

## Радиоактивность ионнообменных смол в системе водоподготовки ускорительного комплекса ИФВЭ

В.Н. Лебедев, Г.И. Крупный, Я.Н. Расцветалов, С.Э. Сухих, А.А. Янович  
ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

Для охлаждения систем формирования протонного пучка ускорителя У-70 применяется двухконтурная система водоохлаждения. В качестве теплоносителя первого контура, непосредственно охлаждающего технологическое оборудование, используется обессоленная вода, циркулирующая в замкнутом контуре. С точки зрения обеспечения радиационной безопасности персонала, обслуживающего систему охлаждения и утилизации расходного материала, важными являются два радиационных параметра: доза внешнего облучения от наведенной активности охлаждающей воды и содержание радионуклидов в фильтрующем материале системы первого контура. Данная работа посвящена вопросам радиационной безопасности в помещениях водоподготовки и определению порядка обращения с фильтрующими материалами в процессе их эксплуатации и после снятия с эксплуатации.

Насосное оборудование и оборудование фильтрации расположено в отдельно стоящем здании водоподготовки на территории техноплощадки ИФВЭ. Здание водоподготовки (зд.18) находится вне зоны действия первичного и вторичного излучений ускорителя, однако в нем происходит циркуляция активированного хладагента (вода) первого контура и его очистка на ионнообменных колонках. В зд. 18 функционируют две системы водоподготовки – контур охлаждения магнитооптических элементов зала 1БВ (объем воды 350 м<sup>3</sup>, производительность 1200 м<sup>3</sup>/час) и контур охлаждения магнитов кольцевого зала (объем воды 250 м<sup>3</sup>, производительность 900 м<sup>3</sup>/час). При тонкой очистке воды используются байпасные контуры с двумя типами ионнообменных смол: один для удерживания металлов (условное обозначение Н<sup>+</sup>, катионы), другой – для кислотных остатков (ОН<sup>-</sup>, анионы), образующихся в процессе активации охлаждающей воды и продуктов коррозии трубопроводов.

Схема оборудования фильтрации приведена на рис. 1.

Мощность дозы наведенной активности сразу после окончания сеанса работы ускорителя вплотную к поверхности баков с ионнообменными смолами определяется короткоживущими компонентами: 150 мкР/ч (бак 3ОН<sup>-</sup>) и 900 мкР/ч (бак 3Н<sup>+</sup>) для системы охлаждения магнитов кольцевого зала и 40–90 мкР/ч – для системы охлаждения экспериментального зала при общем уровне фона в помещении порядка 70 мкР/ч. После длительного (два – три месяца) перерыва уровень мощности дозы снижается до величин 15–20 мкР/ч.

В данной работе исследовалось содержание долгоживущих радионуклидов в ионнообменных смолах системы охлаждения магнитов кольцевого зала (как наиболее радиоактивных) в баках 3ОН<sup>-</sup> и 3Н<sup>+</sup> с целью выработки рекомендаций по обращению с ними (разгрузка, транспортировка, хранение, утилизация) в свете новых нормативов НРБ-99 р [1]. Для определения состава и содержания радионуклидов в смолах были отобраны пробы из нижней (выходной) части баков 3ОН<sup>-</sup> и 3Н<sup>+</sup>.

Загрузка свежей смолы в бак 3ОН<sup>-</sup> была произведена 25.01.99. За время до отбора пробы ускоритель проработал 3 сеанса (4308 часов) со средней интенсивностью пучка  $3,9 \cdot 10^{12}$ . Загрузка смолы в бак 3Н<sup>+</sup> была произведена 16.10.90, до отбора пробы ускоритель проработал 17 сеансов (21000 часов) со средней интенсивностью пучка  $6 \cdot 10^{12}$ . Обмер проб был произведен 14.09.2000 г.

После отбора пробы высушивались естественным путем (без нагрева), упаковывались в сосуды Маринелли объемом 1 литр и подвергались гамма-спектрометрическому анализу.

В качестве гамма-спектрометра использовался аттестованный комплекс с полупроводниковым детектором ДГДК-80 и набором градуировочных образцовых объемных мер в геометрии сосуда Маринелли. Данные по измерению удельной активности ионнообменных смол, отобранных из системы очистки в зд. 18, приведены в табл. 1.

