

туаций: Шестая Всероссийская научно-практическая конференция. М.: КРУК, 2001. С. 46.

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

9. Федоренко В.Н., Шулежко В.Ф., Организация и ведение гражданской защиты. Выпуск 1. Разделы № 2, 3. Теоретические основы комплексной гражданской защиты. Новогорск: Академия гражданской защиты МЧС России, 2001. С. 84.

УДК 623.459.8 + 577.4

Экологические аспекты уничтожения химического оружия

© 2011. Ф. П. Соколов¹, к.т.н., ген. директор, И. Н. Сизых¹, главный инженер, И. М. Мильготин¹, зам. главного инженера – главный технолог, В. А. Самсонов¹, главный инженер проекта,

Т. Н. Швецова-Шиловская², д.т.н., нач. отделения, А. А. Гулин³, начальник,

¹Институт по проектированию производств органического синтеза органической химии и технологии ООО «Гипросинтез»,

²Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии,

³Научно-исследовательский центр Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия,

e-mail: info@giprosinter.ru

В статье рассмотрены требования по обеспечению экологической безопасности при проектировании и эксплуатации объектов по уничтожению химического оружия. Показано, что проектирование этих объектов на основе глубоких проектных исследований, с использованием современных информационных технологий, позволяет обеспечить необходимый уровень безопасности и создать экологически безопасные производства.

The article reviews the requirements to ensuring environmental safety while designing and operating chemical weapon destruction facilities. It is indicated that the design of such facilities that is based upon deep project studies with the use of up-to-date information technologies allows ensuring the required level of safety and delivering environmentally sound productions.

Ключевые слова: уничтожение химического оружия, экологическая безопасность, охрана окружающей среды

Key words: chemical weapons decommission, ecological safety, environmental protection

Ратифицировав Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении, Российская Федерация тем самым приняла на себя обязательства уделить первостепенное внимание обеспечению безопасности людей и защите окружающей среды в ходе хранения и уничтожения химического оружия (ХО).

С целью реализации конвенционных обязательств приняты Закон «Об уничтожении химического оружия» и Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федера-

ции» (далее Программа). Данные документы устанавливают правовые основы проведения комплекса работ по уничтожению ХО, хранящегося на территории Российской Федерации, и по обеспечению безопасности граждан и защиты окружающей среды при проведении работ.

Отдельным пунктом в Программе подчёркнуто, что важнейшим программным мероприятием является обеспечение экологической безопасности на объектах по уничтожению ХО, которое достигается решением ряда сложных задач, в первую очередь, на этапе проектирования.

В настоящее время в Российской Федерации деятельность по обеспечению промышленной и экологической безопасности координируется в рамках государственной научно-технической программы «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учётом риска возникновения природных и техногенных катастроф». Проблемы охраны окружающей среды затронуты в федеральных законах «Об охране окружающей природной среды», «Об экологической экспертизе», «Об охране атмосферного воздуха», «Об отходах производства и потребления», «Водный кодекс», «Земельный кодекс», «О недрах», «Об особо охраняемых природных территориях», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и др.

Требования по обеспечению экологической безопасности при проектировании объектов по уничтожению ХО также отражены в дополнительных специальных нормативных документах, например: «Нормы специального проектирования объектов по уничтожению химического оружия», МУ 2.2.1/2.1.1.24-06 «Установление размеров санитарно-защитной зоны объектов по уничтожению химического оружия», СП 2.2.1.2513-09 «Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и репроектированию объектов по уничтожению химического оружия, реконструкции зданий и сооружений и выводу из эксплуатации объектов по хранению химического оружия».

Задачи обеспечения экологической безопасности решаются на всех этапах жизненного цикла объектов по уничтожению ХО: обоснования инвестиций, выбора участка размещения, технико-экономического обоснования (проекта), строительства, эксплуатации, до вывода из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности.

В настоящее время в России введены в эксплуатацию шесть объектов по уничтожению ХО: в пос. Горный Саратовской области, в г. Камбарка Удмуртской Республики, в пос. Мирный Кировской области, в пос. Леонидовка Пензенской области, в г. Щучье Курганской области и г. Почеп Брянской области. Готовится к вводу в эксплуатацию объект по уничтожению ХО в пос. Кизнер Удмуртской Республики.

Институт «Гипросинтез» (г. Волгоград) выполнял проектные работы для объектов по уничтожению ХО, расположенных в пос. Горный Саратовской области, в г. Щучье Курган-

ской области и пос. Кизнер Удмуртской Республики.

