

УДК 577.4:629.7

А.Н. Хрупенко

ВЫБОР СПОСОБА УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ РАКЕТНЫХ ТОПЛИВ

Анализируются технологические и экологические проблемы утилизации снятых с вооружения и оставшихся в Украине 46 тяжелых твердотопливных ракет РС-22 (СС-24 – по классификации НАТО), и предлагаются нетрадиционные безопасные и малозатратные методы утилизации этих ракет.

Постановка проблемы

С момента ратификации 18 ноября 1993 года Верховным Советом Украины Договора СНВ-1 от 31 мая 1991 года и Лиссабонского протокола к нему от 23 мая 1992 года, а также после трехстороннего заявления президентов России, США и Украины в январе 1994 года вопрос ядерного разоружения в Украине из политического превратился в технологический.

Для специалистов стратегическое разоружение – прежде всего, технологические проблемы. Среди них особо остро стоят вопросы демонтажа и разборки тяжелых и сложных, оснащенных топливным зарядом ракет, изготовленных по технологии необратимой сборки. Речь идет о выделенных для уничтожения базировавшихся на территории Украины 46 баллистических ракетах РС-22 (СС-24). Той же судьбе и тем же проблемам подчинены 50 баллистических ракет МХ в США. Основные характеристики указанных ракет представлены в табл. 1 [7, 14, 18].

Конструктивной особенностью таких ракет, которая в данном анализе представляет наиболее значимый интерес, является то, что твердый топливный заряд жестко и неразъемно соединен с корпусом ракеты. Эта особенность вполне соответствует проектам, разработанным в свое время по критериям наибольшей эффективности образцов в основном их назначении – боевом применении и без учета возможного разоружения. Поэтому извлечение твердого топливного заряда из камер ракетных двигателей (РДТТ) баллистических ракет, в отличие от жидкотопливных ракет, представляет собой весьма трудоемкий и опасный процесс.

Анализ последних исследований и публикаций

На сегодняшний день известна технология извлечения твердого заряда, применяющаяся при производстве РДТТ, когда на этапе контрольных операций выявляется дефектность заряда.

При этом применяются следующие способы извлечения [3]: выжигание; растворение заряда химическими реактивами; вымывание заряда струей высокого давления.

Очевидно, все эти экстрактивные приемы могут быть полностью использованы и при уничтожении боевых ракет по программам разоружения.

Заметим, что при ликвидации ракет, когда вопрос не стоит об использовании освободившихся от заряда корпусов РДТТ для повторного снаряжения, выжигание заряда может быть реализовано не только на наземных стендах, но и при пуске ракет на выработку топлива, а также целевых пусках по программам конверсии с выведением вместо боеголовок коммерческих и научных грузов. В этом случае возможно уничтожение стратегических твердотопливных ракет и методом взрыва.

Методы взрыва и выжигания наиболее оперативны и, в конечном счете, экономичны, поскольку не требуют какой-либо дополнительной производственной или эксплуатационной оснастки и площадей. Скорее всего, этим можно объяснить, что все ракеты средней и меньшей дальности в соответствии с Договором о РСМД были уничтожены в бывшем СССР с начала 1989 по май 1991 года именно такими способами. Опубликованные данные по реализации выполнения Договора о РСМД [9] представлены в табл. 2.

Таблица 1

Ракета	Стартовая масса, т	Забрасываемая масса, т	Количество боеголовок, шт.	Точность попадания, м	Длина, м	Диаметр, м
РС-22 (СС-24)	104,5	4,05	10	200	23,8	2,5
МХ	87...88	3,6...3,9	10	–	21,5	2,3

Таблица 2

Тип ракеты	Количество	Способ уничтожения	Место уничтожения
"Меньшей" дальности: 500 км и выше (СССР)	726	взрывом	в районе г. Сарыоак, Восточный Казахстан
«Средней» дальности: РСД-10 (СС-20) (СССР)	654	взрывом	в районе г. Капустин Яр, Волгоградская область
	72	пуском	в районе г. Канск, Краснодарский край, в районе г. Чита
«Першинг-2» (США)	~ 550	прожигом	территория США

Преимущественное уничтожение ракет РСМД в бывшем СССР способом взрыва, как видно из таблицы, было связано, надо полагать, с наибольшей оперативностью и экономичностью этого способа, поскольку в данном случае, в отличие от пуска, отпадала необходимость в полном задействовании всей дорогостоящей инфраструктуры специальных полигонов и войсковых частей, а также всего обслуживающего персонала.

