

УДК 621.039.3:621.039.54

ТОПЛИВО В ПОМЕЩЕНИИ 305/2 4-ГО БЛОКА ЧАЭС. КРИТМАССОВЫЕ ЗОНЫ. УТОЧНЕНИЕ СЦЕНАРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЛАВООБРАЗНЫХ ТОПЛИВОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Е. Д. Высотский, В. А. Краснов, А. С. Лагуненко, Э. М. Пазухин

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Представлены результаты анализа информации о топливосодержащих материалах подреакторного помещения 305/2. Показано, что в помещении 305/2 в массиве подреакторной плиты могут существовать скопления топливосодержащих материалов с высоким содержанием урана – критмассовые зоны. Предложен сценарий образования таких зон.

Введение

В работе [1] был выполнен расчет потоков нейтронов для скоплений топливосодержащих материалов (ТСМ) южной части подреакторного помещения 305/2 4-го разрушенного блока ЧАЭС. При этом расчетные данные по геометрии и пространственному расположению ТСМ были взяты из работы [2]. Вычисления проводились на основе программных кодов SCALE-4.4a и MCNP-4C.

Результаты работы [1] нуждались в дополнительном анализе, поскольку они должны были соответствовать экспериментальным данным по величине плотности нейтронных потоков (ППН) и гамма-полей, регистрируемым исследовательской системой (ИС) «Финиш». Эта ИС имеет датчики в скважинах, пробуренных в районе пролома в стене между помещениями 304/3 - 305/2 и прилегающей к пролому области (по оси 47) в районе отметки +9.000, а также в районе прожога полукруглой стены между помещениями 305/2 и 307/2.

Проведенный анализ привел к довольно неожиданным результатам, а именно: полученные в работе [1] расчетные значения распределений ППН ни при каких условиях не совпадают с уровнями нейтронной активности и градиентами ППН, полученными при измерениях.

Кроме того, динамика нейтронной активности, наблюдаемая в квазинепрерывном режиме в юго-восточном секторе помещения 305/2, имеет значительную нестабильность, связанную с режимом поступления воды от атмосферных осадков и конденсата на нижнее перекрытие помещения 305/2 (отметка +9.100). Эта нестабильность носит как сезонный характер (период конденсации – май - сентябрь), так и локальный, который связан с поступлением атмосферных осадков, существенно превышающих среднесуточную норму выпадения атмосферных осадков. Сезонные и локальные аномалии характеризуются 3 - 5-кратным возрастанием ППН. Во всех остальных районах скопления лавообразных ТСМ (ЛТСМ) подобных аномалий за период наблюдений не зафиксировано.

Обращает на себя внимание и тот факт, что зарегистрированное в помещении 304/3 в июне 1990 г. аномальное событие (после проверки всех гипотез осталась одна) было связано со значительным увеличением генерации нейтронов в скоплении ТСМ в помещении 305/2 у пролома в стене, ведущего в помещение 304/3 [3 - 5].

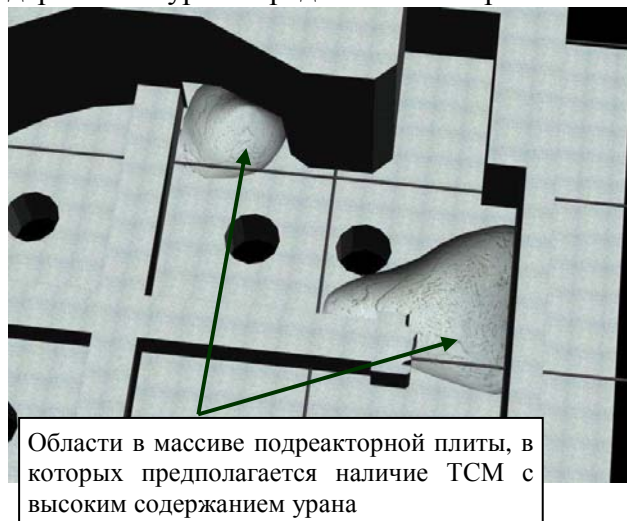
Из изложенного следует вывод о том, что данные о распределении ТСМ в помещении 305/2 (см. [2]), а также исходные данные, положенные в основу работы [6], требуют уточнения.

Анализ результатов буровых работ и скважинных измерений

Анализ результатов измерений ИС «Финиш» позволяет сделать предположение о том, что в юго-восточной части помещения 305/2 (в районе пролома, ведущего в помещение

304/3, или в непосредственной близости от него), а также в области прожога в направлении помещения 307/2 в районе отметки +9.000 присутствуют скопления ТСМ с высоким содержанием урана. Кроме того, как показывает анализ, эти скопления должны находиться в районе отметок +8.000 - +10.000. Причем значительная (основная) масса топлива должна находиться в полостях (зонах глубокого проплавления), образовавшихся в подреакторной плите (ПП) на активной стадии аварии.

Предполагаемое расположение зон, где присутствуют скопления ТСМ с высоким содержанием урана представлено на рис. 1.



Области в массиве подреакторной плиты, в которых предполагается наличие ТСМ с высоким содержанием урана

Рис. 1. Расположение зон с высоким содержанием урана в ТСМ в помещении 305/2.

На основе данных визуальных наблюдений [7], информации, полученной посредством бурения исследовательских скважин [8], результатов анализа отобранных проб [9 - 22], а также с учетом сценария образования ЛТСМ [23] попытаемся уточнить границы распространения содержащихся в помещении 305/2 ЛТСМ. Дополнительная информация, необходимая для построения сечений, была получена из работ [24 - 26].

Для этого разобьем помещение 305/2 на несколько характерных сечений. Координаты сечений выбраны по принципу информативности (пробуренные скважины, отобранные пробы, скважинные измерения) (рис. 2).

