

УДК 681.51; 681.52

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ХИМИЧЕСКОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВЧАТОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИИ ВЗРЫВООПАСНЫХ ПРЕДМЕТОВ

*Дубровкина М.В., Логунова Г. Л., Бигвава В.А.*

*Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Искра»  
(НИПКИ «Искра»)*

*E-mail: [margarita\\_dubrov@mail.ru](mailto:margarita_dubrov@mail.ru)*

### **Аннотация:**

*Дубровкина М.В., Логунова Г. Л., Бигвава В.А. Система управления процессом химической нейтрализации взрывчатого вещества при обезвреживании взрывоопасных предметов. Определены параметры процесса химической нейтрализации ВОП, обоснованы методы и средства, применяемые для их контроля. Предложена структура системы управления процессом химической нейтрализации ВОП.*

### **Общая постановка проблемы**

Развитие большинства передовых направлений науки и техники немыслимо без современных систем измерения, контроля, управления, анализа и обработки информации. Особенно это актуально при создании, производстве и эксплуатации изделий техники специального назначения, к которым обычно предъявляются повышенные требования.

Приборы, которые включаются в состав этой техники и служат для ее контроля или контроля специальных технологических процессов, также относятся к изделиям спецтехники. К таким приборам, безусловно, можно отнести приборы контроля параметров устройств и процессов бездетанационного обезвреживания боеприпасов при гуманитарном разминировании, которое представляет собой обезвреживание мин и неразорвавшихся боеприпасов в гражданских целях и осуществляется в соответствии с международными стандартами ООН International Mine Action Standards (IMAS).

Актуальность создания таких приборов определяется острой необходимостью создания специальной противоминной техники, которая в свою очередь обусловлена масштабами и остротой глобальной проблемы минной опасности.

Наиболее эффективными для снижения опасности или бездетанационного обезвреживания отдельно расположенных взрывоопасных предметов (ВОП), которые невозможно подрывать на месте или транспортировать в другое место для уничтожения во время проведения операций гуманитарного разминирования, являются, по результатам исследований, методы разрушения ВОП ультразвуковой жидкости и химическая нейтрализация взрывчатого вещества ВОП непосредственно в его корпусе. Это согласуется и с тенденциями развития данного направления исследований в мировой практике. В настоящее время НИПКИ «Искра» накоплен достаточный опыт создания технологий и оборудования для обезвреживания ВОП [1, 2], в том числе в области гуманитарного разминирования, однако в Украине не выпускаются специальные приборы контроля параметров средств обезвреживания ВОП. Отсутствие специального приборного обеспечения затрудняет оптимизацию тактико-технических характеристик средств обезвреживания и, в конечном итоге, не предоставляет возможности для завершения работ по разработке и постановке на производство опытных образцов этих средств. Кроме того, отсутствие приборного обеспечения для контроля процесса обезвреживания ВОП повышает риск проведения этих операций [3].

Так как одним из решений экологически приемлемого бездетонационного обезвреживания ВОП является способ отделения взрывных компонентов боеприпаса от его внутренней оболочки вымыванием нейтрализующими составами реагентов [0 - 0], то, следовательно, разработка системы управления процессом химической нейтрализации ВВ при обезвреживании ВОП является **актуальной**.

**Целью** настоящей работы является обоснование состава и построение структурной схемы системы управления процессом химической нейтрализации ВОП для их бездетонационного обезвреживания.

**Параметры процесса химической нейтрализации ВОП.** Для введения в корпус ВОП химических реагентов для нейтрализации ВВ необходимо предварительно сформировать в нем отверстие, причем технологическое воздействие не должно вызывать инициирования детонации. Наиболее приемлемой в этом случае является электрохимическая обработка, которая производится без какого-либо механического воздействия на боеприпас, с достаточной изоляцией от внешней среды и при практически постоянной невысокой температуре, регулирование которой вполне возможно интенсивностью прокачивания растворителя. Саму же емкость растворителя при необходимости представляется возможным охлаждать. Контролируемыми параметрами процесса формирования отверстий в корпусе ВОП методом электрохимической обработки являются температура электролита и значение напряжения на электрод-инструменте, которое позволяет определить момент завершения формирования отверстия.

На этапе вымывания ВВ из оболочки ВОП во избежание теплового инициирования взрыва монолитов ВВ необходимо регулировать скорость процесса и тепловую мощность нейтрализации монолитов ВВ. Это осуществляется за счет контроля и регулирования температуры реагентов и их расхода, концентрации действующего вещества.

Дополнительным параметром контроля всего процесса химической нейтрализации является температура корпуса ВОП.

