

Лекция 18.

Цель.

Рассмотреть комплекс испытательных средств для исследования ползучести и состава газообразных продуктов деления, взаимосвязи его систем с облучательными устройствами и испытываемыми образцами. Обратит внимание на унификацию узлов установок, их объединение в облучательное устройство в зависимости от поставленных задач. Представить схему измерений комплекса и его элементы, параметры при испытании топливных композиций. Познакомит слушателей с газовым стендом, спектрометрическим комплексом и электроосадителем.

План.

1. Комплекс испытательных средств для исследования ползучести и состава газообразных продуктов деления.
2. Унификация узлов установок, их объединение в облучательное устройство в зависимости от поставленных задач.
3. Схема измерений комплекса. Газовый стенд,

Комплекс испытательных средств для исследования ползучести и состава газообразных продуктов деления.

При проектировании комплекса испытательных средств для исследования ползучести и состава газообразных продуктов деления основное внимание было обращено на конструктивное оформление основного узла установки – высокотемпературной камеры для испытаний.

Учитывая специфику реакторных испытаний на ИРТ – МИФИ, где необходимые температурные режимы для исследования керамического ядерного горючего достигаются при использовании внешнего нагревателя, что и определяет временной ресурс реакторной установки.

В основу конструкций реакторных устройств был положен принцип унификации отдельных узлов высокотемпературной реакторной камеры. Для всех установок типа «Крип-ВТ» (установка для исследования радиационной ползучести), «Приз» (установка для исследования ГПД при высоких температурах), «Каприз-ВТ» (установка для совместного исследования радиационной ползучести и выхода ГПД при высоких температурах) система нагрева образца идентична, хотя и может быть снабжена – в зависимости от исследуемых материалов – нагревателями из вольфрама, тантала или графита.

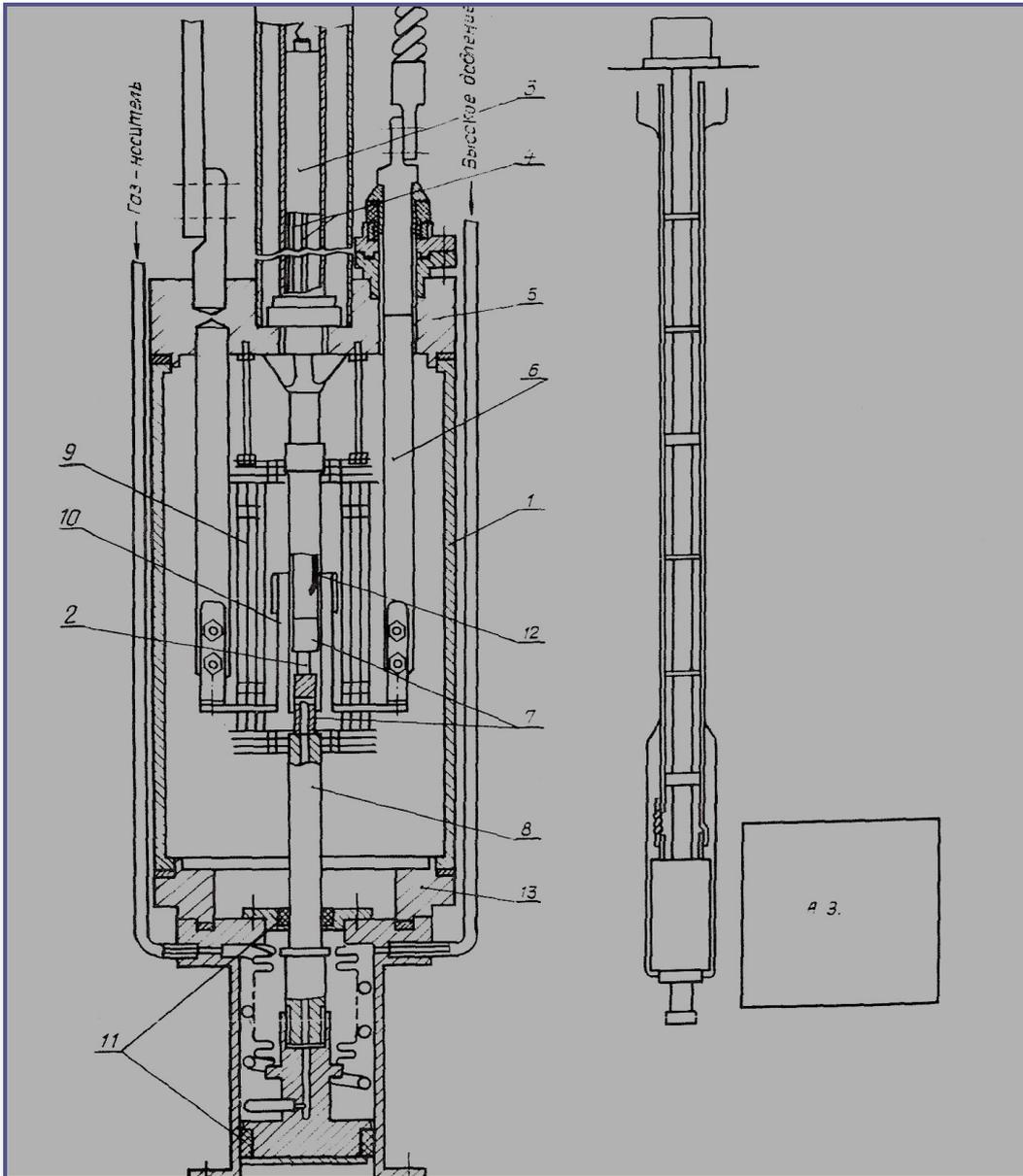
Соединение нагревательной системы с узлом нагружения и соответствующим рабочим участком приводит к появлению одной из модификаций указанных установок в зависимости от поставленных задач. Аналогичный принцип выдерживается в серии низкотемпературных устройств «Крип-НТ» и «Каприз-НТ», за исключением рабочего участка с образцами, который не может быть заменен в процессе эксперимента. Схема измерений комплекса испытательных средств для исследования состава ГПД при ползучести UO_2 показана на рис.1.

