

ласти. Нельзя не отнести сюда и аварию на Чернобыльской АЭС. Реактор, несоответствующий нормам безопасности имел опасные конструктивные особенности, что привело к крупнейшей в своем роде аварии за всю историю атомной энергетики.

2) Низкая квалификация руководящего и обслуживающего персонала использующих предприятий. Неспособность быстро оценить ситуацию и предпринять оптимальные действия в сложившейся аварийной ситуации в условиях нехватки времени ведут к росту сбоев в электроэнергетических системах. Так, к примеру, летом 2011 года работник крупной американской АЭС, не вышедший из диагностического режима, вызвал срабатывание автоматического отключения, что привело к веерным отключениям, лишившим света более десяти миллионов человек.

3) Внешние факторы, такие как погодные условия. Усиленный ветер, падение деревьев или прочих сооружений, образование замыканий в проводах, крушение опор линий электропередач, связанное с подземными толчками, значительными затоплениями или оползнями. В январе 2012 года ураганный ветер со скоростью 40 метров в секунду обесточил двести пятьдесят тысяч человек Краснодарского края.

Данные обстоятельства в значительной мере способствуют происхождению аварийных процессов в энергетике.

УДК 621.039

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ И МАССООБМЕНА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТЕПЛОЫДЕЛЯЮЩИХ СБОРКАХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК С ВОДОЙ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

*С.М. Дмитриев, Д.В. Доронков, А.Н. Пронин,
А.В. Рязанов, Д.Н. Солнцев, А.Е. Хробостов*

*Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева*

Уровень развития современного реакторостроения в значительной мере зависит от изучения гидродинамики и тепломассообмена теплоносителя в активной зоне (АЗ) ядерного реактора. Необходимость знания тепломассообмена и гидродинамики потока определяется тем, что ядерные реакторы представляют собой высокоэнергонапряженные аппараты, в которых данные процессы проявляются в весьма сложной форме. С одной стороны, принятие существенных запасов по параметрам теплоносителя ограничивает как мощность, так и КПД ядерно-энергетической установки в целом, это нецелесообразно с экономической точки зрения. С другой стороны, превышение локальных параметров теплоносителя (теплового потока, температуры, энтальпии) в активной зоне до сверх пороговых пределов недопустимо с точки зрения безопасности.

Одними из задач атомной энергетики РФ являются: повышение мощности и надежности работающих АЭС, создание первой в мире плавучей АЭС и др. Привнося значительный вклад в достижение поставленных целей, в АО «ОКБМ Африкантов» (РФ, г. Нижний Новгород) проводятся разработки ТВС для реакторов различных типов. К таким кассетам относятся: ТВСА для реакторов ВВЭР-1000 и ТВС КЛТ-40С для плавучей атомной станции. Перечисленные топливные сборки имеют принципиальные конструктивные отличия от других типов ТВС аналогичного назначения, что позволяет получать более высокие эксплуатационные показатели при сохранении уровня теплотехнической надежности. Конструкции данных ТВС предусматривают наличие решеток интенсификаторов. Таким образом, необходимы исследования, которые позволят оценить влияние перемешивающих и дистанционирующих решеток на поток теплоносителя, с целью выбора оптимальной конструкции с точки зрения интенсивности перемешивания и гидравлических потерь.

Для оценки влияния на поток теплоносителя различных типов решеток, устанавливаемых в ТВС, в базовой научно-исследовательской лаборатории «Реакторная гидродинамика» (РФ, г. Нижний Новгород, НГТУ) создан экспериментальный стенд, представляющий собой аэродинамический контур, через который прокачивается воздух (рис. 1).

