

Различные подходы к рекультивации загрязнённых территорий в рамках выполнения ликвидационных мероприятий на бывших объектах по хранению химического оружия

© 2015. А. Ю. Исаева, к.б.н., м.н.с., В. С. Романов, к.б.н., зам. начальника отдела, Ю. А. Белов, к.в.н., зам. начальника отдела, Научно-исследовательский центр Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия, e-mail: fubhuho@mail.ru

В статье представлен материал о рекультивации загрязнённых территорий в рамках выполнения работ по ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия. Рассмотрены существующие дегазирующие рецептуры, применяемые для рекультивации территорий, загрязнённых ипритом и люизитом (гипохлорит натрия, полидегазирующая рецептура «МАКС» и перекисно-щелочная рецептура). Представлены схемы химических реакций иприта и люизита с дегазирующими рецептурами. Проведен анализ подходов к рекультивации загрязнённых территорий бывших объектов по хранению химического оружия в пос. Горный Саратовской области, г. Камбарка Удмуртской Республики и пгт. Мирный Кировской области. Акцентировано внимание на то, что выполнение всех мероприятий по рекультивации загрязнённых территорий позволит обеспечить полную очистку грунта от следов присутствия отравляющих веществ, продуктов их деструкции и мышьяка.

The paper presents the material on contaminated site remediation as part of the work on the elimination of effects of the storage facilities and chemical weapons destruction. The existing degassing for remediation of areas contaminated with mustard gas and lewisite (sodium hypochlorite, polidegaziruyuschaya recipe "MAX" and schelochnaya recipe) The schemes of chemical reactions with mustard gas and lewisite degassing recipes. The analysis of approaches to remediation of contaminated areas of the former object of chemical weapons storage in the village Gorniy Saratov region, the Kambarka city Udmurt Republic and the village Myrniy of the Kirov region. Special attention is paid to the fact that the implementation of all measures for the remediation of contaminated sites will ensure a thorough cleaning of the ground traces of poison substance and of arsenic.

Ключевые слова: рекультивация, грунт, ликвидация последствий деятельности, гипохлорит натрия, термическое обезвреживание.

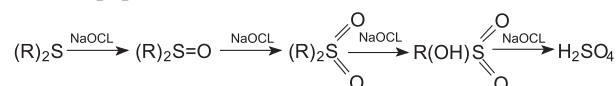
Keywords: reclamation, soil, eliminate the effects, sodium hypochlorite, thermal decontamination.

После завершения уничтожения химического оружия (ХО) в Российской Федерации будут проведены работы, связанные с выведением объектов по уничтожению химического оружия (ОУХО) и объектов по хранению ХО из эксплуатации, их уничтожением или конверсией, а также по рекультивации загрязнённых территорий, на которых были расположены объекты [1].

В ходе подготовки к проведению ликвидационных мероприятий на объектах по хранению и объектах по уничтожению ХО были проведены исследования грунта на содержание отравляющих веществ (ОВ) и продуктов их деструкции. Превышение допустимых норм содержания иприта, люизита и мышьяка в почвах было обнаружено в местах доконвенционного обращения с ХО [2 – 4].

Рекультивация загрязнённых территорий заключается в обработке почв и грунтов детоксикантом – гипохлоритом натрия, полидегазирующей рецептурой (ПДР) «МАКС» или перекисно-щелочной рецептурой с целью уменьшения остаточной загрязнённости грунта люизитом и ипритом.

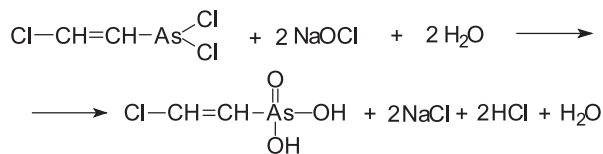
При дегазации грунта, загрязнённого ипритом, гипохлоритом натрия могут протекать химические реакции по следующей схеме [5]:



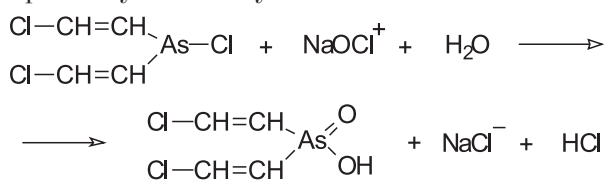
Водный раствор гипохлорита натрия последовательно превращает иприт в β,β'-дихлордиэтилсульфоксид и β,β'-дихлордиэтилсульфон, последний

при избытке окислителя превращается в β-хлорэтансульфокислоту, которая в более жёстких условиях претерпевает полную де-струкцию.

