

Опыт внедрения радиометрической установки УДА-1АБ с целью создания системы непрерывного контроля радиационной обстановки на ОАО «Машиностроительный завод»

Основная задача ОАО «Машиностроительный завод» – производство тепловыделяющих сборок для атомных электростанций из поставляемых на предприятие гексафторида урана и оксидов урана.

А.В.Романов, А.В.Федотов (ОАО «Машиностроительный завод», г. Электросталь)

Краткая характеристика производства ОАО «Машиностроительный завод». Производство тепловыделяющих сборок включает в себя следующие этапы (рис.1):

- конверсию гексафторида урана в порошок диоксида урана;
- изготовление топливных таблеток из порошка диоксида урана;
- изготовление ТВЭЛ из топливных таблеток;
- изготовление тепловыделяющих сборок (ТВС) из ТВЭЛов;
- переработку технологических оборотов, возникающих при производстве продукции, а также некондиционных оксидов урана;
- хранение исходного сырья и готовой продукции.

В цехах, где осуществляется конверсия гексафторида, изготов-

ление таблеток и переработка оборотов, ведутся работы с открытым продуктом, вследствие чего может наблюдаться повышенное содержание аэрозолей урана в воздухе на рабочих местах. Особенно это касается случаев проведения в данных цехах ремонтных работ, связанных со вскрытием оборудования. Объемная активность в этих ситуациях может достигать допустимого нормами радиационной безопасности значения.

Кроме того, в нескольких корпусах содержание радона, обусловленного деятельностью предприятия в 50-е годы прошлого столетия, может достигать половины допустимого значения.

Контроль радиационной обстановки на ОАО «МСЗ» осуществляет служба радиационной безопасности, в задачи которой

входит контроль содержания радиоактивных нуклидов в воздухе рабочей зоны, загрязненности поверхностей оборудования и помещений, мощности дозы облучения на рабочих местах, контроль отправок отходов, упаковок, транспортных упаковочных комплектов, транспорта и т.д.

На ОАО «МСЗ», как, в общем, и на других предприятиях отрасли, контроль содержания аэрозолей урана в воздухе рабочей зоны осуществляется путем периодического пробоотбора воздуха на фильтры в течение всей рабочей смены с последующим измерением активности фильтра и расчетом объемной активности на рабочих местах. На определение активности, включая выдержку проб для исключения составляющей от короткоживущих продуктов распада радона и торона, затрачива-

ется до четырех рабочих дней. Похожий метод контроля применяется для определения содержания ДПР радона в воздухе помещений. Кроме того, для обеспечения сменного радиационного контроля следует учесть необходимое время и определенную численность персонала службы радиационного контроля для установки фильтров, снятия проб на всех точках контроля и измерения активности проб. Количество точек контроля содержания радиоактивных нуклидов в воздухе рабочей зоны в каждом из корпусов достаточно велико и может превышать сотню. Здесь можно отметить, что имеющаяся численность персонала службы радиационной безопасности предприятия позволяет проводить весь обсчет проб в дневную смену, а на наиболее важных операциях проводить пробоотбор в вечернюю и ночную смену. Как

показывают расчеты по МР 30-735 «Определение численности персонала служб радиационной безопасности», персонал службы загружен на 100 %. В условиях же рыночной экономики имеется тенденция к сокращению штата всего предприятия, и другого пути нет.

В настоящее время актуальным вопросом атомной энергетики является повторное использование урана для получения энергии. С 1996 года предприятие ОАО «МСЗ» производит продукцию из регенерированного сырья с повышенным содержанием четных изотопов, а с 2005 года предприятие начало подготовку к переходу на производство продукции, изготовленной из регенерированного урана с еще большим содержанием четных изотопов. Сложности вовлечения регенерированного урана в производство топливных сборок для атомных

электростанций связаны с присутствием в исходном сырье четных изотопов урана, а также тория, имеющими худшие радиационные свойства. Для предприятия экономически выгодно вовлечение в переработку урана, имеющего повышенное содержание четных изотопов урана. При этом ставится задача не только не превышения требований норм и правил радиационной безопасности, но и сохранения достигнутого уровня радиационной безопасности. Естественно, радиационный контроль должен быть усилен. Одним из вариантов решения вопроса по усилению контроля является организация непрерывного контроля. Такой контроль позволит, по крайней мере сегодня, не увеличивать численность службы, а в будущем создаст условия для сокращения ее численности.

