

РЕАБИЛИТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ УРАНОВОГО СЫРЬЯ

REHABILITATION OF RAW URANIUM PROCESSING FACILITIES

В.Г. ВОЛКОВ, *к.т.н.*,
В.И. ПАВЛЕНКО, *к.т.н.*,
А.В. ЧЕСНОКОВ, *к.ф.-м.н.*
(РНЦ «Курчатовский институт»)
А.Э. АРУСТАМОВ, *к.т.н.*
(ГУП МосНПО «Радон»),
Д.В. КОЗЫРЕВ,
И.В. ПИКУЛИНА (ФГУП ЦУФС)

V.G. VOLKOV, *Candidate of Technical Sciences*,
V.I. PAVLENKO, *Candidate of Technical Sciences*,
A.V. CHESNOKOV, *Candidate of Science in Physics and Mathematics*
(RRC "Kurchatov Institute")
A.E. ARUSTAMOV, *Candidate of Technical Sciences*
(SUE SIA Moscow Radon),
D.V. KOZYREV,
I.V. PIKULINA (FSUE "Federal Property Management Center")

■ В рамках федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности России на 2008 год и на период до 2015 года» предусматривается начало реабилитации объектов и территорий Кирово-Чепецкого химического комбината, загрязненных радиоактивными веществами в процессе производства ядерного топлива.

ОТХОДЫ УРАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

На Кирово-Чепецком химическом комбинате (КЧХК), построенном в конце 30-х годов, в основном выполнялись работы, связанные с реализацией военных программ. В составе комбината были созданы производственные мощности по переработке уранового сырья для производства гексофторида (ГФУ) и тетрафторида урана (ТФУ), используемых в процессе обогащения ядерного топлива.

В процессе производства сточные воды подвергались очистке и радиационному контролю. Технологические отходы после максимального извлечения из них урана (путем выщелачивания в горячей азотной кислоте с последующей промывкой содовым раствором) в виде паст размещались в бетонных хранилищах с битумной гидроизоляцией (№ 97 и №25(2-5)) или в приповерхностных сооружениях траншейного типа с глиняной гидроизоляцией (хранилища №25(1,7) и №205(1,2)). Низкоактивные шламы размещались в шламохранилищах №1 (секция 3) и №3 (см. рис). Нетехнологические ТРО (загрязненные строительный мусор, грунт, средства индивидуальной защиты и другое оборудование) помещали в приповерхностные временные хранилища траншейного типа с глиняной гидроизоляцией №25(6), №7(1-5).

В процессе изготовления ГФУ и ТФУ подверглись загрязнению основные производственных корпуса комбината – 2, 2а, 93, грунты под ними, а также места заполнения и слива цистерн для транспортировки жидких РАО из корпуса 2а на переработку в корпус 93. Кроме того, на объектах производства ГФУ была загрязнена территория, прилегающая к площадкам выдержки технологических ТРО перед переработкой. Эти площадки сначала располагались между корпусами 2 и 2а, затем на поверхности закрытых хранилищ – №25(1-5) и №25(7).

■ *The Federal Target Program "Russia's Nuclear and Radiation Safety Assurance in 2008 and in Period to 2015" provides for the beginning of rehabilitation of Kirovo-Chepetsky Chemical Plant facilities and sites, contaminated in the process of nuclear fuel fabrication.*

WASTE FROM URANIUM PRODUCTION

Kirovo-Chepetsky Chemical Plant (KCCP), built in the end of 1930ies, mainly performed the tasks related to the implementation of defense programs. The Plant includes industrial uranium processing capacities allowing the production of uranium hexafluoride (UHF) and uranium tetrafluoride (UTF), which are used in the process of nuclear fuel enrichment.

In the course of production, sewage waters were subject to cleanup and radiation monitoring. Process waste in form of paste, after the maximum possible amount of uranium was extracted from it (by leaching in the hot nitric acid followed by soda rinse), was placed into bitumen-waterproof concrete repositories (No 97 and 25 (2-5)), or into near-surface clay-waterproof trench-type storage facilities (No 25 (1, 7) and 205 (1, 2)). Low-level sludge was stored in the sludge storage tanks No 1 (section 3) and No 3 (Fig. 1). Non-process solid radioactive waste (contaminated construction debris, soil, personal protection kits and other equipment) was placed into temporary near-surface clay-waterproof trench-type storage facilities – No 25 (6) and No 7 (1-5).

UHF and UTF fabrication resulted in the contamination of KCCP's main production buildings (2, 2a, 93) and their underlying soils, as well as the site of filling/discharge of cisterns transporting liquid radwaste for processing from building 2a to building 93. Besides, UHF production facilities also included a contaminated area adjacent to the process solid radwaste pre-processing cooling sites. Initially these sites have been located between buildings 2 and 2a, and after that – on the ground surface above the closed repositories No 25 (1-5) and No 25 (7).