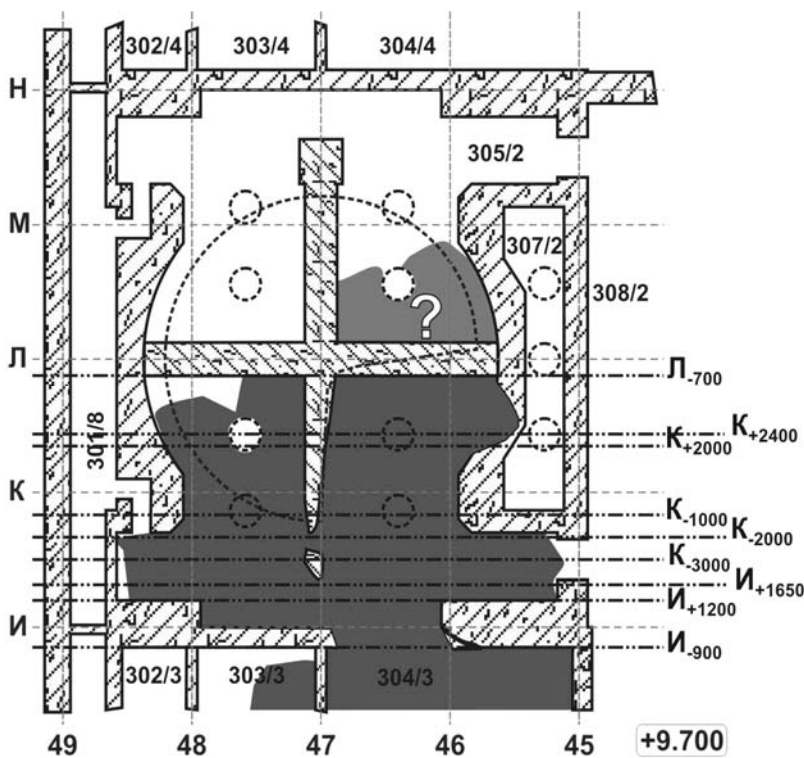


Рис. 2. Помещение 305/2. ЛТСМ на отметке +9.700. Расположение сечений.

На рис. 3 представлены сечения массива ЛТСМ, находящегося в помещении 305/2 (фрагмент разреза 4-го блока ЧАЭС по ряду К представлен на обложке данного выпуска).

Как следует из данных визуальных наблюдений [7] и характеристик выбуренного керна [8], верхняя отметка, на которой были обнаружены рыхлые или пористые ЛТСМ, составляет $\sim +17.000$.

Стекловидные ЛТСМ были извлечены из скважины Ю-12-78 с отметки +12.000, ряды И/И₊₁₀₀₀ и из скважины В-12-71 с отметки +12.500 в тех же рядах. Отметка +12.500 является верхней границей распространения обнаруженных плотных ЛТСМ юго-восточной части помещения 305/2.

Информацию о верхней границе плотных ЛТСМ в юго-западном квадранте дает только скважина З-10-В, пробуренная на отметке +10.700 до железобетонного креста, и скважины З-10-Б (отметка +10.500), З-11-А (отметка +10.700) и З-10-А (отметка +10.500), пробуренные до контакта с ТСМ.

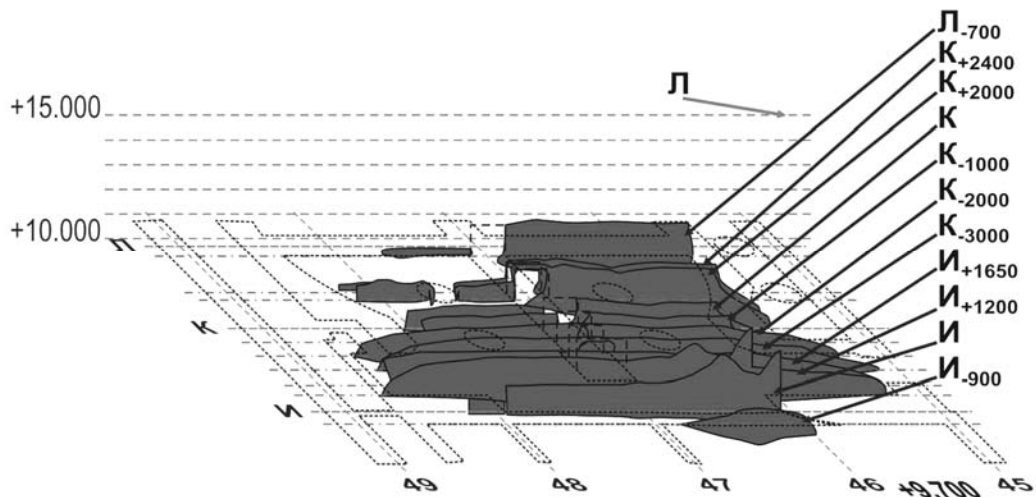


Рис. 3. Помещение 305/2. ЛТСМ. Расположение сечений на отметке +9.700.

Как следует из анализа информации, имеется дефицит данных, необходимых для определения верхней границы ЛТСМ.

Верхняя граница основной массы плотных ЛТСМ может быть принята условно на отметках +10.500 - +11.000 только по результатам визуальных наблюдений, выполненных в помещениях 305/2 и 304/3.

Анализ результатов буровых работ и измерений МЭД гамма-излучения в скважинах дают возможность оценить нижнюю границу распространения ЛТСМ в юго-западной части помещения 305/2 и получить некоторое представление о прожог ПП в юго-восточной части. Необходимо отметить, что юго-восточный квадрант помещения 305/2 - место образования и истока основной массы лавовых потоков - оказался наименее исследованной областью. Именно здесь в свое время (1988 - 1989 гг.) было приостановлено бурение скважин в ПП из-за появления кернов с очень высокой активностью.

