

В. Е. Хан, Б. И. Огородников, А. К. Калиновский, В. А. Краснов

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

КОНТРОЛЬ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ИЗ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ» В 2010 г.

Представлены результаты контроля выброса радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2010 г. Максимальная величина неорганизованного выброса наблюдалась в холодное время года и достигала 3,5 МБк/сут. Максимальная концентрации долгоживущих бета-излучающих аэрозолей, поступавших в атмосферу через систему «Байпас», зарегистрирована 31 мая и составила 260 Бк/м³. В 50 % проб концентрация находилась в диапазоне 1 – 10 Бк/м³. Их носителями были преимущественно частицы с АМАД 1 – 8 мкм. Концентрация ²¹²Pb – дочернего продукта торона – не превышала 5 Бк/м³. Носителями продуктов распада радона и торона были частицы с АМАД 0,08 – 0,45 мкм.

Ключевые слова: объект «Укрытие», аэрозоли, объемная активность, АМАД.

Введение

В 2010 г. был продолжен систематический контроль количества и состава выброса радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» [1]. Начатые в 1992 г. наблюдения остаются важным источником экспериментальных данных, необходимых как для оценки влияния объекта «Укрытие» на окружающую среду, так и для решения конкретных прикладных задач при проведении работ по созданию нового безопасного конфайнмента, монтажа и надвигки «Арки».

Результаты контроля выброса радиоактивных аэрозолей через технологические отверстия и неплотности легкой кровли объекта «Укрытие»

Для оценки неорганизованного выброса [2] радиоактивных аэрозолей через технологические отверстия и неплотности легкой кровли применяли аккумулярующие планшеты из марли. Как и в предыдущие годы, планшеты устанавливали над технологическими люками № 7 (ряд И⁺¹⁴⁰⁰, ось 4б⁺¹³⁰⁰), 10 (ряд Л⁺⁷⁰⁰, ось 4б⁺¹³⁰⁰), 13 (ряд К⁺⁷⁰⁰, ось 48.700) и 15 (ряд Л⁺¹³⁰⁰, ось 48.500). Для удержания аэрозолей марлю предварительно пропитывали нефтепродуктами (литол-24 и масло-разбавитель).

Суммарная площадь отверстий на верхних отметках объекта «Укрытие» при расчете интегрального выброса принималась, как и в предыдущие годы, равной 120 м² [1, 3].

Неорганизованный выброс альфа- и бета-активности с аэрозолями через отверстия и проемы на верхних отметках объекта «Укрытие» с начала 2010 г. по 31 декабря составил 4,1 и 336 МБк соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Оценка выброса радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2010 г.

Экспозиция планшетов		Верхний предел величины аэрозольного выброса, МБк			
		альфа-излучатели*		бета-излучатели**	
Начало	Длительность, сут	за сутки	с начала года	за сутки	с начала года
02.12.2009	62	0,023	0,74	0,29	79
02.02	28	0,009	1,0	0,70	98
02.03	30	0,046	2,4	3,5	204
01.04	41	0,005	2,6	0,33	218
12.05	18	0,007	2,7	0,52	229
01.06	30	0,008	3,0	0,61	247
01.07	33	0,002	3,1	0,13	251
03.08	36	0,002	3,1	0,12	255
08.09	27	0,003	3,2	0,31	264
05.10	29	0,010	3,5	0,78	286

Продолжение табл. 1

03.11	27	0,007	3,7	0,70	305
30.11	42	0,010	4,0	0,71	327
Среднее		0,013	—	0,90	—

* Сумма альфа-излучателей включает изотопы ^{240}Pu , ^{239}Pu , ^{238}Pu , ^{241}Am .

** Сумма бета-излучателей включает изотопы ^{137}Cs , $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, ^{241}Pu .

Максимальная скорость выброса бета-активных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2010 г. наблюдалась в холодное время года и достигала величины 3,5 МБк/сут. Подобное сезонное повышение скорости выброса радиоаэрозолей происходило также в 2008 – 2009 гг. (рис. 1), что обусловлено значительной разностью температур внутри и снаружи объекта «Укрытие».

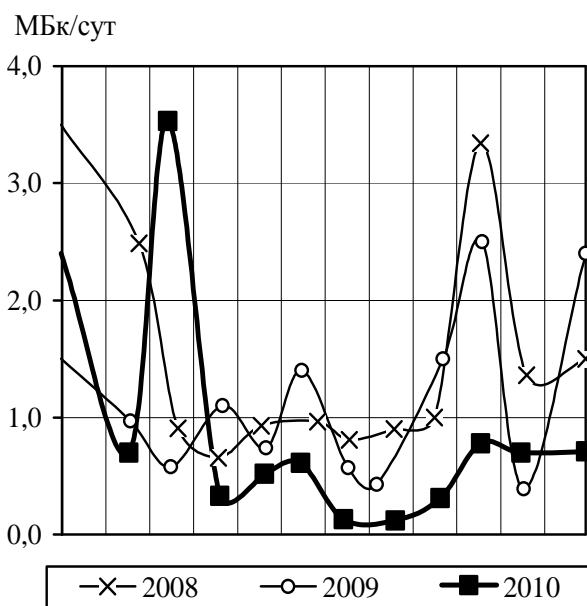


Рис. 1. Динамика неорганизованного выброса бета-активных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2008 - 2010 гг.

