

REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

Seminario sobre la verificación de las armas químicas celebrado en Munster los días 14 y 15 de junio de 1990

1. Los días 14 y 15 de junio de 1990, la República Federal de Alemania acogió un seminario en Munster, Baja Sajonia, dedicado a los instrumentos de verificación de una prohibición de las armas químicas. Fueron invitados representantes de todos los Estados miembros y observadores de la Conferencia de Desarme. La finalidad del seminario era la de demostrar los instrumentos ya disponibles que podían utilizarse para inspecciones in situ con arreglo a una convención sobre las armas químicas. Los instrumentos mostrados habían sido ya aplicados con éxito en inspecciones por denuncia de prueba así como en una verificación especial de prueba realizadas por la República Federal de Alemania (véanse los documentos CD/975, de 9 de marzo de 1990, CD/983, de 5 de abril de 1990, y CD/950, de 17 de agosto de 1989).

Durante nuestras inspecciones por denuncia de prueba, el grupo de inspección afrontó la tarea de verificar eficazmente y, al mismo tiempo, de la manera menos intrusiva posible, si había indicaciones de que se hubiera violado un tratado. A este respecto, el examen no destructivo de las municiones planteó un problema especial. Sin embargo, resultó posible verificar eficazmente, con ayuda del equipo moderno, si las municiones examinadas tenían una carga química. Utilizando instrumentos y técnicas, separadamente y en combinación, tales como

- Calibrador del grosor de chapa (véase el anexo 1)
- Estetoscopio electrónico (véase el anexo 2)
- Radiografía (véase el anexo 3)
 - Equipo móvil de rayos X (véase el anexo 4)
 - Proyector móvil de rayos gamma (véase el anexo 5)
- Análisis de activación neutrónica (véase el anexo 6)

fue posible excluir cualquier carga química líquida y distinguir entre las municiones químicas y las de altos explosivos. La aplicación de los referidos instrumentos y técnicas de ensayo permitió salvaguardar información sensible y evitar una destrucción costosa de municiones. Asimismo, pueden investigarse las municiones modernas sin que resulten afectados o dañados sensores electrónicos sensibles.

En nuestras inspecciones por denuncia de prueba y también, en particular, en nuestra verificación especial de prueba, aplicamos la espectrometría de masas, que es el procedimiento más universal y potente para analizar sustancias químicas orgánicas. Se ensayó un espectrómetro de masas móvil desarrollado por las fuerzas armadas alemanas. Este instrumento, que es capaz de realizar análisis directa y rápidamente sobre el terreno, resultó ser un medio inestimable a disposición del grupo de inspección. Dicho instrumento, programado para la detección de agentes de guerra química mediante la vigilancia iónica selectiva, puede utilizarse eficazmente para examinar diferentes clases de muestras a fin de advertir la presencia de las sustancias pertinentes, sin necesidad de un análisis completo de esas muestras. De este modo, se proporciona una protección eficaz de los datos confidenciales. El espectrómetro móvil de masas hace posibles y significativas las medidas de verificación especial, destinadas al solo objeto de comprobar la presencia o ausencia de sustancias químicas incluidas en las listas del anexo relativo a sustancias químicas (véase el documento CD/961, de 1° de febrero de 1990). Continúan los trabajos sobre el espectrómetro móvil de masas a fin de reducir su peso y tamaño para hacerlo portátil. Además, se están elaborando programas destinados a inspecciones in situ no intrusivas (véase el anexo 7).

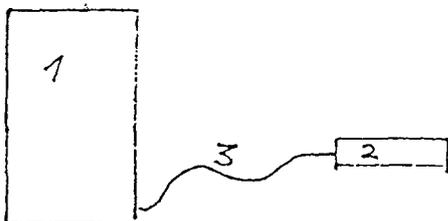
El Seminario sobre verificación de las armas químicas sirvió también para demostrar el sistema SNAL (toma instantánea de muestras con análisis posterior), una primera versión del cual fue ya presentada en la Conferencia de Desarme (véase el documento CD/CW/WP.204, de 19 de julio de 1988). Este sistema de vigilancia de los procesos químicos, basado en la toma automatizada de micromuestras en cinta magnética y la evaluación posterior in situ, es un instrumento útil para la vigilancia continua, en lo que respecta sobre todo a la verificación de la no producción (artículo VI del texto de trabajo). La versión más reciente del sistema SNAL acaba de ser ensayada en una instalación de una empresa química alemana.