При взаимодействии α-люизита с водными растворами гипохлорита натрия происходит его окисление в 2-хлорвиниларсоновую кислоту:



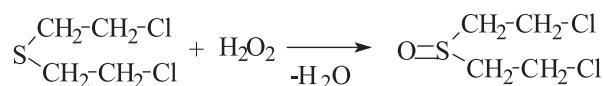
β-люизит окисляется в бис-(β-хлорвинил)арсиновую кислоту:



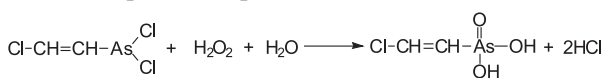
Образующиеся 2-хлорвиниларсоновая и бис-(β-хлорвинил)арсиновая кислоты относятся к малотоксичным веществам.

Таким образом, гипохлорит натрия активно взаимодействует с ипритом и люизитом с образованием относительно нетоксичных соединений, что и послужило обоснованием для создания дегазирующих рецептур на основе гипохлоритов для обработки различных заражённых поверхностей.

Дегазирующее действие ПДР «МАКС» основано на окислении иприта или люизита перекисью водорода. При обработке иприта ПДР «МАКС» главным образом образуется 2,2'-дихлордиэтилсульфоксид [6]:



При окислении α-люизита водным раствором перекиси водорода происходит образование 2-хлорвиниларсоновой кислоты:



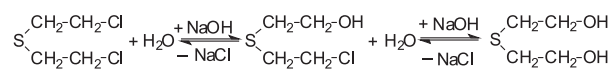
При окислении β-люизита раствором перекиси водорода образуется бис-(β-хлорвинил)арсиновая кислота:



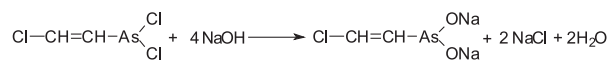
Щелочные растворы перекиси водорода из-за способности образовывать в реакциях атомарный кислород, пероксид и гидроксид анионы, обладающие высокой нуклеофильностью, широко применяются в органическом

синтезе для проведения процессов окисления, гидролиза и т. д. В состав перекисно-щелочной рецептуры входят едкий натр, перекись водорода и вода.

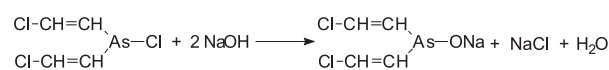
При применении перекисно-щелочной рецептуры происходит гидролиз иприта. Хотя иприт – вещество, достаточно устойчивое к гидролизу, но та его часть, которая растворена в воде, гидролизуется с замещением атома хлора на гидроксильную группу.



Первоначальный гидролиз α- и β- люизитов происходит уже при небольших концентрациях щелочи с образованием солей соответствующих β-хлорвиниларсонистых кислот [6]:



и бис-(β-хлорвинил)арсинистых кислот



В настоящее время существуют два подхода к рекультивации загрязнённых территорий:

- обезвреживание загрязнённых земельных участков без выемки грунта методом взрыхления путём перемешивания грунта с дегазирующей рецептурой непосредственно в местах загрязнения;

- выемка почвы и грунта, их дегазация и термическая обработка с последующим возвращением обезвреженного грунта на места изъятия.

При разработке подходов к рекультивации загрязнённых территорий доконвенционного обращения с ХО учитывался состав почв, а также качественный и количественный состав загрязнений. На основе полученных исходных данных разработаны технологии рекультивации загрязнённых территорий бывших объектов по хранению химического оружия в пос. Горный Саратовской области, г. Камбарка Удмуртской Республики и пгт. Мирный Кировской области.

В пос. Горный Саратовской области рекультивация загрязненной территории будет проводиться двумя способами, в зависимости от характера загрязнения.

Первый способ рекультивации грунта заключается в термообезвреживании грунта с предварительной обработкой дегазирующим раствором гипохлорита натрия. Грунт обрабатывается дегазатором и извлекается с глубины до 1 м, далее подвергается дополни-

тельной дегазации в автобетоносмесительной установке типа АБС-4, после чего отбирается проба и производится аналитический контроль достаточности детоксикации грунта. При необходимости проводится повторная обработка, затем грунт отправляется на термическое обезвреживание и возвращается на места изъятия.

Второй способ рекультивации будет осуществляться без выемки грунта путём взрыхления загрязнённого грунта и с одновременным внесением ПДР «МАКС». Взрыхление грунта будет осуществляться с помощью землеройной машины ПЗМ-2. После обработки загрязнённых зон дегазирующей рецептурой осуществляется выдержка загрязнённых территорий в течение одного климатического сезона. Затем отбираются пробы грунта и проводится анализ на содержание иприта, люизита и мышьяка. При обнаружении зон с повышенной предельно допустимой концентрацией ОВ процедура взрыхления повторяется. В случае выявления участков с превышением допустимого валового содержания мышьяка грунт с этих участков будет подвергаться термическому обезвреживанию.

На территории бывшего объекта по хранению ХО в г. Камбарка Удмуртской Республики грунт, загрязнённый ОВ, подвергается дегазации гипохлоритом натрия в местах расположения заглублённых хранилищ и на территории с повышенным содержанием иприта.

