

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ (ПОДЗЕМНАЯ, ОТКРЫТАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ)

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТРАБОТАВШИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯДЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С НЕОПРЕДЕЛЕННЫМ БУДУЩИМ: МУРМАН, НОРНИКЕЛЬ И ЧУКОТКА КАК ГАРАНТЫ НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ И ПРИРОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Самаров Виктор Наумович

директор, доктор технических наук

Фирма «Лаборатория Новых Технологий»

Москва, Россия – Калифорния, США

E-mail: samarov13@aol.com

Непомнящий Виталий Залманович

старший научный сотрудник, кандидат технических наук

Фирма «Лаборатория Новых Технологий»

Москва, Россия – Калифорния, США

E-mail: vitnep37@rambler.ru

Комлева Елена Владимировна, научный сотрудник

Институт философии и политологии Дортмундского технического университета

44221, Федеративная Республика Германия, г. Дортмунд, ул. Эмил-Фигги, 50

E-mail: komleva_ap@mail.ru

С учетом разностороннего авторского профессионального опыта и других опубликованных материалов, разработана Концепция достаточно полного и завершеного международного цикла технологий обращения с наиболее опасными радиоактивными материалами (от их кондиционирования до долговременного хранения/захоронения). Кратко приведена идейная база, а также основные положения Концепции, предусматривающие реализацию в рамках некоего международного консорциума на территории, прежде всего, Кольского полуострова.

Ключевые слова: ядерная энергия, ядерные отходы, отработавшее ядерное топливо, горячее изостатическое прессование, международные хранилища, геологические и горные технологии, никель, Печенга, Росатом, Россия

INTERNATIONAL SPENT GEOLOGICAL NUCLEAR MATERIALS WITH UNCLEAR FUTURE: MURMAN, NORILSK NICKEL AND CHUKOTKA AS GUARANTORS OF NON-PROLIFERATION AND NATURAL SAFETY

Samarov Victor N.

Director

D.Sc. in Technical

Laboratory of New Technologies Firm

Moscow, Russia – California, the USA

E-mail: samarov13@aol.com

Nepomnyashchiy Vitaliy Z.

Senior Researcher

C.Sc. in Technical

Laboratory of New Technologies firm

Moscow, Russia – California, the USA

E-mail: vitnep37@rambler.ru

Komleva Yelena V.,

Research

Institute for Philosophy and Political Science of Dortmund Technical University

50 Emil-Figge st., Dortmund, 44221, Federal Republic of Germany

E-mail: komleva_ap@mail.ru

Based on the multi-faceted professional authors' experience as well as other publications, there was developed a Concept of a rather complete international cycle of technologies to handle the most dangerous kinds of radioactive materials (from their conditioning up to the long-term storage/ burial). This paper briefly gives a platform as well as basic framework of the Concept to be realized by an international consortium primarily on the territory of the Kola peninsula.

Keywords: nuclear energy, nuclear waste, spent nuclear fuel, hot isostatic pressing, international depositories, geological and mining technologies, nickel, Pechenga, Rosatom, Russia

Введение

Ядерные материалы, военного и невоенного назначения, обязаны своим появлением четкой мотивации и конкретным важнейшим государственным задачам. Данные материалы имеют конкретное национальное/корпоративное происхождение и конкретного национального владельца. За рамками срока использования по первоначальному жизненно важному назначению дальнейшая судьба большинства из них либо даже концептуально не была своевременно определена, либо постоянно рассматривалась как явление не главной повестки дня. За прошедшие десятилетия реализации в режиме «ядерной гонки» различных национальных программ, характеризовавшихся высочайшим уровнем централизации и секретности работ, накопились большие объемы отработавших и отложенных до разработки приемлемых уже для человечества в целом решений по их дальнейшей судьбе вторичных ядерных сырьевых материалов, а также прямых ядерных отходов. Реальность такова, что «ядерное наследие» национальных программ превратилось в крупную международную проблему, которая потребовала перехода на новый, международный, уровень работ посредством претворения в жизнь ряда международных проектов по обеспечению безопасности этого «наследия». Многие представители «зеленого» движения считают обеспечение безопасности отработавших ядерных материалов существующими методами невозможным.