Но при пусках ракет, независимо от цели пуска, регистрируется и утилизируется весьма ценная статистическая информация о работе двигателей и бортовых систем в полете, а также приобретает опыт работы боевых расчетов по боевому применению ракетного вооружения.

По-видимому, был установлен какой-то баланс интересов, извлекаемых при различных способах ликвидации ракет, который и нашел свое отражение в количественном распределении РСМД по способам их уничтожения.

Сейчас вопрос ставится следующим образом: имея опыт уничтожения большого массива ракет РСМД в бывшем СССР в конце 80-х годов, можно ли его полностью использовать при уничтожении ракет РС-22 в Украине. Для ответа на этот вопрос необходимо проводить уже комплексный анализ.

Так, теперь можно утверждать, что выбранные в бывшем СССР огневые способы уничтожения ракет РСМД со свободным выбросом в окружающую среду продуктов взрыва и сгорания твердого топлива не оценивались на предмет экологических последствий. К такому заключению склоняют следующие факты:

1. Феномен "желтые дети" по месту и времени коррелируется с проведением работ по уничтожению ракет РСМД. О возможной причастности большого количества взрывов ракет в Восточном Казахстане к феномену "желтые дети" в соседних к востоку районах и в южном Алтае высказался в одном из интервью в 1994 году академик А. Яблоков. Некоторые ученые виновником здесь считают Се-

мпалатинский полигон, однако однозначная связь упомянутой генетической драмы с ядерными взрывами исключается, поскольку массовые проявления "желтых детей" имели место в начале 90-х годов и в Восточной, и в Западной Сибири. Об этом говорил в средствах массовой информации (СМИ) как очевидец А. Солженицин. В этих же регионах в местах проезда писателя, как указывалось выше (Чита, Канок), в те времена шло массовое уничтожение ракет РСД-10 методом пуска.

2. В табл. 2 приведены данные договорного уничтожения РСМД, составленные по данным открытых публикаций. В них обращает внимание то, что США уничтожили достаточно большое количество ракет средней дальности "Першинг-2" только способом прожигания, т.е. на наземных огневых стендах. При этом, по-видимому, выхлопные газы РДТТ пропускались через какой-то конденсатор-адсорбер, поглощающий вредные газы (например, через воду). Ведь в США имеется большой опыт проведения подобных работ. Все американские баллистические ракеты с базированием на атомных подводных лодках, начиная с ракеты "Поларис-А3", запускались с лодок в погруженном положении. При этом маршевые ракетные двигатели включались во время движения ракеты в воде до выхода на поверхность. Да и трудно представить, чтобы набравшее к 1989 году особого размаха и влияния в США движение "Гринпис" могло допустить уничтожение на территории страны привезенных из Европы сотен твердотопливных ракет "Першинг-2" со свободным выбросом в окружающую среду продуктов сгорания. Ведь именно в 1989 году в результате организованных энергичных акций протеста, проведенных этой организацией, ВМС США вынуждены были отменить намечавшиеся испытательные пуски ракет "Трайдент-2" из подводного положения на расстоянии 60 миль от мыса Канаверел и перенести проведение этих пусков на расстояние 200 миль [6, 10]. Во всяком случае, о феномене "желтые дети" в США сообщений не было.

Помимо косвенного установления связей через

корреляцию событий можно утверждать также об экологической опасности огневого уничтожения твердотопливных ракет в полевых условиях и по непосредственному рассмотрению продуктов взрыва ракет и сгорания их топливных зарядов.

При санкционированных наземных взрывах твердотопливных ракет большая часть топливного заряда не успевает возгораться и разрушается механическим импульсом взрывной волны с разбрасыванием больших и малых непрореагировавших осколков в радиусе до нескольких сот метров. В таком виде на контролируемой территории твердые ракетные топлива практически безвредны. Но в результате срабатывания достаточно большого подрывного заряда взрывчатого вещества (ВВ) происходит заполнение больших объемов окружающего пространства концентрациями цианистых и диоксиновых соединений, а также соединений ртути, образующихся при срабатывании взрывателей [11]. Дополнительно подобные продукты будут образовываться от срабатывания вспомогательных пиротехнических средств на борту ракеты: пиропатронов, пироболтов, удлиненных разрывных зарядов и другого, что легко сдетонирует при срабатывании подрывного заряда ВВ.

