

**Способы приведения в безопасное состояние территорий  
и объектов инфраструктуры при выводе из эксплуатации  
объекта по хранению и уничтожению  
химического оружия «Горный» (пос. Горный Саратовской области)**

© 2012. А. С. Лякин, начальник отдела,  
Научно-исследовательский центр Федерального управления  
по безопасному хранению и уничтожению химического оружия,  
e-mail: vozrogdenie\_80@mail.ru

Рассмотрены различные подходы и способы приведения в безопасное состояние отдельных земельных участков и объектов инфраструктуры, загрязнённых ипритом, люизитом и мышьяком в пределах территории размещения бывшего арсенала хранения и объекта по уничтожению химического оружия «Горный» (пос. Горный Саратовской области). Они предполагают выемку грунта и его термическую обработку с последующим восстановлением плодородного слоя или обезвреживание загрязнённых земельных участков без выемки грунта методом взрыхления с синхронной обработкой дегазирующей рецептурой при перемешивании непосредственно в местах загрязнения.

Different approaches and ways are considered of safe-making individual allotments and infrastructure items contaminated with mustard gas, lewisite, and arsenic on the territory of the former plant of chemical weapons storage and destruction «Gorny» (the settlement Gorny, Saratov region). They involve excavation and thermal processing followed by restoration of fertile soil layer or neutralization of contaminated lands without excavation, with the help of the backwash method with synchronous degassing treatment and with stirring directly in the contaminated sites.

**Ключевые слова:** хранение и уничтожение химического оружия, санация грунта, термическая обработка, детоксикация, обезвреживание

**Keywords:** territories sanitation, storage and destruction of chemical weapons, thermal treatment, chemical agent detoxification, decontamination

Согласно федеральной целевой программе «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» после завершения работ по уничтожению химического оружия (ХО) категории 1 проводятся работы, связанные с выводом объектов по уничтожению ХО из эксплуатации, а также с приведением в безопасное состояние территорий, на которых были расположены бывшие объекты по хранению и уничтожению ХО, включая места бывшего хранения и уничтожения ХО, в сроки, устанавливаемые Правительством Российской Федерации.

Начальный этап работ по реабилитации таких территорий состоит в обследовании земельных участков и расположенных на них объектов инфраструктуры, установлении границ и степени их загрязнения отравляющими веществами (ОВ) и продуктами их трансформации.

Следующий этап работы заключается в разработке и обосновании технологий обезвреживания загрязнённых территорий и разработке проектных решений по их экологической реабилитации. Эти работы представляют собой по

существу второй этап проблемы ликвидации последствий, хранения и уничтожения ХО в Российской Федерации.

Одним из принципов использования имущественных комплексов объектов по уничтожению ХО после завершения их эксплуатации является использование только того имущества объекта по уничтожению ХО и только тех территорий в местах его расположения, которые отвечают требованиям по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения [1].

В настоящее время на объекте по уничтожению ХО «Горный» (пос. Горный, Саратовская область) ликвидированы все запасы кожно-нарывных ОВ хранившиеся на этом объекте. Перед проведением репрофилирования данного производственно-технологического комплекса в интересах обороны (или экономики), либо вовлечения в хозяйственный оборот высвобождаемого и пригодного для дальнейшего использования имущества комплекса этого объекта должны быть проведены следующие мероприятия:

– санитарно-эпидемиологическое обследование территории объекта по уничтожению ХО, а также находящихся на ней зданий, сооружений (включая технологическое оборудование) и других объектов инфраструктуры;

– обезвреживание и приведение в безопасное состояние зданий и сооружений (включая технологическое оборудование), захоронение различного вида отходов и осуществление реабилитации территории бывшего объекта по хранению и уничтожению ХО [2].

В связи с этим актуальной проблемой становится разработка высокоэффективных способов реабилитации (рекультивации) почвогрунтов, не оказывающих вредного влияния на здоровье человека и окружающую среду.

В результате проведения ряда научных исследований при непосредственном участии автора и специалистов ФГУП «ГосНИИ органической химии и технологии» (г. Москва), и ФБУ «ГосНИИ промышленной экологии» (г. Саратов) предлагается два принципиальных технологических подхода к реабилитации территорий, загрязнённых труднорастворимыми (в том числе мышьяксодержащими) соединениями [3, 4]:

1) обезвреживание земельных участков без выемки грунта методом взрыхления с одновременной обработкой рецептурой при перемешивании непосредственно в местах загрязнений;

2) выемка почвы и грунта, их химическая дегазация и термическая обработка с последующим возвращением обезвреженного грунта в места изъятия.

Способы (технологии) реабилитации территорий (выемка грунта, его дегазация и термообезвреживание или дегазация грунта непосредственно в местах загрязнения без термического обезвреживания) выбирают в зависимости от степени их загрязнения.