Конструкция облучательного устройства «Каприз».

Элементы облучательного устройства «Каприз».

1 – корпус, 2 – образец, 3 – червячный преобразователь перемещений, 4 – измерительные штоки, 5 – верхний фланец, 6 – токовводы, 7 – твердосплавные проставки, 8 – пуансоны, 9 – экраны, 10 – нагреватель, 11 – направляющие нагружающего устройства, 12 – термопары, 13 – нижний фланец.

На рисунке с правой стороны показано место положение внеканальной сборки около активной зоны реактора ИРТ-МИФИ. Штанга имеет свинцовую защиту, которая крепится в стальной обойме и предохраняет обслуживающий персонал от прямого излучения, проникающего по несущему трубопроводу во время работ, связанных с перегрузкой образца.

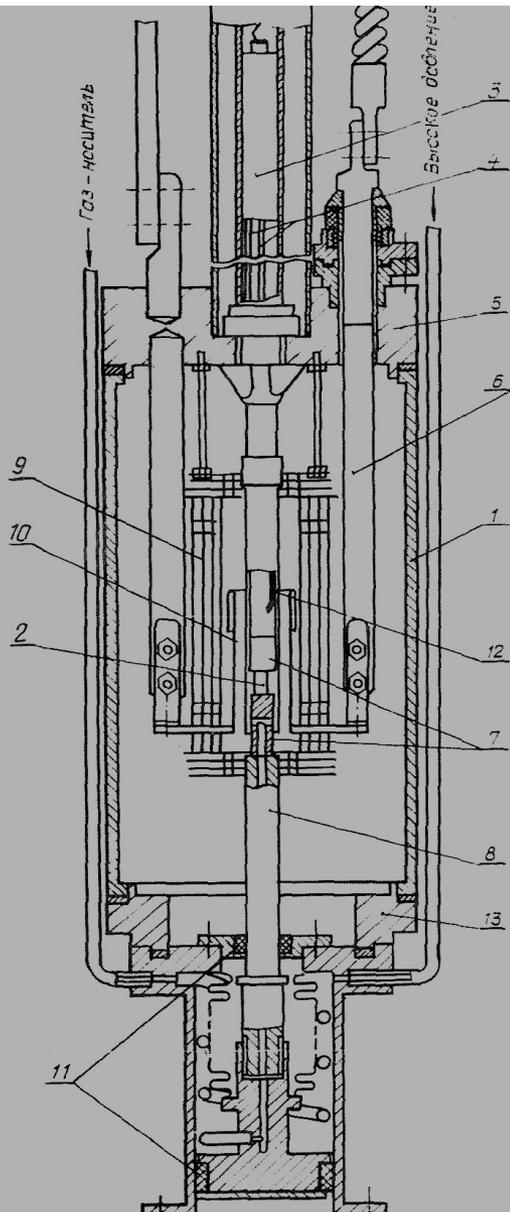


Конструкция облучательной камеры установки «Каприз».