Каждый объект по уничтожению ХО представляет собой крупный промышленный комплекс со своей собственной сложной структурой вспомогательных служб, сооружений энергообеспечения, коммуникаций. С точки зрения реализуемой технологии и аппаратурного оформления процесса производства объекты по уничтожению ХО существенно различаются. Требования же экологического характера диктуют единый принципиальный подход в решении задач природопользования и охраны окружающей среды.

Основные природные компоненты, подвергающиеся риску воздействия загрязняющих веществ при функционировании объектов по уничтожению ХО, – атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почва. Задача предотвращения поступления высокотоксичных соединений за пределы технологических систем стала ключевой при разработке мероприятий по предупреждению негативного воздействия на окружающую среду.

В целях уменьшения выбросов в атмосферу оптимизированы источники выделения загрязняющих веществ и разработаны меры по обезвреживанию газовойоздушных сред перед выбросом в атмосферу. Обеспечен высокий уровень герметичности технологических систем, прежде всего тех, в которых обращаются высокотоксичные среды. На участках, где не исключена возможность образования локальных источников загрязнения воздуха производственного помещения, организуются укрытия, оснащённые системами вытяжной вентиляции. Наиболее опасные операции расснаряжения боеприпасов с отравляющими веществами (ОВ) – вскрытие боеприпасов и эвакуация ОВ – предусмотрено выполнять в защитных кожухах-кабинах. Система вытяжной вентиляции кабин обеспечивает разрежение в кабине по отношению к производственному помещению. Таким образом, практически исключено поступление опасных веществ в производственные помещения.

Все системы, отводящие вентиляционный воздух из основных производственных помещений, оборудованы системами высокоэффективной очистки.

Технологические абгазы перед выбросом в атмосферу подлежат поэтапной очистке на абсорбционных колоннах, где в качестве сорбента используется соответствующий ОВ дегазирующий раствор, и в адсорберах, заполнен-

ных активным углем – универсальным адсорбентом с развитой поглощающей поверхностью. На объектах по уничтожению ХО, снаряжённого фосфорорганическими ОВ (ФОВ), предусмотрена доочистка выбросов на контактных аппаратах, заполненных активным оксидом алюминия, который обладает способностью хемосорбции ФОВ. Общая расчётная эффективность очистки составляет не менее 99,9999%. Для воздуха местных отсосов и общеобменной вентиляции предусмотрена очистка на твёрдых сорбентах.

Контактные аппараты были разработаны ГУП «ФНПЦ «Прибор» специально для объектов по уничтожению ХО. Аппараты предназначены для очистки вентиляционного воздуха от паров химически опасных веществ 1–3 классов опасности по ГОСТ 12.1.007-76, в том числе паров люизита, иприта, зарина, зомана, ОВ типа Vx. Принцип работы аппаратов заключается в адсорбции вредных веществ из вентвоздуха на развитой поверхности гранулированного сорбента (активного угля, активного оксида алюминия), находящегося в сорбционной камере. Сорбционная ёмкость контактных аппаратов обеспечивает высокую степень очистки воздуха от загрязнений как при штатном режиме функционирования технологических установок, так и при резком повышении концентрации загрязняющих веществ в воздухе в случае аварийной ситуации. Для исключения загрязнения воздуха помещений при выполнении регламентных работ по замене сорбента выгрузка и загрузка сорбента в контактные аппараты осуществляется с применением передвижного фильтровального агрегата.

Контроль эффективности работы систем очистки вентвоздуха осуществляется систематически лабораторными методами и непрерывно с помощью автоматических газосигнализаторов, установленных на источниках выброса в атмосферу. Всё адсорбционное оборудование газоочистки имеет 100%-ный резерв. Переключение на резервное оборудование выполняется автоматически по сигналу о превышении содержания ОВ предельно допустимой концентрации для воздуха рабочей зоны (ПДК_{ра}).

Таким образом, многоступенчатая система газоочистки позволяет улавливать загрязняющие вещества, прежде всего ОВ, с эффективностью, близкой к 100%. На рисунке 1 в качестве примера приведена диаграмма, наглядно показывающая эффективность мер по снижению выбросов.