A raíz de nuestras inspecciones de prueba, hemos llegado a la conclusión de que los métodos e instrumentos de inspección demostrados durante el seminario pueden contribuir en grado significativo a garantizar la verificabilidad de una futura convención sobre las armas químicas. Gracias a ellos, es posible disipar, con una certidumbre adecuada, toda sospecha de que se estén produciendo o almacenando armas químicas, sin poner al descubierto información sensible. Esta conclusión debería a su vez suponer una condición importante para la aceptación del sistema previsto de verificación de la convención sobre las armas químicas y, en particular, de las inspecciones por denuncia, que constituyen el elemento fundamental del sistema de verificación.

2. El Seminario de Munster fue también una ocasión de visitar la instalación de incineración del Organismo científico de las Fuerzas Armadas para la protección nuclear, biológica y química. Esta instalación se utiliza para la destrucción, en condiciones de seguridad ambiental, de antiguas armas químicas de la primera y segunda guerras mundiales. La segunda instalación de incineración planeada, con un horno rotatorio, tendrá la capacidad necesaria para la limpieza del suelo contaminado. En el anexo 9 se ofrece una breve introducción de los antecedentes históricos, la retirada de las municiones halladas y la función de la instalación de incineración.

Anexo 1

Instrumento: Calibrador del grosor de chapa



1. Calibrador del grosor de la chapa
2. Sonda
3. Cable de conexión

Datos técnicos:

Suministro energético:	5 pilas de NiCd o 5 pilas secas
Tiempo de funcionamiento:	12 horas por lo menos
Peso:	400 g aproximadamente, incluidas las pilas
Escala de medición:	0,6 mm a 300 mm aproximadamente
Precisión de la medición:	$\pm 0,1$ mm
Materiales de ensayo:	todos los materiales con velocidades sónicas comprendidas entre 10 m/s y 9990 m/s
Sonda:	sondas de haces normales y sondas especiales

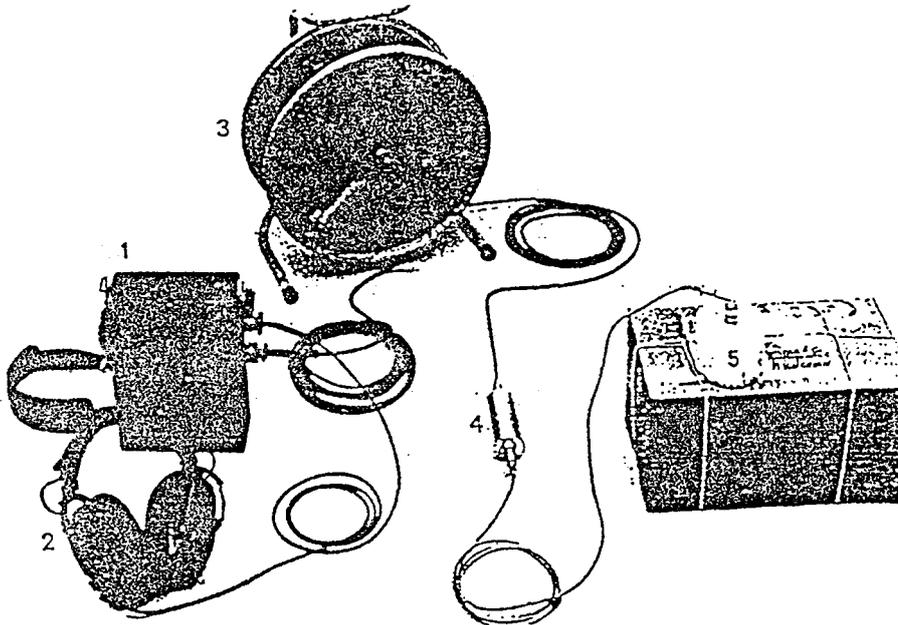
Aplicación en cuanto instrumento de verificación:

El calibrador digital del grosor de chapa se utiliza para la medición no destructiva del grosor de contenedores, municiones, etc. El conocimiento del grosor exacto es una condición para fijar el tiempo de exposición cuando se utiliza equipo de rayos X. Ventajas: facilidad de aplicación al no haber sino un control para la comprobación cero y una alimentación precisa de insumos respecto de las constantes de velocidad sónica. Comodidad de aplicación gracias a su configuración y ligereza de peso.