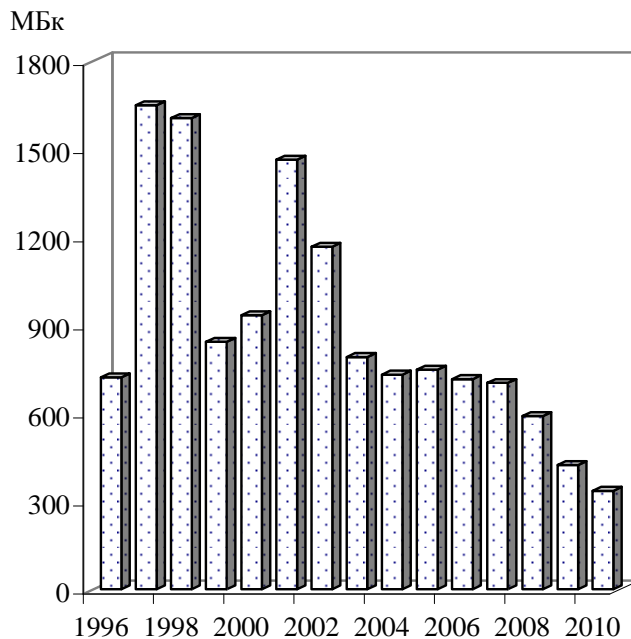


Рис. 2. Динамика выброса бета-активных аэрозолей через неплотности в кровле объекта «Укрытие» в 1996 - 2010 гг. по данным аккумулялирующих планшетов.

На рис. 2 представлена динамика неорганизованного выброса радиоаэрозолей через щели в кровле объекта «Укрытие» в период 1996 – 2010 гг. Как видно из рисунка, в 1998 г. наблюдалось возрастание активности, что обусловлено проведением работ по укреплению вентиляционной трубы. Некоторое повышение радиозольной активности в 2001 г. объясняется сочетанием неблагоприятных метеоусловий (сухое жаркое и ветреное лето) с проведением ремонтных работ на легкой кровле. В последующие годы наблюдается снижение неорганизованного выброса радиоактивных аэрозолей через отверстия и проемы на верхних отметках объекта «Укрытие».

Результаты контроля радиоактивных аэрозолей в системе «Байпас»

Концентрации радиоактивных аэрозолей

В 2010 г. были продолжены начатые в 2002 г. наблюдения за концентрациями и дисперсным составом радиоактивных аэрозолей «организованного» выброса [2], поступающего из центрального зала объекта «Укрытие» в атмосферу через систему «Байпас» и высотную вентиляционную трубу ВТ-2. Пробы аэрозолей отбирали через люк в воздуховоде системы «Байпас», имеющийся в помещении 2016/2. Методика отбора проб с использованием пакетов

трехслойных волокнистых фильтров Петрянова и измерения бета-активности аэрозолей изложена в работе [2].

В табл. 2 представлены обобщенные данные концентраций и дисперсного состава радиоактивных аэрозолей, а также метеоусловий. Всего проанализировано 44 пробы. Как следует из табл. 2 и рис. 3, концентрация суммы бета-излучающих нуклидов ($\Sigma\beta$) изменялась от 0,2 до 260 Бк/м³. Интересно, что минимальная и максимальная концентрации зарегистрированы во второй половине мая с различием всего 12 сут. В половине проб (50 %) величина $\Sigma\beta$ находилась в диапазоне 1 – 10 Бк/м³.

Таблица 2. Данные мониторинга радиоактивных аэрозолей в системе «Байпас» объекта «Укрытие» в 2010 г.