Высокотемпературная камера установки «Каприз-ВТ» для исследования ядерного горючего на ползучесть с одновременным определением выхода ГПД в условиях реактора ИРТ-МИФИ показана на рисунке. Она представляет собой оболочку (1) диаметром 170 мм, герметично закрытую верхним (5) и нижним (13) фланцами.

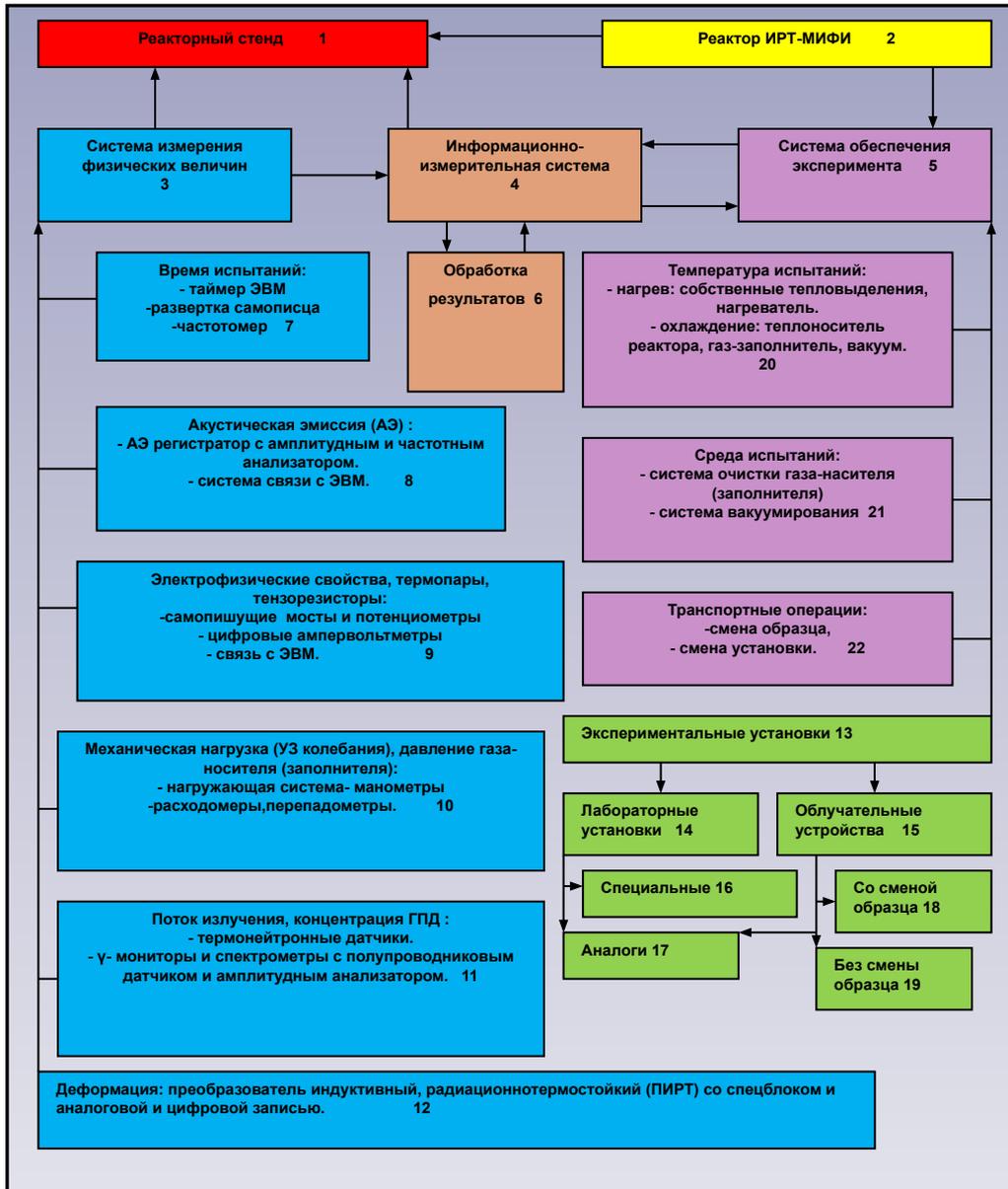
Внутри оболочки на кронштейнах, которые являются направляющими измерительных штоков (4), крепятся тепловые экраны (9). Нагреватель Ω -образной формы (10), токоподводы (6) и тепловые экраны образуют нагревательную систему камеры. Перечисленные элементы крепятся на верхнем фланце. Для изготовления нагревателя и ближних к нагревателю экранов используется вольфрамовый лист.

