

Из воспоминаний офицера аппарата Уполномоченного в/ч 31600 майора Гусева Александра Леонидовича

Ликвидация радиационной катастрофы в городе Сарове с помощью вакуумного захвата

В июне 1997 года я узнал от капитана 1 ранга Гордовского Василия Петровича о трагедии, случившейся с физиком Захаровым на стенде ФКБН-2М. Выяснилось, что все меры, предпринимаемые для разъединения критической сборки не помогали, так как при приближении металлических захватов к полусферам сборки резко повышалась реакция сборки, что сопровождалось повышением температуры. Авария произошла 17 июня 1997 г. в 10:40 во время ручной сборки РС в виде шара из высокообогащенного урана с медным отражателем, параметры которой предполагалось изучить. Помню, что были задействованы иностранные роботы, один из них вышел из строя вследствие высокой температуры (более 800 градусов в районе зоны реакции), слышал также, что в ходе ликвидации аварии пострадал один человек (травма глаза).

Василий Петрович Гордовский, примерно в период с 21-22 июня 1997 года сообщил мне, что сейчас будет Сопровождение в зд. 87, посвященное ликвидации аварии и возможной эвакуации города. Зная, что у меня много изобретений и я готовлю диссертацию, он спросил нет ли у меня каких либо идей как можно расстать две полусферы, не используя металлических предметов. Так как с 1983 по 1988 годы я на Байконуре в в/ч 25741 занимался вакуумными испытаниями космических аппаратов и имел дело с различными вакуумными присосками и в совершенстве знал вакуумную технику, имея более 30 патентов по вакуумной технике, то я сразу же предложил сделать вакуумный захват. Предполагалось, что неметаллический захват приближается к полусфере и приблизившись к сферической поверхности начинается процесс вакуумирования. При этом захват плотно и надежно схватывает полусферу, после чего начинается разъем сборки. Василий Петрович, выйдя из зала Сопровождающих сообщил мне, что он доложил о моем способе осуществления разъема критической сборки. И он был поддержан для реализации. Всю ночь на пл.21 изготавливался вакуумный захват с участием коллектива технологических разработок отд.4 (пл.21), в том числе и с участием инженера-вакуумщика Калачева Василия Петровича. В течение суток катастрофа была ликвидирована, план по эвакуации города не осуществлялся. Многие горожане знали об этой катастрофе и сильно переживали.

Спустя некоторое время, познакомившись с Калачевым Василием Ивановичем и другими участниками создания вакуумного захвата я более подробно узнал как оперативно была внедрена моя идея по разъему критической сборки из полусфер.

Несколько лет назад бывший начальник СБ пл.21 Виталий Никитович Беляев принес мне копию тезисов доклада по данной работе Басманов В.Ф., Воронцов С.В., Жуков И.В., Кувшинов М.И., Пунин В.Т., Смирнов И.Г., Тарасова Е.Ю., Юфеев В.И., Яновский В.Н. «Ликвидация последствий критической аварии, произошедшей во ВНИИЭФ в 1997 г.», в тезисах доклада сообщалось, что СЦР была прекращена 24 июня 1997 года исключительно благодаря применению вакуумного захвата. Основная часть РС была

дистанционно отделена от нижней оболочки медного отражателя и переставлена на подставку, установленную в зале.

Тезисы. 09.12.02

Ликвидация последствий критической аварии, произошедшей во ВНИИЭФ в 1997 г.

Басманов В.Ф., Воронцов С.В., Жуков И.В., Кувшинов М.И., Пунин В.Т., Смирнов И.Г.,
Тарасова Е.Ю., Юферев В.И., Яновский В.Н.
РФЯЦ-ВНИИЭФ

Тезисы доклада на конференцию ICNC'2003 (7th International Conference on Nuclear
Criticality Safety), 20-24 октября 2003 г., Токай-мура, Япония

17 июня 1997 г. в РФЯЦ-ВНИИЭФ на критическом стенде ФКБН-2М произошла авария. Причиной аварии явилась ошибка экспериментатора в оценке степени критичности собираемой размножающей системы (РС) при проведении сборки вручную. РС после импульса делений вышла на стационарную мощность. РС представляла собой шар из ^{235}U (90%) внешним диаметром 167 мм, окруженный медным отражателем с внешним диаметром снизу 258 мм (4 полусферы), сверху - 183 мм (1 полусфера) [1,2].

