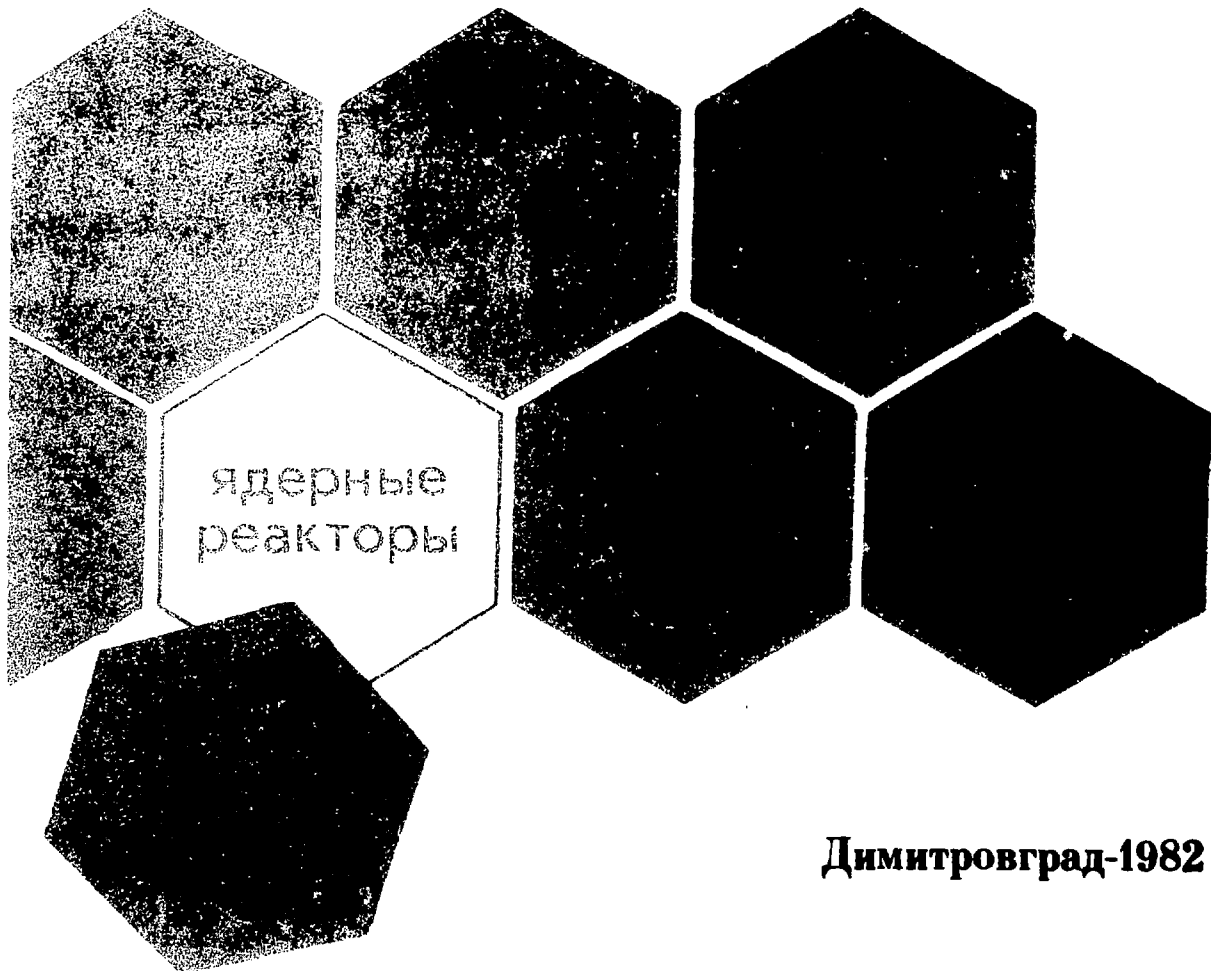


ИИИАР-25(540)

Научно-исследовательский институт
атомных реакторов им. В.И.Ленина

Г.Г.Василенко, В.Ф.Масный, В.К.Ризванов

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ПЕТЛЯ С ОРГАНИЧЕСКИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ РЕАКТОРА АСТ-1



Дмитровград-1982

УДК 621.039.52.034.7

Василенко Г.Г., Масный В.Ф., Рязванов В.К. ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ПЕТЛЯ С ОРГАНИЧЕСКИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ РЕАКТОРА АСТ-I: Препринт.- НИИАР-25(540).- Дмитровград, 1982, 8 с.