Результаты, полученные при исследовании кернавого материала, извлеченного из скважин, пробуренных в районе отметке +9.000 [8] (в частности, присутствие графита в кернах) без связи их с другими данными дают возможность предположить, что на полу помещения 305/2 практически нет топлива. Это предположение входит в явное противоречие с данными визуальных наблюдений, скважинных измерений и данных, полученных при проведении тепловых измерений [7, 8, 26 - 28].

В то же время присутствие в кернах скважин фрагментов активной зоны и элементов конструкций позволяет заключить, что в массиве ЛТСМ, расположенных в помещении 305/2, повсеместно присутствуют непереплавленные компоненты. Это может свидетельствовать о значительном дефиците тепла, необходимого для получения однородной массы ЛТСМ.

Как следует из приведенных данных, изложенного выше объема информации, необходимого для характеристики ТСМ помещения 305/2, явно недостаточно. Дополнительная информация может быть получена только при анализе важных для освещения затронутой проблемы некоторых аспектов развития аварии.

Сценарий образования критмассовых зон

Как следует из результатов исследований, образование зон глубокого проплавления в ПП было возможно только в случае непосредственного попадания на бетон значительного количества расплава с высокой концентрацией топлива [29].

В качестве комментариев к сценарию образования ЛТСМ, изложенного в работе [23], попытаемся объяснить, как могли образоваться зоны глубокого проплавления ПП и горизонтальные прожоги, существование которых подтверждается данными визуальных наблюдений и скважинных измерений.

На рис. 4 представлена графическая версия реконструкции картины разрушений, наблюдавшихся в шахте реактора и в подаппаратном помещении в начале второй стадии аварии, облегчающая восприятие представленной ниже информации.

Как следует из данных, приведенных в работе [23], на начальной стадии образования ЛТСМ образовывались лавы с высоким содержанием урана с одновременным плавлением металла. На этой стадии лавообразования локальные температуры, например над ¼ опоры реактора (схема «ОР») в юго-восточной части помещения 305/2, достигали значения 2800 °С и выше [23].

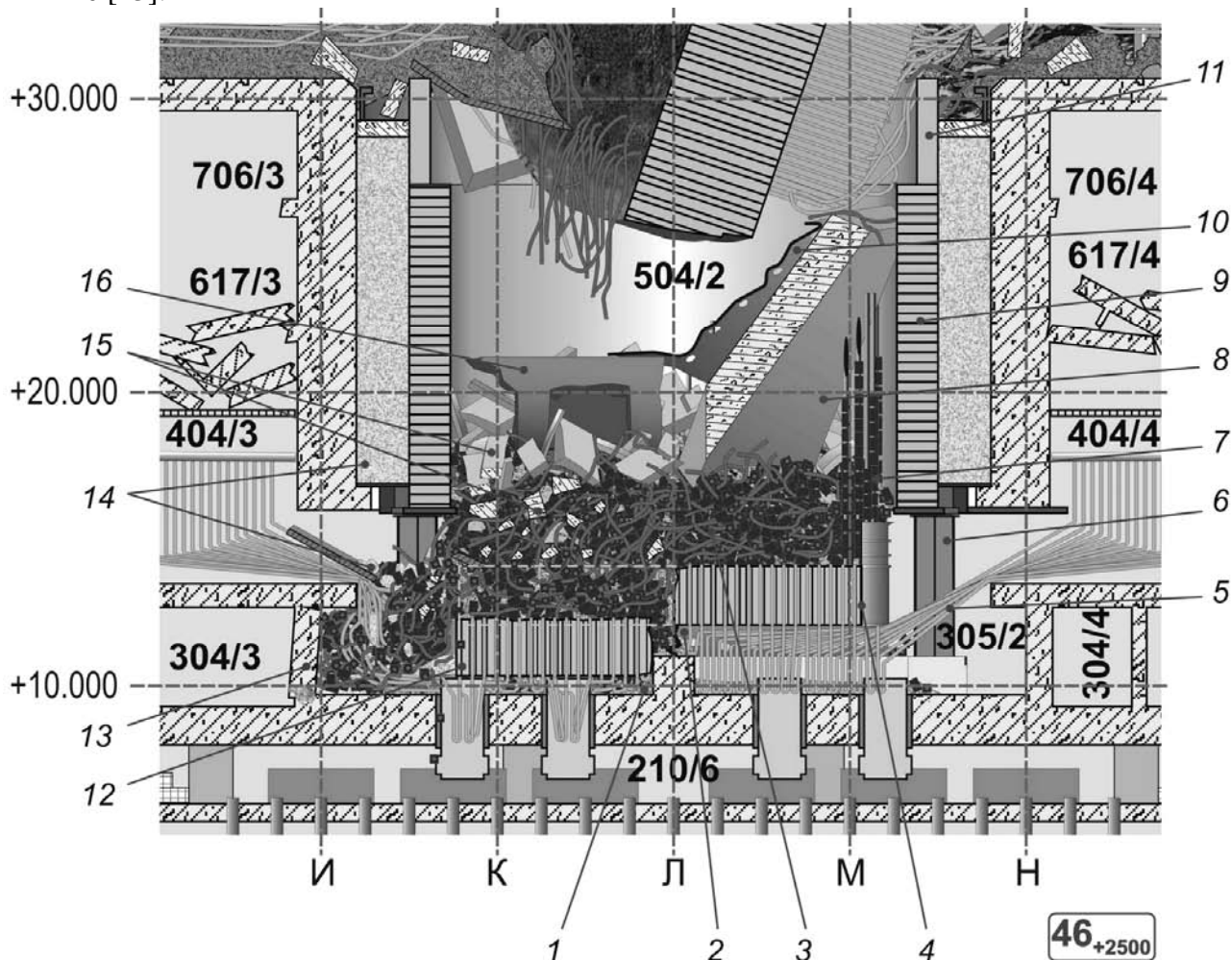


Рис. 4. Шахта реактора и помещение 305/2 (через минуты после взрыва):

