

## РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРООБОГРЕВАЕМОЙ МОДЕЛИ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ НА СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ

Е.Ф. Авдеев, И.А. Чусов, А.С. Шелегов, В.Ф. Украинцев, Д.М. Титов,  
С.В. Рагулин  
*ИАТЭ НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*



Приводятся краткие сведения о российской концепции электрообогреваемой теплогидравлической модели реактора на сверхкритических параметрах. На основании интегрального подхода выполнены расчеты теплогидравлики модели активной зоны для сверхкритической воды, углекислого газа и фреона-134а.

**Ключевые слова:** реактор на сверхкритических параметрах, теплогидравлическая модель реактора, углекислый газ, фреон, сверхкритическая вода, методика расчета, однокходовая и двухходовая схемы движения теплоносителя, конструкция ТВС.

**Key words:** supercritical water reactor, thermal-hydraulic model of reactor, carbon dioxide, freon, supercritical water, calculation technique, one-path and two-pass scheme of coolant movement, fuel assembly construction.

### ВВЕДЕНИЕ

Российский подход к созданию перспективного реактора на сверхкритических параметрах (СКП) основан на использовании опыта конструирования корпусного реактора типа ВВЭР и эксплуатации ТЭС. В настоящее время рассматривают несколько вариантов схем циркуляции теплоносителя в объеме активной зоны и несколько видов теплоносителя, среди которых наиболее перспективными считаются сверхкритическая вода и диоксид углерода. Применение воды сверхкритических параметров обусловлено огромным опытом её использования в российской энергетике в качестве и теплоносителя, и рабочего тела. Основным сдерживающим фактором являются высокие режимные параметры  $P_{кр} = 22,064$  МПа,  $T_{кр} = 374,096$  °С. Однако имеющийся опыт в создании теплосилового оборудования на сверхкритических параметрах, включая оборудование машинного зала, позволяет надеяться на успешное решение вопроса создания реактора такого типа.

Использование углекислого газа позволяет снизить параметры установки ( $P_{кр} = 7,3$  МПа,  $T_{кр} = 31,4$  °С), однако опыт использования углекислого газа как теплоносителя практически отсутствует в России и ограничен за рубежом.

Отметим, что российская концепция создания АЭС нового поколения не ограничивается созданием только реакторной установки. Предлагается рассмотреть также вопрос о разработке новой электрогенерирующей установки на основе цикла Брайтона с рекуперативными теплообменниками на сверхкритических параметрах. Частота вращения такой турбоком-

© *Е.Ф. Авдеев, И.А. Чусов, А.С. Шелегов, В.Ф. Украинцев, Д.М. Титов, С.В. Рагулин, 2013*

рессорной установки достигает  $\approx 100\ 000$  об/мин, что позволяет снизить металлоемкость конструкции (в пять – шесть раз), упростить технологию ее обслуживания, одновременно увеличив к.п.д. установки в целом.

К настоящему времени специалистами ОКБ «Гидропресс» и ГНЦ РФ-ФЭИ предложены две концепции реакторной установки на СКП – с одноходовой (однозаходной) [1–2] и двухходовой (двухзаходной) [3–5] схемами движения теплоносителя в активной зоне (а.з.) реактора.

Созданию ядерного реактора, как правило, предшествует разработка электрообогреваемой теплогидравлической модели и проведение на ней основных экспериментов в обоснование безопасной эксплуатации натурной установки. В ИАТЭ совместно с ГНЦ РФ-ФЭИ и ОКБ «Гидропресс» в настоящее время начата конструкторская и расчетная проработка такой теплогидравлической модели реакторной установки на СКП.

Основная задача работы – расчетное обоснование возможности создания электрообогреваемой модели и оценка ее основных теплогидравлических характеристик.

### МОДЕЛЬ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ И АКТИВНОЙ ЗОНЫ

Основная концепция модели реакторной установки – возможность перехода с одноходовой модели на двухходовую путем минимального внесения изменений в конструкцию модели реактора. Предлагается часть конструктивных элементов сделать постоянными, а часть – заменять по мере необходимости, в случае перехода с одной схемы движения теплоносителя на другую. Конструкция модели активной зоны должна позволять установку требуемого для проведения экспериментов измерительного оборудования и обеспечивать гидродинамическое и теплофизическое (по мере возможности) подобие а.з. натурного реактора.