Непрерывный контроль можно



Рис. 1. Принципиальная структурная схема ядерных установок ОАО «МСЗ».

Таблица 1. Сравнение оборудования разных фирм.

Критерий	MGP, BA-31 (ABPM)	Canberra, iCAM	НПП «Доза», УДА-1АБ
Качество и надежность	Наиболее доработанные приборы применительно к условиям ОАО «МСЗ»	Ограничение использования в условиях содержания в помещениях радона	Необходимо устранить небольшие отдельно выявленные замечания, вызванные спецификой производства ОАО «МСЗ»
Стоимость	Высокая	Ниже стоимости BA-31	Ниже стоимости BA-31
Сервис	–	–	Непосредственное сопровождение работ по адаптации и внедрению оборудования

интерпретировать по-разному: это может быть и 100 % охват времени работ обычным штатным аэрозольным контролем с периодическим измерением активности, и непрерывный контроль в режиме on-line, когда результат контроля выдается практически мгновенно.

ОАО «МСЗ» имеет III категорию потенциальной радиационной опасности. Несмотря на то, что для таких предприятий правилами не требуется обязательный стационарный непрерывный контроль, ситуация диктует необходимость его применения, если не сейчас, то в ближайшем будущем даже для предприятий III категории.



Рис.2. Установка УДА-1АБ.

Для предприятий топливного цикла аэрозольный контроль в режиме on-line является новой и непростой задачей. Внедрение на радиационно-опасных участках непрерывного контроля позволит:

- осуществлять 100 % контроль радиационной обстановки;
- выдавать сигнализацию о превышениях установленных порогов на каждой отдельной точке контроля;
- обеспечить оперативность контроля и незамедлительно принимать меры по нормализации радиационной обстановки при отклонениях;
- автоматизировать радиационный контроль;
- уменьшить трудозатраты на ведение контроля.

Таким образом, для развития предприятия в целом вариант внедрения автоматизированного непрерывного контроля частично или полностью в ближайшем будущем неизбежен.

Для объектов I и II категорий радиационной опасности пунктом 3.14.3 ОСПОРБ-99 просто предписывается использование технических средств непрерывного контроля на основе стационарных автоматизированных технических средств.

Возможные пути решения вопроса. Для решения вопроса рассматривались варианты применения оборудования фирм

MGP Instruments, Canberra и НПП «Доза».

Предприятие ОАО «МСЗ» провело испытания в рабочих условиях оборудования этих фирм на предмет возможности использования его для непрерывного контроля в условиях производства.

Критериями выбора оборудования были (таблица 1):

- качество и надежность оборудования;
- стоимость оборудования;
- сервисное обслуживание.

Мобильные мониторы альфа- и бета-радиоактивных аэрозолей BA-31 (ABPM) фирмы MGP Instruments. Мониторы оказались наиболее доработанным вариантом во всех условиях производств ОАО «МСЗ», включая условия наличия паров кислот в воздухе рабочих помещений некоторых корпусов и высоких активностей. Тем не менее, главный недостаток – это высокая стоимость оборудования. Полное оснащение предприятия системой контроля на базе этих мониторов очень дорого. Также имеются сложности в оперативности сервисного обслуживания мониторов, так как фирма-изготовитель находится во Франции. Сейчас мониторы стоят в системе контроля выбросов корпусов предприятия.

Оборудование фирмы Canberra. Хорошо зарекомендовало себя в условиях предприятия, но не может быть использовано в корпусах со значимым содержанием в воздухе радона. Для ОАО «МСЗ» актуален контроль как в корпусах, где содержание радона на уровне фона, так и в корпусах, где содержание радона является существенным. Такая ситуация требует оснащения предприятия оборудованием разных фирм и производителей, что экономически не целесообразно.