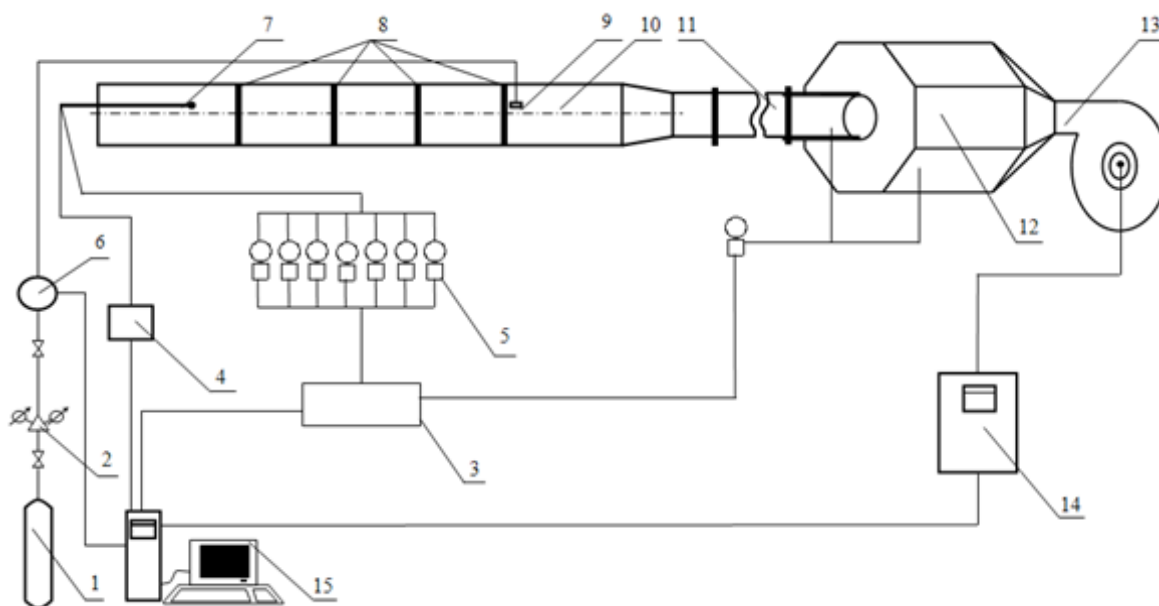


Рисунок 1 – Схема аэродинамического стенда:

- 1 – газовый баллон, 2 – редуктор, 3 – базовый блок коммутации/измерения,
 4 – модульный газоанализатор, 5 – преобразователи давления, 6 – регулятор расхода газа,
 7 – отборный зонд, 8 – статические отборы, 9 – устройство ввода трассера в ячейку ЭМ,
 10 – экспериментальная модель, 11 – успокоительный участок, 12 – ресиверная емкость,
 13 – вентилятор высокого давления, 14 – преобразователь частоты, 15 – ЭВМ

Исследования локальных характеристик межъячеечного массообмена потока в экспериментальных моделях (ЭМ) ТВС проводились методом

трассера. В качестве трассера выбран пропан, поскольку он обладает наиболее близкими к воздуху свойствами, возможностью быстрой и достаточно точной регистрации, что позволяет получать большие объемы данных в ограниченное время. Принцип проведения исследований заключается в том, что поток воздуха посредством радиального вентилятора высокого давления поступает в ресиверную емкость, движется через расходомерное устройство и успокоительный участок, а затем, пройдя через ЭМ, выбрасывается в атмосферу. Газ-трассер подается через впускной зонд (рис. 2а) в характерную ячейку пучка твэлов в начале исследуемого участка и также выбрасывается в атмосферу вместе с газоздушной смесью. При помощи трубки Пито (рис. 2б), используемой в качестве отборного зонда и линии транспортировки пробы газа, за исследуемым поясом перемешивающей решетки (ПР) производится замер концентрации трассера по длине и сечению ЭМ. Каждая из исследуемых ЭМ в поперечном сечении условно делилась на ячейки, каждой из которых присваивался свой порядковый номер. Также по длине каждая изучаемая сборка разбивалась на определенное количество сечений, в зависимости от места установки исследуемой решетки. Измерение полей скорости в ЭМ производилось при помощи пневмометрического пятиканального зонда. Данным зондом (рис. 2в) определяется вектор скорости в точке по трем его компонентам путем измерения давлений в отверстиях чувствительной головки зонда и последующего пересчета по тарировочным характеристикам.

