

УДК 621.039.714
© 2000

ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ ЙОДА-131 ИЗ ИСТОЧНИКОВ ПО «МАЯК». РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА И ОПЫТ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

*В.В. Хохряков, Е.Г. Дрожко
Россия, г. Озерск, ПО «Маяк»*

Приведены результаты контроля выбросов в атмосферу йода-131. Описан метод реконструкции выбросов йода-131 в атмосферу. Приведены результаты ретроспективного восстановления выбросов радиоioda в атмосферу. В период с 1949 г. по 1953 г. выбросы увеличивались в результате увеличения производительности предприятия. Начиная с 1957 г., наблюдается значительное снижение выбросов йода-131, обусловленное природоохранными мероприятиями.

Деятельность ПО «Маяк», пуск которого осуществлялся в условиях жесткого лимита времени, обусловленного гонкой ядерных вооружений, привела к загрязнению объектов окружающей среды и повышенным уровням облучения населения. Регламентные выбросы радиоактивных нуклидов в атмосферу и, в особенности, йода-131 в первое десятилетие работы предприятия оказали существенное влияние на дозы облучения населения.

Проблема ретроспективного восстановления значений доз облучения населения, сформировавшихся в результате деятельности ПО «Маяк», в настоящее время приобретает все большую актуальность. В структуре задач, составляющих данную проблематику, реконструкция мощности выбросов йода-131 занимает важное место.

РЕЗУЛЬТАТЫ ШТАТНОГО КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ ЙОДА-131 В АТМОСФЕРУ

Радиационный мониторинг загрязнения окружающей природной среды в районе расположения предприятия начал осуществляться практически с первых лет его существования. Основным источником загрязнения воз-

душного бассейна района расположения ПО «Маяк» и прилегавших к нему территорий были выбросы в атмосферу радиоактивных нуклидов, сопровождавших работу радиохимического передела предприятия (завод Б). В это время о количествах радиоактивных веществ, поступавших в атмосферу, судили по результатам измерений содержания радионуклидов в пробах объектов окружающей среды. Такой способ контроля не удовлетворял требованиям достоверности и оперативности.

Регулярный мониторинг выбросов радиоактивных нуклидов непосредственно в источнике начал проводиться с июня 1957 г. Первые регулярные измерения концентрации йода-131 в выбрасываемом в атмосферу воздухе начали проводиться в августе 1957 г. Отбор паров йода-131 проводился путем барботирования пробы выбрасываемой газоаэрозольной смеси через поглотитель с предварительной очисткой от радиоактивных аэрозолей с помощью фильтров ФПП. В 1963 г. на ПО «Маяк» была внедрена в эксплуатацию более совершенная методика контроля выбросов радиоактивных веществ в атмосферу, основанная на непрерывном отборе пробы выбрасываемой смеси.

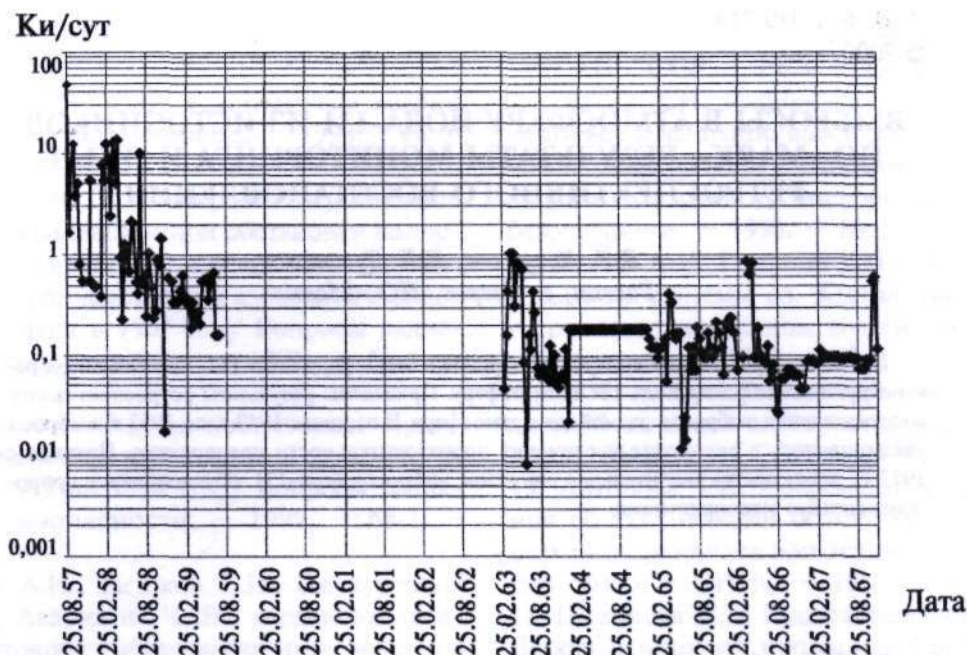


Рис. 1. Мощность выброса йода-131 в период 1957–1967 гг. (завод Б)