Дата отбора	Концентрация, Бк/м ³				¹³⁷ Cs $\Sigma\beta$	$\Sigma\beta$		ДПР*		Условия отбора	Ветер		
	¹³⁷ Cs	$\Sigma\beta$	ДПР	²¹² Pb		АМАД, мкм	σ	АМАД, мкм	σ		средний, м/с	порывы, м/с	направ., град
19.01	2,2	6,4	5,0	1,2	0,34	3,0	2,3	0,26	1,4	перем. обл.	2,5	6,5	95
20.01	1,2	3,2	4,0	1,1	0,38	4,1	2,4	0,13	6	ясно	2,0	6,0	75
22.01	8,5	20	9,0	1,0	0,43	2,2	1,0	0,26	>4	ясно	2,0	5,0	360
02.02	0,38	0,63	7,0	1,7	0,61	7,7	2,1	0,21	3,9	пасмурно	2,5	7,5	270
08.02	2,5	5,4	19	2,2	0,47	5,7	2,5	0,18	5,4	пасмурно	1,0	4,5	80
09.02	0,42	1,2	14	3,1	0,36	4,0	3,2	0,22	1,9	пасмурно	1,0	3,0	10
11.02	0,49	2,7	15	3,2	0,18	5,3	1,5	0,23	1,2	ветрено	4,0	9,0	105
12.02	0,52	0,92	8,0	1,7	0,56	6,4	2,2	0,19	2,2	ветрено	3,5	10	115
16.02	0,19	0,28	15	4,7	0,68	>8	3,0	0,16	2,7	штиль	1,0	3,5	35
16.03	7,8	29	8,0	1,5	0,27	1,7	1,4	0,13	6,0	перем. обл.	2,0	4,5	240
18.03	11	36	13	4,0	0,30	3,1	1,4	0,22	2,0	штиль	1,0	3,0	255
22.03	1,5	4,3	11	3,3	0,34	3,6	2,1	0,13	6,1	ветрено	3,0	9,5	280
25.03	0,63	2,5	8,0	2,0	0,25	2,7	3,2	0,10	5,1	штиль	1,0	4,0	175
29.03	1,40	3,7	3,2	0,28	0,38	3,8	2,0	0,14	5,3	туман	2,0	5,0	95
01.04	0,29	1,3	6,0	0,99	0,22	4,8	2,3	0,10	5,6	пасмурно	2,0	5,0	115
07.04	8,6	29	1,9	0,55	0,33	1,8	1,8	0,10	3,5	перем. обл.	2,0	5,0	100
17.05	0,28	1,0	2,8	1,1	0,28	2,1	4,0	0,08	>4	грозы, ветрено	4,0	12,5	145
18.05	0,07	0,19	6,5	2,1	0,38	>8	4,0	0,19	1,1	перем. обл.	2,0	4,5	105
19.05	<0,03	0,22	6,5	1,5	-	0,64	1,2	0,14	4,4	ясно	1,5	4,0	100
20.05	0,045	0,34	9,8	2,5	0,13	1,4	2,9	0,14	5,5	пасмурно	1,5	4,0	10
21.05	0,21	0,5	5,2	2,4	0,41	0,71	4,8	0,15	6,2	ветрено	2,5	6,5	55
31.05	78	260	3,7	1,0	0,30	>8	4,8	0,13	5,4	ветрено	2,0	8,0	120
14.09	0,2	0,42	6,5	0,31	0,47	6,6	1,2	0,14	7,2	перем. обл.	1,5	4,5	95
15.09	5,3	11	12	2,7	0,44	5,4	2,0	0,18	3,2	штиль	0	3,0	0
16.09	2,1	6,5	7,6	1,1	0,33	1,9	1,7	0,14	2,6	штиль	1,0	3,5	108
17.09	1,0	1,9	8,7	2,6	0,54	6,0	1,8	0,27	2,3	штиль	1,0	2,5	315
20.09	3,6	8,8	28	5,1	0,41	5,9	2,2	0,21	5,8	штиль	0,5	3,0	20
21.09	2,0	5,8	10	2,2	0,34	>8	1,9	0,22	3,6	туман, штиль	1,0	3,5	350
22.09	2,8	7,4	5,7	0,76	0,38	1,9	1,8	0,15	4,4	перем. обл.	2,0	5,0	275
23.09	0,35	0,4	4,5	0,42	0,87	1,5	1,9	0,38	2,6	пасмурно	1,5	5,0	310
05.10	0,56	1,2	12	3,9	0,49	2,4	1,6	0,21	4,0	ясно	1,0	5,5	150
06.10	0,77	1,8	12	1,1	0,44	>8	1,7	0,25	3,9	ясно	1,5	5,0	65
07.10	0,62	0,88	6,6	1,4	0,70	4,2	5,7	0,34	1,9	пасмурно	1,5	4,0	65
08.10	0,72	1,5	11	4,0	0,50	4,5	2,1	0,20	5,4	штиль	1,5	4	10
11.10	0,88	2,4	7,0	0,64	0,37	4,8	2,5	0,15	>4	дождь	2,0	6,5	320
12.10	0,37	1,2	3,6	1,3	0,31	2,3	>4	0,30	>4	ясно	2,0	6,0	270
13.10	0,86	1,5	1,8	0,54	0,57	3,5	2,4	0,45	3,8	ясно	1,5	6,5	320
14.10	0,16	0,42	5,0	0,60	0,39	0,93	2,5	0,19	>4	перем. обл.	1,5	5,0	220

