

РАЗМИНИРОВАНИЕ В РАМКАХ ГУМАНИТАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ

ЯДЕРНЫЕ МЕТОДЫ МОГУТ ПОМОЧЬ В ОБНАРУЖЕНИИ НАЗЕМНЫХ МИН

УЛЬФ РОЗЕНГАРД, ТОМАС ДОЛАН, ДМИТРИ МИКЛУШ И МАСУД САМИЭЙ

В настоящее время в более чем 70 странах во всех частях света остается около 60 млн. наземных мин. Это – смертоносные следы зачастую уже забытых вооруженных конфликтов прошлого века. Наземные мины убивают каждый год около 26 тыс. человек, а калечат еще большее число, оставляя инвалидами многочисленные жертвы, которым требуются продолжительное лечение и восстановление трудоспособности.

Жертвами обычно становятся женщины, дети и крестьяне в развивающихся странах. Например, в Анголе из каждых 334 человек у одного ампутирована конечность после взрыва наземной мины, а в Камбодже имеется более 25 тыс. человек с ампутированными конечностями, пострадавших при взрывах мин. Кроме того, проблема наземных мин вызывает существенные социально-экономические последствия, поскольку она подрывает мир и стабильность в целых регионах, приводя к перемещению людей и препятствуя использованию земли для сельскохозяйственного производства. Оставленные наземные мины оказывают непосредственное воздействие на повседневную жизнь более чем 22 млн. людей.

В декабре 1997 г. в Оттаве (Канада) 123 страны подписали Конвенцию о запрещении применения, накопления запасов, производства и передачи противопехотных мин и об их уничтожении. С тех пор Конвенцию подписали еще 16 стран.

Среди прочего, Конвенция требует, чтобы “каждое государство-участник, обладающее соот-

ветствующими возможностями, оказывало содействие в разминировании и осуществлении связанных с этим мероприятий”. Признавая, что некоторые страны не в состоянии это делать, Конвенция также констатирует, что “государства-участники могут обращаться к ООН, другим государствам-участникам, региональным организациям или другим компетентным межправительственным или неправительственным структурам с просьбой оказать их руководящим органам помощь в разработке национальной программы разминирования”.

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ МИН

При разминировании в ходе боевых действий целью является возможно более оперативная очистка минного поля силовыми методами, при этом приемлемым считается разминирование на 80–90%.

С другой стороны, разминирование в рамках гуманитарных операций является делом более трудным и опасным, поскольку требует удаления всех мин и возвращения разминированных минных полей в нормальное пользование. В настоящее время большая часть операций по разминированию в гуманитарных целях выполняется с помощью ручных металлоискателей и/или минопоисковых собак. С помощью металлоискателей обнаруживают предметы, содержащие металл, используя переменное по времени электромагнитное поле для индуцирования в предметах вихревых токов, кото-

ры подпадающее обнаружению магнитное поле. Наземные мины старого образца содержат металлические части (например, ударник), но в современных наземных минах присутствуют очень малые количества металла или же он отсутствует вовсе.

Усиление чувствительности миноискателей, с тем чтобы они могли обнаруживать меньшие количества металла, также делает их весьма чувствительными к металлическому лому, зачастую обнаруживаемому в тех местах, где могут находиться мины. Кроме того, с помощью металлоискателей, какими бы совершенными они ни были, можно только обнаружить аномалии в земле, но нельзя получить информацию о том, присутствует ли какое-либо взрывчатое вещество.

Одна из основных проблем при разминировании в рамках гуманитарных операций – как отличить “ложную” мину от настоящей. Определение и удаление безвредного предмета является длительной и дорогостоящей работой. Собаки обладают чрезвычайно хорошо развитым обонянием, и их можно натренировать на обнаружение взрывчатых веществ в следовых количествах. Этот метод, однако, требует весьма длительной тренировки.