Рис. 1. Эффективность мер по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на примере выбросов от основных производственных корпусов при уничтожении боеприпасов с заринем

Мощный источник поступления загрязняющих веществ в атмосферу – выбросы дымовых газов от топливосжигающих установок и оборудования, главным образом установок термического обезвреживания и котельных. Принципиальное решение использовать на всех объектах по уничтожению ХО в качестве топлива природный газ является весьма существенным воздухоохраным мероприятием, поскольку исключает присутствие в выбросах большого числа вредных примесей, обычно образующихся при сжигании твёрдого и жидкого топлива, – сернистых соединений, пыли, несгоревших твёрдых веществ в виде золы и сажи, хлористого натрия и магния, ванадия, ртути и ряда других веществ.

В процессе термического обезвреживания жидких и твёрдых отходов полнота сгорания высокотоксичных соединений достигается дожиганием отходящих газов при температуре 1200 °С. Для предотвращения повторного образования таких органических соединений, как полициклические ароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы или полихлорированные диоксины и фураны (процессы их формирования протекают с достаточной скоростью лишь при температуре свыше 250 °С) предусмотрено резкое охлаждение дымовых газов до температуры 80–85 °С в скрубберах-охладителях. Кислые газы нейтрализуют щёлочью, очистка дымовых газов от солей и зольных остатков осуществляется в скрубберах Вентури, орошаемых водой. Для улавливания соединений мышьяка в составе

газоочистных систем установок, обезвреживающих мышьяк содержащие отходы, предусмотрена дополнительная ступень очистки – мокрый электрофильтр, на котором происходит отделение мельчайших аэрозолей.

Очистка газозооных выбросов от основных и вспомогательных производств, не содержащих высокотоксичные вещества, выполняется по общепринятым схемам с использованием стандартного оборудования.

Достаточность мероприятий, направленных на обеспечение охраны воздушного бассейна в районе размещения объекта, подтверждена расчётами ожидаемого уровня загрязнения высокотоксичными и прочими веществами.

Результаты расчёта иллюстрируют карты рассеивания люизита и зарина, приведённые на рисунках 2, 3.

Прогнозная оценка показала, что при условии реализации комплекса мероприятий уровень воздействия на атмосферный воздух будет соответствовать требованиям экологической безопасности:

- концентрации ОВ на источниках выброса в атмосферу будут существенно ниже регламентируемых величин (1 ПДК_{р.з.});
- уровень загрязнения, создаваемый выбросами загрязняющих веществ на границе санитарно-защитной зоны и в населённых местах, не превысит 10% допустимой нормативной величины, а для ОВ – менее 1% ОБУВ, установленных для населённых мест.

Специфические загрязнители в валовом выбросе предприятия составляют менее 0,01%, из них выбросы ОВ менее $1 \cdot 10^{-7}\%$. Основную массу выброса (80–85%) составляют такие общепромышленные загрязнители, как оксиды азота, оксид углерода, диоксид серы, поступающие от установок термического обезвреживания и объектовой котельной, при этом вклад котельной – более 75%.

Задача снижения прямого воздействия на гидросферу решалась в двух направлениях: оптимизация схемы водопотребления с целью уменьшения объёмов потребления воды