Помимо общего неблагоприятного воздействия на биологические объекты и окружающую среду, продукты срабатывания воспламеняющих и бризантных веществ в рассматриваемой практике могут поражать живые организмы и на генетическом уровне.

Если говорить о продуктах сгорания современных твердых ракетных топлив, то, в первую очередь, здесь следует иметь в виду соединение HCl , которое является разносторонне опасным и выделяется в больших количествах. Твердые топлива, используемые на ускорителях космических носителей "Спейс Шаттл" и "Титан-3С", ракет "Посейдон", "МХ", "Минитмен-3", содержат до 70 % перхлората аммония NH_4ClO_4 , до 12 % углеводородных полимеров, до 16 % порошка алюминия [1] и выделяют при сгорании, по словам видного специалиста и практика М. Малей, до 40 % хлористого водорода [12]. Правда, по словам известного специалиста В. Филина, последняя цифра выглядит в два раза меньше [15], но и при этом она остается весьма внушительной.

Выброшенный таким образом в окружающую среду хлористый водород, продолжает М. Малей, неблагоприятно действует на генетику человека, и, к тому же, это единственное вещество, которое ничем не уничтожается [12].

Но еще более разрушительным оказалось глобальное действие продуктов сгорания твердых ра-

кетных топлив. Установлено, что попавшие в атмосферу хлор и его соединения оказывают каталитическое действие на фотохимические реакции превращения стратосферного озона (O_3) в кислород (O_2), в результате чего существенно нарушается баланс между естественными процессами образования и взаимных превращений озона и кислорода с общим естественным уменьшением озона в атмосфере.

Изучение публикаций последних лет по этому вопросу позволяет представить в наиболее значимых для нас штрихах следующую картину:

стратосферный озон является естественной экранирующей защитой биологической жизни на планете Земля от коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца, отражая 99 % этого излучения [23];

одним атомом хлора, образующегося при естественном фотохимическом разложении молекулы хлористого водорода или фреона на высоте 25 км, способен уничтожить до ста тысяч молекул стратосферного озона (одна молекула окислов азота, которые являются вторым после хлора разрушителем озона, способна уничтожить только 10 молекул озона [15]);

по данным арктических экспедиций, аэро- и спутникового мониторинга с середины 70-х годов за 10 лет в результате всех техногенных выбросов в атмосферу хлорсодержащих продуктов содержание озона в ней снизилось на 3...4 % [17, 21] (согласно научным прогнозам в рамках Программы ООН по окружающей среде к 2000 году толщина озонового слоя может уменьшиться еще на 5...10 % [18]);

уменьшение озона в атмосфере на 1 % вызывает увеличение числа заболеваний раком кожи на 5...7 %, а также увеличение числа вирусных заболеваний, в том числе СПИД, и катаракты [21, 22]. Потеря 2,5 % озона может нанести ущерб растениям и животным и стать причиной полумиллиона случаев заболеваний раком кожи ежегодно [23];

при одном пуске космического корабля "Спейс Шаттл" уничтожается до одного миллиона тонн атмосферного озона или 0,3 % от его общего содержания в земной атмосфере. Запуск за один год 200...300 "Шаттлов" привел бы к полному уничтожению озонового слоя Земли [15, 16]. Однако для биосферы, по мнению ученых, изменение привычных природных условий даже на 25 % практически означает катастрофу [17]. Т.е. запуск уже 60...70 "Шаттлов" был бы достаточным для роковых общепланетарных последствий. А ведь такое количество запусков в год и бралось в расчет при обосновании экономической целесообразности проекта.

Приведенные цифры и факты, установленные учеными и специалистами разных стран, были осоз-

Таблиця 3

Ракета	M_0 , т	M_T , т	M_{O_3}/M_T	M_{O_3}/M_0	M_{O_3} , т
«Точка-У»	2,0	1,6	1 000	800	1 600
РС-12М «Тополь»	45	35	1 000	800	35 000
РС-22 (СС-24)	105	84	1 000	800	84 000
«Трайидент-2»	50	40	1 000	800	4 000
МХ	87	70	1 000	800	70 000

наны мировой общественностью с помощью средств массовой информации и научных публикаций в ходе работ по реализации Договора о РСМД и в первые годы после завершения работ. В настоящее время можно заметить, что США ограничили количество запусков своих "Шаттлов" до 5...8 в год и приостановили программы освоения тяжелых ракетополетителей с твердотопливными ускорителями "Титан-34Д" и "Титан-4". Выход на мировой космический рынок новых стран США пытаются обусловить таким распределением функций, чтобы для выведения своих коммерческих спутников использовать космодромы и ракеты-носители других стран.