Разработка модели реакторной установки была выполнена с геометрическим искажением. Выбранный масштабный коэффициент (натурный реактор/модель реактора) принят равным 1/5. В таблице 1 приведены основные параметры модели активной зоны.

Таблица 1

#### Основные параметры модели

Параметр	Величина
Масштабный коэффициент для модели реактора	1:5
Высота установки, мм	2893,95
Внешний диаметр корпуса, мм	992
Число имитаторов ТВС, шт.	61
Высота активной части имитатора ТВС, мм	983,1
Число контуров циркуляции	1
Число имитаторов стержней СУЗ	6
Способ разогрева имитаторов ТВС	Электрообогрев
Размер имитатора ТВС под ключ, мм	63,32
Масштабный коэффициент для твэлов в ТВС	3,25:1

### МОДЕЛЬ АКТИВНОЙ ЗОНЫ

Наиболее простой в технологическом отношении является конструкция гидравлической модели реактора с одноходовой схемой движения теплоносителя. Модель реактора состоит из корпуса, верхней крышки, нижнего эллиптического днища, внутрикорпусного устройства с имитаторами ТВС и имитаторов приводов СУЗ.

Движение теплоносителя организовано аналогично движению в натурной установке. Поперечный разрез модели реактора и схема движения теплоносителя при однохо-

довом варианте показаны на рис. 1а. На рисунках 1б,в показаны поперечные разрезы модели реакторной установки в сечениях А-А и Б-Б.

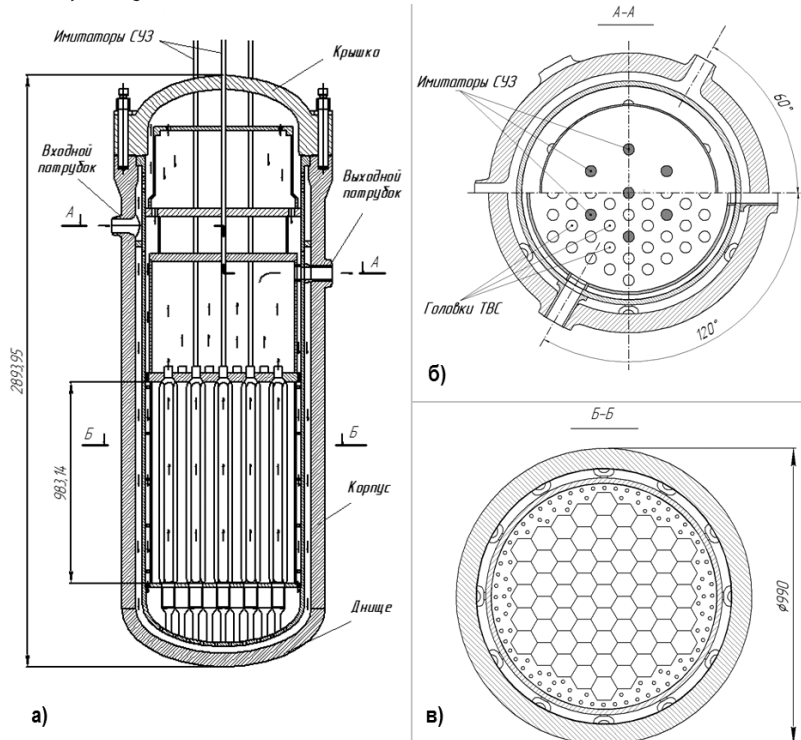


Рис. 1. Общий вид конструкции гидравлической модели с одноходовой схемой движения