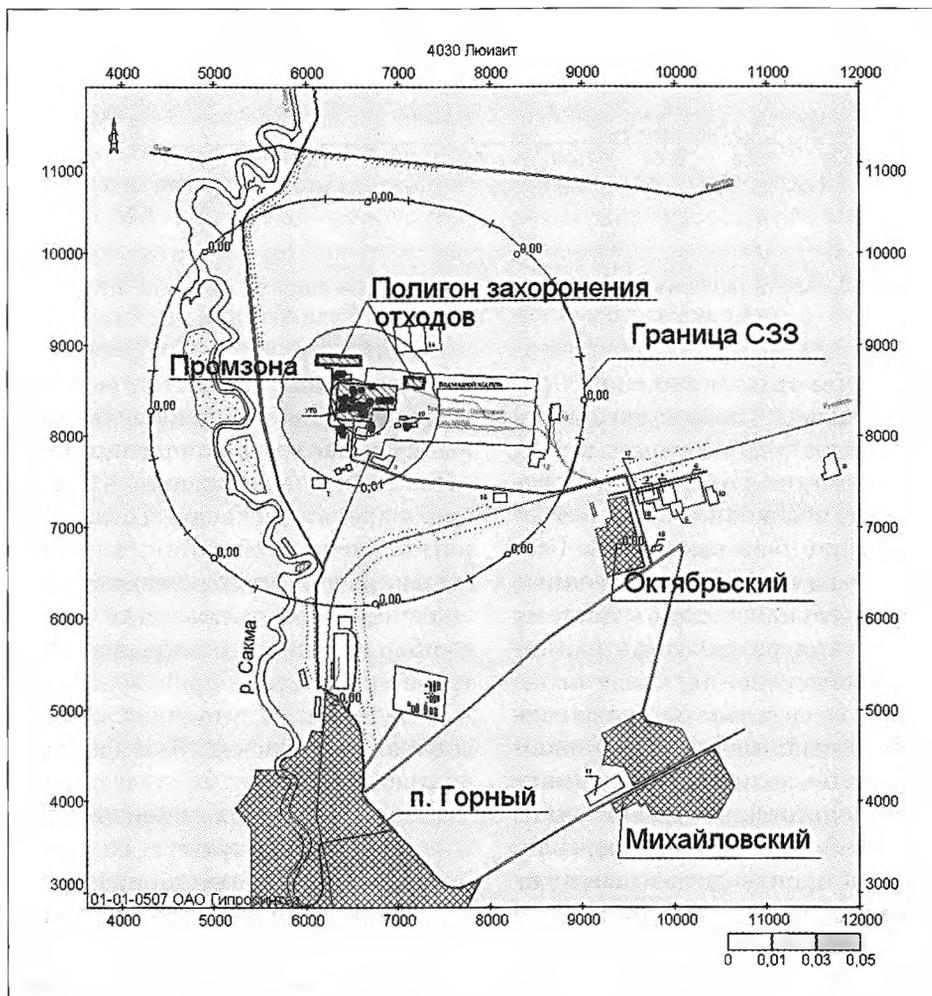


Рис. 2. Карта рассеивания люизита в районе размещения объекта уничтожения химического оружия в п. Горный Саратовской области