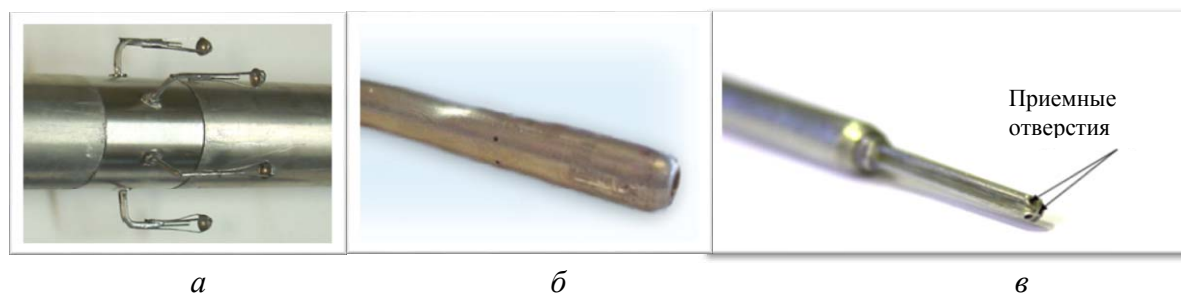


Рисунок 2 – Оснастка для проведения экспериментов по исследованию локальной гидродинамики и массообмена потока: *а* – впускные насадки, *б* – трубка Пито, *в* – пятиканальный пневмометрический зонд

На аэродинамическом стенде были также определены коэффициенты гидравлического сопротивления (КГС) всех исследуемых решеток. Анализ результатов исследований КГС показывает, что выбранные конструкции и геометрические характеристики изучаемых решеток в диапазоне требуемых чисел Re обеспечивают их необходимое гидравлическое сопротивление, а полученные значения соответствуют гидравлическому сопротивлению натуральных решеток. Погрешности измерения концентрации газатрассера не превышают 1,5%, подача газа обеспечивается регулятором расхода газа El-Flow с отклонениями 0,5% массового расхода. Измерение давлений в каналах пневмометрических зондов осуществлялось при по-

мощи преобразователей избыточного давления с пределом допускаемой основной погрешности 0,25%, погрешность получаемых проекций скорости не превышала 7% от ее абсолютного значения.

Результаты исследований течения в моделях кассеты ТВСА. Исследования локальных характеристик потока в ТВСА проводились на различных стержневых экспериментальных моделях, представляющих собой масштабные копии фрагментов активной зоны и сегментов кассет (рис. 3). 57 и 94 стержневые модели имитируют область АЗ на стыке соседних ТВС реакторов ВВЭР и ВБЭР, что дает возможность исследования межкассетных взаимодействий в потоке.