In 1991, the Plant has stopped producing UHF and UTF, and in the middle of 1990-ies it was sold to private owners. In 2007, following the ruling of the Kirov regional prosecutor's office, all KCCP facilities and sites ever used for uranium processing came back into the state ownership and were transferred to the Federal State Unitary Enterprise (FSUE) "Federal

В 1991 году производство ГФУ и ТФУ было прекращено, а в середине 90-х комбинат был продан частным лицам. В 2007 году, в соответствии с определением прокуратуры Кировской области, все объекты и территории КЧХК, задействованные в переработке уранового сырья, были возвращены в государственную собственность и переданы ФГУП «Центр управления федеральной собственностью». В 2007 году по просьбе Росатома их обследовали специалисты РНЦ «Курчатовский институт» и МосНПО «Радон». Были измерены уровни загрязнения зданий, грунтов и РАО, помещенных в хранилища, выбраны технологии реабилитации объектов и территорий, а также обращения с радиоактивными отходами. Выяснилось, что основными загрязняющими радионуклидами являются ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}U , в отдельных местах – другие делящиеся радионуклиды.

КОНЦЕПЦИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕРРИТОРИИ И ОБЪЕКТОВ КЧХК

Именно эти исследования легли в основу «Концепции реабилитации радиационно-загрязненных объектов и территорий Кирово-Чепецкого химического комбината, обеспечения радиационной безопасности населения Кировской области», созданной специалистами РНЦ «Курчатовский институт» и ГУП МосНПО «Радон».

Концепция нацелена на вывод из эксплуатации объектов производства ГФУ и ТФУ, реабилитацию зданий, территорий, хранилищ РАО и шламохранилищ, созданных на комбинате за время функционирования цехов, перерабатывавших урановое сырье, обеспечение условий безопасной работы персонала комбината, не связанного с радиационно-опасными работами.

Основные задачи реабилитационных работ – обеспечение безопасного состояния шламов и радиоактивных отходов в хранилищах, дезактивация зданий и оборудования цехов по производству ГФУ и ТФУ, ликвидация отдельных хранилищ РАО, прекращение поступления радионуклидов в грунтовые воды и другие объекты окружающей среды.

Концепция опирается на опыт реабилитации других объектов и применения технологий дезактивации. При ее разработке руководствовались следующими положениями. Шламы в шламохранилищах и РАО в хранилищах низкоактивных отходов, составляющие основной объем предназначенных для захоронения отходов, должны переводиться в иммобильную форму путем помещения в отверждающую матрицу или отверждением на месте. Среднеактивные отходы, хранящиеся в бетонных сооружениях, сохранивших защитные свойства, следует отверждать в массиве хранилищ и защищать от воздействия внешних природных факторов. Хранилища РАО средней активности, не имеющие бетонных оснований, необходимо полностью ликвидировать, а отходы разместить в новом промежуточном хранилище. Цеха производств ГФУ и ТФУ нужно вывести из эксплуатации – дезактивировать оборудование и от-

Property Management Center». In 2007, at Rosatom's request, specialists from RRC «Kurchatov Institute» and MosNPO «Radon» have examined these objects, measuring the levels of contamination of buildings, soils and radwaste in repositories, and selected the technologies to be used for rehabilitation of facilities and sites, as well as for radioactive waste management. It was discovered that the main contaminants are ^{137}Cs , ^{90}Sr and ^{238}U , though some spots are polluted with other fissile radionuclides.

KCCP FACILITIES AND SITES' REHABILITATION CONCEPT

The above study makes the basis of the “Concept of Rehabilitation of Radiation-Contaminated Facilities and Sites of Kirovo-Chepetsky Chemical Plant and Assurance of Radiation Safety of Kirov Regional Population” developed by the Kurchatov Institute jointly with Radon.

The Concept is focused on the decommissioning of UHF and UTF production capacities, rehabilitation of buildings, sites, radwaste repositories and sludge storage tanks built at the KCCP during the operation of raw uranium processing shops, and assurance of safe working conditions for the Plant's personnel not involved in radiation-hazardous operations.

The main tasks of the rehabilitation activities are: assurance of the safe state of sludge and radioactive waste inside the storage facilities; decontamination buildings and equipment previously involved in UHF and UTF production; liquidation of some radwaste repositories; and prevention of further penetration of radionuclides into underground waters and other environmental objects.

The Concept is based on the experience of other objects' rehabilitation and use of decontamination technologies. The following provisions underlie its development: Sludge contained into sludge storage tanks and radwaste in low-level waste repositories, which for the basic amount of waste to be disposed of, should be immobilized by their integration into a hardening matrix, or solidified on the spot. Medium-level waste stored into concrete repositories, which maintain



Шламохранилище №1 (секция 3)

The sludge storage tanks No 1 (section 3)

править его на переработку или захоронить, очистить здания и принять решение об их дальнейшем использовании. Территории, подвергшиеся радиоактивному и химическому загрязнению, необходимо тщательно обследовать, решение об их будущем должно основываться на прогнозных расчетах и применении математических моделей.

Таким образом, в рамках работ, предусмотренных концепцией, предполагается полностью вывести из эксплуатации производственные объекты здания 93, затем разместить здесь цеха по кондиционированию РАО и отработать методы обращения с технологическими и вторичными отходами.

