



BY0200210

рыбах достигала 13,6 Бк/кг сырой массы, а ^{60}Co и ^{54}Mn была значительно ниже (соответственно до 0,7 и 0,4 Бк/кг сыр. м.). С 1995 г. удельная активность ^{137}Cs в рыбах колебалась в одних и тех же пределах не превышая 5, а ^{60}Co – 0,1 Бк/кг сыр. м. У хищных рыб (окунь и щука) удельная активность ^{137}Cs была выше (2,7 – 13,6 Бк/кг сыр. м.), чем у мирных рыб – плотва, лещ (1,3 – 2,6 Бк/кг сыр. м.), а удельная активность ^{60}Co и ^{54}Mn наоборот, у хищных рыб была ниже, чем у мирных рыб. Это можно объяснить тем, что при аккумуляции ^{137}Cs рыбами более высокого трофического уровня роль пищевого фактора увеличивается, т.е. проявляется так называемый «эффект трофического уровня», который для ^{60}Co и ^{54}Mn не установлен.

Радиогеохимическое картографирование, проведенное в оз. Дружский в 1995 г., показало, что в прибрежной части этого озера ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn в водных растениях распределяются весьма различно. Наибольшее количество ^{137}Cs установлено в растениях растущих в зоне влияния подогретой воды, а также в отдаленных от объектов АЗ западной и южной части озера. Следует отметить, что в растениях растущих в зоне влияния ПВ и западной части озера также установлено и наибольшее количество К. Наибольшее количество ^{60}Co и ^{54}Mn установлено в растениях растущих в тех зонах, в которые попадают ПВ и сточные воды ПЛК, а также на противоположной этим зонам стороне центральной части озера. Такое распределение ^{60}Co и ^{54}Mn по-видимому связано с сильным течением в канале подогретой воды, а также с интенсивным перемешиванием водных масс в центральной части озера. На распределение ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn в оз. Дружский, а также на аккумуляцию этих радионуклидов в водных растениях также могут влиять и источники их поступления в озеро. Если ^{60}Co и ^{54}Mn в оз. Дружский поступают только от ИАЗ, то ^{137}Cs в озеро поступал также и с глобальными выпадениями. Кроме того, аккумуляцию ^{137}Cs в водных растениях определяют количество калия в них.

Из полученных нами данных следует, что при проведении радиозокологического мониторинга водоема-охладителя АЗ водные растения можно использовать не только как показатель его загрязнения (во время вегетационного сезона) ^{137}Cs , ^{60}Co и ^{54}Mn , но и как показатель источника поступления этих радионуклидов в водоем, а также их распределения в прибрежной его части. Донные отложения, которые являются местом депонирования радионуклидов, можно использовать как показатель долговременного загрязнения водоема этими радионуклидами.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ВЫГОРАНИЯ ТОПЛИВА В ВЫПАДЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ, ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧАЭС, С ПОМОЩЬЮ ТРАССЕРА U-236

Миронов В.П., Матусевич Ж.Л., Кудряшов В.П., Ананич П.И., Журавков В.В.

*Институт радиобиологии Национальной академии наук
Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь*

DETERMINATION OF DEPTH OF BURNUP OF FUEL IN DEPOSITION IN TERRITORY BELARUS, AFTER CHERNOBYL ACCIDENT, WITH THE HELP OF A TRACER OF U-236. Experiments and calculations for determination of depth of burnup of fuel are carried out on separate sites in Belarus. As a tracer of Chernobyl deposition the uranium-236 was used. The average depth of burnup of fuel in 30 km zone is 9,4 MW·d/kgU.

По современным оценкам, при аварии на ЧАЭС, в атмосферу было выброшено около 3% ядерного облученного топлива. Ввиду неоднородности выгорания топлива по объему активной зоны реактора, малого количества выброшенного в атмосферу топлива и специфики временного протекания аварии возможны значительные отличия по глубине выгорания топлива для разных площадок выпадения облученного топлива на территории Беларуси.

Глубина выгорания ядерного топлива в реакторе АЭС определяет количество образующихся изотопов и их соотношения в облученном топливе. В радиозокологической практике при определении количеств ТУЗ и других изотопов часто используют среднее выгорание по активной зоне 4 блока ЧАЭС на момент аварии, с соответствующими коэффициентами фракционирования радионуклидов. Для разных изотопов при соответствующих выгораниях топлива коэффициенты фракционирования могут быть либо выше, либо ниже среднего по реактору. Подобный подход может быть не совсем корректным для отдельных изотопов выпавших на территории Беларуси.

Расчетные исследования показали, что средняя глубина выгорания топлива в 4-м блоке ЧАЭС на момент аварии составляла 11,4 МВт сут/кгU.

Рядом работ показано, что большинство уран-, плутоний- содержащего облученного ядерного топлива выпало в виде топливных частиц разного размера. Исследования ядерно-физических характеристик горячих частиц показали, что среди отобранных 1200 частиц встречаются частицы с выгоранием топлива в широком интервале от 0,8 до 15,2 МВт сут/кгU [1].

Поэтому определение реальной глубины выгорания топлива, в конкретных выпадениях, необходимо для корректного определения коэффициентов фракционирования радионуклидов в рассматриваемых выпадениях на отдельных площадках западного и северного следов в ближней и дальней зонах от ЧАЭС на территории Беларуси.

В природе изотопное отношение $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ составляет менее 10^{-10} г/г. В пробах почвы из 30-км зоны ЧАЭС это отношение более 10^{-6} , что позволяет использовать ^{236}U в качестве индикатора облученного топлива.