Установки УДА-1АБ фирмы НПП «Доза». Установки по функциональным возможностям являются отечественными аналогами мониторов ВА-31, но стоимость их значительно ниже. Установки опробовались в цехах предприятия в рабочих условиях в течение двух лет. Конечно, первые варианты были несколько сыроваты. Но по результатам испытаний была проведена доработка установок, которые существенно улучшили их работоспособность применительно к условиям ОАО «МСЗ». Хотелось бы отметить еще один положительный момент, важный с нашей точки зрения – бесперебойное, оперативное и достаточно дешевое сервисное обслуживание.

В итоге ОАО «МСЗ» остановилось на варианте оборудования НПП «Доза». Было закуплено несколько установок с целью опытно-промышленной эксплуатации в рабочих условиях и отслеживания радиационной обстановки при ведении работ с регенерированным ураном, содержащем повышенное количество четных изотопов. Установки были разме-

щены на точках контроля вблизи мест проведения наиболее пылящих операций параллельно оборудованию штатного аэрозольного контроля.

Краткое описание установок УДА-1АБ. Установка УДА-1АБ предназначена для измерения объемной активности α - и β -излучающих радионуклидов, содержащихся в виде аэрозолей в воздухе рабочих помещений и в вентиляционных системах. Она может работать как самостоятельное стационарное или мобильное средство измерения или в качестве точки контроля в системе радиационного контроля с передачей информации по сети на пульт оператора. Установка имеет местную индикацию объемной активности α -, β -излучателей, радона-222, звуковую и световую сигнализацию превышения устанавливаемых порогов.

Установка позволяет проводить спектрометрический анализ в режиме on-line. Принципиально возможна регистрация торона. Эта особенность была использована при проведении работ с ре-

генерированным ураном, содержащим повышенное количество четных изотопов, для обнаружения торона в воздухе рабочих мест. Само по себе отслеживание торона – это сложная и емкая задача. С помощью установки была отслежена ситуация за все время работы – торона не обнаружили.

Установка позволяет проводить контроль в условиях наличия паров кислот в воздухе рабочих помещений.

Все эти характеристики позволяют применить установки УДА-1АБ для оперативного и непрерывного 100 % контроля за содержанием аэрозолей урана и радона в воздухе на рабочих местах в цехах предприятия.

Организация непрерывного контроля объемной активности в воздухе рабочей зоны в подразделениях ОАО «МСЗ» на базе установок УДА-1АБ. Для организации непрерывного контроля радиационной обстановки и опытно-промышленной эксплуатации системы на ОАО «МСЗ» в 2005 году были приобретены 11 установок УДА-1АБ. Установки были размещены вблизи мест проведения наиболее пылящих операций в трех корпусах предприятия параллельно оборудованию штатного пробоотбора на аэрозольные фильтры. Штатный аэрозольный контроль проводился для определения дозовых нагрузок персонала, контроль установками УДА-1АБ – как оперативный контроль радиационной обстановки.

К сожалению, учитывая производственные сроки изготовления продукции из исходного сырья с повышенным содержанием четных изотопов урана, а также большие расходы предприятия на организацию этого производства, в том числе и на радиационную защиту, установки УДА-1АБ были установлены на точках контроля