Р е ф е р а т

Рассмотрена технологическая схема органической испытательной петли реактора АСТ-I. Дана характеристика её режимов работы и оборудования. Показано, что петля с органическим теплоносителем проста, надежна в эксплуатации и позволяет проводить испытания опытных твэлов для реакторов АСТ с органическим теплоносителем при обеспечении контроля требуемых параметров облучения (рис. 2, список лит. - 2 назв.).



Научно-исследовательский институт
атомных реакторов им. В.И.Ленина
(НИИАР), 1982 г.

Г.Г.Василенко, В.Ф.Масный,
В.К.Ризванов

НИИАР-25(540)
УДК 621.039.52.034.7

Испытательная петля с органическим теплоносителем реакторе АСТ-1

Рассмотрены технологическая схема и основные характеристики испытательной петли с органическим теплоносителем на реакторе АСТ-1. Показаны достоинства петли при испытании опытных твэлов и конструкционных реакторных материалов

Препринт Научно-исследовательского института атомных реакторов
им. В.И.Ленина, Дзмитровград, 1982

G.G.Vasilenko, V.F.Masny
V.K.Rizvanov

RIAR-25(540)
UDC 621.039.52.034.7

The AST-1 Reactor Organic Coolant Loop

Considered are the flow-sheet and main characteristics of the AST-1 reactor organic coolant loop. Demonstrated are the merits of the loop when testing the experimental fuel elements and reactor structural materials.

Preprint. Research Institute of Atomic Reactors named after
V.I. Lenin, Dimitrovgrad, 1982

I. ВВЕДЕНИЕ

Исследования, связанные с созданием более экономичных и надежных типов твэлов для атомных станций теплоснабжения (АСТ) на основе реакторов с органическим теплоносителем, можно условно разбить на три группы [1, 2]:

1. В первой группе работ изучаются свойства и поведение под облучением конструкционных материалов, твердых замедлителей и топливных композиций, предлагаемых для использования в твэлах ядерных реакторов с высокотемпературными органическими теплоносителями (в целях выбора наиболее перспективных топливных композиций и конструкционных материалов), а также исследования их поведения в составе единого конструктивного элемента топливной сборки. Этой группе работ характерна многовариантность: исследуются целый ряд материалов, изучаются самые различные свойства, широко варьируются параметры испытаний.

2. Вторая группа работ связана с испытанием твэлов, выбранных на основе результатов исследовательских работ первой группы. Отличительная особенность этих работ — максимальное возможное приближение условий испытаний к условиям работы твэлов в будущих реакторах АСТ; основная задача — подтверждение для твэлов работоспособности т. э. твэлов.

3. В третьей группе работ входят исследования ряда вопросов, связанных с образованием отложений на теплопередающих поверхностях твэлов и уловителя, максимально приближенных к реактору, что, как отмечено, повышает практическую ценность полученных результатов.

Для испытания экспериментальных твэлов и конструкционных реакторных материалов на АСТ-1 была создана автономная органическая петля, объединившая два испытательных канала, которые в зависимости от загрузки могут быть установлены в любые ячейки активной зоны реактора.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕТЛИ

Испытательная органическая петля (рис.1) имеет один контур и ряд вспомогательных систем, таких как

- . система аварийного изолирования, обеспечивающая подачу теплоносителя к испытательным каналам от главных циркуляционных насосов установки АСТ-1;

- . системе подачи теплоносителя на вакуумно-дистилляционную очистку установки АСТ-1 от продуктов радиолиза;

- . система дренаживания, линии которой имеют врезки в нижних точках контура, через которые теплоноситель самотеком поступает в сборные емкости установки.