Приведение в безопасное состояние почвогрунтов в районах с высокой концентрацией загрязняющих веществ осуществляют на установке термического обезвреживания с предварительной обработкой грунта составом рецептуры ПДР «МАКС» (норма расхода рецептуры 100 л на 1 м<sup>3</sup>). Для химической обработки грунта рекомендуется использовать АРС-14К (авторазливочную станцию на базе КамАЗа) с соответствующим специальным оборудованием. Влажный продегазированный грунт извлекают экскаватором путем сплошной выемки.

Дополнительная химическая обработка грунта происходит в перемешивающем барабане (условия обработки: 50 л жидкости на 1 т грунта, перемешивание в течение 30 мин). После перемешивания производится отбор и анализ проб на подтверждение достаточности дегазации. Затем обработанную массу выгружают в контейнеры и направляют на площадку хранения грунта. С площадки грунт в контейнерах доставляют на установку термического обезвреживания.

При термической обработке грунта происходит разложение и окисление органических составляющих.

Обработка грунта в установке термического обезвреживания происходит при температуре 800–1200 °С, создаваемой за счёт горения топлива (природного газа), в две стадии. На первой стадии осуществляется окисление высокотоксичных веществ при температуре 800–1000 °С, после чего парогазовая смесь, содержащая остаточную пыль, поступает в камеру дожигания где подвергается термообработке при температуре 1200 °С (вторая стадия).

С целью уменьшения (полного исключения) эмиссии диоксинов отработанные газы подвергаются резкому охлаждению в испарительном скруббере в температурном диапазоне от 1150–1200 °С до 85–90 °С. При высокотемпературной обработке почвогрунтов, загрязнённых кожно-нарывными ОБ, в условиях избытка кислорода происходит полное окисление загрязнителей с выделением As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl. При обжиге почвогрунтов, содержащих примеси кожно-нарывных ОБ и продукты их трансформации, происходит также выгорание органических составляющих и испарение влаги. При этом вес грунта уменьшается на 30–60%.

Установка термического обезвреживания (УТО) работает в условиях разрежения для предотвращения выхода неочищенного дымового газа в производственные помещения. Выгрузка прокалённого грунта после охлаждения производится с помощью пневматической системы пылеулавливания. Достаточность обработки устанавливается по результатам анализа проб грунта после термического обезвреживания. При соответствии результатов анализа санитарно-гигиеническим нормативам, предъявляемым к содержанию загрязняющих веществ в почвах населённых территорий, грунт возвращается на места изъятия. При выгрузке обезвреженного грунта для уменьшения пыления целесообразно создавать водяную завесу. Места выгрузки засыпа-

ют плодородным слоем почвы с последующим высаживанием кустарников.

Приведение в безопасное состояние почвогрунтов в районах с низкой концентрацией загрязняющих веществ осуществляется без выемки грунта методом взрыхления с одновременной химической обработкой составом рецептуры ПДР «МАКС». Грунт перемешивают и взрыхляют при помощи землеройной машины типа ПЗМ-2. При движении машины рецептура ПДР «МАКС» из автоцистерны подаётся в зону взрыхления (норма расхода рецептуры: 100 л на 1 м<sup>3</sup> грунта). Для пылеподавления при взрыхлении создается аэрозольная водяная завеса [5, 6].

После химической обработки загрязнённых зон дегазирующими растворами территорию выдерживают в течение одного климатического сезона. Затем отбирают пробы грунта и анализируют их на содержание кожно-нарывных ОВ и мышьяка. В случае превышения допустимого валового содержания мышьяка грунт с этих участков подлежит термическому обезвреживанию. Глубина выемки и границы участка определяются по результатам химического анализа проб.

Кроме того, необходимо обезвредить и привести в безопасное состояние территорию бывшего арсенала хранения ХО, прилегающую к бывшему объекту по уничтожению ХО «Горный», на которой имеются места бывшего хранения ОВ (стаканы), связанные с прошлой деятельностью.

Для обезвреживания содержимого бывших заглублённых хранилищ (стаканов), в которых хранилось ОВ в соответствии с нормативными правилами и экологическими нормами, действовавшими, в 1930–40-х годах прошлого столетия, используют так же рецептуру ПДР «МАКС», которую заливают в пробуренные скважины с последующей выемкой и термообработкой продегазированного грунта.

Прежде всего, проводят детоксикацию содержимого бывших заглублённых хранилищ ОВ путем бурения нескольких скважин на глубину 2–2,5 м и подачи в них детоксиканта (ПДР «МАКС») и выдержки в течение 7 дней. После чего продегазированный таким образом грунт подается на термическое обезвреживание на установку термического обезвреживания грунта.