Динамика мощности выброса йода-131 приведена на рис. 1. На рассматриваемом отрезке времени имеется два периода, в течение которых выбросы рассматриваемого нуклида подлежали контролю, а именно: с 25.08.57 по 15.07.59 и с 05.03.63 по 25.11.67. Выброс йода-131 в атмосферу характеризуется большой вариабельностью. В особенности это касается первого периода времени контроля (с 25.08.57 по 15.07.59). Второй период времени (с 05.03.63 по 25.11.67) характеризуется меньшим разбросом значений мощности выбросов. Несмотря на высокую степень вариабельности данных о мощности выбросов йода-131, в их динамике наблюдаются закономерные изменения, которые заключаются в значительном сокращении выбросов йода-131 в атмосферу. В 1967 г. завод Б был остановлен, и контроль выбросов йода-131 был прекращен.

Опыт эксплуатации первого масштабного отечественного радиохимического производства выявил ряд недостатков технологического характера, а также промахи при проекти-

ровании завода Б. В связи с этим для замены старого был запланирован ввод в строй нового производственного комплекса (завод ДБ), пуск которого состоялся в сентябре 1959 г. Радиохимический комплекс ДБ обладал более высокими технологическими и экологическими показателями. Практически с начала эксплуатации этого завода на нем был организован контроль выбросов радиоактивных веществ в атмосферу. Контроль выбросов йода-131 на заводе ДБ начал проводиться с сентября 1960 г. Использовалась методика аналогичная применявшейся на заводе Б. На рис. 2 приведена динамика мощности выбросов йода-131 в атмосферу, сопровождавших работу завода ДБ за период с сентября 1960 г. до конца 1973 г.

Результаты контроля выбросов йода-131 представляют собой практически непрерывный ряд. Исключения составляют те периоды, в течение которых облученное топливо не перерабатывалось. Результаты контроля характеризуются большой вариабельностью. В началь-

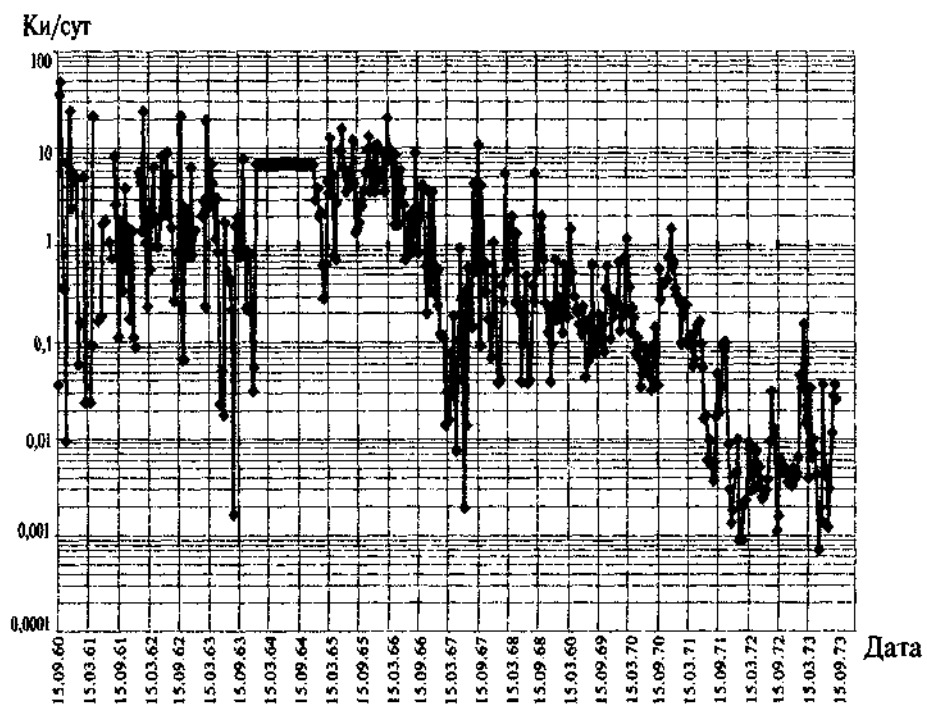


Рис. 2. Мощность выбросов йода-131 за период 1960–1973 гг. (завод ДБ)

