

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ: ЭТАПЫ, КРИТЕРИИ, ТЕХНОЛОГИИ

FRAMEWORK, BENCHMARKS AND TECHNOLOGY OF RADIOECOLOGICAL REMEDIATION

А.С. БАРИНОВ, *к.т.н.*,
В.Г. САФРОНОВ, *к.т.н.*,
В.А. САЛИКОВ
(ГУП МосНПО «Радон»)



A.S. BARINOV,
Candidate of Technical Science,
V.G. SAFRONOV,
Candidate of Technical Science,
V.A. SALIKOV
(SUE SIA Radon Moscow)

■ Используя накопленный опыт, сотрудники центра технологий приема и транспортирования РАО и ведения радиационно-аварийных работ ГУП МосНПО «Радон» разработали системный подход к обследованию загрязненных объектов, оценке количества РАО и деактивации объектов различных типов.

Количество объектов ядерного наследия, на которых необходимо выполнить работы по дезактивации и реабилитации, велико. Каждый загрязненный объект не имеет аналогов, при этом, как правило, исходная (проектная) информация о нем на момент начала работ частично либо полностью отсутствует. Все это требует разработки системных требований и типовых приемов подготовки и проведения реабилитационных работ.

Реализуемая в настоящее время в России Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» предусматривает работы по дезактивации и реабилитации объектов, загрязненных в результате долговременной работы с радиоактивными веществами. К ним относятся реакторы и ядерные установки, радиохимические предприятия, НИИ, исследовательские и медицинские лаборатории, объекты, ранее принадлежавшие Министерству обороны и Военно-морскому флоту Российской Федерации, места проведения мирных ядерных взрывов, рудодобывающие и обогатительные предприятия.

Кроме того, в Центральном регионе России (зоне обслуживания ГУП МосНПО «Радон») существует множество предприятий, не работавших по ядерным программам, но загрязненных природными радионуклидами. Большую проблему также представляет радиационное загрязнение площадок, где в 1940-1980 годах осуществлялось захоронение промышленных отходов со значительным содержанием радиоактивных веществ. В настоящее время в связи с ростом городов такие территории часто находятся либо вблизи населенных пунктов, либо на территории плотной жилой застройки.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ЭТАПЫ

Процесс подготовки и организации работ начинается с разработки Плана мероприятий по организации

■ Using the available experience, specialists of the Radwaste Receipt and Transportation and Emergency Response

Centre of Radon Moscow are developing a systematic approach to surveys of such contaminated sites, assessment of radwaste amounts and decontamination of various site types.

The number of nuclear legacy sites that require decontamination and rehabilitation in Russia is large. Each such contaminated site is unique, while at the same time, input (design) information about the sites current as of the time of start of activities is normally incomplete or absent. All of this requires systematic requirements to be specified and standardised solutions for preparation and performance of rehabilitation activities to be developed.

The Federal Programme "Assurance of Nuclear and Radiation Safety for 2008 and Until 2015", which is currently being implemented in Russia, makes provisions for the performance of decontamination and rehabilitation activities on sites contaminated as a result of long-term operations with radioactive substances. These include reactors and nuclear installations, radiochemical plants, science institutes, research and medical laboratories, former military and navy sites, civil nuclear explosion locations, ore extraction and enrichment sites.

In addition to those, Central European Russia (the region covered by Radon Moscow) is home to numerous enterprises that were not involved with any nuclear programmes but have become contaminated with natural radionuclides. Another serious problem is radioactive contamination of sites where large amounts of industrial waste containing significant radioactive content were buried in the 1940-1980s. As cities expanded, many such sites are now near or even within residential areas.