Европейское космическое агентство традиционно проводит пуски своих космических ракет серии "Ариан" с космодрома Куру во Французской Гвиане.

И дело здесь не только в южноширотном баллистическом эффекте, но и в обычном для развитых стран стремлении переместить "грязные" технологии в менее развитые страны и заморские территории.

Для конкретного представления об экологическом ущербе, наносимом пусками твердотопливных ракет, автором составлена табл. 3 соответствующих показателей для ряда современных ракет, баллистические и габаритно-массовые характеристики которых давались в открытой печати.

Обозначения в таблице: M_0 – стартовая масса ракеты в тоннах; M_T – масса твердого топлива на ракете в тоннах; M_{O_3} – масса в тоннах уничтожаемого озона при пуске одной ракеты. Величина M_{O_3}/M_T бралась для всех ракет одинаковой и равной ее значению для космической системы "Спейс Шаттл" в предположении, что на выбранных образцах ракет применяется твердое топливо того же состава и технологии, что и на "Шаттле". Если, согласно [1], для двух ускорителей "Шаттла" $M_T = 1000$ тонн (точнее, 1 006 тонн) и количество уничтоженного озона, как говорилось выше, составляет $M_{O_3} = 1\,000\,000$ тонн при одном пуске, то тогда $M_{O_3}/M_T = 1\,000$.

M_T для ракет подсчитывалась, исходя из статистики значений M_0 и M_T для ряда твердотопливных

ракет [4], дающих соотношение $M_T/M_0 = 0,75...0,85$. Для приведенной таблицы брались $M_T = 0,8 M_0$.

Постановка задачи и изложение основного материала

После сказанного излишне задаваться вопросом, каково будет отношение общественности Украины к возможности договорного уничтожения 46 крупнотоннажных твердотопливных ракет РС-22 (СС-24) на территории страны освоенными ранее и использовавшимися в СССР огневыми способами. В принципе, возможен метод наземного прожига РДТТ с пропуском продуктов сгорания через воду. Но если при этом вопрос использования естественных водоемов для Украины отпадает, то напрашивается другой вопрос: каким по масштабам должен быть в этих целях технологический водяной контур? К тому же он должен дополняться системой очистки и регенерации воды и пересекаться с другим контуром – улавливания и утилизации вредных газов и других продуктов сгорания. Надо также учитывать и другой, по сравнению с РСД "Першинг-2", масштаб ракеты РС-22, а также то, что наземный прожиг РДТТ проходит при штатном внутрикамерном процессе: давление от $70...10^5$ до $150...10^5$ Па и температура от $3\,000\text{ }^\circ\text{C}$ до $3\,500\text{ }^\circ\text{C}$.

И при этом наземные взрывы РДТТ на стенде и в составе ракет при штатных включениях и при предпусковых испытаниях, а также вызванные этими взрывами разрушения и жертвы еще случаются. Причины разные: дефект заряда, дефект корпуса, ложные команды, паразитные токи, удар молнии, ошибочные действия персонала, а также злостные вредительские действия. Иногда причины не сразу удается смоделировать и идентифицировать. Имевшие место происшествия за десять лет, которые попали в открытую печать, обобщены автором в табл. 4.

Имели место также случаи опрокидывания ракет "Першинг-2" и РСД-10 (СС-20) вместе с транспортными средствами при транспортировке, но без разрушений ракеты.