Петлевые каналы 1 установлены в активной зоне реактора. Оборудование петли расположено в отдельном помещении, имеющем биологическую защиту. Циркуляция теплоносителя (ди-толилметан (ДТМ)) осуществляется петлевыми насосами 4. В контур петли также входят компенсатор объема 3, теплообменник 2, специальные емкости, технологические трубопроводы с запорной и регулирующей арматурой, приборы технологического контроля. Трубопроводы, оборудование петли, а также вспомогательные коммуникации выполнены из нержавеющей стали. Для поддержания рабочего давления в контуре газовая полость компенсатора объема заполнена азотом. Очистка ДТМ от механических примесей происходит в проточных механических фильтрах 5. Сброс газообразных продуктов радиолиза теплоносителя производится через специальную систему клапанов компенсатора объема в спецвентиляцию реакторной установки. Отбор проб теплоносителя и газа для хим-

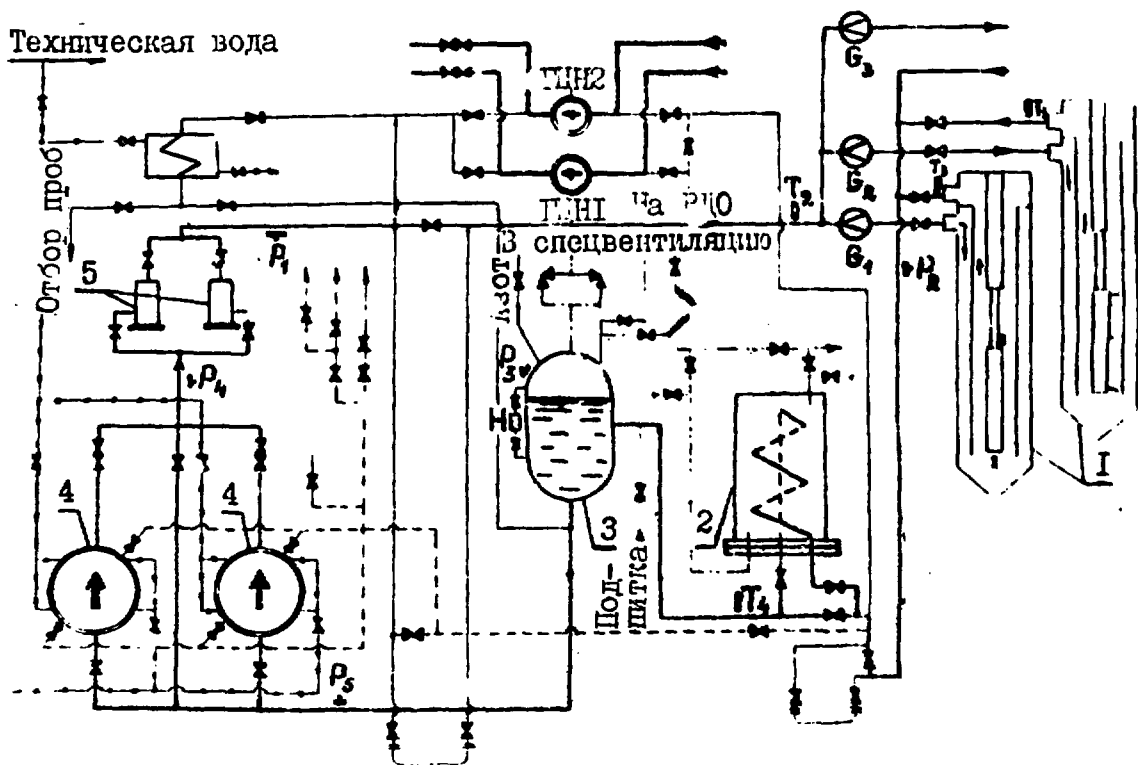


Рис. I. Технологическая схема экспериментальной органической петли реактора АРБУС; датчики: \odot B - расхода, \odot T - температуры, \blacksquare P - давления; $\text{H}\bar{\text{Q}}$ - уровня

анализов осуществляют через систему пробоотборников, а контроль герметичности оболочек твэлов - проверкой газовой активности в компенсаторе объема петли.

Основной контур петли оснащен измерительными и регулирующими приборами, позволяющими контролировать температуру теплоносителя и давление в контуре, перепад давления на насосах, фильтрах, петлевых каналах, уровень теплоносителя в компенсаторе объема. Основные точки контроля технологических параметров петли показаны на рис. I.

3. ОБОРУДОВАНИЕ ПЕТЛИ

В процессе используются следующие технологическое оборудование:

Петлевой насос (тип БЧК-5х1), центробежный, с горизонтальным расч. валом, одноступенчатый, с осевым подводом жидкости к рабочему колесу, предназначен для перекачки нефтепродуктов (температура $\sim 200^{\circ}\text{C}$). Его технические характеристики:

Подача, $\text{м}^3/\text{ч}$	~ 5
Частота вращения колеса, мин^{-1}	1500
Напор, м	~ 80
Потребляемая мощность, кВт	7,5
Диаметр рабочего колеса, мм	110

Для регулирования расхода теплоносителя через основной контур петли в схеме обвязки насоса предусмотрена байпасная линия с регулирующим вентилем.