PREPARATIONS

Decontamination activities start with development of the Action plan for a specific site, it is an organizational document. It consists such sections as preparation and execution plans, responsibility of organizations and time schedule. It sets the sequence of activities, coordination between the employer, operator and regulatory bodies with



Демонтаж крупногабаритного оборудования, загрязненного радиоактивными веществами, радоновой лаборатории поликлиники Центрального региона России. МЭД ГИ - 106000 мкР/ч / Dismantling of large-sized equipment which is contaminated by nuclear materials in the hospital radon laboratory in the central Russian region. Equivalent gamma-ray dose – 106000 mkr/h

подготовки и проведения работ на конкретном объекте. Это организационный документ. В нем излагаются организационные этапы подготовки и проведения, ответственные организации и сроки исполнения. Определяются последовательность этапов работ, организация взаимодействия заказчика, исполнителя и надзорных органов с указанием сроков. Документ проходит согласование со всеми заинтересованными организациями, после чего утверждается заказчиком и исполнителем работ.

В процессе реабилитационных работ можно выделить еще ряд основных этапов.

Сначала осуществляется поиск и анализ архивной информации с целью подготовки исходных данных для обследования объекта. Если такая информация отсутствует или недостоверна (а это случается в большинстве случаев) производится предварительная оценка загрязненности объекта с применением поисковых приборов. На основе выявленных данных составляется план детального обследования.

Затем проводится детальное радиационное обследование объекта. Его целью является получение объективной информации о характере и уровнях загрязнения, а также оценка объемов РАО, которые образуются при дезактивации. В процессе выполнения данного этапа работ выявляются, анализируются и оконтуриваются все очаги радиационного загрязнения.

До начала процесса дезактивации разрабатываются критерии начала и окончания дезактивационных работ с их обоснованием. Данный документ должен пройти согласование в органах Роспотребнадзора. В нем обязательно учитываются:

- нормативно-правовая документация по контрольным уровням обеспечения радиационной безопасности, требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при проведении дезактивации территорий, жилых и общественных зданий, а также производственных объектов (НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99, СПОРО-2002, ПДТО-1-2004);

- дальнейшая перспектива использования дезактивируемого объекта (территории) – полный вывод из

specific time dates. The document is further finalized by all interested parties, and then approved by the employer and the operator.

The rehabilitation process also may be divided into other several stages.

First, archive information is sought, collected and analysed with the objective of preparing the inputs for site survey. Should information be unavailable or unreliable (which is true for the majority of cases), preliminary assessment of site contamination is performed using search devices. Based on the data collected, a detailed survey plan is put together.

Then, site characterisation (detailed radiation survey) is performed. The objective of this activity is collection of objective information about the nature and levels of contamination, and evaluation of the quantities of radwaste that would be generated as a result of decontamination. In the process of the survey, all contaminated spots are located and analysed and their boundaries are delineated.

Before the beginning of the decontamination work, criteria for start and end of decontamination and their justification have to be identified. The criteria document must be accepted and approved by the Rospotrebnadzor (the Russian public health and consumer protection authority). The document and criteria therein must be based on:

- codes and regulations that determine the reference levels for assurance of radiation safety, requirements to assurance of radiation safety of personnel and the public during decontamination of land, residential and public buildings, as well as industrial sites (NRB-99/2009, OSPORB-99, SPORO-2002, PDTO-1-2004);

- prospective future uses of the decontaminated object (land) – complete decommissioning, conversion, continued use for current purpose;

- the client's requirements regarding the extent to which the object (land) must be decontaminated.

The client may require a greater extent of decontamination than that determined by the regulations. However, any such requirements will inevitably make the decontamination effort more expensive and time-consuming.

One of the most important stages is the development of the technological decontamination plan. Such plan

эксплуатации, перепрофилирование, дальнейшая эксплуатация в текущем режиме;

– требования заказчика к степени очистки объекта (территории).

Заказчик вправе требовать более высокую степень очистки, чем это определено в нормативных документах. Однако данные требования всегда приводят к удорожанию и увеличению сроков дезактивационных работ.