Necesidad de ulterior desarrollo en cuanto instrumento de verificación:
ninguna

Anexo 2

Instrumento: Estetoscopio electrónico



1. Amplificador principal con elementos de control
2. Auriculares según especificaciones militares
3. Bobina de cable con cable envuelto en cinta metálica de una longitud aproximada de 60 a 80 metros
4. Preamplificador
5. Piezoelemento en una caja especial

Datos técnicos

Voltaje:	12 V mediante pilas de NiCd recargables
Funcionamiento continuo:	> 8 h
Límite fisiológico de audibilidad:	variable
Filtros ajustables:	F(1) = 2,5 a 5,796 kHz F(2) = 5,74 a 8,66 kHz
Escala de temperatura:	-25°C - + 60°C
Amplificación:	> 5 x 10

Aplicación en cuanto instrumento de verificación

El estetoscopio electrónico fue desarrollado y diseñado para fines militares y civiles con miras a la eliminación de explosivos. El principio en que se basa es la amplificación de las ondas sónicas originadas por sustancias líquidas contenidas en proyectiles de artillería, cohetes u otros contenedores. Esas ondas sónicas son detectadas por un sensor dimórfico, amplificadas y transmitidas a los auriculares del operador a través de un cable. Mediante un registrador de cinta normal, pueden almacenarse las ondas sónicas detectadas y utilizarse para fines de formación. Ventajas: suma sensibilidad, amplificación extremadamente elevada, percepción aural individual, filtros ajustables, diseño sólido, comodidad de manejo.

Necesidad de ulterior desarrollo en cuanto instrumento de verificación:
Base de datos auditivos para formación y evaluación.

Anexo 3

LA UTILIZACION DE LA RADIOGRAFIA PARA LA VERIFICACION
DE LAS ARMAS QUIMICAS CON ARREGLO A UNA CONVENCION

La radiografía es una técnica de ensayo no destructiva en virtud de la cual se transmite un haz de rayos X o gamma a través de una muestra. La imagen obtenida queda registrada en material fotográfico. La principal utilidad de esta técnica es, con mucho, el examen de secciones de acero soldadas.

En lo que respecta a la seguridad de los pasajeros, hace años que se utiliza equipo radiográfico en aeropuertos civiles para comprobar el equipaje y demás contenedores.

En relación con la eliminación de antiguas municiones químicas de la primera y segunda guerras mundiales, se utiliza la radiografía para identificar los agentes bélicos, reduciendo así al mínimo cualquier peligro al desmontar la munición.

La radiografía puede utilizarse también eficazmente para fines de verificación con arreglo a una futura convención sobre las armas químicas y para comprobar aparatos de carga. Con su ayuda, puede obtenerse la información siguiente sobre la munición o instalación técnica que haya de inspeccionarse:

- identificación de la estructura técnica interna de la munición;
- identificación de las características de la munición (bombas, granadas, minas, granadas de mano, granadas de rifle, cohetes, otros misiles con vaina gruesa o delgada, contenedores a granel, bombas de pequeño calibre, etc.);
- determinación del nivel en recipientes de reacción o en conductos de conexión de aparatos no transparentes.

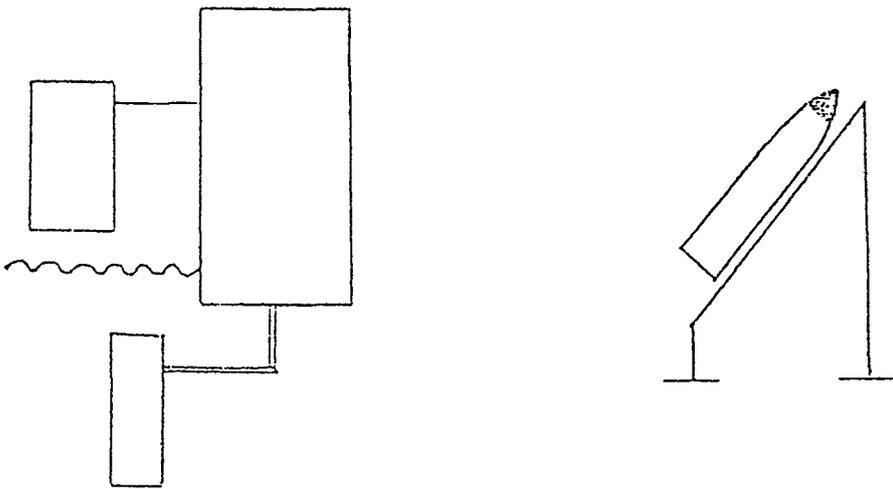
Nota: Dado que la distancia máxima de enfoque de la unidad de rayos X es de 80 cm, tal es el diámetro máximo del elemento que haya de examinarse. Con un aparato de rayos gamma, el grosor de la chapa y el diámetro máximo del elemento que haya de examinarse pueden ser considerablemente mayores. En lo que respecta a los elementos con chapa muy gruesa, tal vez sea suficiente la utilización de una unidad de rayos X de impulso/destello.