1 - серпентинит схемы «ОР» и межкомпенсаторного зазора; 2 - смятая схема «С» («крест»); 3 - топливо, топливные сборки, твэлы, технологические каналы, графитовые блоки, раздробленный бетон; 4 - ¾ схемы «ОР»; 5 - трубы нижних водяных коммуникаций; 6 - дополнительная опора; 7 - отражатель (каналы и графитовые блоки); 8 - железобетонная плита (фрагмент стены бокса сепараторов); 9 - бак «Л»; 10 - облицовка теплозащиты стены бокса сепараторов; 11 - бак «Д»; 12 - ¼ схемы «ОР»; 13 - поврежденная стена; 14 – песчано-гравийная смесь (шахтная засыпка); 15 - обломки железобетонных конструкций; 16 - фрагмент железобетонной конструкции.

Далее последовательность событий, происходивших при формировании ЛТСМ, может быть изложена следующим образом.

Топливо бурно реагирует с бетоном, песком, серпентинитом и т.д. Этот процесс характерен большой скоростью выделения газов с образованием рыхлой вспененной массы, сформировавшей впоследствии в юго-восточном секторе при оседании основной массы лавы стену рыхлых ТСМ (см. рис. 4 и рисунок на обложке). Пористая коричневая керамика присутствовала в керне, извлеченном при бурении скважины 3-14-113 из пространства, распо-

ложенного над юго-западной частью схемы «ОР» (47/48, К/Л, отметка ~+17.000) [16]. Необходимо отметить, что интенсивное газовыделение наблюдается и в начале процесса варки синтетических кремнеземных стекол.

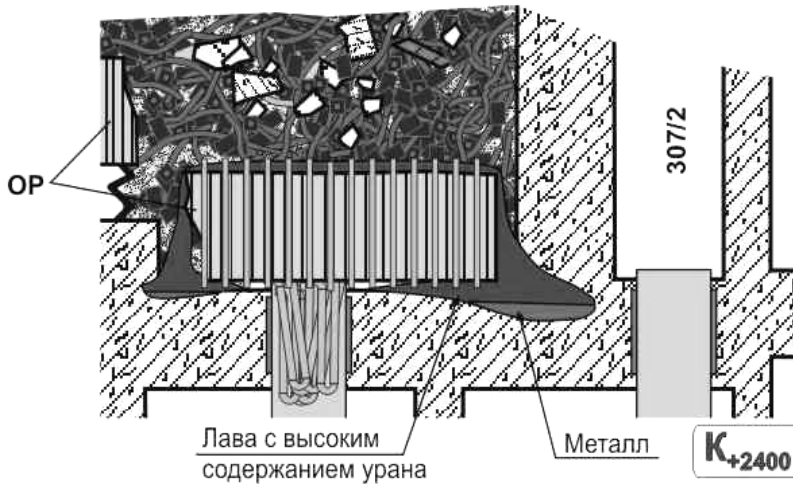


Рис. 5. Формирование прожогов в подреакторной плите и стенах помещения 305/2.

В то же время металл и лавы с высоким содержанием урана стекают вниз (рис. 5).

В отдельных местах при контакте лавы с бетоном ПП образуются вертикальные прожоги ПП с образованием полостей в бетоне. Здесь следует отметить тот факт, что существование глубоких вертикальных прожогов подтверждаются данными визуальных наблюдений, выполненных в помещении 210/6 парораспределительного коридора [30]. При этом лава с высоким содержанием топлива интенсивно взаимодействует с поверхностью

бетона, с ПП, железобетонным крестом и восточной полукруглой стеной помещения 305/2. Образованию прожогов способствовало присутствие $\frac{1}{4}$ схемы «ОР» на полу помещения 305/2 (см. рис. 4 и 5). Фактически зоны глубокого проплавления должны были образоваться в областях, граничащих с оторванной четвертью схемы «ОР», так как она препятствовала поступлению лавы к паросбросным клапанам юго-восточной части помещения 305/2 и одновременно являлась своеобразным холодильником.

Схема «ОР» до аварии представляла собой широкий цилиндр диаметром 14500 мм, высотой 2000 мм, с двумя крышками - верхней и нижней, соединенными между собой ребрами жесткости и трубами нижних водяных коммуникаций. Ребра жесткости толщиной 40 мм делят внутреннее пространство схемы «ОР» на отсеки размером примерно $1000 \times 1000 \times 2000$ мм. В отсеках между крышками диаметром 15000 мм и толщиной 40 мм находилась серпентинитовая смесь [31].

Учитывая конструкционные особенности схемы «ОР», плавление ее $\frac{1}{4}$ части, скорее всего, происходило не по горизонтальным слоям [23], а по отсекам, причем серпентинит разлагался, продукты его разложения и песок взаимодействовали с лавой, а конструкционный металл $\frac{1}{4}$ схемы «ОР» плавился с меньшей скоростью - хотя бы из-за сравнительно высокой теплопроводности металлического каркаса.

В этих условиях лава вместе с успевшим расплавиться металлом стекала со схемы «ОР» и заполняла провалы и полости между фрагментами конструкций (см. рис. 5).

Образование прожога ПП помещения 305/2 могло происходить со значительной первоначальной скоростью [29]. В дальнейшем интенсификация теплосъема за счет увеличения поверхности контакта, разложения и плавления бетона вызывает локальное снижение температуры и замедление процесса прожога, снижает скорость движения фронта лавы, приводит к сглаживанию поверхностей образовавшихся «линз».