**Методы и средства для контроля параметров химической нейтрализации ВОП.** Эффективность проведения процессов формирования отверстий в корпусе ВОП и вымывания с нейтрализацией ВВ через предварительно сформированную в теле ВОП реакционную полость во многом зависит от задания температурного режима в зоне проводимых операций. В связи с этим при проведении процесса необходим стабильный непрерывный высокоточный контроль температуры в зоне реакции в задаваемом измеряемом диапазоне (в зависимости от материала корпуса ВОП и ВВ, а также типа применяемых электролита и реагента) с возможностью ее регулирования. Качество измерения и задаваемый температурный диапазон зависят от применяемого датчика температуры. Для измерения температуры в технологии химической нейтрализации наиболее подходят контактные датчики на основе платиновых (ТСП) и медных термопреобразователей сопротивления, и термоэлектрических преобразователей. Данные датчики широко выпускаются серийно в разных конструктивных исполнениях (средовые термометры), в том числе для жидких сред во взрывоопасных зонах, в концентрированных растворах кислот и щелочей и т.д. Наиболее перспективными с точки зрения стабильности свойств в диапазонах температур от 13,81 до 903,89°K являются ТСП [0].

Перспективным и эффективным бесконтактным дистанционным методом контроля температуры корпуса ВОП (распределения температуры по объекту контроля) и перемещения зоны реакции при осуществлении в нем нейтрализации ВВ является тепловизионный метод. В основу тепловизионного метода положен прием низкоэнергетического невидимого инфракрасного (теплового) излучения от контролируемого (исследуемого) объекта через оптическую систему, с последующим его измерением, оцифровкой, регистрацией, математической обработкой и отображением на экране компьютера или дисплее прибора тепловизора температурного поля объекта в

видимой области спектра заданными цветами. Тепловизоры позволяют изменять параметры съемки, определять значения температуры в каждой точке термограммы, имеют функцию изотермы, что позволяет отслеживать положение фронта реакции.

При правильном подборе реагентов, реакция полной нейтрализации может протекать от 3 до 10 минут. При неправильном подборе реакция может пройти не полностью, т.е. ВВ разложится лишь частично и сохранит свои свойства, или не пройти вовсе. Поэтому контроль расхода реагента, в также концентрации продуктов реакции или исходных соединений необходим для оценки характера прохождения реакции. Для обнаружения и измерения концентрации химических соединений в растворе возможно использование ряда хроматографических, спектрометрических и электрохимических методов анализа. Процедура отбора проб в процессе непрерывной перекачки реагента технически возможна, но продолжительность анализа одной пробы – не менее 3 минут, не позволяет использовать эти методы для слежения за динамикой процесса нейтрализации ВВ, они применимы лишь в лабораторных исследованиях [0-0]. Однако при обезвреживании ВОП в полевых условиях применение выше перечисленных методов определения концентрации реагента невозможно. Учитывая, что для обеспечения определенной концентрации и температуры реагентов в процессе вымывания ВВ применяется вода, то концентрация реагента будет определяться косвенно и исходными данными для ее определения будут расход реагента и воды. Выбор тех или иных расходомеров выполняется на основе их соответствия требованиям к измеряемой среде. Несмотря на высокую стоимость, в настоящее время в противовес ротационным расходомерам, наметились тенденции применения расходомеров нового поколения без движущихся частей, и имеющих более высокие характеристики и параметры. Основными критериями выбора этих расходомеров являются точность измерения, высокие показатели надежности при эксплуатации, автоматизированный съем и учет данных. К расходомерам нового поколения относят серийно выпускаемые ультразвуковые, электромагнитные (индукционные), кориолисовые и другие, находящиеся в стадии исследований и построенные на применении известных физических явлений.

**Принцип работы системы управления процессом химической нейтрализации ВОП.** На рисунке 1 представлена система управления процессом химической нейтрализации (СУПХН), которая работает в комплексе с системой химической нейтрализации (СХН) ВОП.

Контроль параметров и управление процессом химической нейтрализации ВОП выполняется следующим образом. Формирование отверстий в корпусе ВОП производится при помощи устройства электрохимической обработки СХН ВОП. В устройстве предусмотрен автоматический регулятор ширины межэлектродного промежутка для обеспечения устойчивой работы в процессе растворения материала корпуса. На данном этапе на выходе из зоны обработки установлены датчики контроля температуры электролита. Сигнал с датчика температуры поступает на модуль контроля температуры электролита блока контроля параметров химической нейтрализации (БКПХН). Схема модуля контроля температуры предполагает преобразование значений сопротивления в токовый сигнал с нормированными значениями величин, его передачу, преобразование в удобную форму для дальнейшего использования результатов измерения и последующей математической обработки в блоке обработки информации и управления процессом (БОИУП). При несоответствии значения температуры предельным значениям с БОИУП подается сигнал на устройство формирования отверстий и за счет изменения интенсивности прокачивания растворителя нормализуется температура электролита. В момент окончания формирования отверстия, критерием чего является изменение значения напряжения на электрод-инструменте, в блоке обработки и управления процессом формируется управляющий сигнал об окончании операции, который передается на устройство формирования отверстий СХН.



