

КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ ДЕМОНТИРОВАЛ СТАРЫЕ ХРАНИЛИЩА

KURCHATOV INSTITUTE DISMANTLES OLD STORAGE FACILITIES

В.Г. ВОЛКОВ, к.т.н.
(РНЦ «Курчатовский институт»),
С.А. ДМИТРИЕВ, д.т.н.
(ГУП МосНПО «Радон»)



■ Основная территория Российского научного центра «Курчатовский институт» расположена недалеко от центра столицы, в 2-х км от Строгинской поймы Москвы-реки. Еще пять лет назад на спецплощадке института находилось 11 временных хранилищ радиоактивных отходов, построенных в 1943–1963 годах. Их потенциальная радиационная опасность вызывала естественное беспокойство администрации и сотрудников института, городских властей и москвичей.

Сегодня 10 старых хранилищ, подлежащих реабилитации, уже ликвидированы, и их котлованы засыпаны чистым грунтом.

По архивным данным, на спецплощадке, расположенной на северо-западе территории института, было размещено около 1200 м³ твердых РАО массой свыше 2 тыс. т, суммарная активность которых на момент захоронения составляла около 100 тыс. Ки. Это привело к загрязнению грунта на этой площадке радионуклидами и повышению гамма-фона на ее территории. Кроме того, из-за длительной эксплуатации хранилищ существовала потенциальная опасность нарушения их гидроизоляции, что могло привести к попаданию радиоактивных веществ в водоносный слой.

ПРОЕКТ «РЕАБИЛИТАЦИЯ»

В 2002 году стартовал проект, нацеленный на реабилитацию радиоактивно-загрязненных объектов и участков территории РНЦ КИ и превращение института в защищенный и безопасный ядерный научный центр, находящийся в черте города. Первоочередными задачами проекта стали удаление из института накопленных РАО, ликвидация старых хранилищ и реабилитация загрязненной территории спецплощадки.

По оценкам, предстояло вывезти до 3–4 тыс. м³ твердых РАО и удалить или очистить около 10–20 тыс. м³ загрязненного грунта. Суммарная активность всех этих отходов могла достигать 500–700 Ки.

РНЦ «Курчатовский институт» к участию в проекте привлек более 20 российских институтов, организаций и предприятий. Специалисты МЧС России, ГУП МосНПО «Радон», ВНИИНМ, ВНИИХТ, ДАР/ВОДГЕО и ООО «Радез-2» непосредственно участвовали в проведении реабилитационных работ на территории института.

V.G. VOLKOV, Candidate of Technical Science
(RRC Kurchatov Institute),
S.A. DMITRIEV, Doctor of Technical Science
(SUE SIA Moscow Radon)



■ The main site of the Kurchatov Institute is located not far from the Moscow city centre – 2 km from the Strogino section of the Moskva river valley. Only five years ago the Institute's site accommodated 11 temporary radwaste storage facilities built in 1943–1963. The potential radiation hazard that they posed raised natural concerns amongst the Institute's management and staff, city administration and local residents.

As of today, 10 of the old storage facilities have been removed and their former foundation pits backfilled with clean soil.

According to archive data, the 'special' area of the Institute's site, located in its north-western part, accommodated about 1.200 m³ of solid radwaste, weighing over two thousand tonnes, whose total activity at the time of disposal was approximately 100 thousand curies. This had caused contamination of the soil on site and elevated gamma levels in the area. Also, due to long-term operation of the storage facilities, there existed the possibility that their waterproofing might be breached, which might lead to infiltration of radionuclides into the water-bearing strata.

REHABILITATION PROJECT

2002 saw the start of a project aimed at rehabilitation of radioactively contaminated installations and areas of the Kurchatov Institute with the objective of turning the Institute into a properly protected and safe nuclear science centre located within city limits. First priority task was removal of stockpiles of accumulated radwaste, dismantling of the old storage facilities and rehabilitation of contaminated land.

According to estimates, about 3–4 thousand m³ of solid radwaste required removal, and another 10–20 thousand m³ of contaminated soil needed to be cleaned or removed. The total activity of all this waste was expected to be as high as 500–700 Ci.

The Kurchatov Institute organised involvement of over 20 Russian institutions and companies in this undertaking. Among those who directly participated in the rehabilitation activities on the Institute's site were specialists from the Ministry of Emergencies, Radon Moscow, VNIINM, VNIИHT, ДАР/VODGEO and Radez-2.