Цель работы – используя ^{236}U как трассер чернобыльских выпадений определить средние глубины выгорания топлива в выпадениях на отдельных площадках Беларуси, что позволит уточнить количество урана, трансурановых элементов и других изотопов выпавших на территории республики. Это позволит определять на рассматриваемых площадках количество естественного и выпавшего после катастрофы урана и изучать их миграцию в почве.

В предлагаемой методике на основе экспериментальных данных по содержанию ^{236}U , ^{235}U и ^{238}U в пробе почвы; а также расчетных корреляций между изотопами урана в активной зоне РБМК-1000, в зависимости от глубины выгорания топлива и известного соотношения в природной смеси $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ определяются – глубина выгорания топлива и уровни загрязнения почвы ^{235}U и ^{238}U дополнительно к естественным уровням.

Выделение урана и очистка проводились методом ионного обмена на анионите АВ-17 из солянокислого раствора, с последующей экстракцией диэтиловым эфиром согласно методике [2].

Измерения изотопных отношений урана осуществляли на масс-спектрометре HEX-ICR-QMS (Platform ICP, Micromass Ltd., Manchester, UK), откалиброванном по изотопному стандарту GGLU-500 [2].

Наиболее подробно изменения изотопного состава топлива (^{235}U , ^{236}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{242}Pu и др.) в реакторах типа ВВЭР и РБМК от глубины выгорания представлено в работе [3]. В ней показано, что для реакторов типа ВВЭР расчетные и экспериментальные данные совпадают с точностью - $^{235}\text{U} \leq 5\%$ и $^{238}\text{U} \sim 1\%$. Для РБМК погрешность расчета этих величин несколько выше.

В РБМК, в связи с его конструкторскими и физическими особенностями, в зависимости от места расположения топлива в активной зоне наблюдаются некоторые отличия в концентрациях выгорающих и образующихся актинидов при одинаковой глубине выгорания топлива. Это обусловлено в основном изменением плотности теплоносителя по высоте технологического канала, а также местом расположения твэла в кассете.

Используя данные, представленные в справочнике по образованию нуклидов [3] получено, что возможно воспользоваться средней плотностью воды в технологическом канале ($\gamma=0,41\text{г/см}^3$) при определении отношений концентраций изотопов в зависимости от глубины выгорания топлива от 0 до 21 кг/т. При этом, отношения концентраций изотопов ^{236}U / ^{235}U и ^{235}U / ^{238}U будут определяться с относительной ошибкой 5%, а отношения ^{236}U / ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) – с относительной ошибкой 2,5% для всей области изменения плотности воды и места твэла в технологическом канале.

На основе полученных зависимостей отношения концентраций изотопов урана ^{236}U / ^{235}U в активной зоне реактора РБМК в зависимости от глубины, а также экспериментально определенных в пробах почвы концентраций ^{236}U и отношений концентраций изотопов ^{236}U / ^{235}U ; ^{235}U / ^{238}U ; ^{236}U / ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) определялись концентрации ^{235}U , ^{238}U , ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) и отношений после чернобыльской аварии. В табл. 1 представлены полученные результаты.

Таблица 1

Место отбора пробы	Направление от ЧАЭС	Расстояние от ЧАЭС, км	Глубина выгорания топлива, МВт.сут / КгU
Чистоголовка (торф)	Западный след	7	9,1
Чистоголовка (подзол)	Западный след	7	9,3
Хатки (подзол)	Западный след	24	9,2
Прилять (пляж, песок)	Северный след	4	9,3
Масаны (сосняк)	Северный след	12,5	9,9
Масаны (поле)	Северный след	12,5	9,3
Масаны (березняк)	Северный след	12,5	9,6
Кулажин (песок)	Северный след	18	9,2
Кулажин (торф)	Северный след	18	9,3
Лесок (торф)	Северный след	24	9,4
Лесок (сосняк)	Северный след	24	9,4
Хойники (метеостанц.)	Северный след	53	7,7
Малинска (подзол)	Северный след	240	3

Из данных табл.1 видно, что в 30-ти км зоне ЧАЭС среднее выгорание топлива составляет $9,4 \pm 0,3$ МВт.сут / КгU. Это выгорание на 17 % ниже среднего расчетного выгорания в 4-м блоке ЧАЭС на момент аварии. В дальних радиоактивных пятнах по северному следу отмечается падение выгорания топлива в выпадениях до 3 МВт.сут / КгU.

Это означает, что корреляционные коэффициенты для определения загрязнения трансурановыми элементами поверхности почвы можно использовать только для 30-ти км зоны ЧАЭС. За пределами этой зоны необходимо продолжить исследование по уточнению глубины выгорания топлива в выпадениях после аварии на ЧАЭС.

Литература

1. Лоцилов Н.А. и др. Ядерно-физические характеристики горячих частиц, образовавшихся в результате аварии на ЧАЭС // Радиохимия. 1992. №4, с. 113-119.
2. S.F. Boulyga, J.L. Matysevich, V.P. Mironov et. al. International Journal of Mass Spectrometry, v.203, 2000, p.143-154.
3. Справочник по образованию нуклидов в ядерных реакторах / Герасимов А.С. и др. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 575 с.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Мисюченко В.М., Банникова Е.Л.

Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова, Минск, Республика Беларусь

THE STATE ECOLOGICAL EXPERTISE OF THE PROJECT OF THE WASTE TREATMENT PLANT OF THE REPUBLIC OF BELARUS. The State Ecological Expertise is one of the way of the sustainable development of our society. So, our government to has some control to change of environment. Various polluting substances are poison our water we drink and our air we breath. The wastewater is one of the source of pollution of our world.

Природоохранная деятельность в Республике Беларусь основывается на фундаментальном положении о том, что