При наличии в пробах мышьяка в скважины дополнительно подают раствор аминокислотной композиции АК-3Э для связывания мышьяка в нерастворимые комплексы. Площадки с заглублёнными хранилищами ока-

пывают по периметру с отступом от хранилищ около 2 м. Траншею глубиной 7 м и шириной 1,5–2 м заливают бетоном с выступом над поверхностью 0,5 м, а извлечённый, продегазированный и термообезвреженный грунт размещают на поверхности площадки, разравнивают и покрывают асфальтобетоном или засевают травой (засаживают кустарником).

Для детоксикации загрязнённых почвогрунтов между площадками расположения бывших полуподземных хранилищ ОВ в скважины, пробуренные с шагом 2 м, подают рецептуру состава ПДР «МАКС». При наличии в пробах мышьяка в скважины подают раствор аминокислотной композиции. Затем территория между площадками расположения бывших полуподземных хранилищ ОВ окапывается и изолируется указанным выше способом.

Количество аминокислотной композиции рассчитывается исходя из общего содержания тяжёлых металлов и мышьяка. Обработка считается удовлетворительной при рН водной вытяжки из почвы не менее 8.

Затем поверхность покрывается слоем цеолитсодержащей породы (природные опоки) и слоем карбонатной глины 10–15 см, что обеспечивает перехват воды, не поглощённой полимером акриламида и почвогрунтом, а также способствует раскислению почвенной влаги за счёт высокого содержания карбонатов [7, 8].

Результат, достигаемый при осуществлении данного способа рекультивации, заключается в том, что содержание (концентрация) мышьяка в почве снижается в 20–25 раз и достигает уровня ПДК для почвы населённых мест.

Достаточность обработки устанавливают по результатам химического анализа проб.

Рассмотренные выше способы приведения в безопасное состояние почвогрунтов предусмотрены в исходных данных для проектирования [2] и проектной документации по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объекта по уничтожению ХО «Горный».

Для каждой территории объектов по уничтожению ХО, предполагаемой для дальнейшего использования, представляется целесообразным предусматривать несколько способов (технологий) приведения их в безопасное состояние с их последующей апробацией в конкретных условиях.

В связи с этим разработка технологий реабилитации объектов окружающей среды в районах расположения объектов по хранению и уничтожению ХО является приоритетным направлением исследований в области обеспе-

чения безопасности жизнедеятельности населения и охраны окружающей среды.

Основными мероприятиями по приведению в безопасное состояние почвогрунтов на территориях, принадлежащих объектам по уничтожению ХО, целесообразно считать:

- комплексное обследование с целью оценки загрязнённости территорий (зданий, сооружений) на наличие отравляющих веществ и продуктов их трансформации;
- создание по результатам обследований загрязнённых территорий карт-схем с отображением информации по результатам проведённых исследований (выявления существующих границ распределения специфических загрязняющих веществ на исследуемых объектах);
- разработку исходных данных для выполнения комплекса мероприятий по приведению в безопасное состояние загрязнённых территорий;
- создание необходимых производственных мощностей для высокотемпературной переработки загрязнённого грунта и строительных конструкций.

### Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 марта 1996 г. № 305 «Об утверждении федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
2. Чупис В.Н., Шляпин В.В., Мартынов В.В. и др. Исходные данные на ликвидацию (санацию) загрязнённых территорий мест бывшего хранения химического оружия на территории Удмуртской Республики. Саратов: ГосНИИЭНП, 2009. 306 с.
3. Отчёт о НИР «Поиск технологических решений, направленных на восстановление (утилизацию) почв, загрязненных отравляющими веществами кожно-нарывного действия и соединениями мышьяка», шифр «Грунт», этап 1, ФГУП «ГосНИИОХТ», инв. № 5888. Москва. 2006. 132 с.
4. Отчет о НИР «Поиск технологических решений, направленных на восстановление (утилизацию) почв, загрязненных отравляющими веществами кожно-нарывного действия и соединениями мышьяка», шифр «Грунт», этап 2, ФГУП «ГосНИИОХТ», инв. № 5938. Москва. 2006. 110 с.
5. Шевченко А.В., Никифоров Г.Е., Лякин А.С., Акишин Р.О., Ферезанов А.С. Научно-технические решения по санации загрязненных территорий, зданий и сооружений при выводе объектов по хранению и уничтожению химического оружия из эксплуатации и их перепрофилированию // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2010. Т. LIV. № 4. С. 77–79.
6. Лякин А.С. Технико-экономические решения, принимаемые для проведения работ по выводу объектов по уничтожению химического оружия из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности // «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия»: Матер. V науч.-практ. конф. М.: ФУБХУХО, 2010. С. 27–33.
7. Патент РФ № 2329882, 2008. Способ рекультивации земель / Иванов А.И., Иванов П.А., Стаценко А.П.
8. Скоробогатова В.И., Щербаков А.А., Мандыч В.Г. Санация загрязненных территорий в районах хранения и уничтожения химического оружия // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). 2007. Т. LI. № 2. С. 71–74.