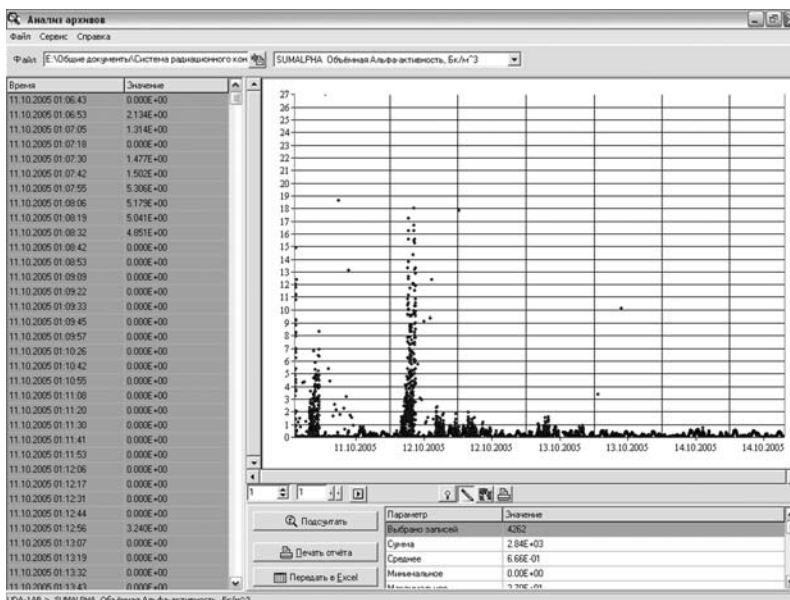


Рис.3. Экран программы анализа архива.

Таблица 2. Сопоставление результатов контроля установками УДА-1АБ и штатного контроля в корпусе 205 цеха 13.

	Печь ВГТП-8 №3		Турбосито	
	УДА-1АБ	АФА-РМП	УДА-1АБ	АФА-РМП
Количество смен	77	15	70	15
Среднее за месяц, Бк/м ³	0,12	0,13	0,20	0,09
СКО	0,16	0,23	0,46	0,17
Максимальное среднесменное, Бк/м ³	1,1	0,91	2,18	0,55
Медиана среднесменного, Бк/м ³	0,069	0,05	0,029	0,019

без подключения к локальной сети и пульту оператора (из-за отсутствия финансирования в 2005 году; в планах предприятия в 2006 году предусмотрено подключение к локальной сети). Тем не менее, в таком варианте был обеспечен непрерывный 100 % контроль, а также сигнализация о превышениях непосредственно на рабочих местах. Следует обратить внимание, что установки УДА-1АБ использовались как оперативное средство контроля параллельно штатному, одновременно проводилась опытно-промышленная эксплуатация, сравнение результатов со штатным контролем. Информация, сохраненная в памяти установок, считывалась один раз в сутки при помощи ноутбука и в последующем обрабатывалась для расчета среднесменных значений объемной активности на рабочих местах и сопоставления с результатами штатного аэрозольного контроля. На рис.3 представлено экранное отображение результатов контроля установок УДА-1АБ.

Практические результаты опытно-промышленной эксплуатации установок УДА-1АБ. Сопоставление результатов штатного аэрозольного контроля и результатов непрерывного контроля установками УДА-1АБ показало, что средние значения объемной активности за смену этими методами различаются. Различие связано с тем, что объемные актив-

ности низки (порядка 0,1–0,2 Бк/м³), и сравнение показаний при значениях на уровне погрешности измерения теряет смысл. В то же время, различий на порядок не наблюдается, что говорит о правомерности измерений. К тому же, кинетика распространения аэрозолей такова, что небольшая разница в размещении, угле направления пробоотборника существенно влияет на совпадение результатов. Поэтому целесообразно сравнивать не индивидуальные среднесменные значения объемной активности, а средние за месяц. Как показало сравнение, средние значения за месяц сопоставимы. Сопоставление результатов контроля среднесменных значений объемной активности в течение месяца, на примере одного из корпусов представлено в таблице 2.

Из таблицы следует, что наблюдается достаточно хорошее совпадение средних значений. В то же время видно, что стандартное квадратичное отклонение (СКО) результатов, полученных на установках УДА-1АБ, выше. Более высокие СКО могут быть связаны как с особенностями работы установок, так и с большим разбросом показаний в вечерние и ночные смены, когда работы могут не вестись, а установки УДА-1АБ показывают нулевые значения. Следует обратить внимание, что при разном объеме штатного и непрерывного контроля совпадение средних показывает правильность

выбранных нами периодичности и объема штатного контроля.