Плотность расплава диоксида урана выше, чем плотность расплавленных сталей, однако в результате взаимодействия урана с кремнийсодержащими материалами плотность лавы оказывается ниже, чем плотность металла [29]. На этой стадии в создавшихся полостях помещения 305/2 образуются «лужи» расплавленного металла и лавы с высокой концентрацией топлива, причем расплавленный металл в итоге оказывается снизу - как прослойка ме-

жду ЛТСМ и бетоном. Это приводит к снижению интенсивности взаимодействия топлива с бетоном ПП.

Распределение ТК по величине выгорания

Группа	Число ТВС	Среднее выгорание, МВт · сут/кг (U)
1	721	13,7
2	392	12,3
3	154	10,5
4	101	8,8
5	35	7,0
6	43	5,4
7	41	3,5
8	172	1,2
Всего ТВС	1659	Среднее выгорание по восьми группам - 10,9

температурой около 1600 °С проникает в интенсивно расширяющийся пролом-прожог [23]. Первоначальное заполнение помещения 304/3 вследствие низкой вязкости лавы происходит в считанные минуты, а то и быстрее [33, 34]. В течение очень короткого времени происходит залив лавой коридоров 301/5 и 301/6.

За короткий промежуток времени из помещения 305/2 происходит слив 200 – 400 т лав. Происходит перемещение части нерасплавившихся материалов к пролому-прожогу, который частично забивается непереплавленными материалами, поэтому истечение лавы существенно замедляется.

В результате этого процесса теплосодержание материалов, находящихся в помещении 305/2 резко снижается. В то же время происходит изменение геометрии расположения материалов, находящихся в помещении. Новые порции топлива (в том числе и топлива с низким выгоранием) вовлекаются в процесс лавообразования. Этот процесс, в основном, происходит в локальных областях с большой концентрацией топлива в условиях возрастающего общего дефицита тепла. При этом таблетки топлива просто тонут в уже достаточно холодной (1400 – 1600 °С) лаве. Растворение топлива в лаве происходит до концентрации, определяемой условиями термодинамического равновесия совокупности материалов, находящихся в данной области. Например, при температуре 1500 °С в системе $UO_2-SiO_2-ZrO_2$ концентрация UO_2 не может превысить значения ~15 %.

Таким образом, создаются предпосылки для образования глубоких полостей в массиве ПП, заполненных ТСМ с высоким содержанием урана.

Изложенная последовательность событий, которые происходили в помещении 305/2 при формировании ЛТСМ, хорошо согласуется с результатами тепловых измерений, проведенных в области ПП в период 1988 - 1989 гг. [26].

Модель критмассовой зоны в юго-восточном квадранте помещения 305/2

В соответствии с предложенной гипотезой для оценки массовых и геометрических параметров ТСМ в зоне, расположенной у пролома в помещении 304/2, разработана версия трехмерной модели критмассовой зоны.

На рис. 6 представлены границы распространения ЛТСМ в помещении 305/2 на отметке +9.700. На рисунке также представлено очертание верхней границы зоны с высоким содержанием урана (горизонтальное сечение по отметке +9.700).

Рассматриваемая зона находится в полости, образовавшейся в результате взаимодействия топлива с бетоном ПП. Координаты образовавшейся полости: оси $46_{+500}/47_{+500}$; ряды И. $500/К$; отметки +8.300 - +9.700.

В таблице приводится распределение технологических каналов (ТК) реактора 4-го блока по выгоранию в 8-групповом приближении [32].

С большой вероятностью можно предположить, что в процесс лавообразования были вовлечены, прежде всего, сборки со сравнительно высоким выгоранием (сборки с низким выгоранием выделяют меньше тепла).

В определенный момент раздробленное основание стены, разделяющей помещения 305/2 и 304/3, окончательно «разъелось» лавой, которая с

Предполагается, что нижняя часть полости до отметки +8.700 заполнена металлом. На отметках +8.700 - +9.700 находится ЛТСМ с высоким содержанием урана,

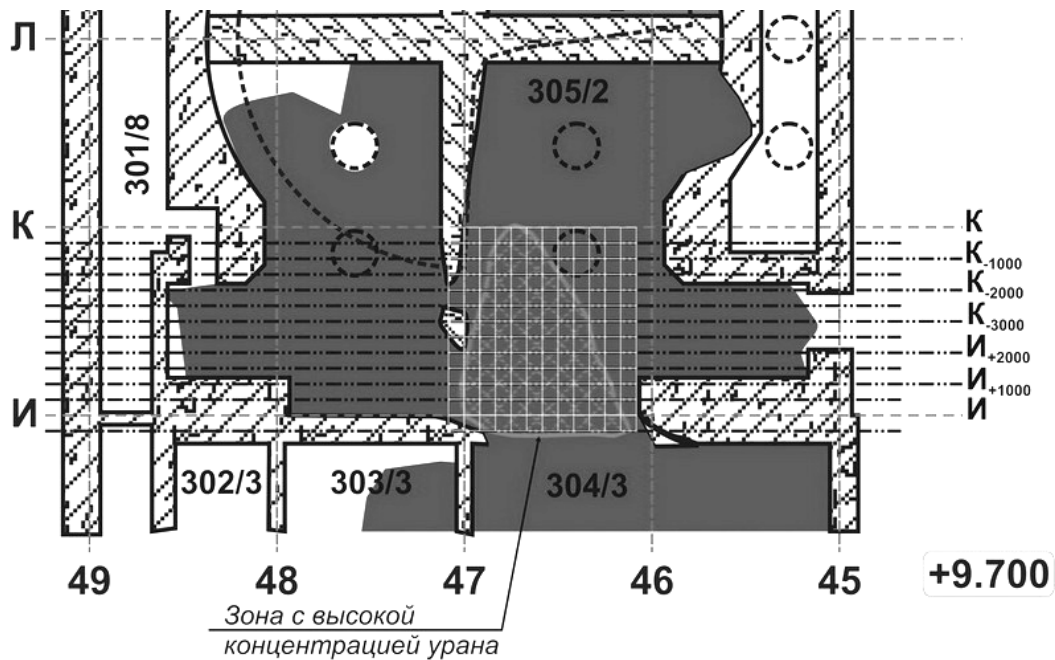


Рис. 6. Помещение 305/2. ЛТСМ на отметке +9.700. Расположение ТСМ с высоким содержанием урана.