Важнейшим этапом является разработка технологического плана выполнения дезактивационных работ. Такой план содержит подробный перечень технологических операций на конкретном объекте, а также включает в себя обоснование критериев начала и окончания дезактивации, окончательный статус объекта. В частности, в нем приводится подробное описание методов и средств дезактивации, способов сбора РАО и подготовки их к транспортированию, защиты персонала и окружающей среды. Утвержденный документ проходит согласование с надзорными органами для получения санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии его существующим государственным правилам и нормам.

На этапе подготовки объекта к реабилитации создается инфраструктура, необходимая для выполнения дезактивационных работ – организуются санпропускники, площадки временного хранения РАО, разрабатываются маршруты перемещения отходов, монтируется вентиляционное и спецоборудование, создается рабочая группа и проводится инструктаж персонала

ДЕЗАКТИВАЦИОННЫЕ РАБОТЫ

Непосредственно реабилитация объекта осуществляется в строгом соответствии с утвержденным планом. Объект дезактивируют до безопасного состояния, определенного требованиями нормативных документов.

В процессе работ используются преимущественно такие методы дезактивации, которые не приводят к вторичному загрязнению окружающей среды, образованию заметных количеств РАО. Например, в закрытых помещениях хорошо зарекомендовали себя методы дезактивации с применением полимерных дезактивирующих покрытий, электрохимические методы дезактивации с использованием выносного электрода, механические методы дезактивации строительных конструкций с вакуумной эвакуацией, сбором удаленного материала и пыли в стандартные бочки с фильтрацией воздуха на фильтрах высокой эффективности (система дезактивации VAC-PAC фирмы Pentek).

Специалисты ГУП МосНПО «Радон» наработали опыт дезактивации различных объектов – крупных промышленных предприятий, радиохимических лабораторий, объектов, загрязненных природными радионуклидами и т.д. Практика показывает, что проведение дезактивации зависит от особенностей конкретных объектов, в первую очередь, от характера загрязнения (радионуклидного состава, активности, глубины проникновения загрязнения, свойств загрязненного материала, степени его возможной дезактивации), размеров объекта и площади загрязненных участков, а также от

contains a detailed listing of all technical operations to be performed on the specific site, justification of criteria for the start and completion of decontamination work, and a description of the final status of the site. In particular, it describes in detail the methods and means of decontamination, techniques used to collect the radwaste and prepare it for transportation, protect personnel and the environment. This document, once approved, undergoes review and acceptance by the regulatory authorities so that a sanitary and epidemiology conclusion report can be issued confirming its correspondence to the applicable regulations.

During preparations on the site, the necessary decontamination infrastructure is set up: sanitary change facilities, temporary storage locations for radwaste, routes of waste transport are identified, ventilation and other specialised equipment is installed, work groups are assigned and personnel briefing is performed.

DECONTAMINATION ACTIVITIES

Rehabilitation is performed precisely as prescribed by the approved plan. The site decontaminated to a safe condition as defined by the appropriate regulations.

In the process of the work, those methods of decontamination are primarily used that do not cause secondary contamination of the environment, do not generate noticeable amounts of radwaste. For example, in closed rooms, positive experience has been obtained of utilisation of decontamination methods that involve polymer decontamination coatings, electrochemical methods of decontamination using external electrodes, mechanical methods of decontamina-

Этапы работ по реабилитации объектов:

- Поиск и анализ архивной информации
- Проведение детального радиационного обследования (характеризации) объекта
- Разработка критериев начала и окончания дезактивационных работ
- Разработка и согласование с надзорными органами плана выполнения дезактивационных работ
- Подготовка объекта к дезактивации
- Проведение дезактивационных работ
- Сбор и подготовка РАО к транспортированию
- Транспортирование РАО
- Сдача объекта надзорным органам

Stages of rehabilitation effort:

- Search for and review of archive information
- Detailed radiation survey (characterisation) of the site
- Identification of criteria for start and completion of decontamination activities
- Development of a decontamination plan and its acceptance by regulatory authorities
- Preparation of the site for decontamination
- Performance of decontamination
- Collection of radwaste and its preparation for transportation
- Transportation of radwaste
- Post-rehabilitation acceptance of the site by regulatory authorities



Дезактивация очагов радиоактивного загрязнения в помещениях радоновой лаборатории поликлиники Центрального региона России. МЭД ГИ – 6240 мкР/ч / Decontamination of the contaminated radioactive area in the buildings of radon laboratory in the central Russian region. Equivalent gamma-ray dose – 6240 mkr/h

дальнейшего использования данного объекта или территории.