Важные практические результаты эксплуатации установок. Использование установок УДА-1АБ в процессе опытно-промышленной эксплуатации дало очень важные практические результаты.

Отображение объемной активности в воздухе на рабочем месте в режиме on-line и сигнализация о превышении установленных порогов. Это важный психологический момент. Персонал непосредственно знает об уровне запыленности на своем рабочем месте, а не с опозданием в несколько дней, и может соотносить свои действия с реальной обстановкой.

Оперативное выявление отклонений от нормального ведения работ. Установка УДА-1АБ, размещенная на выгрузке из бокса турбосита в корпусе 205 цеха 13, позволила своевременно выявить повышенную запыленность на рабочем месте и принять меры к выявлению неисправности в оборудовании. До устранения причины высокой запыленности установка сигнализировала о превышении порога, что заставляло персонал постоянно искать причину. Причиной оказалась усадка резиновой прокладки между стальной стенкой бокса и оргстеклом. После устранения причины показания установки УДА-1АБ возвратились к уровню,

свойственному рабочему месту. Штатный аэрозольный контроль указал бы на отклонение только через четверо суток.

Особенности, выявленные в процессе опытно-промышленной эксплуатации установок УДА-1АБ, и принятые корректирующие действия. В процессе опытно-промышленной эксплуатации был обнаружен ряд особенностей работы установок, которые при работе в условиях производства ОАО «МСЗ» необходимо устранить. Эти особенности не мешают работе установки в целом, но вызывают с нашей стороны ряд вопросов. По возникающим вопросам взаимодействие с разработчиками установок было оперативным, по советам специалистов НПП «Доза» принимались действия по устранению недостатков.

Расход фильтровальной ленты, в особенности при высоких уровнях запыленности, и высокая стоимость ленты. Проводятся исследования по замене ленты на аналогичную ленту отечественного производства меньшей стоимости; при этом не исключается, что использование этой ленты будет ограничено условиями эксплуатации. Испытания новой ленты планируется провести в ближайшее время в рабочих условиях производства ОАО «МСЗ».

Имеются факты частой перемотки ленты за небольшой интервал времени. Причины могут быть связаны как с наличием в воздухе нерадиоактивной пыли, так и с вмешательством рабочего персонала в работу установок. Частично недостаток был решен своими силами: изменены параметры настройки установок на оптимальный режим для конкретных условий работы. Для выяснения причин любых перемоток проведена доработка программного обеспечения нескольких установок УДА-1АБ с целью фиксации факта перемотки и параметров, на основании которых произошла перемотка. Такое решение позволит выявить факты несанкционированного вмешательства рабочего персонала в работу установок.

После перемотки ленты на графиках активности наблюдается пик, не связанный с реальной объемной активностью в контролируемом воздухе. Наличие этого пика существенно не сказывается на значениях средней объемной активности, но вызывает вопросы. Вся необходимая информация передана разработчику для выяснения причины.

Отсутствие стандартных газовых образцов объемной активности, необходимой для поверки и градуировки установок.

Заключение. В целом опыт организации непрерывного контроля в режиме on-line на базе установок УДА-1АБ фирмы НПП «Доза» на ОАО «МСЗ» можно считать удачным. Был реально осуществлен непрерывный контроль; пусть без создания полностью автоматизированной системы, но весь процесс контроля от измерения, обработки и отображения результатов измерений до принятия конкретных действий по нормализации радиационной обстановки был отработан. Имеются некоторые недостатки, которые, мы надеемся, будут устранены разработчиками установки. В планах предприятия – организация подключения мониторов к локальной сети, а в будущем создание автоматизированной системы непрерывного контроля радиационной обстановки.

В современных условиях создание автоматизированной системы непрерывного контроля является, несомненно, шагом вперед. Подобные системы на предприятиях атомной отрасли надо создавать.

Хотелось бы отметить, что разработчикам оборудования непрерывного контроля следует подумать об аттестации приборов на стандартных газовых образцах с целью применения этого оборудования для дозиметрического контроля внутреннего облучения.