На нижнем фланце (13) смонтирован узел нагружения, представляющий собой герметичный цилиндр, в который сварен сильфон из нержавеющей стали, работающий на сжатие под действием давления газа, подаваемого по трубопроводу. Усилие через шток (4) из нержавеющей стали, молибденовый держатель и пуансон из вольфрама (8) передается образцу, размещенному в молибденовом стакане рабочего участка.



- 1 – корпус,
- 2 – образец,
- 3 – червячный преобразователь перемещений,
- 4 – измерительные штоки,
- 5 – верхний фланец,
- 6 – токовводы,
- 7 – твердосплавные проставки,
- 8 – пуансоны,
- 9 – экраны,
- 10 – нагреватель,
- 11 – направляющие нагружающего устройства,
- 12 – термопары,
- 13 – нижний фланец.

Взаимосвязи систем и устройства реакторного стенда.



На схеме показаны взаимосвязи систем, экспериментальные устройства и измерительное оборудование стенда.

Реакторный стенд (1) включает в себя:

- реактор (2),
- экспериментальные устройства (13),
- аналоговую систему измерения физических параметров (3),
- информационно-измерительную систему (ИСС) на базе ЭВМ (4),
- систему обеспечения эксперимента (5).

Все эти системы и экспериментальные установки в результате взаимодействия позволяют получить информацию об объекте испытаний, обработать её (6) и получить конечный результат в виде зависимостей или цифрового материала об изучаемом свойстве.

Каждая из систем (3,5,13) расшифровывается (рис.2), однако, требует некоторых дополнительных пояснений.

Позиция (3) содержит информацию об измерительных системах и их аппаратном обеспечении (7,8,9,10,11,12).