Г-н Розенгард – сотрудник Секции физики Отдела физических и химических наук МАГАТЭ, г-н Долан – руководитель этой Секции; г-н Миклуш – сотрудник Секции Европы Департамента технического сотрудничества МАГАТЭ, а г-н Самией – руководитель этой Секции.

ки собак и их инструкторов, а ограниченная способность собак к сосредоточению внимания затрудняет проведение продолжительных операций.

Используются также имитирующие органы чувств собак электрохимические приборы, позволяющие обнаруживать взрывчатые вещества по испарениям. Однако часто минные поля насыщены парами детонировавшей взрывчатки, что ограничивает использование метода обнаружения мин по испарениям.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗМИНИРОВАНИЯ В РАМКАХ ГУМАНИТАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Ряд способов обнаружения мин разрабатывается как дополнение к используемым в настоящее время методам. К ним относятся радиолокационные приборы обнаружения предметов под землей, инфракрасная термография и более совершенные металлоискатели. Общим для всех этих способов является то, что они позволяют обнаруживать под землей "аномалии", но не в состоянии определить, присутствуют ли взрывчатые вещества.

Способы, основанные на проникающем излучении, имеют характеристики, которые можно применять для обнаружения и распознавания наземных мин. Однако при этом, в отличие от обычных радиографических методов, невозможно использовать прохождение излучения, поскольку это требует доступа к двум противоположным сторонам исследуемого предмета. Вместо этого следует использовать эмиссию вторичного излучения или рассеянное излучение от опознаваемого предмета.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ С ПОМОЩЬЮ НЕЙТРОНОВ

Одним из немногих способов, позволяющих определить химический состав скрытых предметов, является анализ с помощью нейтронного облучения. Благо-

даря тому, что они несут нулевой заряд, нейтроны даже с малой энергией могут проникать сквозь плотные слои вещества и непосредственно взаимодействовать с атомным ядром. Взаимодействие нейтронов с веществом в значительной степени зависит от их кинетической энергии. При "рассеянии" (отражении) ядром быстрых нейтронов, как и при поглощении ядром медленных нейтронов, энергия ядра может возрасти ("ядро возбуждается"), что вызывает гамма-излучение. При определенных энергиях нейтронов, характерных для каждого элемента, вероятность взаимодействия нейтронов с ядром (сечение захвата) сильно возрастает.

В основе большинства способов обнаружения значительных объемов взрывчатых веществ с применением нейтронов лежит регистрация этого характеристического гамма-излучения, испускаемого возбужденными ядрами. Путем измерения энергий и интенсивности гамма-излучения можно определить химический состав исследуемого предмета, поскольку спектры характеристических гамма-излучений для большинства элементов хорошо известны.

В соответствии с этим было разработано несколько различных методов.

■ При анализе тепловыми нейтронами (ТН) используется то, что все взрывчатые вещества содержат значительную долю азота. Захват теплового нейтрона ядром азота сопровождается эмиссией гамма-квантов с энергией 10,8 МэВ. Поскольку это самая высокая энергия для гамма-квантов, испускаемых естественными изотопами, можно с уверенностью идентифицировать присутствие азота. При анализе методом ТН обычно применяется изотопный источник нейтронов, например калифорний-252.

■ При анализе методом импульсных быстрых/тепловых нейтронов (ИБТН) для генерации нейтронов используется небольшая электроразрядная трубка, заполненная смесью дейтерия и три-

тия. При этом способе нейтроны излучаются импульсами длительностью порядка 10 мкс. Во время этих импульсов возникает мгновенное гамма-излучение, сопровождающее неупругое рассеяние (нейтронов) на углероде и кислороде. В интервалах между импульсами, длящихся приблизительно 100 мкс, регистрируется гамма-излучение, вызванное тепловыми нейтронами.

