

ВНЕ И ВНУТРИ АТОМНОГО "ВУЛКАНА"

КОЛИЧЕСТВО ТОПЛИВА В УКРЫТИИ

Для того, чтобы дальнейшее изложение было понятно, необходимо остановиться на двух вопросах: что собой представляло топливо IV блока ЧАЭС к моменту аварии и какое количество его осталось внутри укрытия.

Блок начал свою работу в декабре 1983 г. и к 26 апреля 1986 г. проработал 865 календарных дней. Его ядерное топливо - двуокись урана - размещалось в 1659 кассетах. Полная загрузка собственно урана превышала 190 т. Три четверти кассет проработали всю кампанию и именно они определили содержание в активной зоне важных для нас сейчас долгоживущих биологически значимых радионуклидов (см. таблицу).

а-излучатели в этой таблице представлены тремя изотопами плутония:

^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu . Наименьший период полураспада среди них имеет ^{238}Pu - 86 лет, наибольший - 24 тысячи лет - ^{239}Pu .

Сразу же после аварии а-активность топлива определялась относительно короткоживущим ($T_{1/2} = 160$ сут) ^{242}Cm . К сегодняшнему дню лидерство захватили изотопы плутония. Однако не очень надолго. За счет б-распада ^{241}Pu ($T_{1/2} = 14$ лет) начинает накапливаться ^{241}Am ($T_{1/2} = 430$ лет) и через 10 лет его активность уже составит 50% от суммарной а-активности топлива.

Такова картина на ближайшее будущее.

б- и г-излучатели (кроме ^{241}Pu) представлены ^{90}Sr (чистый б-излучатель) и ^{137}Cs . Оба имеют период полураспада, близкий к 30 годам, и опасность, связанная с ^{137}Cs и ^{90}Sr , уменьшится на порядок только через 100 лет.

Активная стадия Чернобыльской аварии продолжалась 10 сут (с 26 апреля по 6 мая 1986 г.). Все это время происходили выбросы радиоактивности чрезвычайно высокой интенсивности. Первые дни горячая струя поднималась на высоту более километра, а позднее - на несколько сотен метров над развалом реактора.

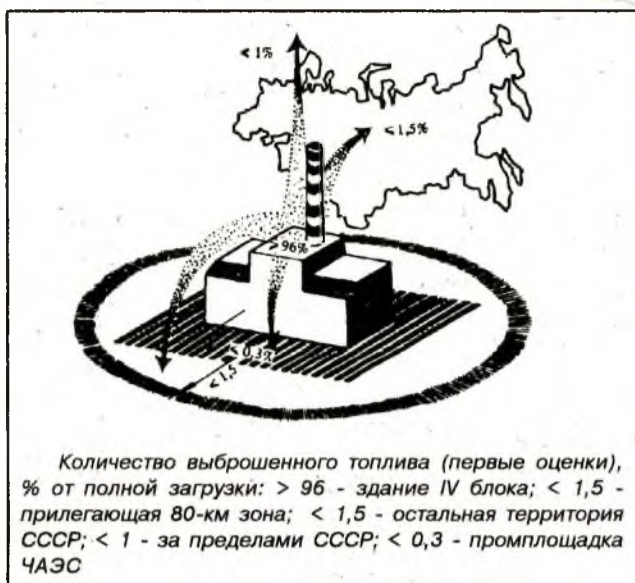
Для того, чтобы непосредственно определить количество и состав выбрасываемой радиоактивности (а следовательно, количество и состав оставшейся в разрушенном блоке), использовались все доступные методы, но чрезвычайно сложные условия работы не позволили сделать это точно, погрешность измерения составила $\pm 50\%$.

Параллельно с оценками собственно выброса начались широкомасштабные измерения зараженности почвы, воды и воздуха. Надо сказать, что задача обнаружения и количественного определения радионуклидов, заразивших территорию площадью в тысячи квадратных километров с сотнями населенных пунктов, чрезвычайно трудоемка. В общем случае даже трудно представить путь ее решения в короткие (порядка дней и месяцев) сроки.

Количественное определение зараженности почвы плутонием связано с взятием почвенных проб и проведением сложных и длительных радиохимических анализов. Достаточно сказать, что такого рода полных анализов за первые полтора года удалось провести всего несколько сотен. Эти данные не могли решить вопроса о создании подробных карт загрязнения местности, но здесь на помощь исследователям пришла специфика Чернобыльской аварии. На всех ее стадиях выброс радионуклидов, за исключением инертных газов и ряда легколетучих веществ типа йода, цезия, теллура, происходил в составе частиц мелкодиспергированного топлива. Это показали уже первые результаты анализов воздушных фильтров, взятых над развалом реактора.

К середине июля 1986 г. институтами Министерства среднего машиностроения, Госкомгидромета, АН СССР, Министерства обороны были независимо выполнены измерения и расчеты, показавшие, что за пределы IV блока выброшено от 2 до 6% первоначальной загрузки, что составляет от 4 до 12 т собственно топлива.