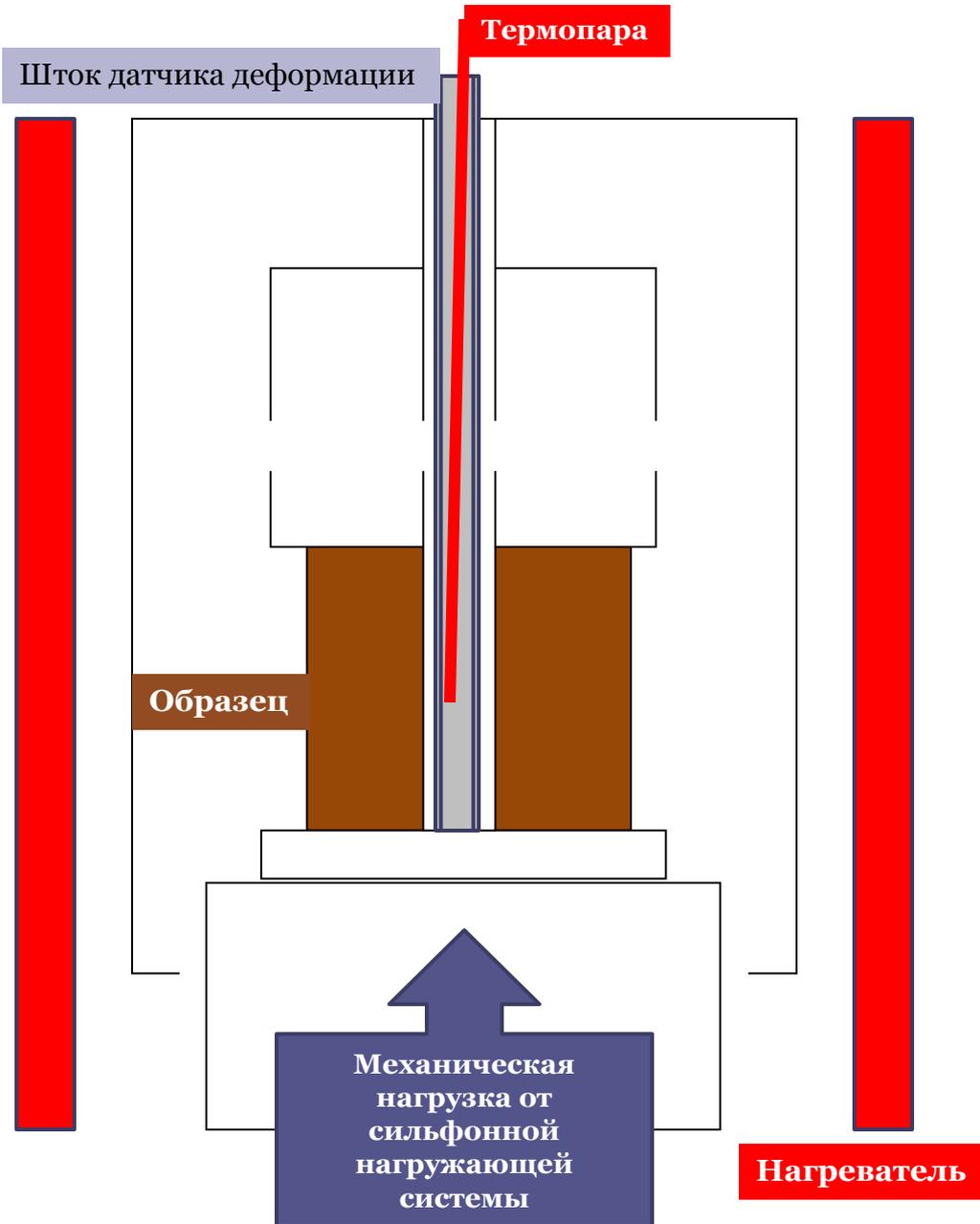
Измеряемые параметры и системы обеспечения эксперимента

Измерение параметров проводилось различными преобразователями с соответствующими вторичными приборами:

- температура измерялась термоэлектрическими преобразователями в комплекте с потенциометрами.
- механическое напряжение на образцах создавалось в установках с помощью газовой сильфонной нагружающей системы. Измерение механического напряжения производилось манометрами в комплекте со вторичными приборами.
- нейтронный поток на образце измерялся методом активационного анализа с использованием медных индикаторов и термoneйтронным датчиком.
- поток газообразных продуктов деления фиксировался γ – спектрометром с анализатором импульсов и электроосадителем типа «Карадаг» с регистрацией кривых распада. Измерение газа – носителя продуктов деления через рабочий участок производилось с помощью U – образных манометров, заполненных водой, соединенных с капилляром, который представляет достаточное гидравлическое сопротивление при измерении расхода от $5 \cdot 10^3$ до $50 \cdot 10^3$ см³/час.

Системы обеспечения эксперимента:

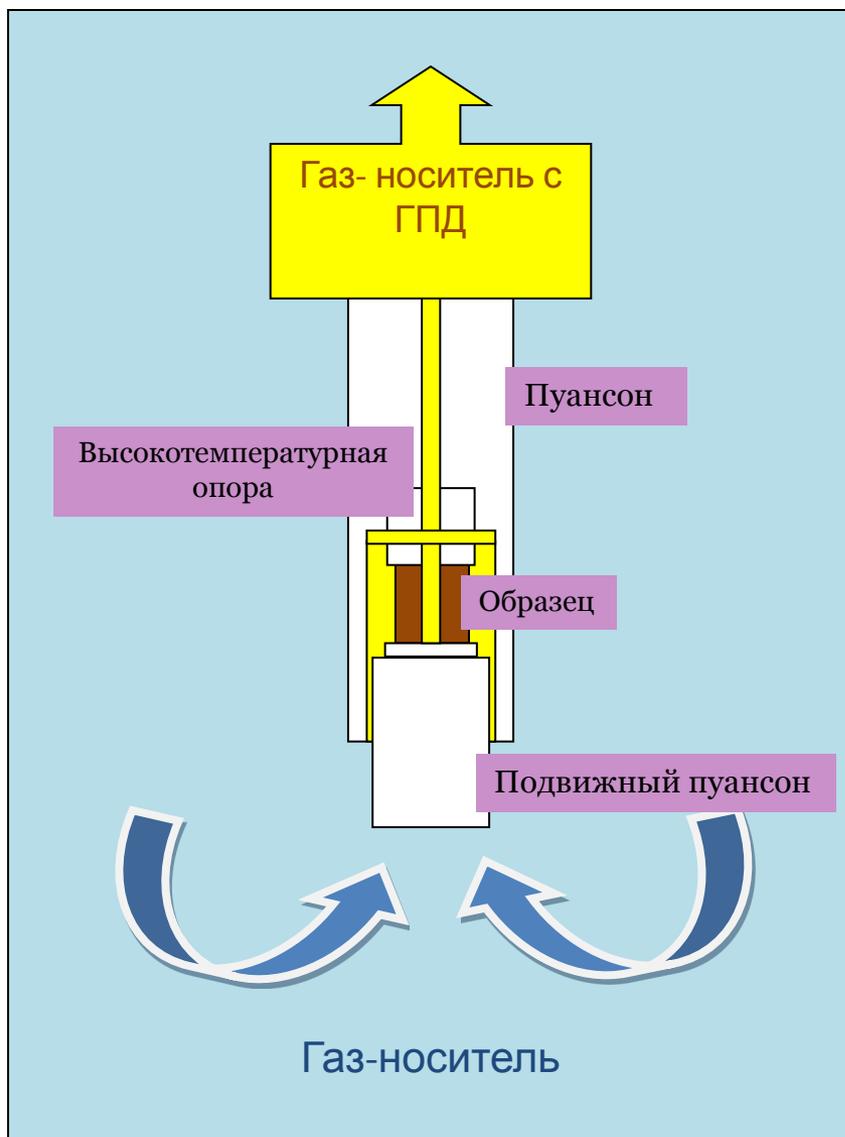
- система вакуумирования и очистки газа обеспечивает необходимую среду для испытания. Вакуумирование рабочего объема устройств, производилось стандартным вакуумным насосом типа ВИТ – 1АП. Инертный газ перед поступлением в устройство осушался и очищался с помощью цеолитовых и угольных ловушек, охлаждаемых жидким азотом.
- регулирование температуры может производиться высокоточным регулятором температуры типа ВРТ-3 через собственный выходной блок при использовании в установке низкоомного нагревателя и низковольтного трансформатора типа ОСУ.



Рабочий участок, деформация при механической нагрузке.

На предыдущем слайде:
 В проставки (7) ввинчивается молибденовый держатель, в котором закреплен вольфрамовый пуансон (8). В держатели и пуансоне сделано соосное отверстие для подвода термопары (12) к образцу. Образец (2) в центровочной обойме, выполненной из тонкого листового молибдена, помещается в молибденовый стакан, который удерживается от перемещения вниз с помощью винтов, входящих в клиновые пазы держатели. Для соосности нижнего пуансона имеются направляющие нагружающего устройства (11).

Деформация образца в процессе ползучести фиксируется терморационностойким индуктивным датчиком через измерительные штоки (4). Для увеличения диапазона до 10мм используется червячный преобразователь перемещений (3) позволяющий перемещать катушку индуктивного датчика относительно его сердечника в процессе эксперимента. Величина перемещения корпуса датчика при последующей модернизации определялась по числу оборотов специально установленного сильсина. Деформация образца фиксируется самопишущим прибором. В случае изменения характеристики датчика под действием облучения деформация образца может оцениваться по числу оборотов сильсина, при этом индуктивный датчик выполняет роль контактной головки.