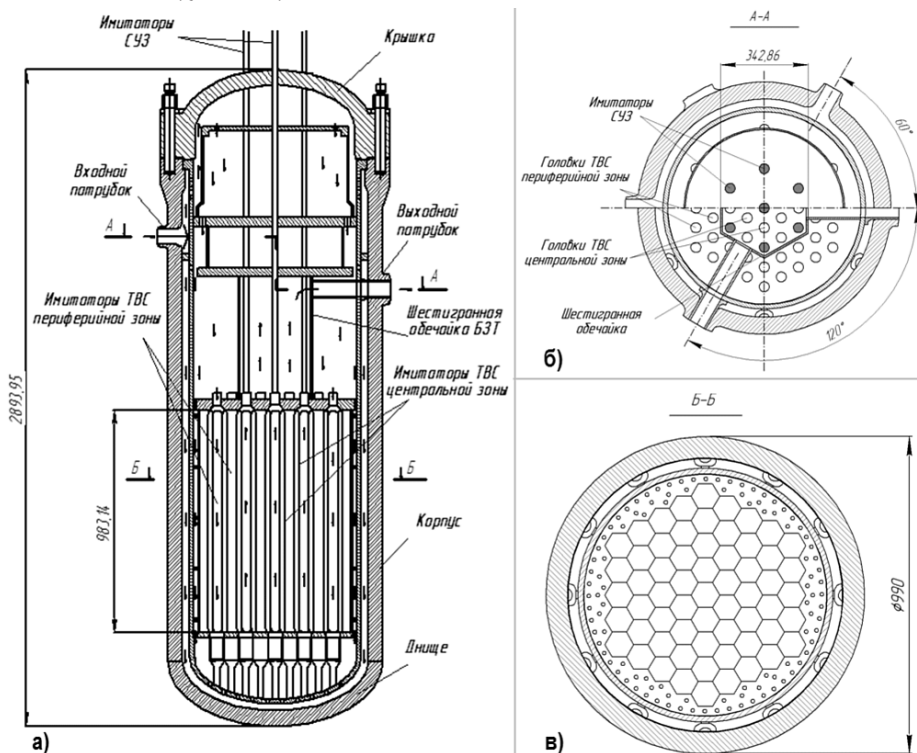


Рис. 2. Общий вид конструкции гидравлической модели с двухходовой схемой движения

Представляется очевидным, что нагреть теплоноситель до сверхкритического состояния проще за два его прохода через пространство активной зоны, нежели за один.

Технологически организация двухходовой схемы движения не представляет технических трудностей. В гидравлической модели эта задача решается установкой в объеме модели активной зоны гофрированной обечайки, разделяющей по всей ее высоте опускную (периферийную часть) и подъемную (центральную) части. На рисунке 2а приведены поперечный разрез модели реакторной установки и схема движения теплоносителя. На рисунках 2б,в показаны поперечные сечения двухходовой модели реакторной установки в сечениях А–А и Б–Б.

Конструкция ТВС была дополнена боковыми вытеснителями. Установка вытеснителей необходима для выравнивания величин проходного сечения в различных типах ячеек.

### МОДЕЛЬ ИМИТАТОРА ТВС

За основу конструкции имитатора ТВС была принята проектная ТВС реактора ВВЭР-СКД в конструктиве ОКБ «Гидропресс» [1]. При разработке модельной ТВС были сформулированы предъявляемые к ней технологические и эксплуатационные требования.

Конструкция модельной ТВС должна

- обеспечивать возможность снятия экспериментальных данных;
- иметь возможность подключения токопроводящих проводов;
- максимально соответствовать натурной ТВС;
- выдерживать температурный режим 250 – 900 °С;

Проект имитатора ТВС выполнялся с геометрическим искажением натуре. Искажение касалось только диаметра имитатора твэлов, смоделированного в масштабе 3,25:1, т.е. с увеличением. Увеличение диаметра твэла необходимо для размещения внутри него нагревательного элемента (или группы элементов) с мощностью не менее 0,07 МВт.

Имитаторы твэлов представляют собой трубки из нержавеющей стали с намотанной внутри них нихромовой проволокой. Намотка проволоки осуществляется с определенным шагом: в центральной области имитатора твэла шаг намотки меньше, а в периферийных – больше. Такой подход позволит обеспечить косинусоидальное распределение энерговыделения по всей высоте имитатора ТВС. Всего в модели ТВС предусматривается установка семи имитаторов твэлов.