Используя сложное программное обеспечение для спектрального анализа, можно определить относительные концентрации элементов, например углерода к азоту, углерода к кислороду и углерода к водороду. Это позволяет путем сравнения полученных данных с контрольными показателями, хранящимися в компьютере, в реальном времени распознавать взрывчатые вещества. Дополнительная детекция рассеянных нейтронов дает представление о плотности водорода в почве, что также может быть использовано для повышения вероятности обнаружения мин.

Этот способ вследствие использования электроразрядного генератора нейтронов сводит к минимуму риск случайной утечки радиоактивного материала в окружающую среду. Небольшие переносные электроразрядные генераторы нейтронов в настоящее время можно приобрести на коммерческой основе у нескольких компаний.

Применяя тот или иной основанный на использовании нейтронов метод для определения химического состава расположенных под землей предметов, процесс разминирования можно было бы осуществлять значительно быстрее и более эффективно. Объясняется это тем, что по большей части металлоискатели, например, реагируют на безобидный металлолом, в изобилии встречающийся на месте прежних боев.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МАГАТЭ

Многие национальные, международные и неправительственные организации выделяют десятки



В Боснии и Герцеговине, одной из стран, страдающих от наземных мин, противопехотная мина обнаружена на одном из крутых горных склонов.

(Предоставлено проф. Джеймсом Тревельяном, Университет Западной Австралии, Австралия)

В Афганистане, стране, сильно пострадавшей от боевых действий и мин, сапер ведет разведку мин, прощупывая каждые 3 см земли.

(Предоставлено проф. Джеймсом Тревельяном, Университет Западной Австралии, Австралия)

Портативная система PELAN, разработанная в США, в настоящее время рассматривается на предмет развертывания в поддерживаемой МАГАТЭ программе полевых испытаний.

(Представлено проф. Джорджем Вурвоулосом, Университет Западного Кентукки, США)

миллионов долларов на расчистку минных полей и помощь лицам, пострадавшим от мин. По рекомендациям международной консультативной группы Департамент ядерных наук и применений МАГАТЭ приступил к реализации проекта координированных исследований (ПКИ) "Применение ядерных методов для поиска противопехотных наземных мин". В ПКИ участвуют 12 исследовательских групп как от развитых, так и от развивающихся государств-членов.

ПКИ показывает, что методы, основанные на исследовании при помощи нейтронов, могут выявить взрывчатку в mine, заложённой в лунку. В настоящее время разрабатываются несколько приборов, основанных на применении тепловых нейтронов и импульсных быстрых/тепловых нейтронов, а также обратного рассеяния нейтронов. Используется гибкий подход — эти и другие ядерные методы, применяемые при разминировании в рамках гуманитарных операций, подвергаются оценке по мере их совершенствования. Хотя перспективы имеются у нескольких методов, очевидно, что для операций по разминированию в реальных условиях будет необходим комплекс различных датчиков.

Разработка более совершенных инструментов для разминирования представляет собой непростую задачу, поскольку такие приборы должны быть чувствительными, быстрыми, надежными, рентабельными, простыми в обращении и поддержании в рабочем состоянии во всех частях света. Например, они должны надежно функционировать в условиях любой местности, включая знойные песчаные пустыни и заболоченные рисовые поля. Та или иная отдельная технология не в состоянии соответствовать всем требованиям. Методы, основанные на применении нейтронов, могут служить дополнением к традиционным методам как один из многих инструментов на вооружении специалиста по разминированию. □

ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПО РАЗМИНИРОВАНИЮ В РАМКАХ ГУМАНИТАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ В ХОДЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОЕКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА МАГАТЭ

МАГАТЭ является одним из ключевых международных механизмов научно-технического сотрудничества в деле продвижения мирного использования ядерной энергии и играет важную роль в передаче ядерных технологий развивающимся регионам мира для решения основных проблем. Передача технологий МАГАТЭ государствам-членам большей частью осуществляется в рамках его Программы технического сотрудничества. Зачастую в этих проектах используются ядерные методы, выработанные в результате успешных координированных исследований с участием МАГАТЭ.