При проведении работ в городской черте их реальная стоимость значительно выше, чем в других случаях. Это обусловлено необходимостью обеспечить безопасность в условиях плотной застройки (иногда очистить объект до достижения более низкого уровня активности, чем это предписано нормативной документацией) и полностью удалить отходы в кратчайшие сроки. Для обеспечения безопасности работ применяются комплексные меры безопасности, в том числе системы пылеподавления.

Наиболее перспективный вариант дезактивационных работ – использование современной техники дезактивации: робототехники, гидравлического режущего инструмента, мини-экскаваторов, систем дезактивации строительных конструкций типа VAC-PAC. Дезактивационные работы с применением такого оборудования позволяет значительно сократить риски поступления радионуклидов в окружающую среду.

Радиоактивные отходы, образовавшиеся при проведении дезактивации, сортируют на месте, затем размещают в упаковках и транспортных контейнерах, в которых РАО перевозятся на место хранения. При незначительных объемах образующихся радиоактивных отходов их переработка на месте не предусмотрена. Создание и монтаж оборудования для компактирования или отверждения РАО целесообразно осуществлять только при дезактивации крупных объектов.

Транспортирование РАО осуществляется специализированным транспортным средством предприятия, имеющего необходимые лицензии и сертификаты, как надзорных органов, так и ГИБДД.

После завершения дезактивационных работ проводится повторное радиационное обследование объекта, по результатам которого составляется акт, предъявляемый в надзорные органы и на основании которого готовится заключение Ростехнадзора о возможности вывода объекта из-под регулирующего контроля.

tion of civil structures with vacuum evacuation, collection of the removed material and dust into standard drums with air filtration effectuated by high-efficiency filters (the VAC-PAC decontamination system by Pentek).

Specialists of Radon Moscow have vast experience of decontamination work performed on various sites – large industrial plants, radiochemical laboratories, sites

contaminated with natural radionuclides, etc. It has been practically demonstrated that the specifics of every decontamination activity depend on the specifics of every particular site, primarily on the nature of contamination (radionuclide composition, activity levels, depth of contamination, properties of contaminated material, its potential ability to be decontaminated), size of the site or lot and contaminated areas, as well as future intended purpose of the site or land lot.

When working within city limits, the actual cost of decontamination activities is much higher than elsewhere. This is explained by the need to ensure safety in a densely built-up urban environment (and often decontaminate the site down to lower levels of activity than those prescribed by regulations) and remove the waste completely within the shortest time possible. Comprehensive safety assurance measures are undertaken in those cases, including dust suppression systems.

The most promising methodology seems to be utilisation of modern decontamination machinery, such as robotics, hydraulic cutting machines, mini excavators, civil structure decontamination systems similar to VAC-PAC. Performance of decontamination using such equipment helps reduce greatly the risk of release of radionuclides into the environment.

The radioactive waste that is generated during decontamination is segregated in-situ, then packaged into interim canisters inside transport casks, inside which the waste is transported to its storage location. When the amounts of waste that is generated are small, no in-situ processing is envisaged. Waste compaction or solidification plants should only be reasonably built and installed when large facilities are being decontaminated.

Radwaste is transported using specialised vehicles operated by a licensed company that holds all the necessary permits and certificates from both the regulatory authorities and road police.

On completion of the decontamination efforts, the site is re-surveyed, resulting from which a report is put together and sent to the regulatory body (Rostekhnadzor) and the local administration. Based on that, a conclusion is passed on whether the site may be removed from under regulatory control.