Теплообменник петли — включен в схему для охлаждения циркулирующего теплоносителя до температуры $\leq 200^{\circ}\text{C}$. Тип теплообменника — змеевиковый. Охлаждение осуществляется ДТМ контура биологической защиты корпуса реактора. При эксплуатации петли часть расхода теплоносителя можно направить помимо теплообменника, по байпасной линии с регулирующим вентилем. Для контроля температуры теплоносителя на выходе из теплообменника установлен терморезисторный преобразователь.

Компенсатор объема (цилиндрическая ёмкость) предназначен для поддержания в контуре петли необходимого давления, для сброса в спецвантажную установку газообразных продуктов разложения ДТМ и для компенсации его термического расширения при нагревании. Компенсатор снабжен датчиком давления и уровнемером.

Магнитные фильтры установлены на входе в петлевые каналы. Каждый фильтр выполнен в виде двух коаксиаль-

ных труб (длина ~300 мм, диаметр 108x5 и 50x3 мм). Стенки внутренней коаксиальной трубы перфорированы отверстиями (диаметр 3 мм) и снаружи обернута металлической сеткой (0,45x0,25 мм), которая крепится к стенкам трубы с помощью распорных колец.

Все технологические трубопроводы, компенсатор объема, теплообменник теплоизолированы асбестовым шнуром и стеклотканью. В качестве датчиков и вторичных приборов, регистрирующих технологические параметры петли и опытных твалов, применяются:

- микротермоэлектрический датчик типа ХА и ХК;
- платиновые термометры и сопротивления;
- расходомерные шайбы;
- уровнемер типа ДМ;
- приборы типа ПС-1 (для измерения температуры);
- мост типа МС-1 (для термометров сопротивления);
- прибор типа ДСР (для измерения расхода теплоносителя);
- прибор типа ВМД (для измерения уровня теплоносителя);
- манометры (для измерения давления).

Эксплуатационные характеристики основного контура петли:

Объем контура петли, м³ 0,12

Расход теплоносителя, м³/ч 3,0

Давление, МПа:

на выходе насоса 0,44

в газовой полости компенсатора давления 0,17

на входе в каналы 0,40

на выходе из каналов 0,30

Температура теплоносителя в каналах, °С:

на входе 180-185

на выходе 190-200

4. ПЕТЛЕВЫЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ

Тепловыделяющие элементы, испытываемые в органической петле, загружаются в специальный канал (рис.2). Расчетные характеристики испытательного канала:

Полезный объем, м ³	$0,4 \cdot 10^{-3}$
Мощность канала, кВт	≤ 12
Расход теплоносителя, м ³ /ч	1,5
Температура ДТМ на выходе из канала, °С	≤ 200
Давление в канале, МПа	≤ 15

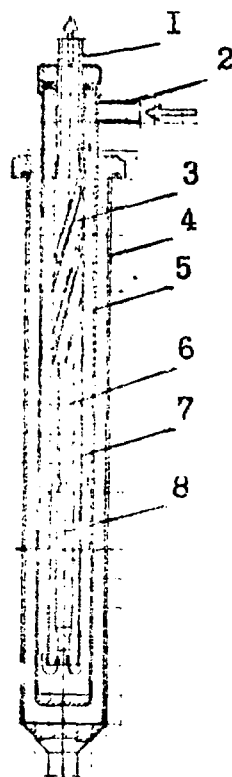
Центральная часть канала, по которой циркулирует теплоноситель, выполнена по типу "трубы Фильда". Петлевой канал имеет два чехла, разделенных воздушным зазором, который, с одной стороны, обеспечивает надежную безопасность в случае потери герметичности оболочки опытного твэла, а с другой - создает хорошую тепловую изоляцию, препятствуя перетечкам тепла между реакторным и петлевым теплоносителями. Наружный диаметр канала равен 30 мм, однако в зависимости от поставленных задач может применяться также канал с наружным диаметром 35 мм, что позволяет расширить полезный объем канала до $0,65 \cdot 10^{-3}$ м³.

