

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Директор - Генеральный
конструктор
АО «НИКИЭТ»

 Ю.Г. Драгунов

_____ 2015 г.

_____ 2015 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на научно-исследовательскую работу

«Дополнительные экспериментальные исследования газодинамики и теплообмена для He-Xe смеси и исследование трехкомпонентного распределения средней скорости в 19-ти стержневой гидродинамической модели с целью верификации CFD-кодов»

2015 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящее техническое задание разработано в рамках работ, выполняемых по Государственному контракту № Н.4т.43.40.13.1128 от 29.05.2013 между АО «НИКИЭТ» и Госкорпорацией «Росатом».

1.2 Наименование работы: «Дополнительные экспериментальные исследования газодинамики и теплообмена для He-Xe смеси и исследование трехкомпонентного распределения средней скорости в 19-ти стержневой гидродинамической модели с целью верификации CFD-кодов».

1.3 Заказчик – АО «НИКИЭТ».

1.4 Сроки выполнения работ:

начало – дата подписания договора,

окончание – 29.11.2015.

1.5 Настоящее техническое задание является основанием для заключения Заказчиком договора на выполнение данной научно-исследовательской работы с Исполнителем.

1.6 Техническое задание может уточняться и дополняться в процессе выполнения работы по согласованию с АО «НИКИЭТ».

2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Целью работы является получение данных для верификации CFD-кодов, используемых при обосновании работоспособности сборок тепловыделяющих элементов, охлаждаемых He-Xe смесью.

2.2 В рамках исследования на гидродинамическом модельном стенде (рабочая жидкость – вода) пространственной гидродинамической структуры потока в 19-ти стержневом модельном пучке с помощью методов PIV основными задачами работы являются:

2.2.1 Проведение исследований на гидродинамическом контуре с целью получения профилей продольной компоненты (направленной по потоку) средней скорости в различных сечениях межстержневого пространства в широком диапазоне чисел Рейнольдса - до 25 000 включительно.

2.2.2 Получение зависимости распределения продольной компоненты средней скорости от продольной координаты.

- 2.2.3 Построение трехкомпонентного поля средней скорости в межстержневом пространстве на основании продольных и поперечных компонент средней скорости измеренных независимо друг от друга.
- 2.2.4 Анализ пространственной структуры трехкомпонентного поля средней скорости в зависимости от режима течения.
- 2.3 Параметры работы гидродинамического модельного стенда:
- рабочий участок – прозрачная модель с 19 элементами;
 - рабочая среда – дистиллированная вода;
 - температура – 30 °С;
 - диапазон чисел Рейнольдса – $5 \cdot 10^3 + 25 \cdot 10^3$.
- 2.4 В целях получения локальных характеристик потока He-Xe смеси, пригодных для верификации CFD-кодов, необходимо выполнить экспериментальное исследование газодинамики и теплообмена на одиночных каналах круглой и треугольной формы и экспериментальное исследование газодинамики и теплообмена в семистержневой тепловыделяющей сборке. При этом задачи исследования состоят в следующем:
- 2.4.1 Измерение распределения температур по длине канала на стенке и на оси. Теплоноситель - смесь гелия и ксенона с массовым содержанием гелия 7 – 8 %. Опыты провести при давлении в канале 3 – 5 бар, числах Рейнольдса – 2000 – 10000, число Маха не должно превышать 0,1, температуры стенки канала – до 200 °С.
- 2.4.2 Измерение распределения температур по сечению каналов одиночных трубок и на выходе с помощью тепловизионной методики.
- 2.4.3 Измерение динамического напора по длине одиночного канала с помощью микротрубок Прандтля.
- 2.4.4 Отладка и использование методики видеоэндоскопического измерения для исследования турбулентных пульсаций в потоке с помощью трассеров.
- 2.4.5 Проведение экспериментов на сборке из 7 трубок с эквивалентным диаметром канала 3,4 мм с предвключенным необогреваемым участком длиной 80 мм и обогреваемым участком длиной 450 мм. Теплоноситель - смесь гелия и ксенона с массовым содержанием гелия 7 – 8 %. Опыты провести при давлении в канале 3 – 5 бар. Измерение распределения температуры по длине тепловыделяющих элементов.