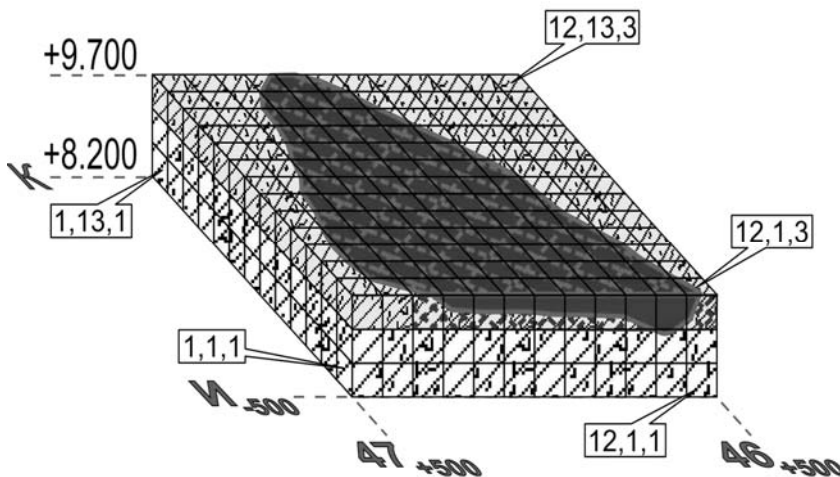


Рис. 7. Фрагмент подреакторной плиты.

На рис. 7 представлен фрагмент ПП, включающий скопление ТСМ с высоким содержанием урана. Рассматриваемая область была разбита на ячейки размером $0,5 \times 0,5 \times 0,5$ м. Для каждой ячейки были рассчитаны средние значения плотности и концентрации урана.

В результате проведенных работ был получен массив данных, который будет использован для расчетов распределений ППН и эффективного коэффициента размножения нейтронов $K_{эф}$.

Выводы

1. Показано, что массив ЛТСМ южной части помещения 305/2 может включать зоны с высоким содержанием топлива. Эти зоны расположены в юго-восточной части помещения. В объеме всего массива ЛТСМ находится множество фрагментов железобетонных и металлических конструкций, а также фрагментов активной зоны. Существование скопления ТСМ с высоким содержанием урана в юго-восточной части помещения 305/2 в районе пролома или непосредственной близости от него подтверждается результатами тепловых измерений и визуальных наблюдений.

2. Подробное рассмотрение механизма образования критмассовой зоны в помещении 305/2 является предметом дальнейших исследований при уточнении сценария образования ЛТСМ объекта «Укрытие».

3. Распределение топлива по помещению 305/2 должно быть уточнено путем проведения нейтронных расчетов, базирующихся на прогнозируемых данных, информация о которых представлена в настоящей статье, и последующим сравнением результатов расчетов с данными реальных измерений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабенко В.А., Высотский Е.Д., Ключников А.А. и др.* Модель распределения плотности потока нейтронов в объеме топливосодержащих материалов помещения 305/2 объекта «Укрытие» // Проблемы безопасности атомных электростанций и Чернобиля. – 2005. – Вып. 2. – С. 55 - 60.
2. *Заключительный отчет по договору № ЗУ-97 "Создание чертежей разрезов подапаратного помещения 4-го блока ЧАЭС и разработка их компьютерной версии. Оценка количества топлива в этом помещении."* - Арх. № 3693. - Санкт-Петербург - Чернобыль, 1997. - 26 с.
3. *Заключение* экспертной комиссии о причинах аномального события в помещении 304/3 объекта "Укрытие" в июне 1991 г. / ИБРАЭ РАН, 1992. - 67 с.
4. *Бродкин Э.М.* Вариации характеристик поля нейтронов над ТСМ при образовании поверхностного слоя воды: (Отчет) / ИАЭ им. И.В. Курчатова. – Инв. № 30/1-1438-91, 1991. – 19 с.
5. *Фролов В.В.* Новая гипотеза относительно природы аномального события в объекте "Укрытие" в июне 1990 г." // Письмо ФЭИ. - Исх. № 57-07/117 от 15.07.92.
6. *Разработка методик и способов контроля состояния подкритичности топливосодержащих материалов.* Кн. 4 «Модельные и экспериментальные исследования эффективности контроля состояния подкритичности критмассовых зон»: (Промежуточный отчет о НИР) / МНТЦ "Укрытие" НАН Украины. - Арх. № 3886. - Чернобыль, 2003. – 100 с.
7. *Боровой А.А., Лагуненко А.С., Пазухин Э.М.* Оценка количества топлива в подапаратном помещении 305/2 4-го энергоблока чернобыльской АЭС // Атомная энергия. - 1998. - Т. 84, вып. 4. – С 356 - 361.
8. *Скважины* объекта "Укрытие". Обобщенные данные (альбом): (Отчет) / МНТЦ "Укрытие" НАН Украины. - Инв. № 09/05-66 от 09.06.98. - Чернобыль, 1998. - 117 с.
9. *Экспериментальное исследование радионуклидного состава топливосодержащих масс и высокоактивных новообразований с объекта "Укрытие":* (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. Инв. №11.07/66 от 31.10.90. - Чернобыль, 1990. - 23 с.
10. *Определение* изотопного состава образцов ТСМ объекта «Укрытие»: (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Инв. № 11.07/32 от 26.05.90 г. - Чернобыль, 1990. - 17 с.
11. *Результаты* физико-химических исследований кернов, взятых из скважин на отметках 9 – 15 м за период май 1988 г. – февраль 1989 г.: (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Инв. № 11.07-06/19 от 14.02.89. - 11 с.
12. *Исследование* радионуклидного состава и физико-химического состояния образцов топливосодержащих масс, отобранных из помещений объекта «Укрытие»: (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Инв. № 11.07/12. - Чернобыль, 1990. - 20 с.
13. *Акт* о работах по проведению анализа четырех проб с объекта «Укрытие» / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова.- Инв. № 11.07-05/86 от 4.08.90.- 2 с.
14. *Акт* о проведении спектрометрических измерений образца из скважины 3.9.Л. - Инв. № 1.01-02/03 от 02.02.89.
15. *Аннотационный отчет* о проведении радиохимического, гамма- и альфаспектрометрического анализа образцов ТСМ с объекта «Укрытие»: (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Инв. № 11.07/268. - Чернобыль, 1991. - 6 с.
16. *Акт* об экспериментальном исследовании радионуклидного состава 5-ти образцов топливосодержащих масс с объекта «Укрытие» в октябре 1991 г. / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Инв. № 11.07-05/168. – Чернобыль, 1991. - 2 с.
17. *Исследование* взаимодействия топлива с конструкционными материалами в объекте «Укрытие»: (Отчет по договору № 39-901/63-16-2-1 от 10.02.91) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. Инв. № 11.07/285 от 13.12.91. - Чернобыль – Санкт-Петербург, 1991. - 88 с.
18. *Акт* о проведении работы по радиохимическому анализу образцов с объекта «Укрытие». - Инв. № 11.07-05/130 от 27.09.90.