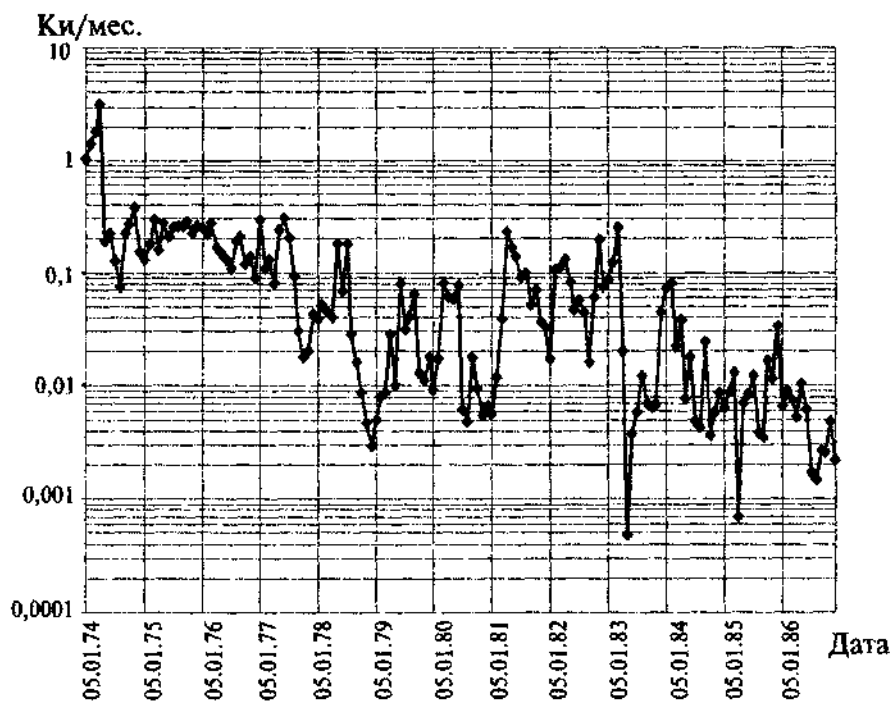


Рис. 3. Выбросы йода-131 в атмосферу за период 1974–1986 гг.

ный период времени она особенно значительна, что было обусловлено как отладкой основного и газоочистного оборудования, так и системы контроля выбросов. К концу рассматриваемого промежутка времени варибельность снижается.

Рост мощности выбросов в период до 1965 г. был обусловлен увеличением производственной программы завода. Начиная с 1965 г., динамика выбросов йода-131 имеет отчетливую тенденцию к снижению значений мощности выбросов рассматриваемого нуклида. За период с 1965 г. по 1973 г. мощность выброса йода-131 снизилась практически на два порядка величины. С конца 1973 г. данные о выбросах радиоактивных веществ (в том числе и йода-131) в атмосферу начинают поступать с периодичностью один раз в месяц (рис. 3). Изменение в системе контроля и отчетности явилось следствием значительного уменьшения к данному моменту времени мощности выбросов.

Суммарный по двум заводам (Б и ДБ) выброс йода-131 за период контроля снизился более чем на шесть порядков величины.

Обобщая результаты анализа временного хода мощности выбросов йода-131 в атмосферу из высоких источников заводов Б и ДБ, можно сделать следующие выводы, касающиеся наличия и характера имеющейся информации:

- имеется практически непрерывный ряд результатов контроля выбросов йода-131 завода ДБ;
- имеется непрерывный ряд результатов измерений мощности выбросов йода-131 завода Б за следующие периоды времени: с 25.08.57 по 15.07.59 и с 05.03.63 по 25.11.67;
- результаты контроля мощности выброса йода-131 в атмосферу показывают существенное снижение значений рассматриваемого показателя;
- за период с момента пуска в эксплуатацию и вплоть до середины 1957 г. данные о выбросах йода-131 отсутствуют, таким образом, реконструкции подлежат значения мощности выбросов йода-131 за следующие периоды времени: с 1949 г. по июль 1957 г.; с августа 1959 г. по февраль 1963 г.

РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ ЙОДА-131 В АТМОСФЕРУ

При прочих равных условиях мощность выброса йода-131 в атмосферу, связанная с переработкой облученного топлива, определяется активностью радионуклида, поступающего в технологический процесс с партиями сырья. Следовательно, зная соотношение мощности выброса йода-131 и активности его в партиях топлива, можно по передаче нуклида реконструировать динамику его выбросов на тот период, когда контроль отсутствовал. При этом важным является не столько абсолютное значение передачи йода-131, сколько временная динамика данного показателя.

Способ реконструкции мощности выброса заключался в следующем. На первом этапе находилось отношение значений мощности выброса йода-131, измеренных в период переработки облученного топлива, к соответствующим по времени значениям относительной передачи рассматриваемого нуклида с партиями сырья, поступившими на радиохимическую переработку. Затем, используя полученное отношение и данные о передаче йода-131, рассчитывали значения мощности выбросов радионуклида в атмосферу за рассматриваемый период времени.

Расчет значения отношения выброс/передача проводился на основе данных, отвечавших требованию представительности. Оно заключалось в том, что состояние сырья, технологический процесс, эффективность газоочистки для периода, на котором оценивается значение отношения, должны быть теми же самыми, что и для периода, для которого оцениваются выбросы йода-131. Обработка значений рассматриваемого отношения показывает, что распределение значений рассматриваемого отношения с 90% доверительной вероятностью (по критерию Колмогорова-Смирнова) можно охарактеризовать как логарифмически нормальное (рис. 4). Математическое ожидание составляет 173,79 Ки/сут при стандартном отклонении 177,62 Ки/сут.

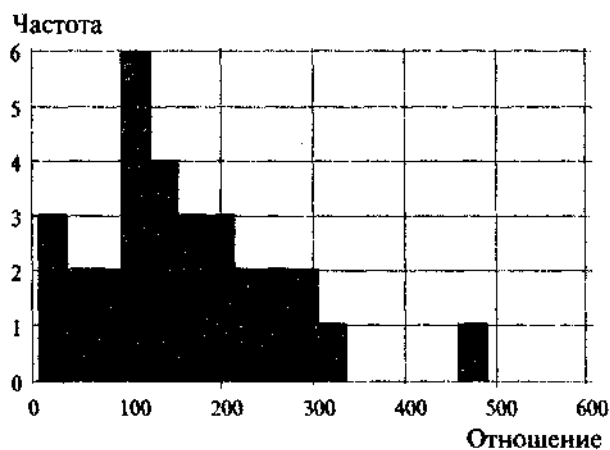


Рис. 4. Частотная диаграмма распределения отношения мощности выброса йода-131 к относительной линеаризованной передаче нуклида

Период с августа 1959 г. по февраль 1963 г. характеризуется наличием непрерывного ряда результатов контроля выбросов бета-активных нуклидов. Эта информация характеризует процессы, происходившие на заводе Б и влиявшие на выбросы радиоактивных веществ (в том числе и йода-131) в атмосферу. Оба показателя, как выброс бета-активных нуклидов, так и выброс йода-131 определяются технологическими параметрами производства и состоянием сырья, а также эффективностью работы газоочистных систем. В связи с этим мощность выброса йода-131 за рассматриваемый период времени реконструировали на основе данных о выбросах в атмосферу бета-активных нуклидов и соотношении их в выбрасываемой газоаэрозольной смеси.

Полученная на основе результатов контроля и реконструкции динамика мощности выброс йода-131 приведена на рис. 5.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ изменений во времени мощности выбросов йода-131 в атмосферу позволяет сказать следующее. В период с момента пуска в эксплуатацию первых производственных мощностей по радиохимической переработке облученного топлива и вплоть до 1953 г. наблюдается резкое увеличение выбросов йода-131 в атмосферу. За этот промежуток времени значения рассматриваемого показателя возросли с нескольких десятков Ки/мес. до ~4000 Ки/мес., то есть рост составил около двух порядков величины.

