патентов, в других - на номера удостоверений автора. В подписях к рисункам (Рис. 26,27,28) и в ссылках на данные рисунки нет полного соответствия с расположением исследуемых объектов, приведенным ранее на схемах (Рис.24,25). Нельзя не отметить также неправомерное

использование в ряде случаев нормативной терминологии, например, в отношении параметра  $\varphi$ , называемого диссертантом коэффициентом избытка воздуха или применение термина компрессор к вентилятору низкого давления.

**6. Заключение о возможности присуждения ученой степени доктора философии PhD по специальности 6D071700 – «Теплоэнергетика»**

В заключении следует отметить, что диссертантом выполнена большая работа на достаточно высоком уровне, направленная на решение актуальной задачи по разработке и исследованию новых типов горелочных устройств для камер сгорания газотурбинных установок, соответствующих повышенным экологическим и техническим показателям. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям, а ее автор Умышев Диас Райбекович заслуживает присвоения ученой степени доктора философии PhD по специальности 6D071700 – «Теплоэнергетика».

**Официальный рецензент:**

**Заведующий лабораторией  
топочных процессов АО «КазНИИ  
энергетики им. академика Ш.Ч.Чокина»  
кандидат физико-математических наук,  
профессор академии менеджмента РАМ**



**Шишкин А.А.**

**Советник Президента  
АО «КазНИИ  
энергетики им. академика Ш.Ч.Чокина»**

**Жаймагамбетов С.С.**