Новый уровень и изменившиеся со времени начала «ядерной эры» политические, научно-технические и многие иные условия должны породить не только объединение финансовых, технических, методических, нормативных баз без существенного, как правило, изменения ориентации исключительно на возникшие ранее национально-ядерные технологические схемы и сеть построенных объектов для иных целей, нежели задачи управления безопасно-

стью «ядерного наследия». Для новых задач, генерирующих новые потребности и возможности, нужны и новые идеи, ориентиры, разумный выход за ограничительные рамки ядерной отрасли, комплексный потенциал которой хотя и велик, но все же по многим новым позициям недостаточен и может быть дополнен за счет заимствований из других отраслей промышленности.

Далее на примере контуров Концепции Кольского международного кластера технологий обращения с высокоактивными отходами (ВАО) и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) показаны возможность и отдельные фрагменты нового подхода.

Контур концепции кольского международного кластера технологий обращения с высокоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом

Основания:

- 1) международный принцип ядерного нераспространения;
- 2) озвученные президентом РФ В.В. Путиным инициативы Росатома о расширении спектра международных ядерных услуг (2006г.) в условиях, когда инициатор, желающий продавать, выдавливается с зарубежного рынка со своим свежим ядерным топливом. Есть предположение, что аналогично будет и относительно перспектив Росатома получать для коммерческой утилизации отработавшее ядерное топливо других производителей [1]. Надо успеть, максимально используя готовую научно-техническую и производственную базу (как ядерной, так и других отраслей промышленности), сформировать на международном уровне, с удобной логистикой, высокой коллективной безопасностью и в технологических традициях большинства стран российский приоритет для завершающей стадии жизни ядерного топлива и без его радиохимической переработки (что более приемлемо для зарубежья, учитывая господствующие там взгляды на оценку технологий с позиций нераспространения и экологии), значительно и нестандартно усиливая, тем самым, набор потенциальных предложений и партнеров (в том числе, вне ядерной сферы) Росатома. Этот приоритет не будет противоречить внутреннему национальному курсу на переработку российского отработавшего топлива, но дополнит его новой международной нишей весьма прибыльных услуг;
- 3) научные дискуссии среди профессионалов-ядерщиков (например, [2]) и потенциал знаний и умений, суммарно накопленный при разнообразном освоении и комплексной переработке минерального сырья (горно-геологические и химико-обогачительно-металлургические аналоги-объекты и аналоги-технологии [3], а также конкретно компетенции ОАО «ГМК 'Норильский никель'»);
- 4) уже действующее российское законодательство и потенциально возможное, стимулирующие поиск адекватных научно-технических решений;
- 5) тенденции развития горнопромышленного и атомного кластеров Мурманской области, обозначенные «РЕКОМЕНДАЦИИ «круглого стола» на тему «Развитие законодательной базы в области природных ресурсов, природопользования и экологии: региональный аспект»» (ГД РФ, Комитет по природным ресурсам, природопользованию и экологии, г. Мурманск 29 октября 2013 г.) и выявленные дополнительно при анализе этого документа. В частности, отсутствие каких-либо зафиксированных исторических пер-

спектив применительно к некогда важным для страны и области медно-никелевым месторождениям Печенги и, к сожалению, ОАО «ГМК 'Норильский никель'» в регионе [4];

б) междисциплинарный подход и тенденции интернационализации усилий в сфере ядерной и радиационной безопасности, преимущества периферийных (особенно приграничных, с развитой инфраструктурой) регионов РФ при международной изоляции ядерных отходов [5];

7) арктический вектор развития России, Мурманской области (при несостоявшемся газовом счастье Мурмана) и ОАО «ГМК 'Норильский никель'».