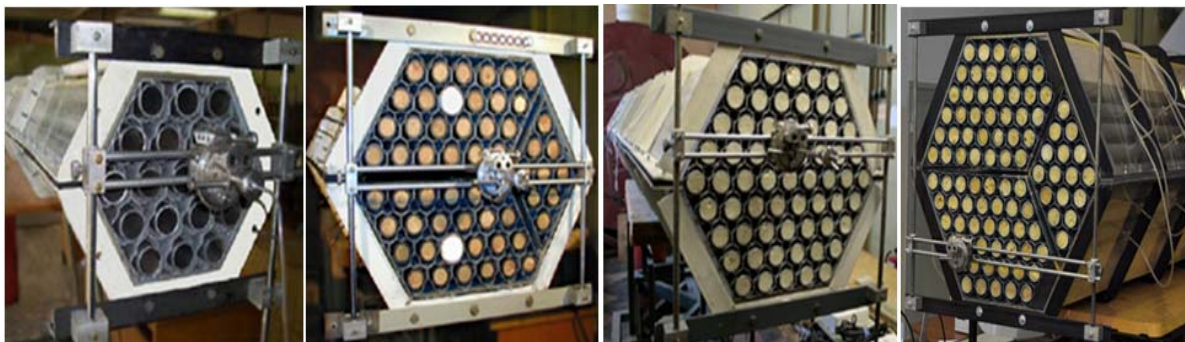


Рисунок 3 – Экспериментальные модели ТВСА

В ходе исследований определялась оптимальная конфигурация установки ПР типа «порядная прогонка» и «закрутка вокруг твэла». По результатам комплексных исследований были сделаны следующие выводы: экспериментально определены расходы через характерные ячейки модели; наличие дефлекторов приводит к возникновению направленного конвективного движения потока по направлению отгиба соответствующих дефлекторов и, как следствие, появлению поперечных постепенно затухающих составляющих скорости; изменение концентрации трассера в ячейках показывает, что не весь поток теплоносителя движется по направлению расположения дефлекторов. Часть трассера передается в соседние ячейки за счет турбулентного массообмена, имеющего значительно большую величину за ПР вследствие дополнительной турбулизации потока; определены длины затуханий возмущений массообменных процессов за ПР ($l/d \approx 14,16$, d – гидравлический диаметр модели); при последовательной постановке двух перемешивающих решеток типа «порядная прогонка» происходит более равномерное распределение концентрации трассера в поперечном сечении экспериментальной модели, по сравнению с одной ПР типа «порядная прогонка» или ПР типа «закрутка вокруг твэла».

Результаты исследований течения в моделях ТВС КЛТ-40С. Необходимость проведения детальных теплогидравлических расчетов в обоснование теплотехнической надежности ТВС для РУ КЛТ-40С обусловила постановку ряда экспериментальных исследований гидроди-

намики и массообмена. Эксперименты проводились с использованием 18 и 84-стержневых моделей ТВС КЛТ-40С (рис. 4). Вследствие сложной геометрии пластинчатой ДР в ТВС присутствуют 14 различных по затеснению проходного сечения типов ячеек, что создает существенную неравномерность расходов и коэффициентов межъячейкового массообмена.

Для получения полной информации о трехмерном течении потока исследования проводились в трех характерных областях: стандартной (преимущественная часть ячеек), области вытеснителя и периферийной области (рис. 5).