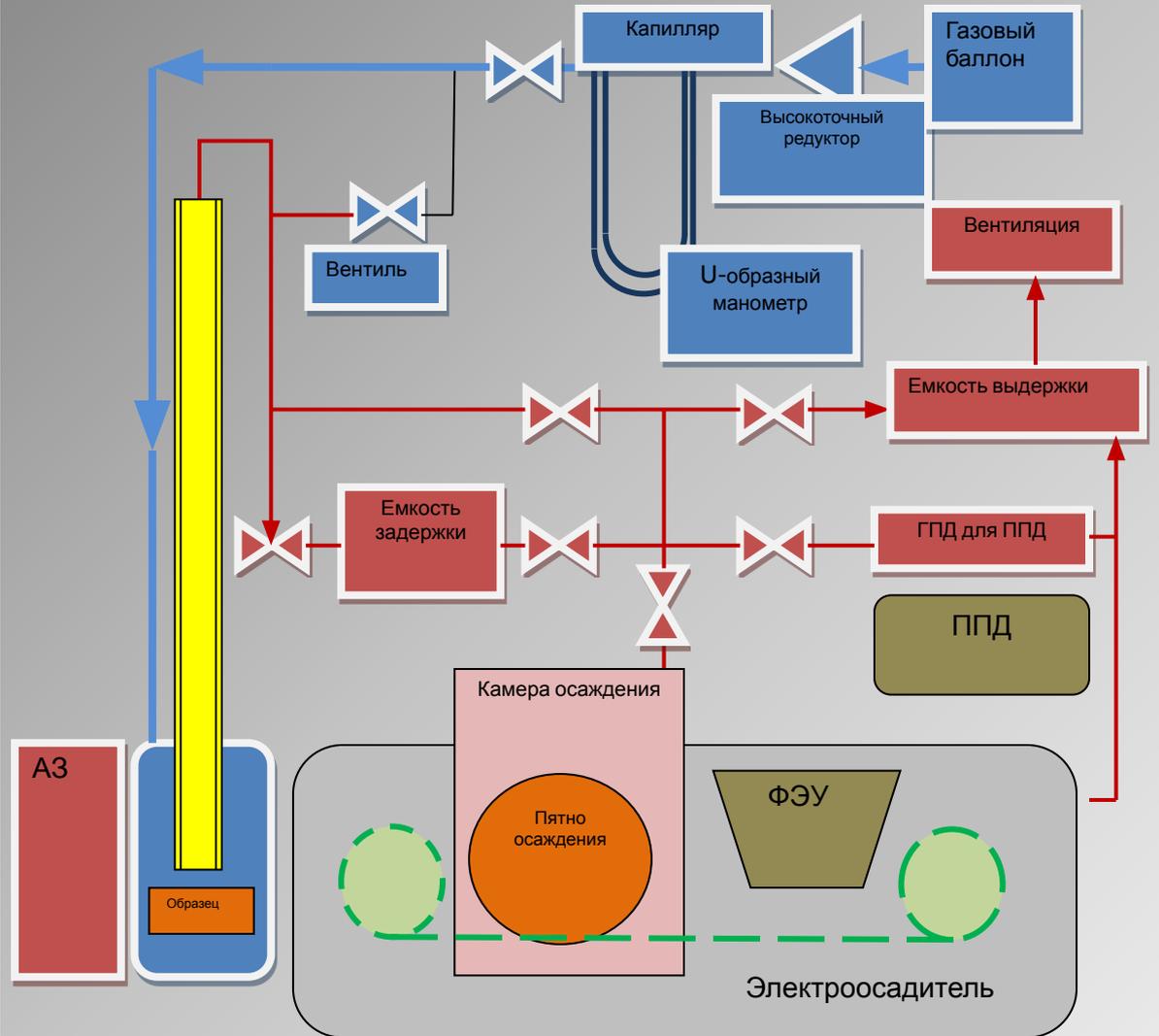


Рабочий участок,
газовыделение.

Образец размещается между верхним и нижним пуансонами, в которых имеются каналы для протока газа-носителя.