Цели:

1) объединение современных научно-технических решений, материаловедческих и горно-геологическо-технологических, для повышения эффективности среднесрочной и долговременной изоляции российских и зарубежных (либо изначально зарубежных) радиоактивных материалов (прежде всего, ВАО и ОЯТ) от биоты;

2) расширение геополитического значения и международных функций Мурманского транспортного узла;

3) поддержка, модернизация и диверсификация промышленного потенциала Мурманского побережья, Печенгского района Мурманской области и ОАО «ГМК 'Норильский никель'».

Горячее изостатическое прессование (ГИП) и кондиционирование контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ:

а) Основа ГИП-технологии – пластическая деформация (в замкнутом объеме газостата) внешней оболочки герметизируемых упаковок, циркония и засыпного материала при высоких давлении и температуре в атмосфере инертного газа.

б) Суть новой технологической идеи: адаптация освоенных в аэрокосмической промышленности методов и средств для герметизации и омоноличивания ВАО/ОЯТ (один из прецедентов, американо-австралийский, адаптации и поставщиков оборудования применительно к некоторым другим видам радиоактивных материалов – [6, 7]).

в) Варианты материала оболочки:

- модификации нержавеющей стали, в том числе с добавками обедненного урана;

- карбид кремния;

- алюминиевые сплавы;

- новые камнеподобные материалы (литые или прессованные) на основе природных минералов.

г) Варианты засыпного материала:

- ферробор;

- природные минералы, способные, в частности, модифицироваться в герметики, эффективно поглощать тепловые нейтроны и/или сорбировать радионуклиды ([8, 9]; аналогия – технология Synrock, Synthetic Rock, которая очень хорошо обоснована по части физики и геохимии, разработана, широко описана и уже применяется австралийцами, ANSTO, в связке с газостатами AIP).

Площадки размещения газостатов

Варианты:

- РТП «Атомфлот», Мурманск;
- «Дальние Зеленцы» (пос. Порчниха);
- Центр кондиционирования и хранения радиоактивных отходов (РАО) «Сайда-Губа», СевРАО;
- База хранения ОЯТ/ВАО «Губа Андреева», СевРАО;
- п. Никель/г. Заполярный, замещение выбывающей со временем металлургической/обогащительной инфраструктуры ОАО «ГМК 'Норильский никель'»;
- предварительно ГИП-технология/ее элементы могут быть отработаны по новому назначению под контролем и при участии российских и зарубежных (например, компании Westinghouse) специалистов ядерной отрасли при одной из ближайших АЭС (в городах Полярные Зори либо Сосновый Бор), в крайнем случае (на неактивных моделях), - на базе ОАО «ГМК 'Норильский никель'», в Австралии (ANSTO) или на площадке «Лаборатории Новых Технологий» в Калифорнии.

Площадки наземного временного складирования контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ

(до/после ГИП-кондиционирования)

Варианты:

- Центр кондиционирования и хранения РАО «Сайда-Губа», СевРАО;
- База хранения ОЯТ/ВАО «Губа Андреева», СевРАО.

Площадки подземного долговременного хранения/захоронения контейнеров/пеналов с ВАО/ОЯТ

(после ГИП-кондиционирования)

В контексте времени и потенциальной опасности – это главное звено Концепции.

Варианты:

- «Дальние Зеленцы» (пос. Порчниха), определена как наилучшая (но с излишними, неадекватно международным реалиям, ограничениями: только для РАО гражданских объектов Северо-Запада РФ, без ОЯТ, не вблизи месторождений полезных ископаемых) по состоянию на 2000 г. [10], проект NUCRUS 95410 программы TACIS, западноевропейский консорциум (фирмы SGN-ANDRA-ANTEA, Франция и Tractebel/Belgatom, Бельгия), ВНИПИЭТ и Горный институт КНЦ РАН;
- «Печенга» (вблизи п. Никель и г. Заполярный, при выборе площадки «Дальние Зеленцы» не рассматривалась, так как попала под ограничения проекта NUCRUS 95410, неуместные сейчас), замещение выбывшей и выбывающей горной инфраструктуры ОАО «ГМК 'Норильский никель'» (глубокий карьер, подземные выработки и сочетание сооружений под и над земной поверхностью), потенциальную возможность наличия принципиально пригодных для размещения ВАО породных толщ независимо показали Ф.Ф. Горбачевич (Геологический институт КНЦ РАН, 1994 г., устное сообщение, исследование керна СГС-3), Ю.И. Кузнецов (МНТЦ, «Герс», проект № 262, исследование керна СГС-3, 1994–1996 гг., [11]), В.Н. Комлев и др. (данные по раз-

ведочным скважинам, 1999г., [12]), А.С. Сергеев и Р.В. Богданов ([13], исследование керна СГС-3).

Примечание:

1) подобный подход к организации работ с национальными/зарубежными ВАО/ОЯТ (ГИП-кондиционирование + существующая ядерная, геологическая и горная инфраструктура), в принципе, видится и относительно Казахстана (бывший Семипалатинский полигон), а также еще одного какого-либо региона РФ: например, Урала (в том числе, с привлечением исследований по СГС-4), Камчатки (объекты ДальРАО как, прежде всего, площадки для газостатов и временного хранения упаковок с ВАО/ОЯТ), Магаданской области, Якутии, Красноярского края или Забайкалья (в Краснокаменске, как и на Печенге, проблемы с рудой [14]);

2) особое значение в ряду примеров потенциально перспективных регионов РФ может быть у северо-восточного приморского аналога (одновременно и антипода, в зоне многолетнемерзлых пород) Мурмана – Чукотского полуострова (как второго важного элемента мировой системы подземного хранения/захоронения ВАО/ОЯТ, включая генерированные Билибинской АЭС, и «аналога наоборот» значению Чукотки после второй мировой войны, «Нам бы только за бережок...зацепиться...» [15]). Глобальная история учит, что успешным может быть только такое сотрудничество / «сотрудничество», когда европейский вектор дополнен американским. Газостаты целесообразно было бы разместить в помещениях снимаемой с эксплуатации Билибинской АЭС, тем самым продлевая жизнь ядерному объекту Чукотки. Вполне возможно, что при большом прошлом российском опыте в части проектирования для условий мерзлоты (впрочем, как и для пород с положительным температурным режимом), подземные объекты хранения/захоронения на Чукотке и Печенге, синхронно выпестованные ВНИПИПТ и/или ГИПРОНИКЕЛЕМ совместно с зарубежными партнерами (преимущественно из Германии, Финляндии, Швеции и Канады), выявили бы еще одну причину необходимости окончательного отказа от хранилища США Yucca Mountain с перераспределением финансирования в пользу российских вариантов;

3) отдельные положения Концепции рассмотрены и одобрены Научным советом по металлургии и металловедению ОХНМ РАН.

Заключение

Формирование нового баланса неоднородных интересов разных стран и корпораций при выходе на международный уровень обеспечения безопасности ОЯТ и ВАО, привлечение к решению этой проблемы нетрадиционных для ядерной деятельности участников из других сфер науки, техники и промышленности, пересмотр социально-экономических и географических принципов принятия решений при создании конкретных объектов – все это может позволить создать надежную систему среднесрочного/чрезвычайно длительного хранения или окончательной изоляции/захоронения таких суперопасных высокоэнергетических материалов. Прежде всего, в России.