Планируется с помощью технологий и оборудования фирмы «PENTEK» дезактивировать здание 100 (корпус 2а) и, может быть, восстановить производство ТФУ для перевода в более безопасное состояние запасов ГФУ. Следует также разработать способы иммобилизации технологических РАО. Отходы, помещенные в хранилища нетехнологических РАО, предполагается отверждать непосредственно в шламохранилищах. Радиоактивно-загрязненный грунт будет дезактивировать на установке радиометрической и водно-гравитационной сепарации.

Одним из ключевых моментов должно стать создание на территории, где размещены шламохранилища комбината, промежуточного пункта хранения РАО объемом 100 тыс. м³, в который будут помещать отходы в сертифицированных упаковках.

На первом этапе реализации концепции необходимо разработать математическую модель распространения техногенных радионуклидов с грунтовыми водами в районе размещения шламохранилищ и выбрать технологии иммобилизации радионуклидов, основываясь на прогнозном моделировании. Предполагается, что детальное радиационное обследование загрязненных объектов и территории КЧХК будет завершено в течение 2008 года. До 2011 года должны быть разработаны все необходимые технологии, осуществлены первоочередные организационно-технические мероприятия, приняты решения о конечном состоянии объектов реабилитации КЧХК, разработаны, согласованы и утверждены все проектные материалы, необходимые для производства работ и создания приобъектового хранилища РАО, а непосредственное выполнение работ начнется с 2011 года.

Безусловно, положения концепции требуют серьезного обсуждения специалистами, привлечения к работе организаций, владеющих технологиями обращения и переработки РАО, содержащих делящиеся вещества, проектных организаций для разработки проектов вывода из эксплуатации объектов производства ГФУ и ТФУ, а также проекта промежуточного приобъектового хранилища отходов.

Работы выполнялись при финансовой поддержке и за счет средств Федерального агентства по атомной энергии.

their protective capabilities, should be solidified inside these repositories and protected against external environmental impacts. Medium-level waste repositories without concrete basement should be liquidated, and waste from them placed into a new interim storage facility. UHF and UTF production shops should be decommissioned – i.e., their equipment should be decontaminated and either disposed of or recycled, buildings should be cleaned up and decision should be made about their further use. Radioactively and chemically contaminated sites should be thoroughly examined, and all decisions concerning their future should be based on the projections calculated using mathematical models.

That is, the works foreseen by the Concept provide for the complete decommissioning of facilities in building 93 followed by deploying radwaste-conditioning shops in it, in order to master the methods of process and secondary waste management.

It is also planned to decontaminate building 100 (2a) using the technologies and equipment of PENTEK company, and – maybe – to restore the UTF production in order to convert the stock of UHF into a safer state. It is also necessary to develop the ways of process radwaste immobilization. Waste stored in non-process radwaste repositories will be supposedly solidified directly into sludge storage tanks. Radiation-contaminated soils will be decontaminated using the radiometric/water/gravity separation facility.

Establishment of an interim radwaste storage facility capable to accept 100 thousand m³ of radwaste packed into certified casks on the current site of the Plant's sludge storage tanks should become one of the key developments.

During the initial phase of the Concept's implementation, it would be necessary to develop the mathematical model of technogenic radionuclides' transfer by underground waters in the area of sludge storage tanks, and to select the specific radionuclide immobilization technology on the basis of predictive models. It is expected that the detailed radiation examination of KCCP's contaminated facilities and sites would be completed in 2008. Then, by 2011, all the required technologies should be developed, urgent organizing and technical measures taken, decisions on the final state of KCCP rehabilitation objects made, and all design materials required for the works (including the construction of on-site radwaste repository) developed, approved and confirmed. The works themselves are scheduled to start from 2011.

The Concept's provisions certainly require serious consideration of specialists and involvement of organizations skilled in technologies of management and processing of radwaste containing fissile materials, as well as design organizations, in order to develop UHF and UTF production facilities' decommissioning projects and the on-site interim radwaste storage facility design.

This work was executed under financial support and on the means of Rosatom.

Цеха производств ГФУ и ТФУ нужно вывести из эксплуатации. Хранилища РАО средней активности, не имеющие бетонных оснований, необходимо полностью ликвидировать, а отходы разместить в новом промежуточном хранилище.

UHF and UTF production shops should be decommissioned. Medium-level waste repositories without concrete basement should be liquidated, and waste from them placed into a new interim storage facility.

VIII Международная специализированная выставка



2008

22–25 сентября

**Санкт–Петербург
Россия**

АТОМНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

в рамках 3–го Международного Ядерного Форума



ОСНОВНЫЕ ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ:

- Минерально–сырьевые ресурсы атомной энергетики
- Атомные электростанции. Плавучие АЭС
- Ядерные реакторы и установки
- Изотопная продукция
- Материалы. Приборы. Аппаратура различных типов и назначений
- Конструкционная и специальная керамика
- Специальные строительные материалы
- Средства радиационной защиты человека, предприятий, окружающей среды
- Профессиональная одежда и средства защиты для работников атомной промышленности

Оргкомитет:
197110, Россия, Санкт–Петербург, Петрозаводская ул., 12
Тел./Факс: (812) 320–80–91 E-mail: atom@restec.ru

www.restec.ru/atom