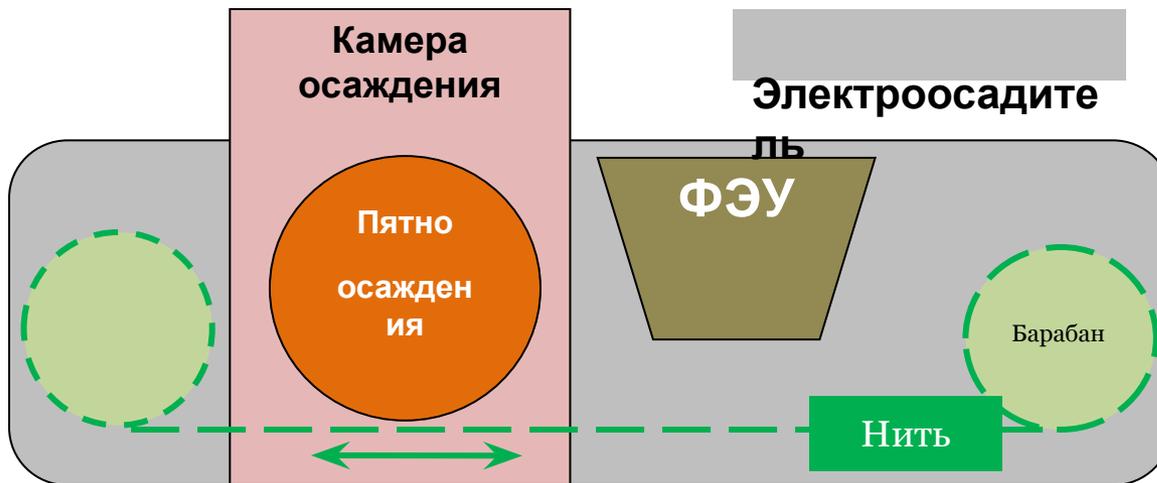
Газ-носитель, омывая образец, направляется через верхнюю штангу к газовому стенду.

Схема технологических линий и измерений выхода ГПД.



Газовый стенд предназначен для подачи газа-носителя, транспортировки ГПД к месту измерения активности, обеспечения соответствующей выдержки ГПД перед выбросом в спецвентиляцию, а также для контроля давления и расхода газа – носителя. Газ подаётся из баллонов ($v = 40$ л, $p = 150$ кгс/см²) после редуцирования до избыточного давления $0,1$ кгс/см². Расход газа может быть направлен по байпасной (по отношению к ампуле) линии и таким образом обеспечить продувку выходной части стенда чистым газом. Вместе с ГПД газ – носитель может быть направлен в тракт электроосадителя, аналитический участок датчика, а также через ёмкость задержки. Перед выбросом ГПД в спецвентиляцию осуществляется их задержка в ёмкости выдержки. Расход газа определяется расходомером по перепаду давления газа – носителя на капилляре.

Электроосадитель



Электроосадитель предназначен для регистрации короткоживущих ГПД, имеющих подходящие постоянные распада и дочерние радионуклиды. Газ – носитель вместе с ГПД проходит через камеру осаждения. За время пребывания в камере образованные в результате распада материнских ядер

(^{88}Kr , ^{138}Xe) дочерние ионы (^{88}Rb , ^{138}Cs)

электростатическим полем ($U \approx 500$ вольт) осаждаются на металлическую нить, образуя «пятно осаждения». При движении нить наматывается на барабан и сматывается с него. В электроосадителе применен сцинтилляционный датчик на основе β чувствительного кристалла и ФЭУ – 13. Для уменьшения фона пространство под кристаллом продувается чистым газом навстречу основному потоку газа – носителя. Питание датчика осуществляется от стандового источника. Сигнал фиксируется в виде тока на интенсиметре и записывается на самопишущем приборе.

Электроосадитель управляется с пульта. Пульт может обеспечить дискретную регулировку времени счета (и осаждения) «пятна», непрерывную или дискретную (шагами) перемотку нити в прямом и обратном направлении, включение напряжения, подаваемого на камеру осаждения.

Измеритель скорости счета предназначен для оценки радиационной обстановки на рабочих местах, а также для качественной оценки времени неустановившегося режима по активности газа – носителя.

Спектрометрический комплекс



Спектрометрический комплекс IN – 96 включает в себя детектор гамма – излучения, анализатор импульсов и ЭВМ. ППД – полупроводниковый детектор Ge – Li предназначен для выдачи импульса тока в результате взаимодействия гамма – квантов с энергией 50 – 1000 кэВ с материалом детектора. Образующиеся в чувствительном объёме неравновесные электроны и дырки коллектируются на электроконтактах. Количество электронов и «дырок» пропорционально энергии, потерянной квантами. Импульс тока на выходных электродах преобразуется в импульс заряда. Результирующее распределение импульсов по их амплитудам (пропорциональным энергии квантов) фиксируется в памяти и может быть подвергнуто анализу по соответствующей программе. Машинная память может задавать режим ввода и обработки спектров; производить расчеты, используя как вводимую информацию и программу, так и введённую ранее. Внешние системы - дисководы, дисплей с клавиатурой, магнитофон, перфоратор, считыватель, плоттер обеспечивают управление комплексом и оперирование информацией.