Список литературы:

1. Комлев В. Н. Тенденции интеграции и потенциал севера России в проблеме изоляции радиоактивных отходов / В. Н. Комлев, Н. И. Бичук, В. Г. Зайцев, Г. С. Мелихова, В. А. Павлов // Открытая экономика : экспертный сайт. – Режим доступа: http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. Конухин В. Ядерные технологии и экосфера / В. Конухин, В. Комлев. – Апатиты : Кольский научный центр Российской академии наук, 1995. – 335 с.
3. Мельников Н. Н. Материалы на основе минерального и техногенного сырья в инженерных барьерах для изоляции радиоактивных отходов / Н. Н. Мельников, В. П. Конухин, В. Н. Комлев. – Апатиты, Кольский научный центр Российской академии наук, 1998. – 94 с.
4. Нужно продумать шаги по развитию «урановой» столицы России и выйти с предложениями на руководство страны – полпред // «Байкал Финанс». – Режим доступа: <http://baikalfinans.com/ekonomika/nuzhno-produmat-shagi-po-razvitiyu-uranovoy-stolitsyi-rossii-i-vyyiti-s-predlozheniyami-na-rukovodstvo-stranyi-polpred-27032015-14914616.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
5. Представитель «Росатома»: ППГХО осталось «жить» 5 лет // Zabmedia : электронное периодическое издание. – Режим доступа: <http://zabmedia.ru/news/75054/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
6. Применение технологии горячего изостатического прессования для утилизации радиоактивных отходов. – Режим доступа: <http://labdepot.ru/images/file/AIP/Utilizaciya%20radioaktivnih%20otkhodov%20s%20ispolzovaniem%20metoda%20HIP.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
7. Радиационная безопасность: радиоактивные отходы и экология : тезисы докладов конференции. – Санкт-Петербург, 1999.
8. Развитие законодательной базы в области природных ресурсов, природопользования и экологии: региональный аспект», состоявшегося 29 октября 2013 г. в г. Мурманске : об утверждении рекомендаций «круглого стола» // Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации. – Режим доступа: <http://www.komitet2-21.km.duma.gov.ru/site.xp/052050050124049048055057.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
9. Развитие законодательной базы в области природных ресурсов, природопользования и экологии: региональный аспект : рекомендации «круглого стола» // Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации. – Режим доступа: <http://www.komitet2-21.km.duma.gov.ru/site.xp/052050050124049048055057.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
10. Тимошенко М. "Нам бы только за бережок Аляски зацепиться..." / М. Тимошенко // Оружие России : информационное агентство. – Режим доступа: <http://www.arms-expo.ru/analytics/vospominaniya/nam-by-tolko-za-berezhok-alyaski-zatsepitsya-/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
11. Ядерное расширение: Украина становится глобальным игроком рынка мирного атома // ПРОАтом : информационное агентство. – Режим доступа: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5900>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
12. Komlev V. N. Use of Natural Materials from Northern Russia for the Isolation of Radioactive Wastes and Spent Nuclear Fuel / V. N. Komlev // Defence Nuclear Waste Disposal in Russia: International Perspective. – 1998. – Vol. 18. – Pp. 85–98.

References

1. Komlev V. N., Bichuk N. I., Zaytsev V. G., Melikhova G. S., Pavlov V. A. Tendentsii integratsii i potentsial severa Rossii v probleme izolyatsii radioaktivnykh otkhodov [Trends in the integration and the potential of the north of Russia in the issue of disposal of radioactive waste]. *Otkrytaya ekonomika* [Open Economy], Available at: http://www.opec.ru/news.aspx?id=221&ob_no=86000.
2. Konukhin V., Komlev V. *Yadernye tekhnologii i ekosfera* [Nuclear technology ecosphere], Apatity, Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences Publ. House, 1995. 335 p.
3. Melnikov N. N., Konukhin V. P., Komlev V. N. *Materialy na osnove mineralnogo i tekhnogennogo syr'ya v inzhenernykh barerakh dlya izolyatsii radioaktivnykh otkhodov* [Materials on the basis of mineral and technogenic raw materials in the engineered barriers to isolate radioactive waste], Apatity, Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences Publ. House, 1998. 94 p.
4. Nuzhno produmat shagi po razvitiyu «uranovoy» stolitsy Rossii i vyyiti s predlozheniyami na rukovodstvo strany – polpred [It is necessary to consider steps to develop "uranium" and leave the Russian capital with proposals on the country's leadership – envoy]. *«Baykal Finans»* ["Baikal

Finance"]. Available at: <http://baikalfinans.com/ekonomika/nuzhno-produmat-shagi-po-razvitiyu-uranovoy-stolitsyi-rossii-i-vyiiti-s-predlozheniyami-na-rukovodstvo-stranyi-polpred-27032015-14914616.html>.