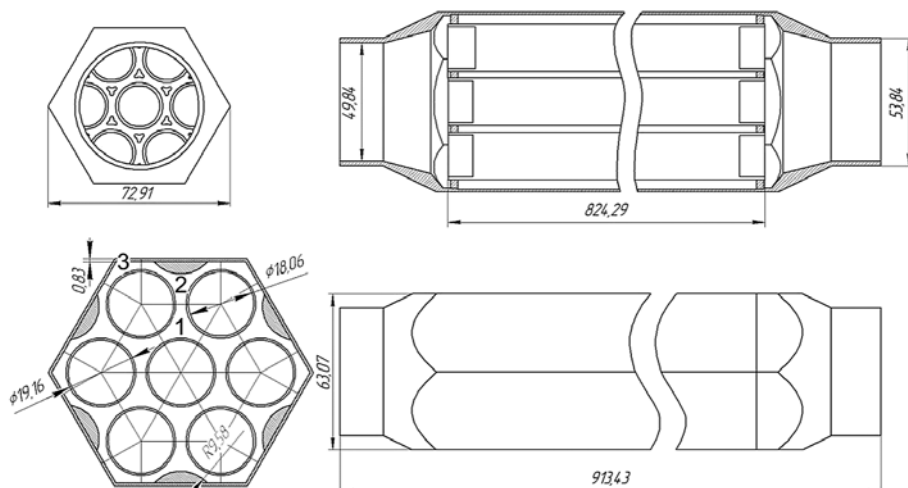


Рис. 3. Конструкция имитатора ТВС

Эскизная проработка модели реактора и имитатора ТВС была осуществлена с помощью программы КОМПАС-3D V12. Геометрические характеристики модельной ТВС при-

ведены в табл. 2. На рисунке 3 показан общий вид конструкции имитатора ТВС и его отдельных элементов. Конструктивно имитатор ТВС состоит из головки чехла, хвостовика, нижней и верхней опорной решеток, вытеснителей и имитаторов твэлов. Отметим, что имитатор твэлов заполняется оксидом магния. Способ разогрева имитаторов твэлов – нихромовый нагреватель.

Таблица 2

**Геометрические характеристики имитатора ТВС**

Параметр	Значение
Диаметр имитатора твэла, м	$19,16 \cdot 10^{-3}$
Шаг решетки, м	$22,0 \cdot 10^{-3}$
Размер под ключ, м	$63,07 \cdot 10^{-3}$
Толщина стенки чехла, м	$0,83 \cdot 10^{-3}$
Толщина оболочки твэла, м	$0,55 \cdot 10^{-3}$
Гидравлический диаметр имитатора ТВС, м	$6,62 \cdot 10^{-3}$
Длина обогреваемой части имитатора твэла, м	0,81
Длина имитатора твэла, м	0,824
Длина имитатора ТВС, м	$913,43 \cdot 10^{-3}$
Гидравлический диаметр ячейки первого типа, м	$8,697 \cdot 10^{-3}$
Гидравлический диаметр ячейки второго типа, м	$5,929 \cdot 10^{-3}$
Гидравлический диаметр ячейки третьего типа, м	$5,415 \cdot 10^{-3}$

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКОГО И ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА**

Методика теплогидравлического расчета основана на решении уравнения энергии для потока теплоносителя и замыкающих соотношений для расходов как в элементарных ячейках модели ТВС, так и на всех имитаторах ТВС.

$$\delta q_i = h_{i,2} - h_{i,1} + \frac{\alpha_2 V_{i,2}^2}{2} - \frac{\alpha_1 V_{i,1}^2}{2} + g(z_{i,2} - z_{i,1}) - \Delta h_{тр,i} + \frac{\Delta p_{уск}}{\rho}, \quad (1)$$

$$\Delta h_i = h_{i,2} - h_{i,1} = c_{pi,2} T_{i,2} - c_{pi,1} T_{i,1}, \quad (2)$$

$$\Delta h_{тр,i} = \frac{k}{k-1} \left( \frac{P_1}{\rho_1} + \frac{P_2}{\rho_2} \right), \quad (3)$$