Продолжение табл. 2

15.10	1,4	4,5	7,6	1,8	0,31	4,8	1,8	0,18	>4	пасмурно	2,5	5,0	270
18.11	0,11	0,24	12	1,1	0,46	5,6	4,6	0,30	2,2	ветрено	3,0	9,0	125
24.11	8,3	17	5,5	0,18	0,48	–	–	–	–	ветрено	3,5	9,0	280
30.11	6,4	19	13	–	0,34	–	–	–	–	пасмурно	1,0	4,5	330
07.12	0,72	1,7	10	2,6	0,41	5,4	1,6	0,26	2,3	пасмурно	2,0	4,5	140
10.12	3,4	6,3	3,7	1,5	0,53	6,6	1,9	0,23	1,6	пасмурно	2,5	8,0	275

* Дочерние продукты радона и торона.

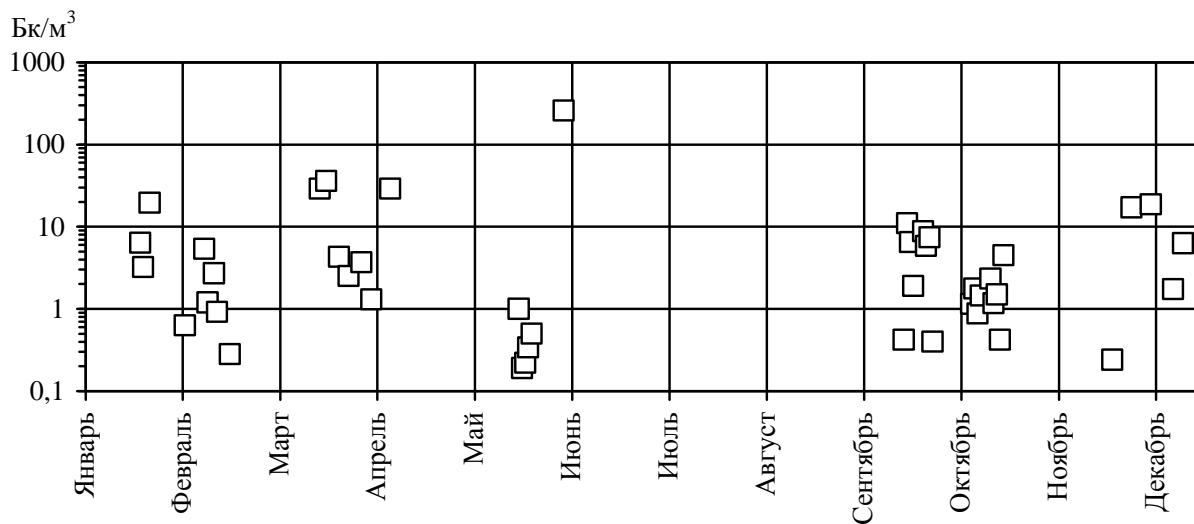


Рис. 3. Объемная активность аэрозолей-носителей суммы бета-излучающих нуклидов в системе «Байпас» объекта «Укрытие» в 2010 г.

В восьми пробах концентрация превышала 10 Бк/м³. В четырех пробах величины $\Sigma\beta$ оказались ниже 0,3 Бк/м³. В предыдущем году среди 63 отобранных проб минимальная объемная активность была 0,07 Бк/м³ [1]. Умеренные концентрации продуктов Чернобыльской аварии в 2009 – 2010 гг. связаны с невысокой интенсивностью работ в объекте «Укрытие», следовательно, со слабой генерацией аэрозолей. Кроме того, были мягкие погодные условия. Так, по данным метеостанции «Чернобыль» в 2009 г. лишь в девяти случаях и в 2010 г. в восьми случаях отбор проб происходил при порывах ветра свыше 9 м/с. Ранее было установлено, что при порывах ветра во внешней среде более 9 – 10 м/с концентрации аэрозолей-продуктов Чернобыльской аварии существенно увеличиваются [4, 5]. Снижению пылеподъема способствовала также полимерная пленка, образовавшаяся на развале центрального зала за несколько лет работы системы пылеподавления [6].