5. Predstavitel «Rosatoma»: PPGKhO ostalos «zhit» 5 let [The representative of "Rosatom": PIMCU remained "live" 5 years]. *Zabmedia*. Available at: <http://zabmedia.ru/news/75054/>.

6. *Primenenie tekhnologii goryachego izostaticheskogo pressovaniya dlya utilizatsii radioaktivnykh otkhodov* [Application of the technology of hot isostatic pressing for the disposal of radioactive waste]. Available at: <http://labdepot.ru/images/file/AIP/Utilizatsiya%20radioaktivnih%20otkhodov%20s%20ispolzovaniem%20metoda%20HIP.pdf>.

7. *Radiatsionnaya bezopasnost: radioaktivnye otkhody i ekologiya* [Radiation safety: radioactive waste and ecology], Saint Petersburg, 1999.

8. Razvitie zakonodatel'noy bazy v oblasti prirodnykh resursov, prirodopolzovaniya i ekologii: regionalnyy aspekt», sostoyavshegosya 29 oktyabrya 2013 g. v g. Murmanske : ob utverzhenii rekomendatsiy «kruglogo stola» [Development of the legislative framework in the field of natural resources, environmental management and ecology: a regional perspective ", held on October 29 2013 in Murmansk: the approval of the recommendations of the " round table]. *Gosudarstvennaya Duma Federal'nogo Sobraniya Rossiyskoy Federatsii* [The State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation]. Available at: <http://www.komitet2-21.km.duma.gov.ru/site.xp/052050050124049048055057.html>.

9. Razvitie zakonodatel'noy bazy v oblasti prirodnykh resursov, prirodopolzovaniya i ekologii: regionalnyy aspekt : rekomendatsii «kruglogo stola» [Development of the legislative framework in the field of natural resources, environmental management and ecology: regional aspect: the recommendations of the "round table"]. *Gosudarstvennaya Duma Federal'nogo Sobraniya Rossiyskoy Federatsii* [The State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation]. Available at: <http://www.komitet2-21.km.duma.gov.ru/site.xp/052050050124049048055057.html>.

10. Timoshenko M. "Nam by tolko za berezhok Alyaski zatsepitsya..." ["We would only Berezhok Alaska to catch ..."]. *Oruzhie Rossii* [Russian Weapons]. Available at: <http://www.arms-expo.ru/analytics/vospominaniya/nam-by-tolko-za-berezhok-alyaski-zatsepitsya-/>.

11. Yadernoe rasshirenie: Ukraina stanovitsya globalnym igrokom rynka mirnogo atoma [Nuclear expansion: Ukraine is becoming a global player in the market of the peaceful atom]. *PRoAtom*. Available at: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5900>.

12. Komlev V. N. Use of Natural Materials from Northern Russia for the Isolation of Radioactive Wastes and Spent Nuclear Fuel. *Defence Nuclear Waste Disposal in Russia: International Perspective*, 1998, vol. 18, pp. 85–98.

**ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ
В ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЕ,
ПОДТОПЛЯЕМЫХ РАЙОНАХ ПРИКАСПИЙСКОЙ
И ТЕРСКО-КУМСКОЙ НИЗМЕННОСТЕЙ**

Родняков Дмитрий Александрович

главный инженер

Астраханское ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Ставрополь»

E-mail: Rodnyakov_d_a@mail.ru

Петрянин Александр Викторович

старший преподаватель

Астраханский государственный технический университет

414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

E-mail: aleks1-09@mail.ru