The project commenced with analysis of geological and hydrological features of the area, sorption properties of the rocks,

Предварительно с помощью специалистов ДАР/ВОДГЕО был выполнен анализ геолого-гидрологических особенностей, сорбционных свойств вмещающих пород и результатов многолетнего мониторинга территории спецплощадки. Это позволило определить наиболее вероятные пути распространения загрязнения в случае выхода радионуклидов за пределы старых хранилищ и оценить возможность их выноса с подземными водами за границы территории спецплощадки.

Следует отметить, что ликвидация старых хранилищ проходила в условиях практически полного отсутствия архивных сведений об особенностях их конструкций и размещенных в них отходов. В связи с этим перед вскрытием каждого хранилища проводили разведочное бурение приконтурной зоны и массива РАО. Специалисты Курчатовского института и ГУП МосНПО «Радон» осуществляли предварительное радиационное и визуальное обследование сооружений и хранилищ.

Реабилитационные работы велись в условиях тесной жилой застройки и интенсивных транспортных потоков, что требовало особого внимания к обеспечению радиационной и экологической безопасности.

Кроме того, на площадке старых хранилищ находилось большое количество подземных инженерных систем и коммуникаций, в том числе городских, а также вспомогательных сооружений института, не подлежащих реабилитации. Необходимость сохранения их целостности осложняло сооружение глубоких котлованов, обусловленных ликвидацией старых хранилищ, и затрудняло использование тяжелой строительной техники.

Все это потребовало тщательного выбора специфических проектных и технических решений. В частности, при необходимости вскрытия старых хранилищ и удаление из них РАО проводилось под временными укрытиями.

РАБОТЫ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Для извлечения отходов из хранилищ использовали спецтехнику и робототехнические средства. Низкоактивные отходы извлекались с помощью экскаваторов, оснащенных ковшом или грейферным захватом, кабины которых были оборудованы дополнительной биологической защитой. Для изъятия, фрагментации, сортировки и загрузки в контейнеры отходов повышенного уровня активности применялась робототехника с различным навесным оборудованием (ковшом, гидромолотом, гидророжницами, гидрокучачками).

На спецплощадке постоянно осуществлялся контроль мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, состояния атмосферного воздуха и грунтовых вод.

В воздухе рабочих зон непрерывно контролировалась активность аэрозолей. Для уменьшения образования радиоактивной пыли и аэрозолей применяли специальные методики и средства пылеподавле-

and review of results of years of storage site monitoring, which was performed with the assistance of specialists from DAR/VODGEO. This helped identify the most likely pathways of contamination in case of escape of radioactivity from the old storage facilities and evaluate whether radionuclides could be carried by ground waters to outside of the storage site.

It is worth noting that the dismantling of old storage facilities was performed in a situation when there was practically zero archive knowledge of the facilities' design and the waste that they housed. In connection with that, test drilling of the surrounding area and of the waste blocks was performed prior to opening of each storage facility. Specialists of the Kurchatov Institute and Radon Moscow also carried out preliminary radiation and visual surveys of the facilities and their structures.

Rehabilitation work had to be performed in a densely populated residential area, amongst heavy traffic, which demanded particular attention to assurance of radiation and environmental safety.

Apart from that, the old storage facilities also included many underground systems and utility lines, including those of general municipal use, and a number of auxiliary installations of the Institute, which did not require rehabilitation. The need to keep these intact further complicated the excavations of deep pits in the locations of old storage facilities, and hampered the use of heavy construction machinery.

All of this demanded very careful choice of project methods and design solutions. In particular, where necessary, the opening-up of old storage facilities and removal of radwaste were performed under temporary shelters.

URBAN REHABILITATION WORK

Special machinery and robotics were used for removal of radioactive waste from the storage locations. Low-level waste was extracted by excavators equipped with buckets or clamshells, their control cabs protected with additional shielding. For retrieval, fragmentation, segregation and packaging of higher-level radwaste, robotics was used, equipped with various add-on equipment (buckets, hydro-hammers, hydro-shears, hydro-pliers).

The area was under continuous monitoring for equivalent gamma exposure dose rate, as well as for contamination of atmospheric air and ground waters.



Вид площадки временного хранения РАО на момент завершения реабилитационных работ
Temporary radwaste storage site at completion of rehabilitation work

ния, в результате чего подъем пыли и аэрозолей был снижен в тысячи раз.

Проводился непрерывный дозиметрический контроль рабочих зон, а также радиационной обстановки на спецплощадке, осуществляемый с помощью гамма-локатора, позволяющего измерять поток и спектр фотонов ионизирующего излучения из определенной области пространства.