Как следует из табл. 2, в большинстве проб, отобранных из системы «Байпас», отношение концентраций ¹³⁷Cs и $\Sigma\beta$ находилось в диапазоне 0,2 – 0,6, что уже было зарегистрировано в предыдущие годы [1, 2, 7, 8]. В публикации [1] были обобщены отношения концентраций ¹³⁷Cs/ $\Sigma\beta$ за период наших наблюдений в системе «Байпас» в 2004 – 2009 гг. Получено, что независимо от года наблюдения медианные значения находятся в диапазоне 0,33 – 0,36. В отчетном году среднее значение ¹³⁷Cs/ $\Sigma\beta$ оказалось равно 0,41, что незначительно отличается от результатов предыдущих лет и базового состава топлива 4-го блока. Таким образом, в составе бета-активных аэрозолей-продуктов Чернобыльской аварии, выбрасываемых в атмосферу через систему «Байпас», треть приходится на ¹³⁷Cs.

Несколько наиболее радиоактивных проб были измерены на полупроводниковом гамма-спектрометре. При этом одновременно идентифицированы ¹³⁷Cs, ¹⁵⁴Eu, ¹⁵⁵Eu и ²⁴¹Am. Концентрации и соотношения радионуклидов приведены в табл. 3. За исключением одной пробы соотношение концентраций ¹³⁷Cs/²⁴¹Am находилось в диапазоне 35 – 85 при среднем значении 48, а соотношение ²⁴¹Am/¹⁵⁴Eu – в диапазоне 2,1 – 7,1 при среднем значении 5,1. Эти величины характерны для базового состава ядерного топлива, находящегося в объекте

«Укрытие», и практически не отличаются от значений, полученных в предыдущие годы [1, 2, 7, 8].

Как следует из табл. 3, в наиболее высокоактивной пробе, полученной из системы «Байпас» 31 мая 2010 г., соотношения радионуклидов близки к средним значениям для остальных проб. Первый (голубой) слой пакета фильтров, на котором содержалось 98,6 % $\Sigma\beta$, был также измерен в лаборатории радиационного мониторинга ЧАЭС на бета-спектрометре СЕБ-1. Получено, что в суммарную бета-активность $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ вносили 70 % и ^{137}Cs – 30 %. Эти величины также типичны для аэрозолей, поступающих в систему «Байпас». Исходя из этого, можно предположить, что во время отбора пробы 31 мая происходила интенсивная генерация аэрозолей, но не из какого-то нового специфического источника.

Таблица 3. Концентрации радиоактивных веществ и их соотношения в пробах аэрозолей из системы «Байпас» в 2010 г.

Дата	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	^{241}Am	^{154}Eu	$^{137}\text{Cs}/\Sigma\beta$	$^{137}\text{Cs}/^{241}\text{Am}$	$^{137}\text{Cs}/^{154}\text{Eu}$	$^{241}\text{Am}/^{154}\text{Eu}$
22.01	20	8,5	0,11	0,013	0,43	88	210	7,8
16.03	29	7,8	0,35	0,049	0,27	34	170	7,1
18.03	36	11	0,24	–	0,30	44	–	–
31.05	260	78	2,3	0,39	0,30	40	100	6,0
15.09	11	5,3	0,060	0,012	0,44	87	440	4,8
16.09	6,5	2,1	0,057	–	0,36	40	–	–
24.11	17	8,3	0,044	–	0,48	210	–	–
30.11	19	6,4	0,16	0,029	0,34	40	220	5,7
Базовый состав топлива 4-го блока на 01.01.2011 [9]					0,33	35	180	6,1

Концентрации аэрозолей-носителей ДПР, как и в предыдущие годы, оставались достаточно стабильными: минимальные и максимальные значения отличались от среднего уровня, как правило, не более чем в два-три раза. Это подтверждает ранее сделанный вывод, что причины генерации аэрозолей Чернобыльского генезиса и продуктов распада естественных благородных газов различаются.

Из табл. 2 и рис. 4 следует, что в большинстве случаев концентрации ^{212}Pb находились в диапазоне 1 – 5 Бк/м³. Максимальная величина составила 5,1 Бк/м³. Во время этого пробо-

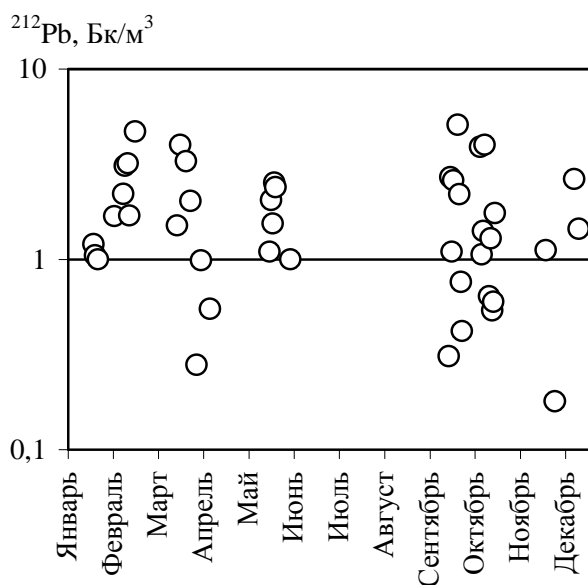


Рис. 4. Объемная активность ^{212}Pb в системе «Байпас» объекта «Укрытие» в 2010 г.