19. *Комплексное исследование радионуклидного состава образцов с объекта «Укрытие» и проб окружающей среды: (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Инв. № 11.07/30 от 30.04.90. - Чернобыль, 1990. - 27 с.*
20. *Акт об определении удельных активностей осколочных элементов и изотопов плутония по радиусу топливной таблетки ТВЭЛа. - Инв. № 1.01-02/07 от 05.02.89.*
21. *Исследование радионуклидного состава ТСМ объекта «Укрытие»: (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Инв. № 11.07/139 от 22.04.91. - Чернобыль, 1991. - 19 с.*
22. *Проведение радиохимического анализа концентрации топлива в образцах топливосодержащих масс: Аннотационный отчет по договору № 1132-я от 21.02.91 г. 6 этап: (Отчет) / ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Инв. № 11.07/274 от 29.11.91 (НИО КЭ). - М., 1991. - 7 с.*
23. *Пазухин Э.М. Лавообразные топливосодержащие массы 4-го блока Чернобыльской АЭС: топография, физико-химические свойства, сценарий образования, влияние на окружающую среду: Дис. ... докт. техн. наук. - Чернобыль, 1999. - 293 с.*
24. *Определение новых информативных мест размещения блоков детектирования, верификация скважин: (Отчет) / МНТЦ «Укрытие» НАН Украины. - Инв. № 3808. - Чернобыль, 2000. - 133 с.*
25. *Гринченко Г.П., Ненаглядюв А.Ю., Сурин А.И., Чечеров К.П. Экспозиционные дозы гамма-излучения в исследовательских скважинах 4-го блока ЧАЭС. - Москва, 1995. - 25 с. - (Препр. / ИАЭ им. И. В. Курчатова; ИАЭ-5854/3).*
26. *Результаты тепловых и радиационных измерений на ОУ за период 1988 - 1989 гг.: (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Арх. № 1379 (архив МНТЦ "Укрытие" НАН Украины). - Чернобыль, 1989. - 47 с.*
27. *Киселев А.Н., Ненаглядюв А.Ю., Сурин А.И., Чечеров К.П. Экспериментальные исследования лавообразных топливосодержащих масс (ТСМ) на 4-м блоке ЧАЭС. - Москва, 1992. - 120 с. - (Препр. / ИАЭ им. И. В. Курчатова; ИАЭ-5533/3).*
28. *Киселев А.Н., Сурин А.И., Чечеров К.П. Результаты дополнительных исследований мест скопления ЛТСМ на 4-м блоке ЧАЭС. - Москва, 1994. - 59 с. - (Препр. / ИАЭ им. И. В. Курчатова; ИАЭ-5783/3).*
29. *Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Васильев А.В., Стрижев В.Ф. Физические модели тяжелых аварий на АЭС / Под ред. Н. Н. Пономарева-Степного. - М.: Наука, 1992. - 232 с.*
30. *Обоснование необходимости и возможности выполнения мероприятий по стабилизации внутренних строительных конструкций, поддерживающих топливосодержащие материалы, для предотвращения их разрушения под воздействием экстремальных событий: (Отчет о НИР) / МНТЦ «Укрытие» НАН Украины. - Арх. № 3812. - Чернобыль, 2000. - 143 с.*
31. *Чернобыльская АЭС. Техническое описание установок, оборудования и систем станции. - Инв. № 000218. - Киев, 1975.*
32. *Боровой А.А., Довбенко А.А., Строганов А.А. и др. Топливо 4-го энергоблока ЧАЭС. Справочник: (Отчет) / КЭ при ИАЭ им. И. В. Курчатова. - Чернобыль, 1988.*
33. *Гончар В.В., Жидков А.В. Динамика высокотемпературного взаимодействия аварийного ядерного топлива с конструкционными материалами РБМК // Проблемы Чернобиля. - 2001. - Вип. 9. - С. 25 - 33.*
34. *Кудинова И.В., Додис Г.М. Исследование вязкости расплавов из базальтовых горных пород // Вестник КГНУ, ч. 3. - Бишкек, 1998.*