Самым опасным и труднодоступным для извлечения отходов было хранилище, где, наряду с прочими отходами размещалось более 200 металлических пеналов с РАО повышенного уровня активности, и весь массив отходов был полностью заключен в высокопрочную бетонную матрицу. Для проведения работ над хранилищем было возведено специальное бетонное сооружение – «теневая радиационная защита». Внутри этой конструкции все технологические операции по извлечению и обращению с РАО, включая сортировку и упаковку в контейнеры, выполнялись с использованием робототехнических средств, управляемых с помощью разработанной системы, включающей гамма визор и видеокамеры.

Извлеченные РАО подвергались сегрегации по радиационным параметрам и помещались в сертифицированные металлические или железобетонные контейнеры, которые затем проходили паспортизацию и вывозились на длительное хранение на ГУП МосНПО «Радон» специализированным автотранспортом этого предприятия. Работы по дальнейшей сортировке, технологической обработке и дополнительному кондиционированию РАО проводились в «Радоне». Его специалисты разработали требования к упаковкам, защитным транспортным контейнерам, специальным транспортным средствам, технологии транспортирования, переработки, кондиционирования и размещения РАО на долговременное хранение.

Ликвидация 10 старых хранилищ, подлежащих реабилитации, была закончена в 2006 году. Извлечено более 3400 м³ твердых РАО суммарной активностью свыше 1,9×10¹³ Бк (свыше 500 Ки). К настоящему времени более 3000 м³ извлеченных отходов уже удалены на длительное хранение на полигон ГУП МосНПО «Радон», и около 300 т низкоактивных отходов в виде металлолома отправлены на переплавку на предприятие ЗАО «Экомет-С» в город Сосновый Бор Ленинградской области.

Кроме того, в 2002–2006 годах были очищены от отходов и реабилитированы приобъектовые временные хранилища исследовательского реактора Ф-1, а также комплексов «Р» и «Газовый завод».

ОЧИСТКА ГРУНТА

В ходе ликвидации старых хранилищ в общей сложности образовалось 8–10 тыс. м³ загрязненного грунта, относящегося к низкоактивным отходам. Поскольку такое количество отходов невозможно было вывезти с территории института, было решено осуществить его очистку на месте проведения реабилитационных работ.

Проведенные ВНИИИМ исследования показали, что большая часть радионуклидов (более 80–85%), содержащихся в загрязненном грунте, сосредоточена в

The air of work zones was continuously monitored to measure levels of airborne radioactivity. In order to reduce the formation of radioactive dust and airborne radiation, special dust-suppression methods and equipment were used, which resulted in a thousands-fold decrease in the appearance of dust and airborne radiation.

Continuous dosimetry was performed for work locations, as well as monitoring of the radiological situation on the site, which was ensured by a gamma-radar capable of measuring ionising radiation photons flux and spectrum from a particular location.

The most dangerous and difficult to access storage facility was the one where, in addition to other radwaste, over 200 metal casks with higher-level radwaste were housed, and the entire mass of radwaste was fully enclosed in a high-strength concrete matrix. To work on this storage facility, a special concrete structure was built – the 'shadow radiation shield'. Inside this structure, all technological operations to retrieve and process the radwaste, including segregation and container packaging, were performed using robotics supervised by a specially designed system that included a gamma visor and video cameras.

The retrieved radwaste was then segregated using radiation parameters and then placed into certified metal or reinforced concrete containers (with individual data 'passports' produced), which were later removed for long-term storage to the site of Radon Moscow using specialised motor vehicles of Radon. Further segregation, treatment and conditioning of radwaste were done by Radon. Radon specialists developed a set of requirements for packages, transport overpacks and special transport vehicles, technologies for transportation, processing, conditioning and long-term storage of radioactive waste.

The taking-down of the 10 old storage facilities was completed in 2006. Over 3.400 m³ of solid radwaste with the total activity of over 1.9×10¹³ Bq (over 500 Ci) were removed. Currently, over 3.000 m³ of retrieved radwaste have already been placed in long-term storage locations on the Radon Moscow polygon, and about 300 tonnes of low-level scrap metal were sent for remelting to Ecomet-S in Sosnoy Bor, Leningrad Region.

In addition, during 2002–2006 on-site temporary storage facilities of research reactor F-1, R-complex and Gas Plant were cleaned from radwaste and rehabilitated.

DECONTAMINATION OF SOIL

The dismantling of old storage facilities produced a total of approximately 8–10 thousand m³ of contaminated soil, which is regarded as low-level radwaste. As it was impossible to remove this amount of radwaste from the Institute, it was decided to decontaminate it on the spot.