$$G_{All\_TBC}^{jTBC} = \sum_{i=1}^3 n_i G_i^{jTBC}, \quad G_1^{2-TBC} = \sqrt{\frac{B_1}{B_2}} G_1^{1-TBC}, \quad G_1^{3-TBC} = \sqrt{\frac{B_2}{B_3}} G_1^{2-TBC}, \quad (4)$$

$$G_{MP} = \sum_{j=1}^{61} G_{All\_TBC}^{jTBC} + 0,01 G_{MP}, \quad (5)$$

$$B_i = \frac{1}{2 \rho_i \bar{S}_i^2} \left( \lambda_i \frac{l_i}{d_{fi}} + \sum_k \xi_k \right), \quad (6)$$

$$\rho = \rho(P, H), \quad (7)$$

$$\Delta p_{уск} = (\bar{\rho} \bar{V})^2 (v_2 - v_1). \quad (8)$$

где  $dq_i = Qdt/dm$  – удельное энерговыделение в  $i$ -ом твэле;  $h_{i,1,2}$  – энтальпия торможения на входе и выходе расчетного участка;  $v_i$  – удельный объем на входе и выходе расчетного участка;  $\Delta h_{тр,i}$  – увеличение энтальпии за счет действия силы трения;  $\alpha$  – коэффициент Кориолиса;  $V_i$  – скорость на входе и выходе в рабочий участок;  $Z_{i,1,2}$  – пьезометрические высоты начала и конца элементарного расчетного участка;  $c_{pi,1,2}$  – изобарные теплоёмкости в начале и конце расчетного участка;  $T_{i,1,2}$  – температура в начале и конце расчетного участка;  $G_{мп}$  – массовый расход через модель;  $\bar{\rho}_i$  – средняя плотность на расчетном участке;  $\lambda_i$  – коэффициент сопротивления трения;  $l_i$  – длина расчетного участка;  $d_{гi}$  – гидравлический диаметр;  $S_i$  – площадь проходного сечения;  $G_1^{1-TBC}$  – массовый расход через элементарные ячейки первого типа;  $G_1^{2-TBC}$  – массовый расход через элементарные ячейки второго типа;  $G_1^{3-TBC}$  – массовый расход через элементарные ячейки третьего типа;  $G_{All-TBC}^{TBC}$  – расход через  $j$ -ую модельную ТВС.

В уравнение энергии (1) включено тепло, выделяющееся за счет трения (3) и потери на ускорение. В левой части уравнения (1)  $dq_i$  – подводимое тепло к теплоносителю только за счет конвективного теплообмена от твэлов.

Для расчета коэффициента сопротивления трения в пучке стержней использовалась зависимость [6]

$$\lambda/\lambda_0 = 0,57 + x\{1 - \exp[-112(x-1)]\}\lg(0,27x),$$

$$\lambda_0 = (1,82 \lg Re - 1,64)^{-2},$$

где  $x$  – относительный шаг решетки.

Безразмерный коэффициент теплоотдачи для сверхкритического потока рассчитывался по формуле из работы [7]:

$$Nu_x = 0,021 Re_x^{0,8} Pr_x^{0,75} \left( \frac{\mu_{ст}}{\mu_{ж}} \right)^{0,2} \left( \frac{\rho_{ст}}{\rho_{ж}} \right)^{0,1} \left( \frac{c_{рст}}{c_{рж}} \right)^{0,2},$$

где индекс «х» означает, что в качестве характерного размера берется длина обогреваемой части имитатора твэла.

Решение исходной системы уравнений осуществлялось методом итераций. Алгоритм решения системы уравнений (1) – (8) заключался в следующих последовательных шагах.