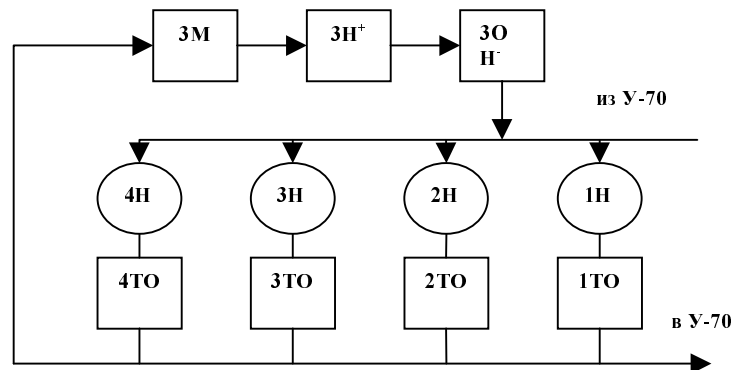


Рис. 1: Схема оборудования водоподготовки в зд. 18.

**Таблица 1:** Удельная активность ионообменной смолы в баках фильтрации зд. 18.

№	Проба	Удельная активность радионуклидов , Бк/кг; погрешность, ± %			
		<sup>7</sup> Be	<sup>22</sup> Na	<sup>54</sup> Mn	<sup>60</sup> Co
1	3Н <sup>+</sup> низ	167 ± 12%	76 ± 8%	11 ± 19%	17 ± 14%
2	3ОН <sup>-</sup> низ	1017 ± 8%	15 ± 9%	-	-
3	МЗУА <sup>*)</sup>	1·10 <sup>6</sup>	1·10 <sup>3</sup>	1·10 <sup>3</sup>	1·10 <sup>3</sup>

<sup>\*)</sup> Минимально значимая удельная активность в помещении по НРБ-99 [1].

Наибольший вклад в удельную активность смол, согласно данным табл.1, вносит <sup>7</sup>Be с наиболее по сравнению с остальными радионуклидами коротким периодом полураспада – 53.3 суток. Приведенная к моменту окончания последнего сеанса (30.04.2000 г.) удельная активность <sup>7</sup>Be составила 1000 и 6100 Бк/кг для 3Н<sup>+</sup> и 3ОН<sup>-</sup> соответственно. Таким образом, с позиции данного регламентируемого по НРБ-99 параметра, особых мер по обеспечению радиационной безопасности не требуется даже с учетом возможной неравномерности распределения радионуклидов по объему ионообменных фильтров. Содержание остальных идентифицированных радионуклидов не превышает, с учетом периода полураспада, 10% от уровня МЗУА.

По результатам измерения удельной активности получены значения суммарной активности радионуклидов (табл.2) в смолах фильтров 3ОН<sup>-</sup> и 3Н<sup>+</sup> (масса смолы, загружаемой в каждый фильтр, составляет 1800 кг).

**Таблица 2:** Активность ионообменной смолы в баках фильтрации системы водоочистки зд. 18.

№	Проба	Активность радионуклидов , Бк			
		<sup>7</sup> Be	<sup>22</sup> Na	<sup>54</sup> Mn	<sup>60</sup> Co
1	3Н <sup>+</sup> низ	3·10 <sup>5</sup>	1,4·10 <sup>5</sup>	0,2·10 <sup>5</sup>	0,3·10 <sup>5</sup>
2	3ОН <sup>-</sup> низ	1,8·10 <sup>6</sup>	0,3·10 <sup>5</sup>	-	-
3	МЗА <sup>*)</sup> (Бк)	1·10 <sup>7</sup>	1·10 <sup>6</sup>	1·10 <sup>6</sup>	1·10 <sup>5</sup>

<sup>\*)</sup> Минимально значимая активность в помещении по НРБ-99 [1].

Из данных табл. 2 видно, что основным долгоживущим радионуклидом является также <sup>7</sup>Be. Рассчитанная на момент окончания последнего сеанса суммарная активность радионуклида <sup>7</sup>Be составляет 1,8·10<sup>6</sup> и 1,1·10<sup>7</sup> в смолах фильтров 3Н<sup>+</sup> и 3ОН<sup>-</sup> соответственно. С точки зрения регламентированного норматива МЗА, возможной неравномерности распределения радионуклидов по объему ионообменных фильтров и планируемого накопления данного радионуклида в последующих сеансах требуется разработка специального порядка обращения с ионообменными смолами в процессе эксплуатации и при выводе их из эксплуатации.

Помещение зд. 18, в котором размещено оборудование водоподготовки, относится к разряду обслуживаемых, и, следовательно, радиационный контроль персонала достаточно проводить с помощью индивидуальных кассет-дозиметров. Планируется проведение дополнительных исследований в помещении водоподготовки с целью изучения радиационных факторов с точки зрения внутреннего облучения персонала. Тем не менее, основным контрольным мероприятием при обращении с фильтрующими материалами в процессе их эксплуатации и после снятия с эксплуатации является контроль состава и содержания накопленных радионуклидов.

### Список литературы

[1] Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1. 758 – 99, Минздрав России, 1999.