- 2.4.6 Измерения распределения температуры в выходном сечении сборки (п.2.3.5) с помощью тепловизионной методики. Измерения провести с обогревом, как всех стержней, так и одного центрального стержня.
- 2.4.7 Измерение с помощью микротрубок Прандтля динамических напоров в выходном сечении пучка.
- 2.4.8 Изучение межячейкового перемешивания путём введения газовых трассеров для измерения перетоков с помощью масс-спектроскопических методов.
- 2.4.9 Численное моделирование экспериментов.
- 2.5 Требования к точности измерений при экспериментальном исследовании газодинамики и теплообмена в He-Xe смеси:
- температуры измеряются с точностью не хуже $0,5^{\circ}\text{C}$.
 - расходы газа и давления измеряются с точностью не ниже 2%.
 - состав смеси измеряется с точностью не ниже 5%.

3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ НИОКР

3.1. Исполнитель предоставляет Заказчику по завершении этапов акты и отчетную документацию по проведенным исследованиям в соответствии с п.5. Отчеты должны содержать конструктивные характеристики и описание работы стендов и рабочих участков, результаты расчетов и экспериментов.

3.2. Для выполнения работ Исполнитель использует имеющееся или разрабатывает и изготавливает следующее основное оборудование:

- модельный контур для исследования теплообмена и сопротивления в различных рабочих участках при течении He-Xe смеси, соответствующие рабочие участки;
- гидродинамический стенд (рабочая жидкость – вода) для исследования пространственной гидродинамической структуры потока в 19-ти стержневом модельном пучке;
- оборудование для измерения полей скорости методом PIV;

4 ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

4.1 Результатами работы являются экспериментальные данные по температурам обогреваемых стенок, температурам теплоносителя, скоростям потока, включая их пространственные распределения.

5 ПЕРЕЧЕНЬ ЭТАПОВ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ И СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ

№ п/п	Содержание этапов	Отчетность о результатах	Дата начала	Дата окончания
1	<p>1.1 Модернизация отдельных узлов экспериментального гидростенда для измерения распределения продольной скорости в модельной сборке из 19 элементов.</p> <p>1.2 Разработка измерительной системы для измерения продольной компоненты скорости. Закупка необходимых элементов измерительной системы. Создание, тестирование, отладка и запуск измерительной системы.</p> <p>1.3 Проведение серии экспериментов по измерению распределений продольной и поперечной компоненты скорости при обтекании системы из 19 элементов изотермическим водяным потоком в переходном и турбулентном режиме течения.</p> <p>1.4. Экспериментальное исследование гидрогазодинамики и теплообмена He-Xe смеси на одиночных каналах круглой и треугольной формы.</p>	Аннотационный отчет	Дата подписания договора	20.09.2015
2	<p>2.1 Обработка полученных экспериментальных данных по измерению распределений продольной и поперечной компоненты скорости при обтекании системы из 19 элементов изотермическим водяным потоком. Расчет распределений продольной и поперечной компоненты средней скорости.</p> <p>2.2 Построение трехкомпонентных распределений средней скорости при обтекании системы из 19 элементов изотермическим водяным потоком. Анализ пространственной структуры трехкомпонентного поля средней скорости в зависимости от режима течения.</p> <p>2.3. Экспериментальное исследование гидрогазодинамики и теплообмена в семистержевой тепловыделяющей сборке</p>	Итоговый научно-технический отчет.	21.09.2015	29.11.2015

6 ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТАЦИИ

6.1 Результаты работы должны передаваться Заказчику в виде отчетной документации в соответствии с утвержденным планом-графиком работ в бумажном и электронном виде.

6.2 Документация должна быть выполнена по требованиям ГОСТ 7.32-2001.

7 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЖИМУ СОХРАНЕНИЯ ТАЙНЫ

7.1 Научно-техническая продукция, создаваемая в рамках настоящей НИР, относится к сведениям, составляющим служебную тайну (гриф не ниже «Для служебного пользования»).


8 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ПРИЕМКИ НИОКР

8.1 Порядок сдачи-приемки результатов работы:


- приемка работ (этапа работы) осуществляется после выполнения всех обязательств, предусмотренных Договором, в соответствии с установленным порядком, действующим на дату подписания Договора;

- этап работы считается принятым после подписания Сторонами двухстороннего Акта сдачи - приемки выполненных работ и комплекта отчетной документации.


Заместитель Директора - Генерального
конструктора по НИОКР


_____ А.В. Лопаткин


Заместитель главного конструктора
космических ядерных установок


_____ Е.Л. Ромадова

Директор отделения


_____ Д.А. Афремов

Начальник отдела


_____ В.В. Кудинов