При наземных прожиге больших партий массивных РДТТ нельзя сбрасывать со счетов также образование неблагоприятного теплового и шумового

№ п/п	Наземные повреждения, несанкционированные запуски и взрывы твердотопливных ракет и их двигателей	Дата	Обстоятельства и причины
1	Взрыв одного из РДТТ ракеты «Першинг-2» на военной базе США в Хальбронне (Германия)	январь 1985 г.	Возгорание заряда во время наземных испытаний из-за технического дефекта или ошибки персонала [26]
2	Взрыв одного из ускорителей РН «Титан-34Д»	август 1985 г.	В сообщениях печати говорится о взрыве РН через несколько секунд после старта [27]. Однако, известно, что старт этих РН осуществляется на двух твердотопливных ускорителях
3	Взрыв одного из ускорителей РН «Титан-34Д»	апрель 1986 г.	См. п.2
4	Несанкционированный запуск трех исследовательских ракет на одном из полигонов НАСА	декабрь 1987 г.	От удара молнии [28]
5	Взрыв советской боевой ракеты	1986 г.	Ракета находилась в боевой готовности в шахте атомной подводной лодки в районе Бермудского треугольника [29]
6	Взрыв одного из ускорителей РН «Титан-4» на базе ВВС США Эдвардс	сентябрь 1990 г.	В результате падения ускорителя [30]. Предполагается, что падение произошло в ходе погрузочно-разгрузочных или монтажно-стыковочных и сборочных работ
7	Взрыв одного из ускорителей РН «Титан-2» на базе ВВС США Эдвардс	апрель 1991 г.	Во время проведения испытания ускорителя [30]
8	Взрыв стартового ускорителя зенитной управляемой ракеты в техническом дивизионе зенитного полка ПВО московского округа ПВО	август 1994 г.	При проведении плановых погрузочно-разгрузочных работ в результате неосторожного обращения с вооружением [31]
9	Выход из строя ракеты МХ	сентябрь 1994 г.	В результате огнестрельных пулевых попаданий злоумышленников, во время транспортировки железнодорожным транспортом в разобранном виде на базу Ванденберг для сборки и испытательного пуска

го загрязнения окружающей среды. Первое может вызвать непредсказуемые изменения погоды в регионах, что повлияет на здоровье людей, а также на ритм и результаты сельскохозяйственных работ. Второе, если прожиги проводятся вблизи биологических ареалов и акваторий, приводит, как установлено, например, по результатам маневров НАТО, к травмированию психики животных, что, в свою очередь, может вызвать нарушения в работе эндокринной системы, утрату материнских и групповых инстинктов и, в итоге, распад и вырождение популяций.

Другие способы. При уничтожении твердотопливных ракет путем химического вытравливания твердого заряда из корпуса РДТТ будет затрачиваться много времени из-за малой растворимости

углеводородных полимеров, входящих в состав топлива в качестве горючего-связующего. До настоящего времени считался признанным тот факт, что на Земле идет угрожающе необратимое накопление бытовых и промышленных отходов из полимеров из-за их практической неподвергаемости технологической и естественной микробиологической переработке. Не усваивают их и животные-санитары. Безобидные пластиковые пакеты, выброшенные за ненадобностью, приводят ежегодно к гибели от удуса одного миллиона птиц и ста тысяч морских животных [19]. В последнее время начали появляться сообщения о первых удачных попытках промышленного освоения приемлемых по интенсивности технологий переработки полимеров с 90 % утилизацией продуктов их распада [19, 20]. Однако и в слу-

чае решения вопроса с более интенсивными химическими технологиями и их применения для уничтожения твердотопливных ракет будут оставаться технологические вопросы доступа к заряду; сооружения и освоения громоздких замкнутых контуров с циркулирующими реактивами и улавливаемыми продуктами, утилизации последних; системы термостатирования, производственных площадей: пожарной, технологической и экологической безопасности и др.

Применение гидромониторной технологии вымывания твердотопливного заряда из корпуса РДТТ предполагает использование давления воды не менее $4 \cdot 10^7$ Па [3]. Это, как отмечено в [3], наиболее производительный метод. Но использование высоких давлений рабочей жидкости требует больших энергозатрат на приводах качающих агрегатов, применения высокопрочного напорного оборудования, использования специальных технологических площадей, более строгого обеспечения и соблюдения мер безопасности. В специальной литературе, где упоминается о данном методе [3], также ничего не говорится о возможности образования на корпусе РДТТ в ходе работы струи электростатического потенциала со всеми известными специалистам опасными и тяжелыми последствиями. Но, возможно, именно в этой связи в [3] говорится, что метод гидравлического вымывания заряда применим для РДТТ только со стеклопластиковым корпусом. Кроме того, необходимо будет также решать вопрос экологически безопасной утилизации топливной пульпы. И здесь придется опять обращаться к химии.