1. Задается исходное поле энерговыделение по каждому из твэлов.
2. На первом шаге задается равный расход через все имитаторы ТВС и все типы элементарных ячеек внутри каждой ТВС.
3. Задается исходное поле температур
4. По заданной температуре в каждой ТВС и элементарной ячейке каждой ТВС находятся удельный объем, кинематическая вязкость и изобарная теплоемкость.
5. По уравнению (6) для каждой элементарной ячейки находятся коэффициенты  $B_j$ .
6. Для каждой из ТВС совместно решаются уравнения (4) – (6) и находятся новые расходы  $G_i$  для каждой элементарной ячейки.
7. По рассчитанным расходам по зависимости (3) находится вклад в тепловой баланс силы трения  $\Delta h_{тр,i}$  для каждой ячейки.
8. Из уравнения (1) находится энтальпия на выходе из каждой элементарной ячейки, затем по (2) – температура на выходе из каждой элементарной ячейки.
9. Рассчитывается относительная ошибка в нахождении расходов по одной ТВС.
10. Если относительная ошибка вычисления расхода больше заданной точности расчета, то переходят к п. 4.
11. Если ошибка меньше заданной точности расчета, то расчет на одном элементарном участке по высоте имитатора ТВС окончен.
12. Полученные значения всех параметров (температур, расходов и т.д.) используют

в качестве начальных для следующего шага по высоте имитатора ТВС.

Результаты решения уравнения (1) и замыкающих соотношений (2) – (8) для трех различных типов теплоносителей приведены в табл. 3. Расчет теплофизических свойств проводился с помощью данных из [8, 9]. Результаты расчета даны для самой энергонапряженной ячейки. Нумерация элементарных ячеек приведена на рис. 5.

Анализ данных табл. 3 показывает, что выбор масштабного коэффициента 1/5 приводит к нефизичным результатам для воды СКП. Трудно представить себе экспериментальную установку с потребляемой мощностью » 31 МВт, однако для углекислого газа и фреона на СКП расчетная мощность оказывается вполне приемлемой. Это объясняется значительно более низкими параметрами перехода вещества в сверхкритическое состояние: для  $\text{CO}_2$   $P_{\text{кр}} = 7,39$  МПа,  $T_{\text{кр}} = 304,2$  К; для R-134a  $P_{\text{кр}} = 4,06$  МПа,  $T_{\text{кр}} = 374,65$  К.

Таблица 3

**Результаты расчета параметров электрообогреваемой модели реактора**

Параметр	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	R-134a
Мощность установки, кВт	30901,01	3948,33	4042,43
Давление, МПа	25	10	5
Температура входа, °С	290	40	104
Энтальпия на входе, кДж/кг	1280,2	313,04	367,59
Температура выхода, °С	≈ 540	≈ 150	≈ 250
Энтальпия на выходе, кДж/кг	3306,5	571,95	632,67
Расход через имитатор ТВС, кг/с	0,25	0,25	0,25
Расход в ячейке первого типа на выходе, кг/с	1,82E-01	1,81E-01	1,81E-01
Расход в ячейке второго типа на выходе, кг/с	1,70E-01	1,71E-01	1,71E-01
Расход в ячейке третьего типа на выходе, кг/с	6,39E-02	6,40E-02	6,41E-02
Температура на выходе из ячейки первого типа, °С	542,8	154,6	252,2
Температура на выходе из ячейки второго типа, °С	534,5	148,3	247,7
Температура на выходе из ячейки третьего типа, °С	529,6	145,4	240,4
Мощность имитатора ТВС, кВт	506,57	64,72	66,26
Мощность имитатора твэла, кВт	72,36	9,24	9,46

К настоящему времени накоплен значительный зарубежный и отечественный опыт эксплуатации тепловых энергоблоков со сверхкритическими параметрами с применением жаропрочных сталей мартенситного класса. Для сталей с содержанием хрома 9% достигнут уровень рабочих температур металла теплообменных и паропроводных труб – до 620°С при давлении до 30 МПа. В качестве основного конструкционного материала модели реакторной установки была выбрана отечественная хромистая жаропрочная сталь нового поколения 10X9B2MФБР, разработанная ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» [10]. Некоторые технические характеристики стали приведены в табл. 4.