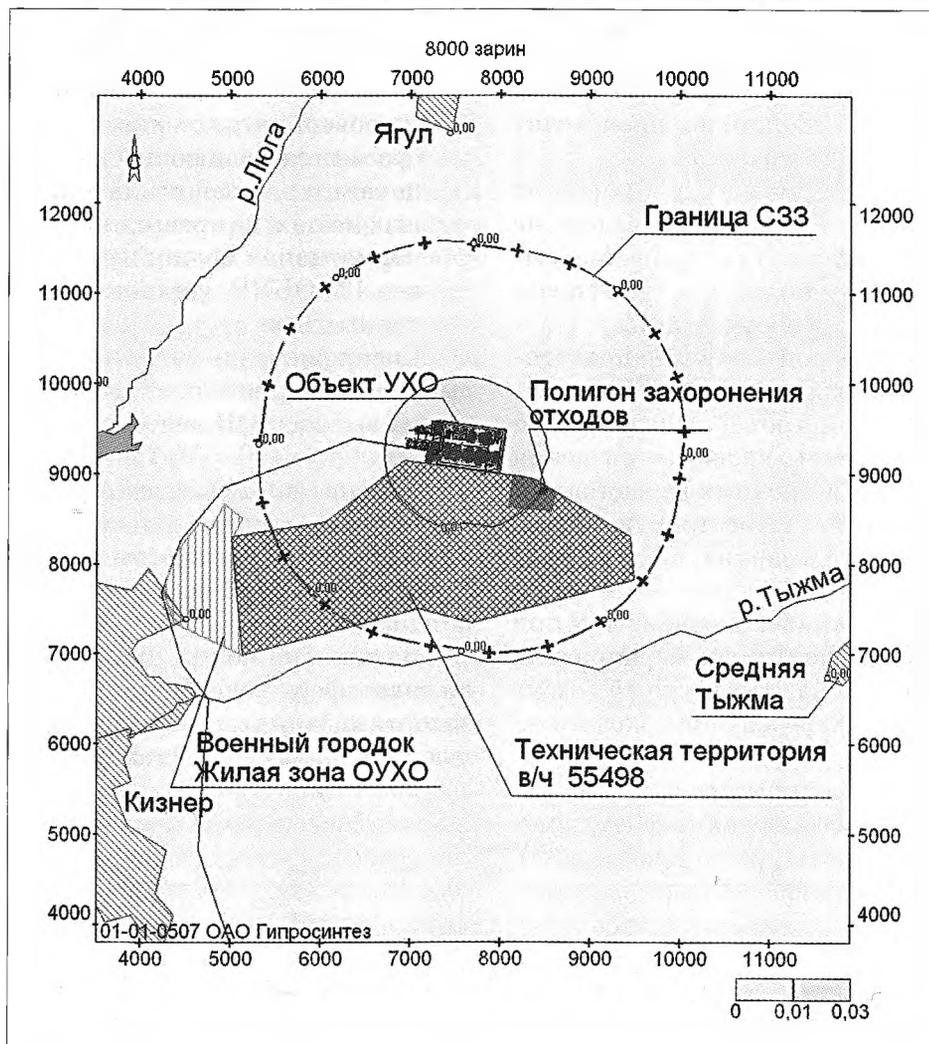


Рис. 3. Карта рассеивания зарина в районе размещения объекта УХО в Кизнерском районе Удмуртской Республики

от природных источников и сокращение сброса всех видов сточных вод. Полностью исключить потребление воды от природных источников не представляется возможным, прежде всего в связи с необходимостью потребления на хозяйственно-бытовые нужды. Расход же природных вод на производственные нужды – непозволительная роскошь, поэтому в ходе проектирования разработана рациональная схема водообеспечения, представляющая собой производственный цикл с максимальным повторным использованием очищенных сточных вод. Это позволило свести к минимуму потребление воды от внешнего источника, прежде всего за счёт уменьшения потребления свежей воды на производственные нужды. Согласно схеме приняты отдельные сети хозяйственно-питьевого и производственно-противопожарного водоснабжения. Сети производственно-противопожарного водоснабжения обеспечиваются технической во-

дой со станции доочистки вод, которая представляет собой очищенные бытовые и дождевые сточные воды с территории объекта, а для объекта по уничтожению ХО в г. Щучье это ещё и дренажные воды. Создана система оборотного водоснабжения, которая позволяет многократное использование воды, предназначенной для охлаждения технологического оборудования, и покрывает более 95% потребности в воде на производственные нужды.

На объектах по уничтожению ХО реализована экологически безопасная система водоотведения:

- исключён сброс производственных сточных вод в открытую гидрографическую сеть и подземные горизонты;
- все производственные сточные воды уничтожаются или перерабатываются с целью повторного потребления;
- бытовой, ливневой сток с территории промышленной и вспомогательных зон

предприятия подлежит сбору, очистке и возврату в сеть производственно-противопожарного водопровода.

Технологический процесс детоксикации ОВ и уничтожения ХО в целом организован таким образом, что выход сточных вод, загрязнённых ОВ, за пределы производственного отделения исключён. Обезвреживание стока выполняется в основной технологической схеме. Обезвреженный сток подлежит дальнейшей переработке на общезаводской установке по переработке сточных вод, предназначенной для утилизации всех водных отходов предприятия, содержащих незначительное количество органических веществ. Конденсат, полученный в процессе переработки, возвращается для использования в технологических целях, для подпитки системы водооборота или других нужд производства. Порошкообразный остаток вывозится на полигон захоронения отходов. Все сточные воды, содержащие значительное количество органических веществ, подлежат уничтожению (сжиганию) на установке термического обезвреживания.

Для сбора и очистки поверхностного стока с территории и бытового (хозяйственно-фекального) стока от корпусов объекта создаётся целый комплекс специальных сооружений. Первый этап очистки бытового и ливневого стока предусмотрен по обычно применяемым схемам с типовым набором оборудования. Доведение очищенного стока до качества, необходимого для использования в сети производственно-противопожарного и оборотного водоснабжения, выполняется на дополнительном комплексе сооружений с применением реагентов и эффективных фильтрационных материалов. При проведении проектных исследований часто приходится решать дополнительные задачи, связанные с особенностями района размещения объекта. Так, при проектировании объекта по уничтожению ХО в г. Щучье дополнительная задача была обусловлена сравнительно высоким уровнем грунтовых вод и как следствие потенциальной возможностью подтопления и заболачивания площадки строительства. Появилась необходимость выполнить отведение вод от площадки строительства с целью снижения и поддержания уровня грунтовых вод в пределах, требуемых по условиям строительства и безопасной эксплуатации сооружений объекта.

Для определения объёма водоотведения, количества и размещения дрен выполнено геофильтрационное моделирование дренажа и даны рекомендации по оптимальной организации водопонижения.