Проведенный сравнительный анализ показывает следующее:

1. Известные способы извлечения из корпусов РДТТ жестко скрепленных с ними смесевых топливных зарядов, используемые при производстве твердотопливных ракет и их применении, не являются в достаточной степени освоенными и пригодными для применения в целях ликвидации в ограниченные сроки большой партии (46 штук) таких масштабных ракет, как РС-22 (СС-24).

2. Существующие способы уничтожения и утилизации твердотопливных ракет через их разрушение или извлечение топливных зарядов из двигателей исчерпали себя технологически, и их применение для ракет более тяжелого класса будет отличаться только соответствующей масштабностью работ с сохранением всех присущих этим способам недостатков в части экологии, громоздкости, безопасности, оперативности, энерго- и трудоемкости, затратности.

3. Необходима новая, прорывная технология, которая, используя отдельные полезные идеи и приемы ранее применявшихся способов уничтожения и утилизации ракет, базировалась бы на новых, прогрессивных технологических достижениях в самых различных областях.

Если отправными приоритетами считать экологическую и технологическую безопасность, а также полноту утилизации топливных зарядов, то можно считать, что в относительно преимущественное положение попадает способ с химическим извлечением заряда.

Далее остается решить вопрос избавления этого способа от присущих ему недостатков. Радикальным решением здесь был бы перенос вместе с предложением эффективных реактивов всех внешних циркуляционных контуров системы энергоснабжения и служебных систем внутрь корпуса двигателя. И такие миниатюрные производства с самыми сильными реактивами, замкнутыми циклами переработки и утилизации конечных продуктов с минимальными энергозатратами существуют. Это бактерии и грибковые организмы.

Задача состоит в выделении из природной среды или синтезировании этих микроорганизмов, которые будут расщеплять и складировать в своих клетках продукты распада основных компонентов твердых смесевых топлив: перхлората аммония (NH_4ClO_4) и углеводородных полимеров (каучук, смолы). Завершающий этап решения задачи – приготовление и освоение производства биопрепарата, в котором найденные микроорганизмы до момента применения находятся в состоянии анабиоза.

О том, что вопрос извлечения смесевых топливных зарядов может быть решен по способу микробиологической технологии или качественно новыми физико-химическими способами, или в их сочетании, говорят уже имеющиеся заделы, которые могут быть использованы либо как аналоги, либо как резерв для специальных исследований:

ученые бразильского университета Сан-Паулу изобрели "экологически чистый" пластик, который, как и известные пластики, может иметь различное технологическое применение, но, будучи подвергнут воздействию микроорганизмов в земле, полностью разлагается в течение полугода [24];

сингапурские фирмы "Шур пэк индастриз" и "Кенва пластик индастриз" с 1990 года приступили к производству фоторазлагаемых изделий (сумок) из пластика. На солнечном свете материал изделий полностью разлагается через 200 часов, не нанося какого-либо ущерба окружающей среде [19];

в целях ускорения и удешевления производства высококачественной бумаги из древесины группа

ученых технического университета в Вене предложила более простой и надежный по сравнению с существующими способ разложения древесины – воздействием на стружки (а не на древесную муку) биопульпы, состоящей из белой плесени и питательных веществ, способствующих росту грибка. При этом грибок в течение двух недель полностью уничтожает основной балластирующий продукт (органическое вещество лигнин), подлежащий выведению из древесины, а также на 30 % снижает содержание в древесине смолы (полимерные соединения). Новая технология позволяет снизить энергозатраты на 47 % [25];

в Японии освоена технология переработки отходов из пластмассы в топливо (бензин и керосин) с 90 % выходом [20];

ученые Западно-Сибирского научно-исследовательского геологоразведочного и нефтяного института (Тюмень) разработали на основе природных бактерий биопрепарат путидойл, который успешно применяется для ликвидации и утилизации больших аварийных проливов нефти и нефтепродуктов [33];

сотрудники Мурманского морского биологического института и компании "Биос-Групп ЛТД" (Санкт-Петербург) разработали технологию производства новых типов биоактивированных сорбентов для очистки природных вод от нефтепродуктов в условиях Арктики [34];

специалисты японской электротехнической корпорации "НЭК" разработали новую технологию очистки сточных вод от органических соединений хлора. Загрязненная вода поступает в блок окисления с использованием ультрафиолетового излучения, где происходит расщепление органических соединений хлора на соляную кислоту, двуокись углерода и воду без образования вредных побочных веществ. На сегодня это самый экологический способ очистки от указанного загрязнителя (по заявлению информационного агентства Киодо Цусин) [35];