СЦР была прекращена 24 июня 1997 г., когда с помощью вакуумного захвата основная часть РС была дистанционно отделена от нижней оболочки медного отражателя и переставлена на подставку, установленную в зале. Однако, коэффициент размножения нейтронов ($K_{\text{эф}}$) был близок к 1, поэтому дальнейшие работы с РС оставались опасными. Приближение человека к РС могло перевести ее в надкритическое состояние и привести к очередной критической аварии.

В последующем с РС были сняты еще две нижние оболочки отражателя, после чего РС была разделена на две части и упакована в контейнеры. Работы были завершены 11 ноября 1997 г. Большая длительность работ объясняется тем, что операции по разборке размножающей системы производились дистанционно с помощью специально разработанной оснастки. На каждый этап составлялась программа работ и технологическая инструкция, в которой подробно расписывались проводимые операции. Работы сопровождалось численными расчетами характеристик РС, обосновывающими безопасность выполняемых операций.

Авария, произошедшая в Токай-мура в 1999 г. [2], еще раз подтвердила потенциальную опасность операций с делящимися материалами. Поэтому представленное в докладе подробное описание работ по ликвидации последствий аварии на установке ФКБН-2М может быть использовано специалистами других организаций при планировании противоаварийных мероприятий.

1. Voinov A.M., Vorontsov S.V., Punin V.T., Smirnov I.G. Criticality accidents at VNIIEF. Proceedings of Sixth International Conference on Nuclear Criticality Safety. Sept. 20-24, 1999. Versailles, France. Vol.II, p.874-887.

2. A Review of Criticality Accidents. 2000 Revision. LA-13638.

Басманов
09.12.2002

Пунин
09.12.2002

Смирнов

ВНИИЭФ, г. Саров (Арзамас-16), 17 июня 1997 г.

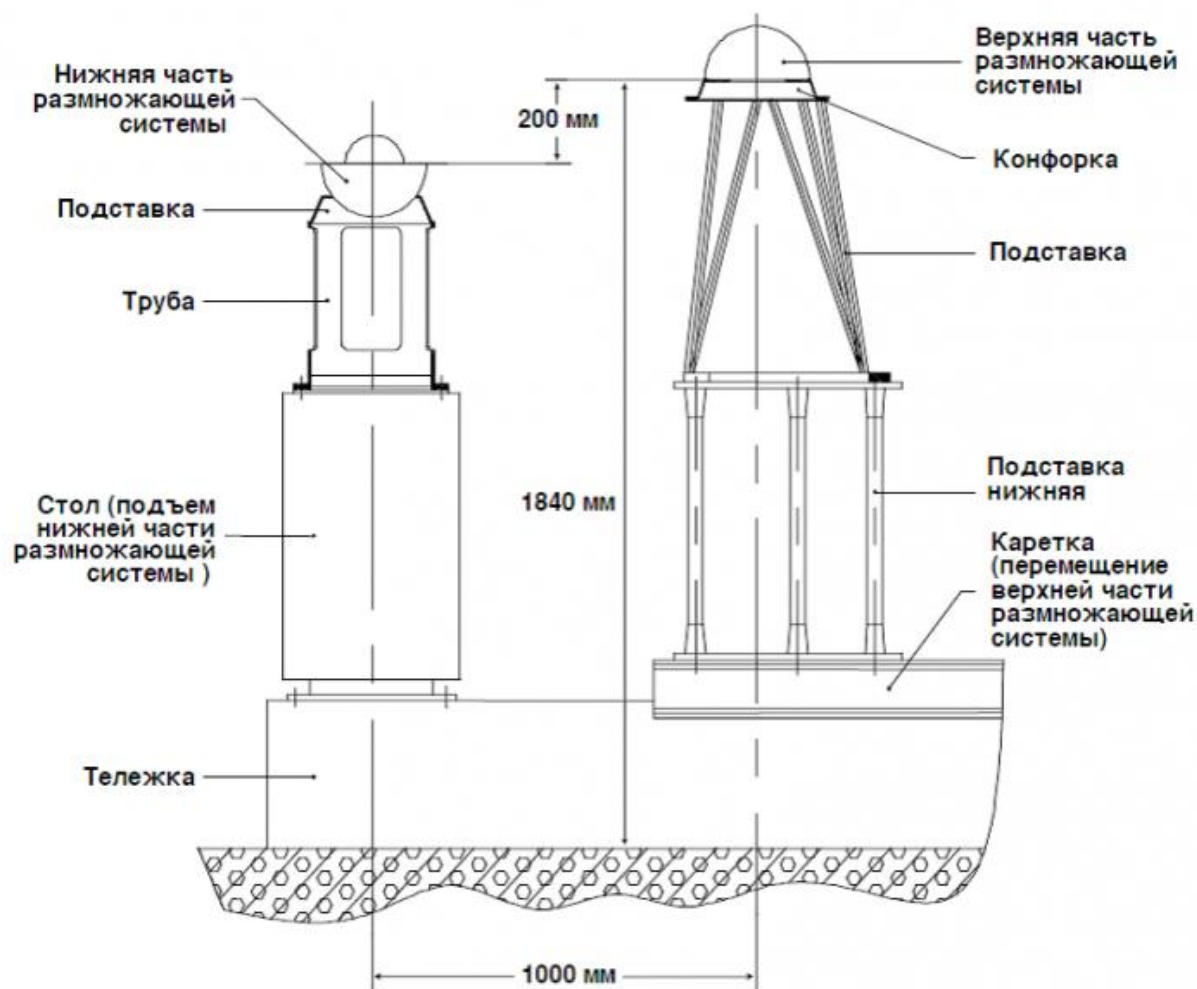
http://rb.mchs.gov.ru/mchs/radiation_accidents/m_other_accidents/1997_god/VNIIEF_g._Sarov_Arzamas_16_17_iyunja_19