отбора практически отсутствовал ветер. Концентрации ^{212}Pb менее 1 Бк/м³ наблюдались в девяти случаях. Причем минимальная величина составила 0,18 Бк/м³ и была зафиксирована 24 ноября, когда при дожде максимальные порывы ветра достигали 9 м/с. Накануне также была ненастная погода с максимальными порывами ветра 11 м/с. Очевидно это и привело к выдуванию аэрозолей ДПР из объекта «Укрытие».

Сопоставление данных 2010 г. и семи предыдущих лет показывает, что содержание ^{212}Pb в выбросах через систему «Байпас» практически сохраняется [1, 2, 7, 8].

С целью поиска источников ^{212}Pb несколько аэрозольных проб было отобрано в апреле, ноябре и декабре на самой нижней отметке (0,00 м) объекта «Укрытие» в помещении 012/7. До аварии здесь располагался бассейн-барботер. Во время острой фазы ава-

рии сюда проник один из потоков лавообразных топливосодержащих материалов. Среди 13 отобранных проб максимальная концентрация ^{212}Pb (14 Бк/м^3) была зарегистрирована 13 апреля. Минимальное содержание ^{212}Pb ($0,35 \text{ Бк/м}^3$) наблюдалось 25 ноября. В остальных пробах концентрация ^{212}Pb колебалась от $1,4$ до 9 Бк/м^3 .

Следует отметить, что важным вкладом в эти исследования стали отборы аэрозолей на высотной отметке $+9,00 \text{ м}$ из помещений 304/3 и 305/2, которые проводят сотрудниками отделения радиационных технологий, материаловедения и экологических исследований ИПБ АЭС НАН Украины. В январе – апреле 2009 г. они зарегистрировали концентрации ^{212}Pb в диапазоне $1 - 8 \text{ Бк/м}^3$ [10]. Годом ранее (февраль – март 2008 г.) они же в помещениях 207/4 и 318/2 зафиксировали концентрации ^{212}Pb в диапазоне $2 - 3 \text{ Бк/м}^3$ [11]. Это практически совпадало с нашими результатами, полученными в тот же период в системе «Байпас» [1]. Таким образом, близкие значения содержаний ^{212}Pb на нижних отметках объекта «Укрытие» и в выбросах из центрального зала через систему «Байпас» свидетельствуют об образовании этого радиоизотопа при распаде торона преимущественно в нижней части объекта «Укрытие». Возможно, одним из источников торона является ^{232}U , накопившийся в ядерном топливе за 2,5 года эксплуатации 4-го энергоблока ЧАЭС [12].

Дисперсность радиоактивных аэрозолей

Измерение дисперсного состава аэрозолей было выполнено в соответствии с методикой [13]. На рис. 5 приведены активностные медианные аэродинамические диаметры (АМАД), рассчитанные для 42 проб на основе распределения $\Sigma\beta$ по слоям пакета фильтров. Как правило, носителями радионуклидов-продуктов Чернобыльской аварии были частицы с АМАД $2 - 5 \text{ мкм}$. Однако в 14 пробах АМАД превосходил 5 мкм , из них в пяти был более 8 мкм .