Несущий стержень-подвеска вместе с опытным твэлом изготавливают отдельно и устанавливают в центральную часть канала при окончательной его сборке. Извлекают твэл также со стержнем, который удаляется.

Перед извлечением канала из реактора теплоноситель дренируется из контура петли. В холодных каналах теплоноситель остается, что дает возможность не извлекать из них опытных твэлов на период перегрузки и подготовки активной зоны реактора к очередной кампании.

Контроль за температурой ДТМ в канале осуществляется с помощью термоэлектрических преобразователей градуировки ЖК, установленных на входе и выходе из канала, и твэлами, которыми оснащается опытный твэл. Количество их и место установки определяются в каждом конкретном случае, исходя из требуемых условий монтажа опытных твэлов.

рис.2. Эскиз петлевого канала АРБУС:
 1 - отводящий и 2 - подводящий патруб-
 рубки; 3 - защитная пробка; 4 - на-
 ружный теплоизолирующий экран;
 5 - корпус канала; 6 - стержень-
 подвеска; 7 - разделитель потока;
 8 - опытный твэл



В период эксплуатации петли (с октября 1977 г.) выполнен большой объем исследований, направленных главным образом на изучение свойств и поведения материалов, топливных композиций, а также - ресурса работоспособности испытываемых твэлов. За все время работы технологическое оборудование петли показало себя надежным, работоспособным и простым в эксплуатации. Однако в начальный период эксплуатации петли наблюдали протечки теплоносителя через сальниковые уплотнения насосов, что потребовало дополнительной подпитки контура чистым теплоносителем. В дальнейшем протечки были уменьшены и не превышали 5 л/сут.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Органическая петля установки АСТ-I проста, надежна в эксплуатации и позволяет испытывать опытные твэлы для реакторов АСТ с органическим теплоносителем при обеспечении контроля требуемых физических и теплогидравлических параметров облучения. Создание автономной петли расширило экспериментальные возможности реактора АСТ-I.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Delaney R.D. et al. NRU U-3 (organic) Loop Commissioning Report, republished report.- RLI-10; Atomic Energy of Canada Limited, 1965.
2. Sochaski R.O. Reactor Loops at Chalk River.- AECL-1273; Atomic Energy of Canada Limited, 1962.

Рукопись поступила в ОПИНТИ
01.04.81, обработана 19.01.82.
Окончательно подготовлена
авторами 10.03.82.

Григорий Григорьевич Василенко
Владислав Феодосьевич Масный
Валерий Карпович Ризванов

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ПЕТЛЯ С ОРГАНИЧЕСКИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ
РЕАКТОРА АСТ-1

Научный редактор Ю.В.Чечеткин
Редактор Э.В.Бодрова

Корректор С.Н.Кучева

Подписано в печать 21.05.82. Т-12008. Формат 60x90 1/16.
Офсетная печать. Печ.л. ~ 0,8. Уч.-изд.л. ~ 0,6. Тираж 170 экз.
Индекс 3624. Заказ 1200. Цена 9 коп

Отпечатано на ротационной машине НИИАРа, август 1982 г.
433510, Димитровград-10 НИИАР

Н А С Т О Я Щ Е Е И З Д А Н И Е Н И И А Р а

ЯВЛЯЕТСЯ самостоятельной, не всегда дублирующей впоследствии в других изданиях ПУБЛИКАЦИЕЙ отдельных оригинальных научных трудов НИИАРа, на которую можно сослаться в других публикациях, указывая при этом авторов, наименование, порядковый номер (НИИАР-...), год и место издания (Димитровград).

ИЗДАЕТСЯ с целью более быстрой или более полной информации по сериям:

1. Ядерные реакторы
2. Методика и техника облучения
3. Радиационное материаловедение
4. Радиохимия
5. Ядерная физика
6. Вычислительная техника и электроника
7. Вычислительная математика и программирование
8. Информатика и управление

ПЕЧАТАЕТСЯ на ротапринтере НИИАРа тиражом 150 экз.

РАССЫЛАЕТСЯ в научные организации, научно-технические библиотеки и отдельным лицам в соответствии с установленным порядком.



9 коп.

Индекс 3624

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ПЕТЛЯ С ОРГАНИЧЕСКИМ
ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ РЕАКТОРА АСТ-1

Препринт, НИИАР-25(540), 1982, 1-8