Стенд для исследования характеристик простых критическихборок (ФКБН-2М), активная зона (центральная часть сборки) из урана-235 (90%) с медным отражателем, сборка вручную; один человек погиб.

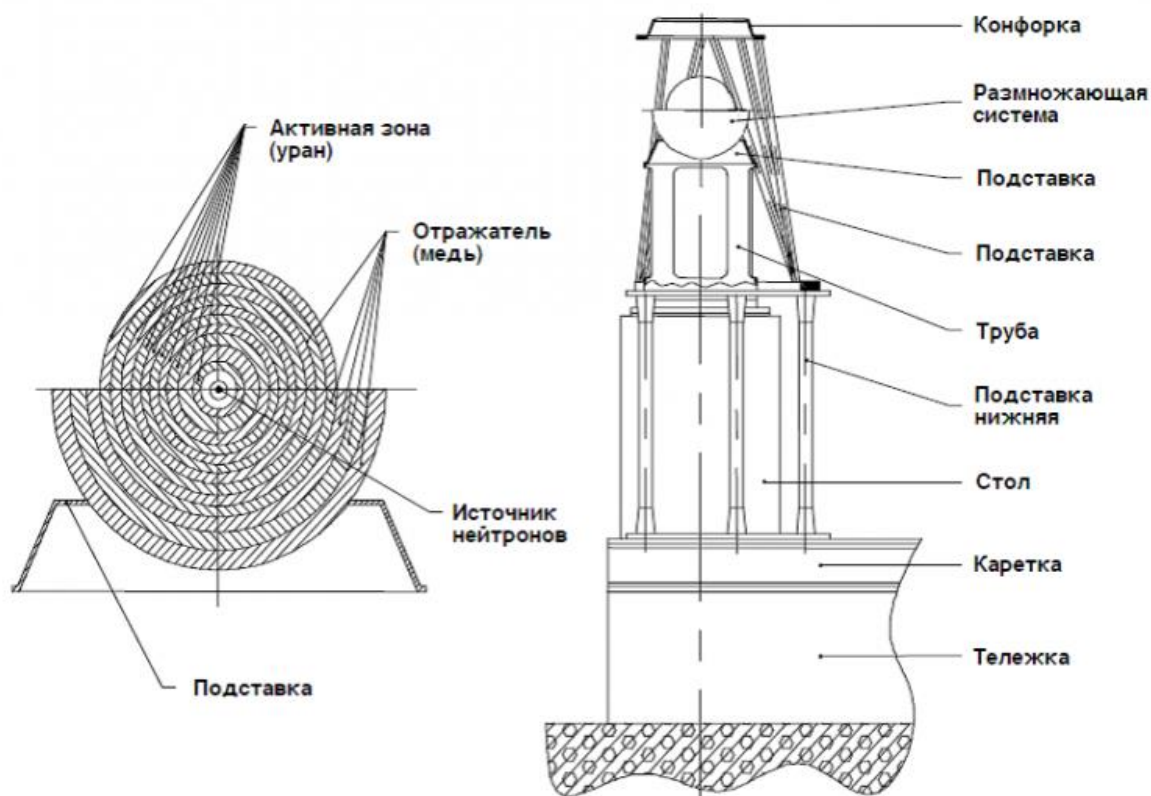
Стенд ФКБН-2М предназначен для изучения ядерно-физических характеристик простых критическихборок. Стенд расположен в экспериментальном зале размером 12×10×8 м в отдельном здании реакторной площадки, удаленной от жилой зоны на ~7 км. Схема расположения экспериментального оборудования приведена на рисунке 1.