Дегазация почвы внутри хранилища проводится гипохлоритом натрия, далее производится детоксикация заглублённых хранилищ путём бурения нескольких скважин на глубину 2-4 м, введение в них детоксиканта с последующей выдержкой в течение 7 дней. По результатам анализа определяется необходимость дополнительной обработки. При наличии в пробах мышьяка грунт необходимо обработать раствором аминокислотной композиции АК-3 Э для связывания его в нерастворимые комплексы. Грунт, класс опасности которого понизился до 3 или 4 уровня, направляется на полигон захоронения отходов грунта. Повторная дегазация грунта (класс опасности которого остался на высоком уровне) осуществляется в мобильных установках дегазации грунта с использованием гипохлорита натрия, после чего он направляется на полигон захоронения отходов, а при невозможности достижения предельно допустимых концентраций – на термическое обезвреживание.

На территории со значительным превы-

шением содержания иприта дегазация грунта будет производиться гипохлоритом натрия с дальнейшей отправкой продегазированного грунта на установку термического обезвреживания и возвращением его обратно.

На объекте по хранению химического оружия в пгт. Мирный Кировской области технология рекультивации загрязнённой территории заключается в дегазации грунта перекисно-щелочной рецептурой с одновременным рыхлением с помощью щелереза-рыхлителя-кратователя или машины для глубокого фрезерования земель МТП-44Б. При этом норма расхода перекисно-щелочной рецептуры, подаваемой в зону взрыхления и перемешивания грунта, составит до 100 л на 1 м².

Описанные выше технологии рекультивации, независимо от характера загрязнений, позволяют произвести полную очистку загрязнённых территорий. Таким образом, в результате проведения планируемых мероприятий будут восстановлены земли на территориях бывших объектов по хранению ХО и ликвидировано загрязнение почв ипритом, люизитом, а содержание мышьяка доведено до значений, допустимых для почв населённых мест.

Литература

1. Капашин В.П. Выполнение завершающего этапа уничтожения запасов химического оружия в Российской Федерации // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 4. С. 12–14.
2. Баранов Ю.И., Казаков П.В., Афанасьев В.В., Головкин В.Ф., Богоявленская Ю.С., Садовников С.В., Козлов Г.В., Елеев Ю.А., Глухан Е.Н., Чернышова М.П., Чижикова Т.И. Исходные данные на осуществление комплекса мероприятий по ликвидации последствий деятельности объекта по хранению и уничтожению химического оружия в поселке Горном Саратовской области. Москва: ГосНИИОХТ, 2008. 357 с.
3. Чупис В.Н., Мартынов В.В., Быстренин В.И., Фризоргер Г.Г., Растегаев О.Ю., Емельянова Н.В., Ильин В.Ф., Рыжков А.В., Марьин В.И., Артемьев С.В., Белов С.А., Федоренко Е.В., Рыжков В.А., Симоненко Н.С., Толоконникова Т.П., Черников С.А., Жирнов В.А., Луцкая Е.А., Чеглеев И.И., Бурданов Д.А., Арбузов А.Ю., Бурданов Д.А., Арбузов А.Ю., Бурданов Д.А., Ильина Е.В. Исходные данные на ликвидацию (санацию) загрязнённых территорий мест бывшего хранения химического оружия на территории Удмуртской Республики в рамках НИР «Закладка». Саратов: ГосНИИЭНЦ, 2009. 346 с.
4. Радюшкин Ю.Г., Ключев А.М., Растегаев О.Ю., Родионцев И.А., Владимиров С.Ю., Пономаренко С.М., Елисеев А.Д., Белов С.А., Борзова Е.С., Макарова

Н.М., Танайлова Е.А., Грищенко К.Г., Беспалова Е.Ю., Козырев А.В. Исходные данные на вывод из эксплуатации и ликвидацию последствий деятельности объекта по хранению и объекта по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области. Саратов: ГосНИИЭНП, 2014. 321 с.

5. Шелученко К.В., Колганов А.Н., Жмуркин С.М., Лысенко К.Н., Зайцев А.В., Хрыпченко В.М., Лысенко А.Н., Епишин И.Г., Костычев А.А. Исходные данные на санацию и реабилитацию загрязненных территорий, прилегающих к объекту по уничтожению химического

оружия в г. Камбарка Удмуртской республики (шифр «Клад»). Пенза. 2013. 354 с.

6. Мандыч В.Г., Язынин С.В., Исаев И.Н., Заготовкина Н.Ю., Ильясов И.Х., Овсянников А.В., Третьякова С.В., Веткин Д.О., Рудковский А.А., Воробьев Т.В., Сипаков А.С. Выбор дегазирующих рецептур для ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению кожно-нарывных отравляющих веществ». Научно-технический отчет. (Шифр «Рецептура»). Леонидовка: Войсковая часть 24222, 2013. 132 с.