Функционирование объектов по уничтожению ХО сопровождается образованием значительного количества отходов. Частично это отходы обычные для любого крупного предприятия, а частью специфические, образование которых обусловлено технологией уничтожения ОВ. Воздействие на состояние окружающей среды, связанное с образованием и обращением отходов, характеризуется прежде всего уровнем опасности отходов для объектов природной среды и условиями их размещения. Снижение уровня опасности твёрдых отходов достигается мероприятиями по их обезвреживанию.

Для объектов по уничтожению ХО предложен метод термического обезвреживания, который является наиболее эффективным, заключается в окислении органических составляющих отходов в пространстве специальной печи при температуре 700–1200 °С до продуктов полного сгорания и элементов, таким образом обеспечивается полное разложение хлор-, фтор-, серо-, фосфорсодержащих органических соединений. Для термического обезвреживания твёрдых отходов предложено использовать печь проходного типа с выдвижными поддонами и камерой дожигания газовых продуктов, разработанную специально для объектов по уничтожению ХО специалистами ОАО «НПО ТЕХЭНЕРГОХИМПРОМ». Опыт эксплуатации аналогичной печи на объекте по уничтожению ХО в пос. Горный Саратовской области показал эффективность и надёжность обезвреживания твёрдых отходов, содержащих ОВ.

Для термического обезвреживания жидких органических отходов и сточных вод, содержащих значительное количество органических веществ, выбрана печь циклонного типа. Её достоинства обусловлены, главным образом, аэродинамическими особенностями (вихревой структурой газового потока), обеспечивающими высокую интенсивность и устойчивость процесса сжигания топлива с очень малыми тепловыми потерями при минимальных избытках воздуха, а также благоприятные условия тепло- и массообмена между газовой средой и каплями (частицами) отходов вследствие больших относительных скоростей и высокой турбулентности. Циклонные печи для сжигания жидких отходов различного состава нашли широкое распространение в нашей стране и за рубежом (в США, Японии, Великобритании и т. д.).

Решения по организации сбора, временного хранения, обезвреживания и утилиза-

ции отходов позволяют исключить загрязнение территории в период их обращения в производственном процессе. В конечном итоге все не утилизируемые отходы объекта размещаются для хранения на специальных полигонах, создаваемых в непосредственной близости от объектов. Полигон захоронения отходов является природоохранным сооружением, создаётся с учётом природных условий территории и соблюдением всех требований экологической безопасности, предъявляемых к подобным сооружениям, и обеспечивает экологически безопасное длительное хранение отходов.

Реальную эффективность и достаточность мероприятий, направленных на предупреждение негативного воздействия на окружающую среду, могут подтвердить только результаты натурных исследований. С этой целью для каждого из объектов по уничтожению ХО разработаны широкомасштабные программы мониторинга природных сред на территориях возможного влияния объектов, включая санитарно-защитную зону, ближайшие населённые пункты, зону защитных мероприятий. Система экологического мониторинга предназначена обеспечить получение полной и динамичной картины состояния окружающей среды на всех этапах жизнедеятельности опасного промышленного объекта.

В рамках программ мониторинга предусмотрен круглосуточный сбор данных об экологической обстановке – отбор и анализ проб водных сред, почвы и воздуха, экспресс-контроль на наличие ОВ, специфических и общепромышленных загрязнителей, непрерывный автоматический контроль воздуха на территории населённых пунктов. Лабораторный комплекс обеспечен современным отечественным и импортным оборудованием высокого класса точности. Более 7 лет объёмных систематических исследований дают развёрнутую картину состояния природных компонентов за период с момента начала строительства объекта по уничтожению ХО до настоящего времени. Результаты наблюдений свидетельствуют о достаточности и эффективности принятых превентивных мер, направленных на уменьшение выбросов и сбросов в окружающую среду: за весь период работы объекта с 2002 года не зафиксировано случаев выбросов ОВ в воздух; ОВ (иприт, люизит), мышьяк и продукты детоксикации ОВ в поверхностных водах не обнаружены.

Экспедиционные обследования почв в районе расположения объекта (населённые пункты и территория в зоне 50 км вокруг объ-

екта), проведённые с 1989-го по 2004 год специалистами Саратовского государственного университета, показали отсутствие иприта и люизита. Содержание мышьяка во всех пробах оказалось значительно меньше ПДК, и тенденции к увеличению не наблюдалось. Данные экологического мониторинга за период функционирования объектов по уничтожению ХО подтверждают стабильность показателей – отсутствие ОВ, содержание мышьяка в пределах фоновых концентраций.