Схема стенда приведена на рисунке 2.

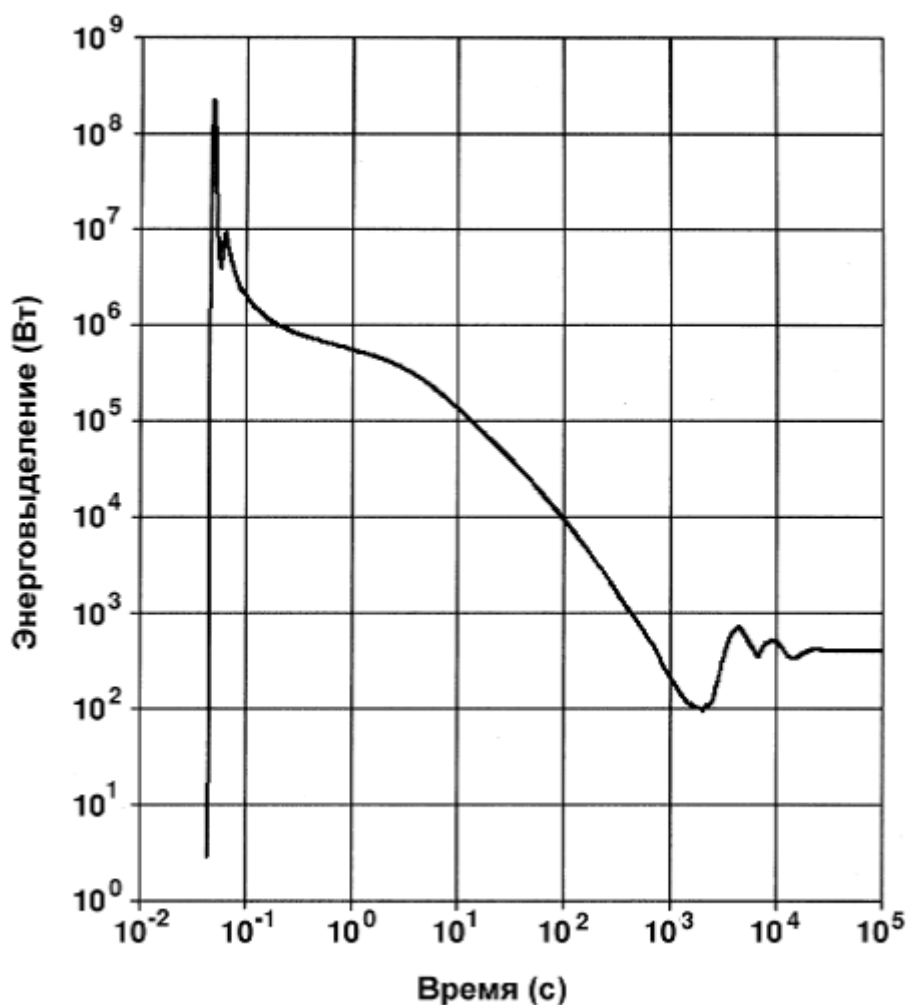


Исследуемые сборки (размножающие системы (РС)) разделяются на 2 части. Нижняя часть РС собирается на столе, который может перемещаться вверх и вниз в вертикальном направлении. Верхняя часть РС собирается на каретке, которая может перемещаться в горизонтальной плоскости и надвигаться в положение над столом с нижней частью РС. Процедура сборки представляет собой последовательное вложение одного в другой полусферических слоев различных материалов, как в кукле-матрешке. Для проведения разнообразных экспериментов имеются наборы полусфер из различных делящихся (уран, плутоний) и инертных (сталь, медь, полиэтилен и т. д.) материалов стандартизованных размеров.



Сближение верхней и нижней частей РС (накат каретки и подъем стола) производится дистанционно из пультной, расположенной за биологической защитой (~3 м железобетона). При превышении потока нейтронов утечки установленной величины выдается сигнал на аварийный сброс — стол с нижней частью РС падает в нижнее положение.

Авария произошла 17 июня 1997 г. в 10:40 во время ручной сборки РС в виде шара из высокообогащенного урана с медным отражателем, параметры которой предполагалось изучить. Сборка производилась в одиночку без оформления соответствующих документов (что являлось грубым нарушением инструкций). Работу выполнял опытный экспериментатор, который был уверен, что собирает уже проверенную ранее (в 1972 г.) РС. Размеры составных частей РС он взял из журнала измерений 1972 г., но допустил ошибку: для отражателя вместо размера $D_{\text{внутр}}/D_{\text{внеш}} = 167/205$ мм он записал размер 167/265 мм. Используя ошибочные данные, экспериментатор собрал на столе стенда (рис. 3 нижнюю часть РС (нижний отражатель полностью, урановый шар полностью, в центре сборки — источник нейтронов мощностью ~105 нейтрон/с) и при попытке установить первую верхнюю медную оболочку уронил ее на сборку. Это привело к СЦР, в результате чего произошел сброс стола в нижнее положение и сработала аварийная сигнализация.



Увидев вспышку, экспериментатор немедленно покинул зал, закрыл защитную дверь и сообщил о факте аварии находившимся в пультовой инженеру и дежурному дозиметристу, а затем по телефону — начальнику лаборатории, а также продиктовал прибывшему в пультовую начальнику установки состав РС, который был зафиксирован в журнале измерений.

РС после импульса делений вышла на стационарную мощность.