**Физико-механические свойства стали 10Х9В2МФБР [6]**

Предел прочности при 20 °С, Н/мм <sup>2</sup>	710 – 810
Предел текучести при 20 °С, Н/мм <sup>2</sup>	520 – 620
Предел текучести при 550 °С, Н/мм <sup>2</sup>	400 – 420
Ударная вязкость, KCV, при 20 °С, Дж/см <sup>2</sup>	106 – 160
Относительное удлинение при 20 °С, %	19,0 – 23,0
Относительное сужение при 20 °С, %	72,0 – 74,0

Расчет толщин стенок (обечайки корпуса модели реактора, эллиптических днищ и трубопроводов контура циркуляции) выполнялся в соответствии с методикой, изложенной в РД 10-249-98 [11]. Расчет тощины обечайки корпуса дал величину, равную 66,5 мм.

Использование воды СКП приводит к значительному изменению конструкции модели реактора. Судя по всему, придется перейти к конструкции с 19-ю или 37-ю имитаторами ТВС, что повлечет за собой резкое снижение расхода сверхкритического флюида на выходе из модели реактора и, как следствие, приведет к отказу от введения в экспериментальную модель малоомощной высокооборотной турбины, что конечно является нежелательным. В то же время, применение воды СКП позволит опереться на огромный опыт ее использования в российской энергетике.

Выходом из этой ситуации может быть использование бинарного цикла. В первом контуре может быть реализован классический цикл Ренкина со сверхкритическими параметрами воды, а во втором – цикл Брайтона, например, на сверхкритическом углекислом газе.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результаты расчетных оценок теплогидравлических характеристик электрообогреваемой модели реактора на СКП показали, что параметры сверхкритического состояния для воды, CO<sub>2</sub> и фреона-134а достигаются при подведении ~ 31, ~3,9 и ~4,0 МВт соответственно. Расчетные результаты распределения расходов по ячейкам модели ТВС приведены в табл. 3.

Предложена методика оценки интегральных теплогидравлических характеристик экспериментальной модели реакторной установки. Методика пригодна для описания течений теплоносителя в а.з. с чехловыми (очехленными) имитаторами ТВС. Полученные результаты будут использованы при создании эскизного проекта электрообогреваемой модели реактора со СКП теплоносителя.

**Работа поддержана грантом №14.740.11.1133 от 30.05.2011 по ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»**

**Литература**

1. Чуркин А.Н., Ягов П.В., Мохова О.В. Теплогидравлика однозаходной активной зоны ВВЭР-СКД. Гидропрофилирование и устойчивость. / Научная сессия МИФИ-2007. Сб. научных тр. – М.: МИФИ (2007), Т.8. С. 34–35.
2. Драгунов Ю.Г., Рыжов С.Б., Никитенко М.П. и др. Водохлаждаемые реакторы со сверхкритическими параметрами – перспективные реакторы 4-го поколения. / Научная сессия



МИФИ-2007. Сб. научных тр. – М.: МИФИ (2007), Т.8. С. 42–34.

3. Баранаев Ю.Д., Кириллов П.Л., Поплавский В.М., Шарапов В.Н. Ядерные реакторы на воде сверхкритического давления. // Атомная энергия, 2004, т. 96, вып. 5. С. 374 – 380.

4. Глебов А.П., Клушин А.В. Реактор с быстрорезонансным спектром нейтронов, охлаждаемый водой сверхкритического давления при двухходовой схеме движения теплоносителя. // Атомная энергия, 2004, т. 96, вып. 5. С. 349–3553

5. Никитенко М.П., Четвериков А.Е., Кобелев С.Н. и др. Разработка концепции РУ ВВЭР-СКД/ Годовой отчет. «Об основных научно-технических работах ОКБ «ГИДРОПРЕСС» за 2007год»// Научно-технический и рекламный сборник №8, Подольск, 2008, С. 60-61.

6. Кириллов П.Л., Бобков В.П., Жуков А.В., Юрьев Ю.С. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике/ Под ред. П.Л. Кириллова. – Т. 1. – М.: Издат, -2010.

7. Шелегов А.С., Лескин С.Т., Чусов И.А., Слободчук В.И. Экспериментальное исследование теплообмена в пучке из семи стержней при сверхкритических параметрах фреона-12/ Препринт ИАТЭ-001-2010, ISBN 2219-7583, Обнинск, 2010 г.