Рисунок 1 - Структурная схема системы управления процессом химической нейтрализации в комплексе с системой химической нейтрализации ВОП

Второй этап процесса химической нейтрализации ВОП выполняется при помощи комплекса химического вымывания ВВ СХН. На данном этапе обезвреживания на выходе из зоны реакции установлены датчики контроля температуры реагента. К комплексу химического вымывания ВВ подключены расходомеры реагента и воды. Сигнал с датчика температуры поступает на модуль контроля температуры реагента БКПХН, где выполняется преобразование сигнала аналогично обработке сигнала с модуля температуры электролита. Сигналы с расходомеров реагента и воды поступают на БОИУП, в котором они обрабатываются, и вычисляется концентрация реагента. При несоответствии температуры

или концентрации реагента установленным пределам в комплекс химического вымывания поступает управляющий сигнал.

С целью полного исключения недостоверного измерения температуры и удобства отладки рекомендуется устанавливать в зонах реакции и подготовки электролитов или реагентов по два рабочих и контрольных датчика. В течение всего процесса химической нейтрализации выполняется контроль температуры корпуса ВОП при помощи тепловизора, сигнал с которого поступает на БОИУП.

### **Выводы**

В данной работе выполнено обоснование состава и построение структурной схемы системы управления процессом химической нейтрализации ВОП. Система управления позволяет контролировать параметры химической нейтрализации ВОП, а именно, температуру электролита, реагента и корпуса ВОП, окончание операции формирования отверстий в корпусе ВОП, концентрацию и расход реагента; и формировать сигналы управления процессом нейтрализации ВОП путем вымывания ВВ растворами реагентов, и, следовательно, обеспечивает бездетонационное обезвреживание взрывоопасных предметов, которые невозможно подрывать на месте или транспортировать в другое место для уничтожения во время проведения операций гуманитарного разминирования.

### **Список литературы**

1. Шаповалов В.Д. Приборы и технологии для чрезвычайных ситуаций / В.Д. Шаповалов // Надзвичайна ситуація, 2007 – №8. – С. 56-59.
2. Ульшин В.А. Тенденции создания технологий и технических средств для обезвреживания взрывоопасных предметов при проведении операций гуманитарного разминирования / В.А. Ульшин, В.А. Бигвава, Г.Л. Логунова // Науковий вісник Укр НДПБ, 2009. – №2 (20) – С. 189-197.
3. Логунова Г.Л. Аспекты безопасности гуманитарного разминирования / Логунова Г.Л., Бигвава В.А. // Артиллерийское и стрелковое вооружение, 2007. – №3. – С. 10-14.
4. Бигвава В.А. . О применении метода химического разложения взрывчатого вещества для обезвреживания взрывоопасных предметов [Электронный ресурс] / В.А. Бигвава, А.А. Власова // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, науковий журнал — електронне наукове фахове видання – 2009. - №4Е – Режим доступа <http://nbuv.gov.ua/e-journals/Vsunud/2009-4E/09bvaovp.htm>
5. Адаменко В.К. Контроль температуры реагентов при химической нейтрализации взрывчатых веществ / В.К. Адаменко // Артиллерийское и стрелковое вооружение, 2009 – №3 – С.12-17.
6. Пат. 35260 Україна, МПК F 42В 33/00. Реагент для нейтралізації вибухових речовин / Бігвава В.А., Литвин В.П.; Логунова Г.Л.; заявник та патентовласник Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Іскра» - № u 2008 04417; заявл.07.04.08, опубл. 10.09.08, Бюл. № 17.
7. Пат. 42631 Україна, МПК F 42 В 33/00 F 41 J 11/00. Реагент для нейтралізації вибухових речовин / Бігвава В. А., Литвин В. П., Логунова Г. Л. заявник та власник Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут "Іскра". - № u 2009 02214; заявл.13.03.2009; опубл. 10.07.2009р., Бюл. № 13.
8. Пат. 38798 Україна МПК F 42 В 33/00. Спосіб застосування пристрою для відбору вибухової речовини з боєприпасів під шаром землі / Литвин В.П., Бігвава В.А. ; заявник та власник Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут "Іскра". – № u 2008 02437; заявл.25.02.2008; опубл. 26.01.2009р., Бюл. № 2.