Особая зона – территория, на которой в течение десятилетий располагались хранилища запасов ОВ, а с 2002 г. действует объект по уничтожению ХО. В рамках комплекса мероприятий по ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО предстоит выполнить значительный объём работ. Проектная документация на их проведение уже подготовлена и получила положительное заключение Государственной экологической экспертизы.

Важным экологическим аспектом является предоставление общественности экологически значимой информации. Соблюдение права каждого на достоверную, полную и своевременную информацию о состоянии окружающей среды и мерах по её охране относится к одному из основных принципов охраны окружающей среды, предусмотренных Федеральным законом «Об охране окружающей природной среды». Процедура оценки воздействия планируемой деятельности на окружающую среду, а также подготовки соответствующих материалов регулируется «Положением об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации».

Первые в России общественные слушания по проблеме уничтожения ХО были проведены в пос. Горный Саратовской области в 1996 г. Позже процедура оценки воздействия на окружающую среду была осуществлена для всех объектов по уничтожению ХО как неотъемлемая часть процесса проектирования. Последние слушания, в которых принимал участие институт «Гипросинтез», состоялись в сентябре 2009 г. и были посвящены обсуждению материалов по оценке воздействия на окружающую среду при проведении работ по ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению и хранению ХО в пос. Горный. Особенностью проекта является выраженная экологическая направленность, поскольку основная задача намечаемой деятельности – приведение в безопасное состо-

ание зданий и сооружений бывших объектов по хранению и уничтожению ХО, рекультивация территорий. По результатам обсуждений уровень воздействия на окружающую среду был оценён как допустимый, а объём предусмотренных мероприятий по охране окружающей среды при проведении намечаемой деятельности – как достаточный [1].

Таким образом, опыт успешной эксплуатации объектов по уничтожению ХО всецело подтвердил достоверность прогнозных экологических оценок, выполненных на стадии проектирования, что позволяет говорить о высоком качестве проектных исследований. Реализация комплекса технических и технологических мероприятий, направленных на безопасное ведение процессов уничтожения ХО,

а также целевых мероприятий по охране окружающей среды и обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения позволит обеспечить требуемый уровень экологической безопасности в районе размещения объектов при выполнении Россией международных обязательств в сфере химического разоружения.

Литература

1. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) намечаемой деятельности при проведении работ по ликвидации последствий деятельности объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области. Волгоград: Гипросинтез, 2009.

УДК 504.064:543.554.4:543.89

Государственные стандартные образцы состава токсичных химикатов и продуктов их детоксикации в системе экологического контроля и мониторинга объектов по уничтожению химического оружия

© 2011. С. Н. Штыков¹, д.х.н., профессор, С. Н. Кобцов², м.н.с., И. Х. Ильясов², к.х.н., с.н.с., И. Н. Исаев², к.х.н., нач. лаборатории, Д. С. Дубровский², м.н.с., С. В. Язынин², нач. объекта,

¹Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского,

²Объект по уничтожению химического оружия «Леонидовка»,

e-mail: stask@bk.ru

В статье рассмотрена роль государственных стандартных образцов состава токсичных химикатов и продуктов их детоксикации в системе экологического контроля и мониторинга объектов по уничтожению химического оружия. Приведены данные о существующих государственных стандартных образцах состава токсичных химикатов и продуктов их детоксикации и методиках измерений массовой доли основного вещества, применяемых при их аттестации. Рассмотрены современные и перспективные направления исследований в этой области.

The article deals with the importance of monitoring national certified reference materials composed of toxic chemicals and their destruction products in the system of ecological control and chemical weapons facilities monitoring. The paper gives the data on available national certified reference materials composed of toxic chemicals and their destruction products as well as the basic substance mass fraction measurement procedures used for their certification. The current and long-term tendencies of research in this field are considered.

Ключевые слова: стандартный образец, экологический контроль и мониторинг, токсичный химикат, уничтожение химического оружия

Key words: certified reference material, ecological control and monitoring, toxic chemical, chemical weapons destruction

Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» устанавливает необходимость мониторинга загрязнителей окружа-

ющей среды, образующихся в процессе эксплуатации объектов по хранению и уничтожению химического оружия (ХО), а также разработку и утверждение экологических норма-