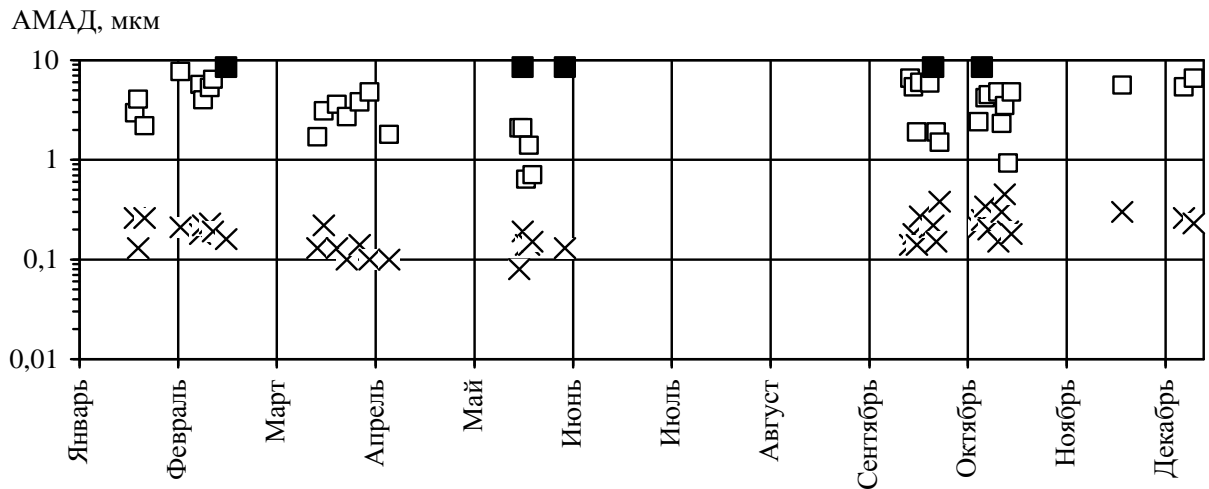


Рис. 5. АМАД носителей радионуклидов-продуктов Чернобыльской аварии (□) и ДПР (x) в системе «Байпас» объекта «Укрытие» в 2010 г.: ■ - выделены пробы с АМАД больше 8 мкм .

В пробе, отобранной 7 апреля 2010 г., помимо $\Sigma\beta$ были выполнены послойные измерения ^{137}Cs . Из результатов, представленных в табл. 4, следует, что распределения $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs практически совпадали. Следовательно, радиоактивные вещества находились на частицах одинаковых размеров, а точнее – на одних и тех же частицах. Таким образом, сепарации радионуклидов-продуктов аварии по частицам различных размеров не было. Это отмечалось и ранее.

Для сравнения в табл. 4 приведено также послойное распределение дочерних продуктов радона и торона. Оно совершенно отличается от распределения $\Sigma\beta$ и ^{137}Cs . Аэрозолиносители ДПР легко проникали через первый и второй слои пакета фильтров и оседали на высокоэффективном заключительном слое. Это вполне закономерно, поскольку при линей-

ной скорости прокачки воздуха около 100 см/с субмикронные аэрозоли имеют большой коэффициент проскока через фильтрующие материалы ФПА-70-0,13 и ФПА-70-0,21, использованные в качестве первого и второго слоев. Расчет по методике [13] показал, что ДПР при данном пробоотборе имели АМАД 0,1 мкм.

Таблица 4. Доля (%) радиоактивных веществ на слоях пакета фильтров, величины АМАД и стандартные геометрические отклонения (σ) при отборе пробы 7 апреля 2010 г.

Слой	$\Sigma\beta$	^{137}Cs	ДПР
1-й (голубой)	83	87	7,4
2-й (розовый)	14	12	18
3-й (белый)	3,1	1,3	75
АМАД, мкм	1,7		0,1
σ	1,8		3,5

Как и в предыдущие годы, ДПР были ассоциированы преимущественно с аэрозольными частицами, имевшими АМАД в диапазоне 0,1 – 0,3 мкм. Максимальная величина АМАД была 0,45 мкм и минимальная – 0,08 мкм. Подобная дисперсность присуща не только тем аэрозолям-носителям ДПР, которые через систему «Байпас» выбрасываются в атмосферу, но и находящимся в других помещениях объекта «Укрытие».

Как следует из приведенных данных, дисперсный состав аэрозолей-носителей ДПР практически не отличался от того, что было получено в объекте «Укрытие» в 2004 – 2009 гг. [1, 2, 7, 8].

Заключение

Продолжает наблюдаться снижение величины годового неорганизованного выброса радиоактивных аэрозолей через отверстия и проемы на верхних отметках объекта «Укрытие».

Величины концентраций радионуклидов, поступающих с аэрозолями из центрального зала 4-го блока в систему «Байпас», а затем трубу ВТ-2, были ниже по сравнению с 2004 – 2008 гг. и остались на уровне 2009 г. [1, 2, 7, 8,]. Как правило, носителями радионуклидов-продуктов Чернобыльской аварии были частицы с АМАД 2 – 5 мкм.

ДПР были ассоциированы преимущественно с аэрозольными частицами, имевшими АМАД в диапазоне 0,1 – 0,3 мкм, что не отличается от того, что было получено в объекте «Укрытие» в 2004 – 2009 гг. Концентрации ^{212}Pb оставались практически такими же, как в 2009 г. Близкие значения содержаний ^{212}Pb на нижних отметках объекта «Укрытие» и в выбросах из центрального зала через систему «Байпас» свидетельствуют об образовании этого радиоизотопа при распаде торона преимущественно в нижней части объекта «Укрытие».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хан В.Е., Огородников Б.И., Калиновский А.К. и др. Контроль выброса радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2009 г. // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. - 2010. - Вип. 13. - С. 111 - 122.
2. Хан В.Е., Огородников Б.И., Калиновский А.К. и др. Контроль выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2006 г. // Там же. - 2007. - Вип. 7. - С. 116 - 121.
3. Боровой А.А., Богатов С.А., Пазухин Э.М. Современное состояние объекта «Укрытие» и его влияние на окружающую среду // Радиохимия. - 1999. - Т. 41, № 4. - С. 368 - 378.
4. Огородников Б.И., Пазухин Э.М., Ключников А.А. Радиоактивные аэрозоли объекта «Укрытие»: 1986 – 2006 гг. – Чернобыль: ИПБ АЭС НАН Украины.– 2008. – 456 с.
5. Огородников Б.И., Павлюченко Н.И., Будыка А.К. Выброс радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» при сильных ветрах // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2004. – Т. 44, № 4. – С. 421 – 433.