Период с 1953 г. до середины 1957 г. характеризуется сравнительно стабильными по значениям мощностями выброса радиоioda. При этом с 1953 г. до 1955 г. имеется незначительный рост выбросов

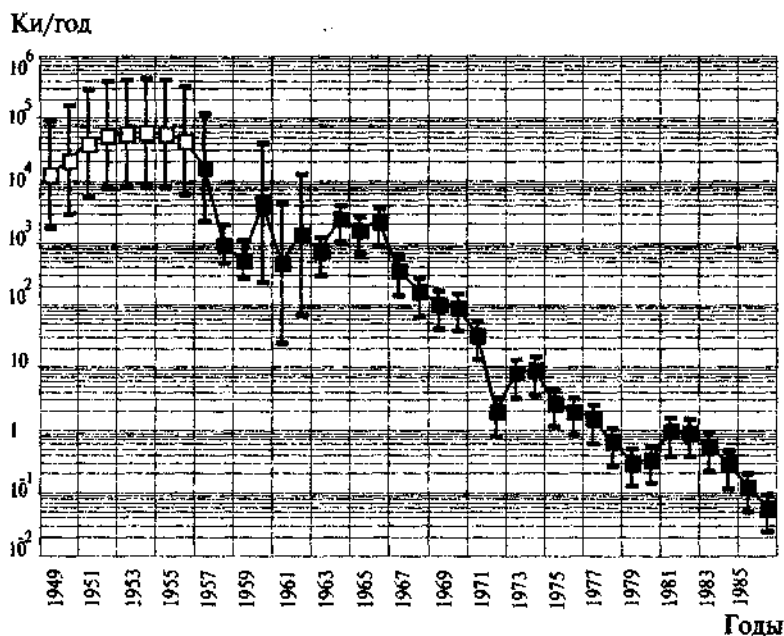


Рис. 5. Динамика выбросов йода-131 в атмосферу при переработке облученного топлива:
 □ — результат реконструкции;
 ■ — результат контроля

рассматриваемого нуклида, который в дальнейшем сменяется плавным снижением значений. Максимального значения мощность выброса йода-131 в атмосферу достигает в конце 1954 г. (5200 Ки/мес.).

Начиная с середины 1957 г., и вплоть до 1961 г. в динамике мощности выбросов радиойода наблюдается резкое снижение значений. В продолжение неполных пяти лет значения рассматриваемого показателя снизились более чем на четыре порядка величины.

В период с 1961 г. до 1963 г. в динамике выбросов йода-131 наблюдается увеличение значений приблизительно на два порядка величины. Как указывалось выше, рост выбросов рассматриваемого радионуклида был обусловлен переработкой партий топлива с пониженной продолжительностью выдержки перед его растворением. Указанное снижение времени выдержки диктовалось необходимостью увеличения производственной программы ПО «Маяк» в эти годы. Начиная с 1965 г., значения мощности выбросов йода-131 вновь имеют тенденцию к снижению, которая не меняется вплоть до конца рассматриваемого промежутка времени, когда на ПО «Маяк» начался процесс постепенного сворачивания производства оружейного плутония.

За период с 1965 г. до конца 1986 г. мощность выброса йода-131 в атмосферу снизилась практически на пять порядков величины с ~200 Ки/мес. в 1965 г. до ~0,002 Ки/мес. в 1986 г. Столь масштабное снижение мощности выбросов радиойода в атмосферу стало возможным в результате непрекращающейся на ПО «Маяк» природоохранной работе. Последняя заключалась не только в совершенствовании технологии переработки облученного топлива, но и в широком развитии на предприятии методов и технологий обращения с газоаэрозольными радиоактивными отходами.

ВЫВОДЫ

В период с момента пуска в эксплуатацию первых производственных мощностей ПО «Маяк» и вплоть до 1953 г. наблюдается резкое увеличение выбросов йода-131 в атмосферу. За этот промежуток времени значения рассматриваемого показателя возросли с нескольких десятков Ки/мес. до приблизительно 4000 Ки/мес.

Период с 1953 г. до середины 1957 г. характеризуется сравнительно стабильными по значениям мощностями выброса радиойода. Максимального значения мощность выброса йода-131 в атмосферу достигает в конце 1954 г. (5200 Ки/мес.).

Начиная с середины 1957 г., и вплоть до 1961 г. в динамике мощности выбросов радиойода наблюдается резкое снижение значений. В продолжение неполных пяти лет значения рассматриваемого показателя снизились более чем на четыре порядка величины.

В период с 1961 г. до 1963 г. в динамике выбросов йода-131 наблюдается увеличение значений приблизительно на два порядка величины. Рост выбросов рассматриваемого радионуклида был обусловлен переработкой партий топлива с пониженной продолжительностью выдержки перед его растворением, что диктовалось необходимостью роста производственной программы ПО «Маяк» в эти годы.

Начиная с 1965 г., значения мощности выбросов йода-131 имеют тенденцию к снижению, которая не меняется до конца рассматриваемого промежутка времени, когда на ПО «Маяк» начался процесс постепенного сворачивания производства оружейного плутония.