Информация о величине выброса радиоактивных веществ из реактора IV блока была доведена до сведения



внутри укрытия находится не менее 90% топлива.

Чтобы не возвращаться более к вопросу о выбросе топлива, скажем, что за прошедшие годы оценка его количества уточнилась. Сейчас на основании банка данных, содержащего полные сведения о десятках тысяч почвенных проб, получена цифра выброса топлива $3,5 \pm 0,5\%$.

Здесь еще раз надо подчеркнуть, что речь идет не о топливе, выброшенном из активной зоны или из шахты реактора и попавшем в помещение IV блока, а только о той его части, которая находится вне укрытия и здания блока. Превратное толкование того, что же считать выбросом, уже не раз приводило к необоснованным слухам и заявлениям.

СОЗДАНИЕ НОВЫХ БАРЬЕРОВ БЕЗОПАСНОСТИ

Если возвратиться к началу Чернобыльской аварии, то следует сказать, что все многочисленные барьеры безопасности, предусмотренные создателями реактора, были сразу же разрушены. И необходимо было в кратчайший срок на пути ядерной, радиационной и тепловой опасности возвести новые преграды. Как это делалось - хорошо известно. Забрасывали шахту реактора различными материалами. Часть из них (соединения бора - нейтронные поглотители) должна была обеспечить ядерную безопасность, часть (доломит, песок, глина) - создать фильтрующий слой и уменьшить радиационный выброс, часть (свинец) - принять на себя выделяющееся тепло. В дни активной стадии было сброшено почти 5000 т материалов.

Жаркие споры о необходимости такого мероприятия и о его последствиях шли и до, и после осуществления этой операции.

Особенно острой критике подвергалось решение об использовании свинца, который, плавясь и испаряясь, мог дополнительно загрязнить окружающую территорию. И только три года спустя (1989 г.), после проведения большого комплекса разведывательных работ, стало ясно, что поставленную задачу в полном объеме выполнить вообще не удалось.

В саму шахту реактора, если и попала, то лишь малая часть сброшенных материалов. Остальные образовали холмы высотой до 15 м в центральном зале. Не удалось также перекрыть всех путей воздуха из шахты, т.е. создать полноценный фильтрующий слой. Причиной этому послужила неудачно сложившаяся геометрия разрушений.

В первые дни и недели проводились и многие другие предохранительные мероприятия. Так, в пространство под шахтой реактора для охлаждения и для снижения концентрации кислорода подавался азот от компрессорно-сжижительной станции.

Весьма опасным представляется так называемый китайский синдром. Под этим названием (почерпнутым из кинофильма) подразумевался процесс, при котором раскаленные топливосодержащие массы (ТСМ) прожигают одно за другим перекрытия здания, опускаются вниз и в конце концов достигают грунтовых вод, загрязняя их. Для предотвращения этого процесса под фундаментом здания за очень короткий срок был сооружен

теплообменник на бетонной плите с принудительным охлаждением.

Насколько справедливы были эти опасения, удалось выяснить только к лету 1988 г. В это время скважины, которые бурились в бетонной плите, служащей полом подреакторного помещения, наткнулись на деструктурированный, полностью сожженный бетон. ТСМ осталось совсем немного, чтобы прожечь двухметровую плиту и "заняться" следующим перекрытием, т.е. "синдром" не смог развиваться до опасных пределов.

Можно утверждать, что на уровне наших знаний мая 1986 г. сооружение теплообменника было вполне разумным.

По материалам исследований в первые постчернобыльские годы Комплексной экспедиции ИАЭ им. И. В. Курчатова.

(Продолжение следует.)

Начало в № 93 - 94, 1996 г.).

Радионуклид	Общий вес, кг	Общая активность, кКи
^{238}Pu	~1,5	~25
^{239}Pu	~420	~26
^{240}Pu	~175	~40
^{241}Pu	~50	~5x103
^{137}Cs	~81	~7x103
^{90}Sr	~43	~6x103

мировой общественности в докладе, подготовленном Государственным комитетом по использованию атомной энергии СССР, на совещании экспертов МАГАТЭ в Вене в августе 1986 г.

Основные выводы доклада:

- радиоактивные инертные газы практически полностью выброшены из реактора; выброшено значительное количество йода;

- выброшено $13 \pm 7\%$ цезия;

- выброшено $3 \pm 1,5\%$ топлива, содержащего продукты деления и трансураниевые элементы.

По первым предварительным оценкам ИАЭ им. И. В. Курчатова, выброшенное топливо распределилось по территории так, как показано на рисунке.

В течение августа - ноября 1986 г. была проведена программа тепловых измерений на поверхности развала и на периферии разрушенного реактора. Сравнивая выделяющееся тепло с расчетами, удалось оценить, что