6. *Краснов В.А., Креницын А.П., Огородников Б.И. и др.* Оценка воздействия модернизированной системы пылеподавления на радиационную обстановку внутри объекта «Укрытие» и на окружающую среду // Проблемы Чернобиля. – 2004. – Вып. 15. – С. 24 – 33.
7. *Хан В.Е., Огородников Б.И., Калиновский А.К. и др.* Контроль выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2005 г. // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2006. – Вып. 6. – С. 85 – 94.
8. *Хан В.Е., Огородников Б.И., Калиновский А.К. и др.* Контроль выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» в 2007 г. // Там же. – 2008. – Вып. 9. – С. 48 – 53.
9. *Состояние ядерной, радиационной и экологической безопасности объекта «Укрытие»: (Отчет) / Институт высоких технологий экспериментального машиностроения РНЦ «Курчатовский институт».* - М., 1995.
10. *Бадковский В.П., Ключников А.А., Кравчук Т.А. и др.* Исследование характеристик аэрозолей в содержащих топливо помещениях объекта «Укрытие» // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2009. – Вып. 12. – С. 103 – 112.
11. *Бадковский В.П., Ключников А.А., Кравчук Т.А. и др.* Мониторинг аэрозольной обстановки в некоторых подреакторных помещениях объекта «Укрытие» // Там же. – 2008. – Вып. 10 – С. 99 – 110.
12. *Огородников Б.И., Бudyка А.К., Хан В.Е. и др.* Дополнительный фактор радиационной опасности в объекте «Укрытие» – ^{220}Rn // Радиохимия. – 2009. – Т. 51, № 4. – С. 344 – 352.
13. *Budyka A. K., Ogorodnikov B. I., Skitovich V. I.* Filter pack technique for determination of aerosol particle sizes // J. of Aerosol Sci. – 1993. – Vol. 24. – Suppl. 1. – P. S205 – S206.

КОНТРОЛЬ ВИНЕСЕННЯ РАДІОАКТИВНИХ АЕРОЗОЛІВ З ОБ'ЄКТА "УКРИТТЯ" В 2010 Р.

В. Є. Хан, Б. І. Огородников, О. К. Калиновський, В. О. Краснов

Наведено результати контролю викиду радіоактивних аерозолів з об'єкта «Укриття» в 2010 р. Максимальна величина неорганізованого викиду спостерігалася в холодну пору року і досягала 3,5 МБк/доба. Максимальна концентрація аерозолів-носіїв бета-випромінюючих нуклідів, що надходили в атмосферу через систему «Байпас», зареєстрована 31 травня і становила 260 Бк/м³. У 50 % проб концентрація була в діапазоні 1 – 10 Бк/м³. Їхніми носіями були частки з АМАД 1 – 8 мкм. Концентрація ^{212}Pb - дочірнього продукту торону - не перевищувала 5 Бк/м³. Носіями продуктів розпаду радону і торону були частки з АМАД 0,08 - 0,45 мкм.

Ключові слова: об'єкт «Укриття», аерозолі, об'ємна активність, АМАД.

CONTROL OF RELEASES OF RADIOACTIVE AEROSOLS FROM OBJECT "UKRYTTYA" IN 2010

V. E. Khan, B. I. Ogorodnikov, A. K. Kalinovskiy, V. A. Krasnov

The results of control of radioactive particulate emission are presented from an object «Shelter» in 2010. The maximal rate of unorganized releases of beta-radiating products of Chernobyl accident from object "Ukryttya" in 2010 was observed in cold time of year, and reached 3,5 MBq/m³. Maximal to the concentration of long-living beta-radiative aerosols released in atmosphere from system "Bypass" was registered on May, 31 and was 260 Bq/m³. In half of samples the concentration of long-lived beta-radiating aerosols released in atmosphere from system "Bypass" was within the range 1 – 10 Bq/m³. Their carriers were particles with active median aerodynamic diameter (AMAD) 1 – 8 μm. The concentration of ^{212}Pb – daughter products of thoron did not exceed, as a rule, 5 Bq/m³. They have AMAD 0.08 – 0.45 μm.

Keywords: object "Ukryttya", aerosols, volumetric activity, activity median aerodynamic diameter.

Поступила в редакцію 02.02.11