Однако применительно к методам разминирования в рамках гуманитарных операций в настоящее время используется новый подход, поскольку существует вероятность того, что результаты исследований будут применены на практике лишь спустя очень длительный период времени – учитывая масштаб проблемы наземных мин и сложность задачи их обнаружения. Новый региональный проект технического сотрудничества в Европе – “Испытания в полевых условиях и применение импульсного генератора нейтронов при разминировании в рамках гуманитарных операций” – является шагом к практическому применению и передаче технической информации туда, где она необходима. Внимание в рамках проекта уделяется только одному методу и одному географическому региону, с тем чтобы проектом легче было управлять и он был бы более реалистичным. Метод, избранный для данного проекта, – анализ с применением импульсных быстрых/тепловых нейтронов (ИБТН).

Первое совещание по планированию и координации состоялось в Вене 12–14 февраля 2001 г. На совещании присутствовали эксперты из более чем 20 государств-членов. Были рассмотрены различные альтернативы, и совещание пришло к выводу, согласно которому прибор типа ИБТН под названием PELAN следует закупать в рамках проекта и применять в масштабной программе полевых испытаний. PELAN был создан и успешно применялся в США для обнаружения неразорвавшихся боеприпасов, боевых химических веществ и самодельных взрывных устройств. Но прибор необходимо адаптировать для применения в местных условиях и обнаружения наземных мин, и именно в этом польза данного проекта технического сотрудничества.

Система PELAN была приобретена. Осуществление проекта началось в 2001 г. с ознакомления с системой PELAN и обучения пользованию ею в Институте прикладной физики в Боулинг-Грин, штат Кентукки, США. После того как эксперты госу-

дарств-членов подробно ознакомятся с работой каждого из компонентов системы PELAN, они смогут внести предложения по изменениям в аппаратном и программном обеспечении, с тем чтобы адаптировать прибор для обнаружения наземных мин.

На более позднем этапе система PELAN вместе с соответствующей исследовательской лабораторией будет передана одному из государств-членов в Европе, где пройдут лабораторные испытания с использованием разных типов почвы, муляжей мин и взрывчатых веществ. Впоследствии испытания в полевых условиях определят быстроту срабатывания, чувствительность, точность и надежность прибора на смоделированных и реальных минных полях.

Если результаты адаптации будут положительными, ожидается, что PELAN будет широко применяться для разминирования в рамках гуманитарных операций как часть мультисенсорной системы. Для этих целей региональный проект МАГАТЭ дополняется национальным проектом технического сотрудничества в Хорватии “Средства для испытания ядерных методов обнаружения и распознавания наземных мин и неразорвавшихся боеприпасов”.

Хорватия представляет собой особый случай, причем в самом центре Европы. По оценкам, 6900 кв. км, или 13% территории Хорватии, усеяны наземными минами и неразорвавшимися боеприпасами. Правительство через Хорватский центр разминирования (КРОМАК) осуществляет крупномасштабную национальную программу по разминированию, но процесс идет очень медленно и сопряжен с большими затратами. Институт Рудьера Босковича в Загребе известен многими достижениями в области ядерной науки и технологии и намеревается организовать лабораторию для тестирования ряда ядерных методов, которые могли бы способствовать обнаружению и распознаванию наземных мин и неразорвавшихся боеприпасов, и тем самым ускорить процесс и снизить затраты. МАГАТЭ поддержит как Институт, так и КРОМАК в их работе, связанной с испытаниями ядерных методов применительно к разминированию.

Если национальные и региональные проекты МАГАТЭ окажутся успешными, то это поможет значительно повысить эффективность и темпы разминирования в рамках гуманитарных операций. Тем самым они будут способствовать скорейшему возвращению заминированных земель в нормальный оборот и уменьшению числа тех, кто мог бы быть убитым или искалеченным на заброшенных минных полях, которые еще предстоит выявить.