Поступила в редакцию 15.02.07

21 ПАЛИВО В ПРИМІЩЕННІ 305 4-ГО БЛОКА ЧАЕС. КРИТМАСОВІ ЗОНИ. УТОЧНЕННЯ СЦЕНАРІЮ УТВОРЕННЯ ЛАВОПОДІБНИХ ПАЛИВОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ

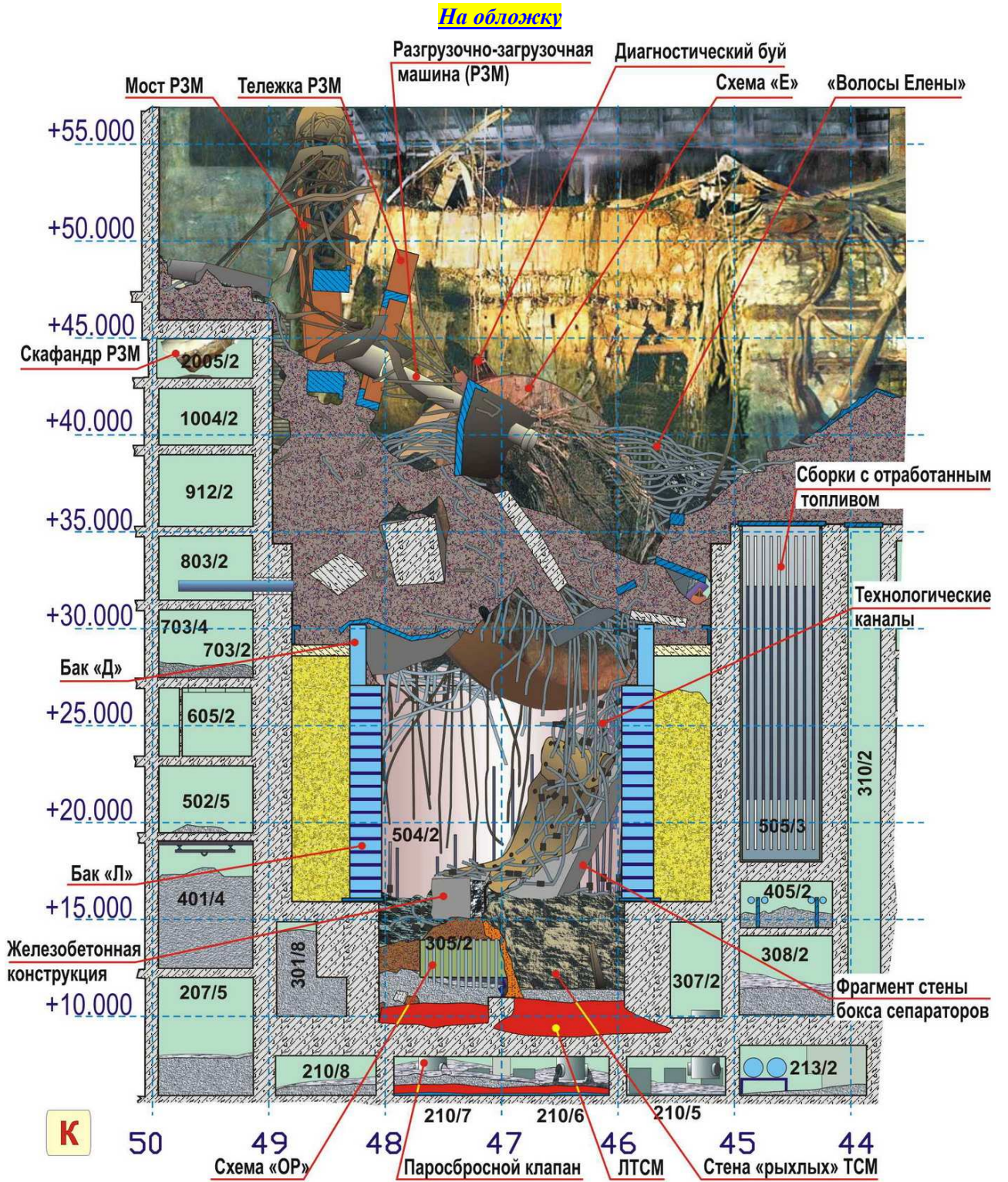
Є. Д. Висотський, В. О. Краснов, О. С. Лагуненко, Е. М. Пазухін

Представлено результати аналізу інформації про паливовмісні матеріали підреакторного приміщення 305/2. Показано, що в приміщенні 305/2 в масиві підреакторної плити можуть існувати скупчення паливовмісних матеріалів з високим вмістом урану – критмасові зони. Запропоновано сценарій утворення таких зон.

21 FUEL IN PREMISE 305/2 4-TH UNIT CHERNOBYL NPP. CRITICAL MASS ZONES. REVISION OF THE SCENARIO OF FORMATION LAVALIKE FUEL-CONTAINING MATERIALS

E. D. Vysotsky, V. A. Krasnov, A. S. Lagunencko, E. M. Pazukhin

Results of analysis of information on fuel-containing materials of underreactor premise 305/2 are presented. It is shown, that in 305/2 in a solid underreactor plates can exist clumps of fuel-containing materials with the high maintenance of uranium - critical mass zones. The scenario of formation of such zones is offered.



Фрагмент разреза 4-го блока по ряду К.