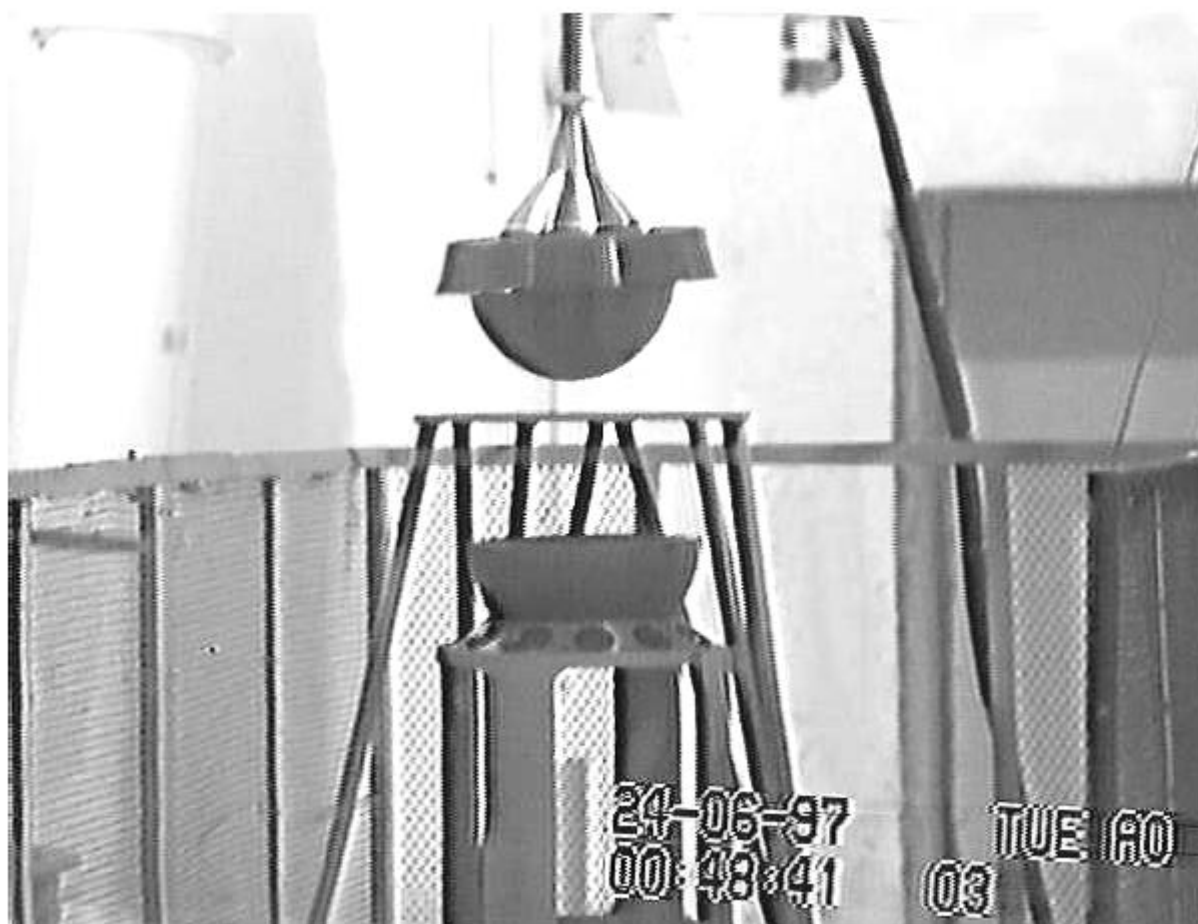
Измерения плотности потока нейтронов от аварийной сборки (19.06.97) и проведенные компьютерные расчеты* позволили восстановить параметры аварийной вспышки (рис. 4). Асимптотическая мощность сборки была получена равной 480 Вт, она соответствует инциденту, в котором величина введенной на начальном этапе избыточной реактивности равна $7,45 \times 10^{-3}$, то есть 1,065 взф. В сборке после кратковременного всплеска мощности на мгновенных нейтронах с энерговыделением $-0,12$ МДж (4×10^{15} делений) произошел импульс делений на запаздывающих нейтронах длительностью 3—5 мин с энерговыделением 5,7 МДж (2×10^{17} делений). За этим импульсом последовали быстро затухающие осцилляции мощности с периодом 40 мин. Через несколько часов мощность сборки и температура активной зоны и отражателя вышли на асимптотические равновесные уровни. Максимальная температура урана достигала, по оценкам, 865 °С.

* Соответствующие расчеты были выполнены В. Ф. Колесовым и В. Х. Хоружим.

Кроме экспериментатора, проводившего сборку РС, никто не пострадал. Радиационная обстановка в пультовой установки и на прилегающей к зданию территории оставалась нормальной.

Причиной аварии явилась ошибка экспериментатора в оценке степени критичности собираемой РС при проведении сборки вручную.

СЦР была прекращена около 00:48 ночи 24 июня 1997 г., когда с помощью вакуумного захвата основная часть РС была отделена от нижней оболочки медного отражателя и переставлена на подставку, установленную в зале (рис. 5). Все операции выполнялись дистанционно. Суммарное энерговыделение в РС составило -1019 делений.



В последующем с РС были сняты еще две нижние оболочки отражателя, после чего РС была разделена на две части и упакована в контейнеры. После спада мощности у-излучения до приемлемого уровня запланировано проведение разборки РС на отдельные слои и восстановление поврежденного защитного медно-никелевого покрытия деталей из ДМ.

Механизмы стенда и технологическое оборудование из-за аварии практически не пострадали. Радиоактивного загрязнения зала не произошло.

После аварии эксперименты на установке ФКБН-2М были прекращены для выполнения работ по ее реконструкции с целью повышения безопасности проводимых исследований.

Экспериментатор при аварии получил поглощенную дозу по нейтронам — 4500 рад, по гамма-квантам — 350 рад. Он был в тот же день доставлен в Москву в специализированную клинику, где скончался в ночь с 19 на 20 июня 1997 года.