Research performed by VNIINM showed that most radionuclides (over 80–85%) contained in the soil concentrated in the fine muddy and clayey fractions. To clean this soil, a decontamination technique was used that is based on water-gravitation separation of the contaminated soil into fractions by size. The larger fractions and sand after cleaning would be re-used, while the fine fraction would be sent for long-term storage as radwaste.

On the basis of this technique, the Kurchatov Institute, assisted by specialists from VNIINM, VNIHT and Gosmash-

мелкодисперсной илстой и глинистой фракциях. Для очистки грунта была принята технология дезактивации, суть которой заключается в водно-гравитационном разделении загрязненного грунта на фракции по размеру. При этом крупные фракции и песок после очистки используются повторно, а мелкодисперсная фракция отправляется на длительное хранение как РАО.

На основе данной технологии институтом совместно со специалистами ВНИИИМ, ВНИИХТ и завода «Гормашэкспорт» (Новосибирск) была создана опытно-промышленная установка мокрой дезактивации загрязненного грунта. С помощью этой установки в течение 2005–2006 годов было очищено свыше 6200 м³ загрязненного грунта и только около 700 м³ удалено на длительное хранение в качестве вторичных РАО. При этом удельная активность основной части (70–80%) исходного грунта снизилась в четыре-пять раз.

Однако для решения проблемы более глубокой очистки загрязненного грунта в 2006 году специалисты ГУП МосНПО «Радон» создали опытную установку дезактивации загрязненного грунта следующего поколения на основе метода реагентной очистки грунтов от радионуклидов. В отличие от предыдущей, она оснащена более компактным оборудованием и позволяет снизить удельную активность загрязненного грунта в 100–200 раз. Производительность этой установки – 1,5 м³ исходного грунта за смену, в режиме опытной эксплуатации уже очищено около 20 м³ грунта.

На ГУП МосНПО «Радон» планируют создать установку такого типа специально для условий Курчатовского института, а также разработать ее блочно-мобильную модификацию для проведения работ по очистке территорий, загрязненных радионуклидами.

В настоящее время работы по очистке загрязненного грунта близки к завершению.

Технические средства, технологии и последовательность проведения работ по реабилитации территории Курчатовского института доказали свою эффективность. Накопленный опыт будет востребован на других радиационно-опасных объектах института.

Сегодня на спецплощадке РНЦ КИ продолжает эксплуатироваться сооружение для временного хранения высокоактивных отходов. Кроме того, создана накопительная площадка для временного складирования и промежуточного хранения контейнеров с низко- и среднеактивными отходами, сооружают централизованный цех по фрагментированию и кондиционированию отходов.

Все эти сооружения предполагается использовать при обращении с радиоактивными отходами, которые будут образовываться при продолжении в институте работ по реабилитации, а также при демонтаже исследовательских реакторов, остановленных для вывода из эксплуатации.



Гамма-локатор
Gamma radar

export (Novosibirsk) produced a pilot installation for wet decontamination of contaminated soil. Using this installation, in 2005–2006 over 6.200 m³ of contaminated soil were cleaned, while only 700 m³ were removed for long-term storage as secondary radwaste. This achieved a 4–5-fold reduction in the specific activity of most (70–80%) of the input soil.

However, to resolve the issue of deeper decontamination of contaminated soils, in 2006 Radon Moscow created a pilot next-generation soil decontamination plant based on the use of reagents for removal of radionuclides from the soil. Unlike the previous installation, this one used smaller-size equipment and provided 100–200-fold reduction in activity of the original soil. The capacity of this installation is 1.5 m³ of input soil per shift. Some 20 m³ of soil have already been cleaned during trial operation of this plant.

Radon Moscow is planning to build a plant of this type that would be specifically adapted to the conditions of the Kurchatov Institute, and also to develop its modular transportable modification to be used at other locations contaminated with radionuclides.

Currently, the work to clean the contaminated soil on the Kurchatov site is nearing completion.

The equipment, technologies and sequence of activities used for rehabilitation of the Kurchatov Institute site have proven their effectiveness. The experience that has been gained here will be in demand at other radiation-hazardous installations of the Institute.

Currently still in operation on the Kurchatov site is the temporary storage facility for high-level waste. In addition, there is an 'accumulation' ground for intermediate temporary storage of containers with low- and medium-level radwaste. A centralised work shop for waste fragmentation and conditioning is also under construction.

All of these installations are intended to be used for management of radioactive waste that will be generated during the continued rehabilitation work at the Institute's site, as well as during the dismantling of research reactors that have been shut down for subsequent decommissioning.