8. Теплофизические свойства фреонов. Справочные данные. / Под ред. С.А. Ривкина. –М.: Издательство стандартов. -т.1., С. 232.

9. Reid R.C., Prausnitz J.M., Poling B.I. The Properties of Gases & Liquids. Fourth Edition. McGraw-Hill Book Company, ISBN 0-07-051799-1., N.Y. -1986.

10. Дуб А.В., Скоробогатых В.Н., Щенкова И.А. Новые жаропрочные хромистые стали для перспективных объектов тепловой энергетике // Теплоэнергетика, -2008. №7. -С. 47-53.

11. Нормы расчета на прочность котлов и трубопроводов пара и горячей воды. РД 10-249-98.

Поступила в редакцию 28.05.2013

oxygenated electrolyte with different measuring electrodes and reference electrodes. Experimental results prove the possibility of applying of the gas phase electrochemical oxygen sensor with a solid oxygenated electrolyte for control the content of hydrogen in gas phase of loop of reactors with heavy liquid metal coolants.

**УДК 53.082.731:543.272.2**

*The study of temperature influence on the performance of conductometric hydrogen sensor element based on Pd-Ag alloy \ Skomorokhov A.N., Shelemet'ev V.M., Askhadulin R.Sh., Storozhenko A.N., Skomorokhova S.N., Sitnikov I.V.; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Hier Scool. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2013. – 8 pages, 1 table, 4 illustrations. – References, 4 titles.*

Temperature influence on such characteristics of the conductometric hydrogen sensor elements response time and magnitude of variation of the electric resistance in the temperature range from 180 up to 310°C has been investigated. Type of functional dependence of variation of the electric resistance in dependence from hydrogen concentration at various temperatures was determined.

**УДК 621.039.548**

*The methodical features of structural investigations for sodium cooling pins \ Kinyov E.A., Tsygvintsev V.A., Barybin A.V.; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Hier Scool. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2013. – 10 pages, 1 table, 6 illustrations. – References, 3 titles.*

The specificity of rupture pin defect and gas flow pin defect are examined. It is complicated to identify the first type of defects about its feature: initial or secondary. It is hard to localize the other flow defect. Depth analysis is demanded of the complex investigation including the defect modeling results. Article data illustrates the urgent need of waterless technology is one must during preparation of faulty pins for post reactor investigations.

**УДК 621.039.53**

*Analysis of approaches to the simulations of the processes of radioactive deposits formations on the contour's walls of the fast sodium reactors \ Korsun A.S., Kharitonov V.S., Filippov M.F.; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Hier Scool. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2013. – 5 pages. – References, 7 titles.*

The paper presents analysis of approaches to the simulations of the processes of radioactive deposits formations on the contour's walls of the fast sodium reactors.

**УДК 621.039.526.034**

*Design substantiation of electricity-heated reactor model construction with supercritical parameters \ Avdeev E.F., Chusov I.A., Shelegov A.S., Ukraintsev V.F., Titov D.M., Ragulin S.V.; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Hier Scool. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2013. – 9 pages, 4 tables, 3 illustrations. – References, 11 titles.*

The paper presents the Russian concept of electrically heated supercritical reactor model. Coolant with such parameters can enhance efficiency of facility to 45-49%. Russian concept of new generation NPP's based on supercritical parameters of coolant not limited only reactor facility. The development of new electricity generating facility based on Brayton cycle with recuperative heat exchangers is considered. Basic concept of reactor facility model is based on transition possibility between one-way and two-way core models by minimal change in reactor core model design. Reactor facility model has been developed with geometry distortion with scale factor (full scale reactor/reactor model) 1:5. In this paper the main requirements has been formulated for design of reactor model. Design justification of reactor model based on energy equation for coolant flow and closure equations for cell and assembly model flow rates. In the energy equation included the heat part generated by the friction and loses on acceleration. The original system of equations was performed by iteration. Calculations were performed for three types of media: water, carbon dioxide and Freon-134. Estimation results of thermal-hydraulic characteristics for supercritical reactor model shows that parameter of water, carbon dioxide and Freon-134 achieved on 31 MWt, 3,9 MWt and 4,0 MWt respectively.