Norma de seguridad

Debe tenerse presente que los activadores electrónicos sensitivos a la radiación de alta energía tal vez deban recubrirse de una envoltura de plomo. Igual ocurre con los pilotos girostáticos de fotocélulas sensitivas en los misiles teledirigidos.

Anexo 4

Instrumento: Equipo de rayos X



- Componentes básicos:
1. Módulo de control
 2. Generador de alto voltaje
 3. Bastidor del tubo de rayos X
 4. Bomba de enfriamiento del aceite
 5. Cables de conexión

Datos técnicos:

Carga conectada: 190 a 250 V; 50/60 Hz; 7 kVA
Potencia de entrada: máximo 4,2 kW, operación continua
Voltaje de salida: 50 a 320 kV, ajustable en forma continua
Corriente de salida: máximo 25 mA, según el tipo de tubo de rayos X, firmemente estabilizada

Aplicación en cuanto instrumento de verificación

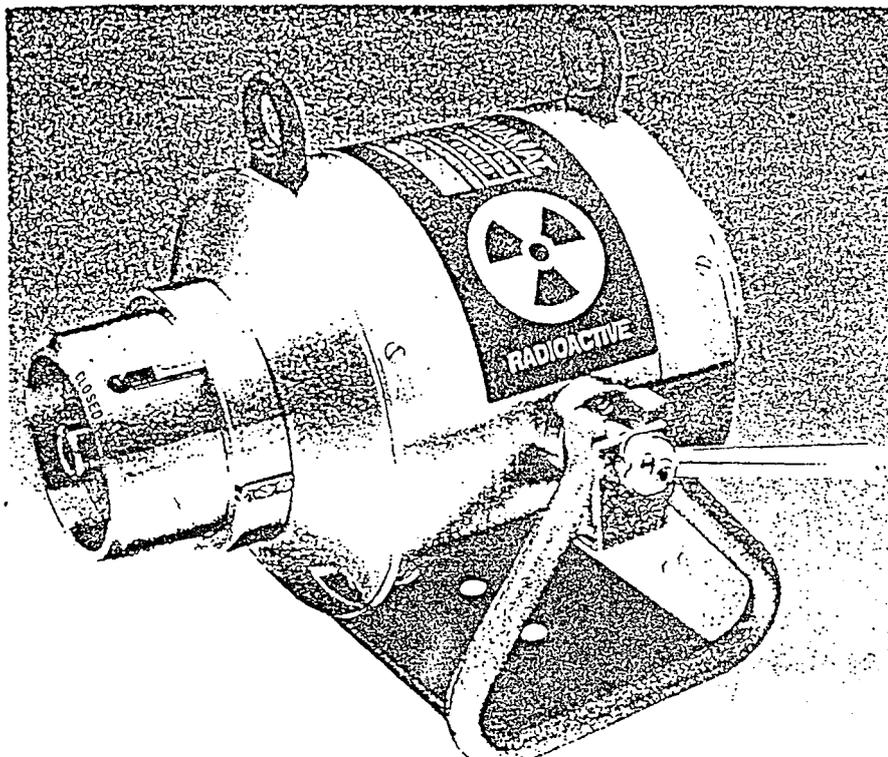
El equipo móvil de rayos X está plenamente estabilizado y ofrece una alta potencia de radiación. Este equipo comercial puede utilizarse para la inspección radiográfica de municiones antiguas y modernas. Está bien adaptado para el reconocimiento de la estructura técnica interna de todo tipo de munición y la discriminación entre cargas líquidas y sólidas.

Necesidad de ulterior desarrollo en cuanto instrumento de verificación

- Ulterior reducción de tamaño
- Generador móvil de energía para su utilización a escala mundial

Anexo 5

Instrumento: Proyector de rayos gamma para CO-60



Datos técnicos:

Peso: 130 kg

Carga máxima de CO-60: 30 Ci

Aplicación en cuanto instrumento de verificación

El proyecto móvil de rayos gamma tiene un canal generador directo y un obturador excéntrico. Este diseño del blindaje protector y la utilización de uranio en cuanto material protector permite una carga máxima con generadores de Co a un peso reducido. La dosis unitaria en la superficie es inferior a 200 mR/h con una carga máxima. Este proyector comercial de rayos gamma puede utilizarse para el análisis no destructivo de la estructura técnica interna de todo tipo de munición y la discriminación entre cargas líquidas y sólidas.