японскими исследователями проведен опыт по очистке воды от нитратов и фосфатов, которые входят в жидкие отходы практически всех производств и пока очень плохо поддаются существующим очистным технологиям. Поступающая в специальный биореактор загрязненная вода подвергается воздействию бактерий и солнечного света. Последний необходим для активной жизнедеятельности фотосинтетических бактерий. В результате цепочки химических реакций азотные соединения распадаются с выделением азота в виде газа, а фосфатные соединения превращаются в полифосфатные, выпадающие в осадок (газета "Нихон кэй дзэй") [36];

ученые-микробиологи из американского штата Орегон обнаружили в переднем желудочке китов бактерии, способные разлагать нефть, кислоты и

многие ядовитые субстанции. Установлено, что эти бактерии помогают китам переваривать криль, поглощаемый ими в больших количествах. В настоящее время в США разрабатывается экологический проект, в котором найденные бактерии будут использованы для разложения нефтяных пленок на морской поверхности, образующихся в результате катастроф нефтеналивных судов [37].

К последнему сообщению можно добавить, например, что поскольку обнаруженные бактерии многопрофильны в специализации по переработке различных опасных веществ, в том числе кислот и ядов, логично было бы ожидать от них "благорасположенности" к перхлоратам аммония, в подтверждении чего и провести необходимые исследования. Целесообразно было бы также, имея аналог с китами, исследовать на тот же предмет микрофлору птиц и животных-санитаров, а также хищников, добычей которых являются ядовитые существа.

Выводы

Проведенные исследования по поставленному вопросу и анализ опыта работ по реализации Договора о РСМД 1988 года, использования производственных технологий по извлечению смесевых твердотопливных зарядов из корпусов ракетных двигателей, последних достижений в области прикладной микробиологии, расщепления полимеров и промышленных загрязнителей воды, а также возможности использования этого опыта в проведении ликвидации ракет РС-22 (СС-24) позволяют сделать следующие выводы:

1. Применявшиеся при уничтожении ракет РСМД в 1989 – 1991 гг. на территории Республики Казахстан и Российской Федерации взрыво-огневые способы в полевых условиях со свободным сбросом в окружающее пространство продуктов взрыва ракет или выгорания топливных зарядов при пуске ракет являются экологически опасными и не должны быть использованы для ликвидации и утилизации стратегических ракет тяжелого класса РС-22 в количестве 46 изделий на территории густонаселенной Украины.

2. Использование огневого метода в виде прожига РДТТ на наземных стендах, применяемого при производстве РДТТ в случае выявления дефекта топливного заряда, не представляется возможным для применения в целях ликвидации большой партии тяжелых ракет без принятия мер по экологической нейтрализации истекающих высокотемпературных газов продуктов сгорания. В случае использования в этих целях наиболее простого и доступного способа (пропусканием выхлопных газов через воду) потребуется сооружение в производственных условиях весьма масштабного закрытого водяного

контура с примыкающими к нему системами очистки, прокачки и служебными системами (энергоснабжение, контроль и управление, безопасность), а также инфраструктуры. Кроме того, надо учитывать существующую еще реальную вероятность аварийного взрыва РДТТ на стенде, а также тепловое и шумовое загрязнение окружающего пространства.

3. Известные по использованию в производстве неогневые способы извлечения смесевых топливных зарядов из корпусов РДТТ не являются достаточно совершенными и приспособленными для решения качественно и количественно иной задачи ликвидации в ограниченные сроки большой партии тяжелых ракет по следующим обстоятельствам:

химический способ – по чрезмерной длительности процесса, громоздкости технологических систем, трудозатратности;

способ высоконапорной струи – по энергозатратности и недостаточной технологической безопасности, связанной с возможным образованием электростатического потенциала на обрабатываемом объекте и использованием высоких давлений, а также по нерешенности до конца вопроса утилизации твердого ракетного топлива, остающегося после вымывания в виде пульпы.

