

ОТ РЕДАКТОРА

Высокообогащенный уран и выделенный плутоний – это два ключевых материала, применяемых в изготовлении ядерного оружия. Производство килограммовых количеств высокообогащенного урана (ВОУ) и плутония, требующихся для оружия, было главной задачей Манхэттенского проекта США во время Второй мировой войны, и всех последующих программ ядерного оружия. Современные образцы ядерного оружия обычно могут содержать один, или оба этих расщепляющихся материалов. За исключением Соединенных Штатов и Великобритании, остальные государства, обладающие ядерным оружием, оставили секретным количество произведенных ими ВОУ и плутония, и текущие размеры их запасов.

В опубликованной в 1993 году в этом журнале статье Стив Феттер из Мэрилендского университета заметил, что «Отчетность по предыдущему производству расщепляющихся материалов ... [будет] неотъемлемым элементом продвижения всего мира в направлении ядерного разоружения» и выдвинет убедительные доводы в пользу развития нового направления «ядерной археологии» для разработки методов предоставления независимых свидетельств о предыдущей эксплуатации установок для обогащения урана и производства плутония, и количества изготовленных на них материалов [Steve Fetter, "Nuclear archaeology: Verifying declarations of fissile material production," *Science & Global Security*, Vol. 3, no. 3-4 (1993): 237–259]. Доверие к сокращению ядерных арсеналов и их окончательному уничтожению значительно усилится, если страны, обладающие ядерным оружием, будут декларировать их общее производство расщепляющихся материалов, и если эти декларации можно будет верифицировать.

В первой статье данного выпуска группа исследователей из Тихоокеанской Северо-западной национальной лаборатории США (Томас У. Вуд, Брюс Д. Рейд, Кристофер М. Туни, Каннан Кришнасвами, Кимберли А. Бернс, Ларри О. Касацца, Дон С. Дейли, и Лиза Л. Дакворс) сообщает о прогрессе, достигнутом за последние 20 лет в их лаборатории и в сотрудничестве с другими учеными в создании методов ядерной археологии. Статья «Будущее ядерной археологии: сокращение рисков наследия оружейных расщепляющихся материалов» объясняет, что анализ отношений изотопов в отобранных примесях в графите замедлителя реактора для производства плутония достаточно хорошо развит для того, чтобы предоставить надежную и точную (с ошибкой менее 2 %) оценку производства плутония в реакторе за все время его эксплуатации. Аналогичный метод с использованием изотопных отношений в металлических элементах активной зоны реактора был продемонстрирован и для других типов реакторов (например, реакторов с тяжеловодным замедлителем).

Однако, авторы статьи «Будущее ядерной археологии» отмечают, что «проблема оценки исторического производства ВОУ предъявляет значительно большие технические требования и гораздо менее развита в экспериментальном аспекте», чем в производстве плутония. Они сообщают о работах в Тихоокеанской Северо-западной национальной лаборатории США в области развития методов ядерной археологии, которые могут быть применены к обогащению урана на заводах с газовыми центрифугами – самой распространенной в настоящее время технологии обогащения. Археологические сигнатуры включают толщину и изотопный профиль коррозионного слоя, образующегося на металлических деталях центрифуги в результате реакции с ураносодержащим газом (гексафторидом урана UF_6), а также с количеством и распределением продуктов распада урана в слое и в металлических компонентах. Эти измерения в принципе могут предоставить оценки общего количества обогащенного урана, достигнутого уровня обогащения, количества кампаний обогащения и времени, прошедшего после окончания последней кампании.

Более половины ВОУ, произведенного во всем мире, было получено методом газовой диффузии, технологии, разработанной во время второй мировой войны Францем Симоном (1893–1956) по британской программе ядерного оружия, и реализованной в промышленном масштабе в Манхэттенском проекте. Этот метод основан на относительно более быстрой диффузии через пористые барьеры более легких молекул газообразного UF_6 , содержащих уран-235, по сравнению с молекулами, содержащими уран-238. В статье «Ядерная археология на заводах обогащения по методу газовой диффузии» Себастьян Филиппе и Александр Глэзер из Принстонского университета представляют предложение по использованию частиц урана, осажденных на барьерах разделения изотопов, для независимой реконструкции истории эксплуатации заводов обогащения по методу газовой диффузии. В статье приведены результаты моделирования работы

завода обогащения урана по методу газовой диффузии и осаждения твердых урановых частиц в трубчатых диффузионных барьерах, используемых для разделения изотопов урана-235 и урана-238. Эти отложения образуются в результате реакции UF_6 с водяным паром, попадающим в обогащающее оборудование, и они представляют собой твердые частицы из UO_2F_2 . При выводе из эксплуатации газодиффузионных заводов в Соединенных Штатах, Великобритании и Франции было обнаружено, что диффузионные барьеры загрязнены такими урансодержащими отложениями, общая масса которых в некоторых случаях достигала нескольких тонн. Анализ позволяет предположить, что исследование урансодержащих отложений даже в одиночной барьерной трубке может предоставить оценку уровня обогащения урана и возможную историю эксплуатации завода, что позволит определить общее количество ВОУ, произведенного на газодиффузионной обогатительной установке. В качестве примера исследования был выбран французский завод в Пьерлатте, на котором производился ВОУ для программы ядерного оружия и для реакторов подводных лодок.

Точная и полная отчетность о производстве расщепляющихся материалов необходима также для обеспечения безопасности таких материалов в отношении краж и отвлечения. Третья статья в данном выпуске журнала, «Обеспечение безопасности пригодных для оружия расщепляющихся материалов в Китае», представлена Хуэй Чжаном из Гарвардского университета. В ней рассматривается общее состояние производства и запасов расщепляющихся материалов военного и гражданского назначения в Китае, представлений китайских официальных лиц и экспертов об угрозе краж расщепляющегося материала и риске ядерного терроризма, действующих законов и нормативных документов для обеспечения безопасности расщепляющихся материалов и связанных с ними установок. В статье предлагаются рекомендации для улучшения защиты ядерных материалов в Китае, в том числе и с привлечением международного сотрудничества.

В этом номере также представлена рецензия редактора-основателя журнала Гарольда А. Фейвесона (в настоящее время почетного редактора) на книгу Пола Кеннеди «Инженеры победы: решатели проблем, изменившие ход событий во второй мировой войне». В книге обсуждаются успехи ученых и инженеров в достижении целей, поставленных руководителями союзников в начале 1943 года, и в самом деле критичных для победы союзников – достижение господства на море и в воздухе, предоставление помощи Советскому Союзу, разработка планов для вторжения в Европу и победа в войне с Японией на Тихом океане. Как отмечает Фейвесон, книга подтверждает роль второй мировой войны как поворотного пункта в превращении ученых и инженеров в «неотъемлемую часть оружейных комплексов государства». Обзор подчеркивает продолжающуюся потребность в исследовании оборонных проблем независимыми учеными как в способе уравновесить такое развитие.

Последняя работа из данного выпуска отражает высокую оценку жизни и работы покойного Аллана С. Красса, американского физика и важного независимого аналитика ядерной политики, понимающего риски распространения технологий обогащения урана, технологию и политику верификации контроля над вооружениями, и критическую роль контроля над вооружениями как инструмента международной безопасности. Отдавая должное Крассу, Фрэнк фон Хиппель, Дэн Фенстермахер, Чарльз Мессик и Парриш Стэплз представляют его вклад в политические дебаты по ядерному распространению и контролю над вооружениями, а также его роль в усилиях по минимизации применения ВОУ в исследовательских реакторах во всем мире, как правительственного инсайдера по этому вопросу.