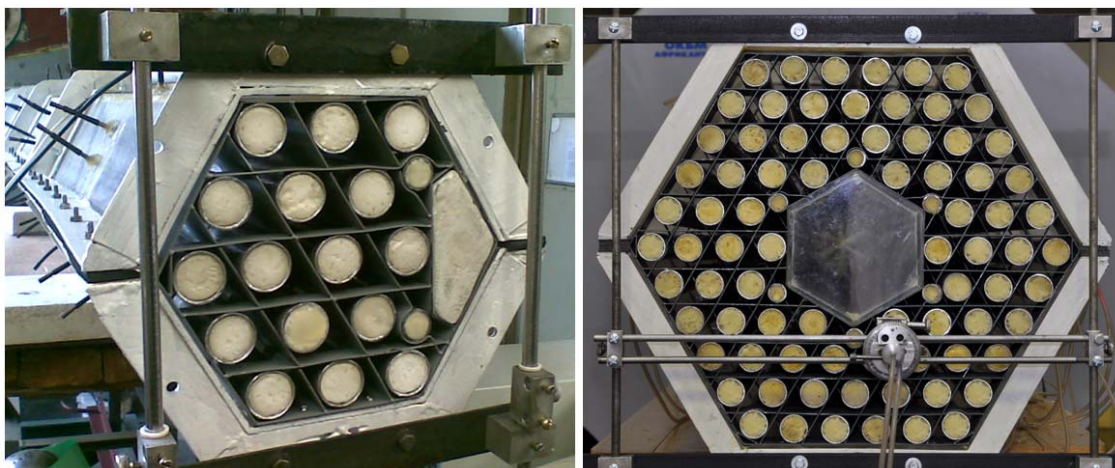


Рисунок 4 – Модели ТВС КЛТ-40С

В результате обработки экспериментальных данных выявлены следующие особенности течения теплоносителя: во всех ячейках ТВС реактора КЛТ-40С поток теплоносителя носит осевой характер. Значения относительных поперечных скоростей не превышают 5%; в стандартных ячейках, области вытеснителя, где пластины дистанционирующей решетки располагаются в виде «треугольника» расход теплоносителя на 10 % больше, чем через ячейки, где пластины дистанционирующей решетки располагаются в виде «звезды»; в стандартных ячейках, периферийной области, через ячейки, где пластины дистанционирующей решетки располагаются в виде «треугольника» расход теплоносителя на 20 % больше, чем через ячейки, где пластины дистанционирующей решетки располагаются в виде «звезды»; через ячейки области вытеснителя и периферийной области расход теплоносителя на (30–50)% меньше чем через стандартные ячейки ТВС реактора КЛТ-40С.

Выводы. В результате экспериментальных работ выявлены основные закономерности течения в топливных сборках различных конструкций. На основе исследований массообменных характеристик был создан расчетный алгоритм, заложенный в программу для ЭВМ. Созданная программа позволяет оценивать распределения концентрации, используя экспериментально полученные поля скоростей. Анализ результатов работы программы показал, что предельные отклонения расчетных концентраций от экспериментальных составляет не более 10 %. Результаты расчетов были использо-

ваны для вычисления коэффициентов массообмена между определенными ячейками модели ТВС КЛТ-40С, а также эффективного коэффициента перемешивания ПР для ТВСА реакторов ВВЭР, используемых при инженерных расчетах АЗ в качестве замыкающих соотношений.

Накопленная база данных по течению теплоносителя в ТВС для реакторов различных типов легла в основу инженерного обоснования конструкций АЗ. Рекомендации по выбору оптимальных вариантов ПР учитывались конструкторами АО «ОКБМ Африкантов» при создании вводимых в эксплуатацию ТВС. Результаты исследований используются для верификации CFD-кодов и программ детального поэлементного расчета активных зон с целью уменьшения консерватизма при обосновании теплотехнической надежности.

УДК 336.7

ОЦЕНКА И СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

В. В. Марцинкевич

Научный руководитель: С.А. Квасюк

Введение. В условиях современной рыночной экономики предприятия нуждаются в регулярной объективной переоценке финансового и хозяйственного состояния. Данные меры называются финансовым анализом (либо расчетом основных финансовых показателей) и применяются для определения:

- уязвимых мест на производстве, с целью их устранения;
- вероятной области возникновения проблем, с целью проверки и профилактики минимизации убытков в данной сфере производства;
- сильных, экономически устойчивых сторон предприятия, с целью их дальнейшего развития и создания условий максимизации прибыли.

При сравнительном анализе финансовых показателей настоящей деятельности предприятия и итогов работы более ранних периодов, прогнозируются и определяются основные, преимущественные, более перспективные направления дальнейшей работы организации, обеспечивающие рентабельность и прибыльность.

Основной целью финансового анализа является нахождение решения аналитических проблем, при помощи детализированного разбора всех экономических отраслей предприятия (бухгалтерской, управленческой и т.д.).

Финансовый анализ фирмы, а, следовательно, и объективная оценка ее положения, аргументируется на основе расчетов финансовых коэффициентов (математически обоснованное соотношение отдельных данных учета).

Для определения финансовой оценки деятельности предприятия существует множество показателей, приоритет определения которых может зависеть от различных факторов (от отраслевой деятельности, от количе-