4. Приемлемый способ ликвидации и утилизации ракет РС-22 может основываться на прорывной технологии. Судя по последним достижениям и открытиям в таких областях исследования как химическая, физико-химическая и микробиологическая, а также технологическим достижениям, такой способ возможен. Если исходить из приоритета экологической и технологической безопасности, новый способ может представлять собой развитие химического метода с переходом на микробиологический уровень или сочетание микробиологической технологии с новейшими химическими и физико-химическими технологиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Итоги науки и техники // Ракетостроение. – 1978. – Т. 8. – 319 с.
2. Жидкие и твердые ракетные топлива: Сб. переводов. – М.: ИЛ, 1959. – 436 с.
3. Разумев В.Ф., Ковалев Б.К. Основы проектирования баллистических ракет на твердом топливе. – М.: Машиностроение, 1976. – 356 с.
4. Шеверов Д.Н. Проектирование беспилотных летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1978. – 254 с.
5. Кучма Л. Сегодняшнее руководство Украины опасно для страны и народа // Известия. – 1994, 23 марта.
6. Информационное сообщение (редакционный раздел) // Правда. – 1989, 30 июля.
7. Мобильный вариант ракеты МХ: Ежедневник "Авиэйшн уик энд спейс технолоджи" // Красная Звезда, 1987, 8 дек.
8. СНВ-2: Военное обозрение // Известия. – 1993, 10 апр.
9. Долинин А. Суроватиха: здесь утилизируют ракеты // Красная Звезда. – 1993, 12 ноябр.
10. Информационное сообщение // Красная Звезда. – 1990, 14 фев.
11. Егоров А. Взрывчатка, нефть и фейерверк // Красная Звезда. – 1993, 18 сент.
12. Щепоткин В. Экспорт оружия: Интервью с советником Президента РФ Михаилом Малеем // Известия. – 1993, 29 янв.
13. Турокая С. Баллистические ракеты можно уничтожить с прибылью // Известия. – 1993, 7 авг.
14. Литовкин В. Тайны ракетного поезда со станции Василек // Известия. – 1994, 15 нояб.
15. Филин В., Бурдаков В. Не порвут ли ракеты озоновый зонтик? // Красная Звезда. – 1989, 7 июня.
16. Суриков Б. Оружие спасения // Правда. – 1990, 25 мая.
17. Коновалов Б. Озон – головная боль планеты // Известия. – 1993, 6 февр.
18. Озоновая дыра над планетой растет // Известия. – 1992, 19 февр.
19. Аварийная ситуация: Редакционное сообщение // Рабочая трибуна. – 1990, 7 янв.
20. Агафонов С. Японцы готовят революцию, которая изменит мир окружающих нас вещей // Известия. – 1995, 11 фев.
21. Яблоков А. Сбережем ли среду обитания? // Правда. – 1989, 13 янв.
22. Головкин В. Озоновая дыра над Токио // Советская Россия. – 1988, 22 мая.
23. Озоновая дыра // За рубежом. – 1986, 10 июля.
24. Безвреден для природы: Редакционное сообщение // Красная Звезда. – 1993, 3 июня.
25. Бовкун Е. Плесень помогает делать бумагу // Известия. – 1995, 21 фев.
26. Взорвалась ракета "Першинг-2": Сообщение ТАСС // Известия. – 1985, 13 янв.
27. Взрыв над базой Ванденберг: Сообщение ТАСС // Социалистическая индустрия. – 1986, 20 апр.
28. Молнии и ракеты: Редакционное сообщение // Советская Россия. – 1987, 22 дек.
29. Фаличев О. Грозит ли нам ядерный терроризм? // Красная Звезда. – 1992, 11 февр.
30. Сообщение ТАСС об испытании нового ускорителя для ракетоносителя "Титан-4" // Правда. – 1991, 3 апр.
31. Просолов В. Как погиб расчет перегрузки ракет: Пресс-центр Московского округа ПВО // Красная Звезда. – 1994, 23 авг.
32. Погорелый М. "Кольт" эффективней лазерной пушки // Красная Звезда. – 1994, 8 сент.
33. Переплеткин Ю. Сибирские ученые могут озолотить Россию // Известия. – 1992, 3 июня.
34. Сообщение ИТАР-ТАСС // Красная Звезда. – 1994, 13 июля.
35. Помогает ультрафиолетовый луч: Редакционное сообщение // Красная Звезда. – 1993, 24 июня.
36. Агафонов С. Бактерии чистят воду // Известия. – 1994, 4 окт.
37. Бовкун Е. "Убийца" ядов из чрева кита // Известия. – 1994, 23 июля.

Поступила 25.04.2005

Рецензент: канд. техн. наук доцент В.М. Хижняк, Харьковский университет Воздушных Сил.