Necesidad de ulterior desarrollo en cuanto instrumento de verificación

Existe un proyector comparativo de rayos gamma para iridio-192. Tiene una carga máxima de Ir-192 de 40 Ci y pesa sólo 12,3 kg.

Anexo 6

METODO DE VERIFICACION: ANALISIS DE ACTIVACION NEUTRONICA (NO DESTRUCTIVO, NO INVASIVO)

1. Principio: La irradiación con neutrones rápidos (energéticos) o térmicos da lugar a la emisión de rayos γ . La energía de los rayos γ es característica de los núcleos que la emiten. De esta manera, puede obtenerse información sobre los componentes químicos característicos de una muestra.

Los rayos gamma pueden medirse ya sea directamente durante la irradiación (en el haz) o después de la irradiación (fuera del haz).

2. Consideraciones básicas: Entre los elementos que son característicos de las armas químicas y bastante infrecuentes en otras armas figuran: el fósforo, el flúor (agentes neurotóxicos), el cloro y el arsénico. La firme prueba de estos elementos debe considerarse como indicación de la presencia de agentes químicos.

3. Equipo necesario

- Generador de neutrones
- Generador de neutrones que utilice la reacción (d, t) o
- Generador de neutrones por fisión tal como Cf-252
- Espectrómetro de rayos gamma, incluido un analizador de canales múltiples para la identificación de los rayos gamma característicos
- Dispositivos de emplazamiento y transporte (transporte rápido)
- Unidad de evaluación y análisis

4. Limitación del método

- Ninguna información sobre la estructura química
- En algunos casos raros, son posibles reacciones de interferencia (identificación no exclusiva)
- Las vainas de acero de municiones químicas originan un fondo de rayos X.

5. Desarrollo futuro necesario

- El peso, las dimensiones y el consumo de energía de los generadores neutrónicos deben reducirse al mínimo de manera que puedan desplazarse e instalarse fácilmente el sistema en condiciones de campaña. Debe perfeccionarse la robustez y fiabilidad.

- El blindaje contra las radiaciones y las medidas de protección deben ajustarse a las normas sanitarias internacionales correspondientes.

Todos los objetivos fijados en el punto 5 parecen poderse conseguir en un plazo de tres a cuatro años.

Anexo 7

EL ESPECTROMETRO DE MASAS EN CUANTO INSTRUMENTO DE VERIFICACION

El procedimiento más universal y potente para el análisis de sustancias químicas orgánicas, en particular de agentes de guerra química, es la espectrometría de masas. En el ámbito de la verificación de la no producción o empleo de agentes de guerra química, esas sustancias deben ser detectadas en instalaciones químicas o sobre el terreno. Sin embargo, si esos análisis se realizan en laboratorio, es necesario en primer lugar transportar a éste las muestras que hayan de analizarse. Esto lleva tiempo, durante el cual las muestras permanecen sin identificar, pueden ser alteradas o confundidas unas con otras, y es prácticamente imposible determinar el origen de las sustancias mediante investigaciones selectivas sobre la base de una sospecha.

Por esta razón, las fuerzas armadas alemanas han desarrollado un espectrómetro móvil de masas capaz de realizar análisis directa y rápidamente no en laboratorio, sino en un vehículo blindado, sobre el terreno, permitiendo así obtener respuestas inmediatas. En la esfera de la verificación, estos grupos de inspección pueden utilizarse para realizar análisis de una profundidad y alcance determinados en instalaciones de producción de sustancias químicas. Los resultados de estas inspecciones se obtienen directamente del análisis y pueden darse a conocer de modo inmediato.

Gracias a este sistema de medición, es posible detectar sustancias químicas orgánicas evaporables que no se descomponen a la temperatura de 220°C requerida para el análisis, mediante el examen de sus espectros de masas. Cada sustancia tiene un espectro de masa característico mediante el cual se la puede identificar distintivamente. En consecuencia, el banco de datos vinculado al equipo tiene una memoria de 50.000 espectros que pueden ser comparados automáticamente con los espectros medidos. Además de la identificación, pueden extraerse conclusiones sobre la cantidad de una sustancia determinada, analizando la intensidad de la señal.

Un análisis exacto requiere muestras exactas. Las muestras pueden tomarse directamente del aire circundante a la instalación o emitido por ésta, de superficies, accesorios, el suelo o el flujo del producto. Existen dispositivos especiales para la toma de muestras.

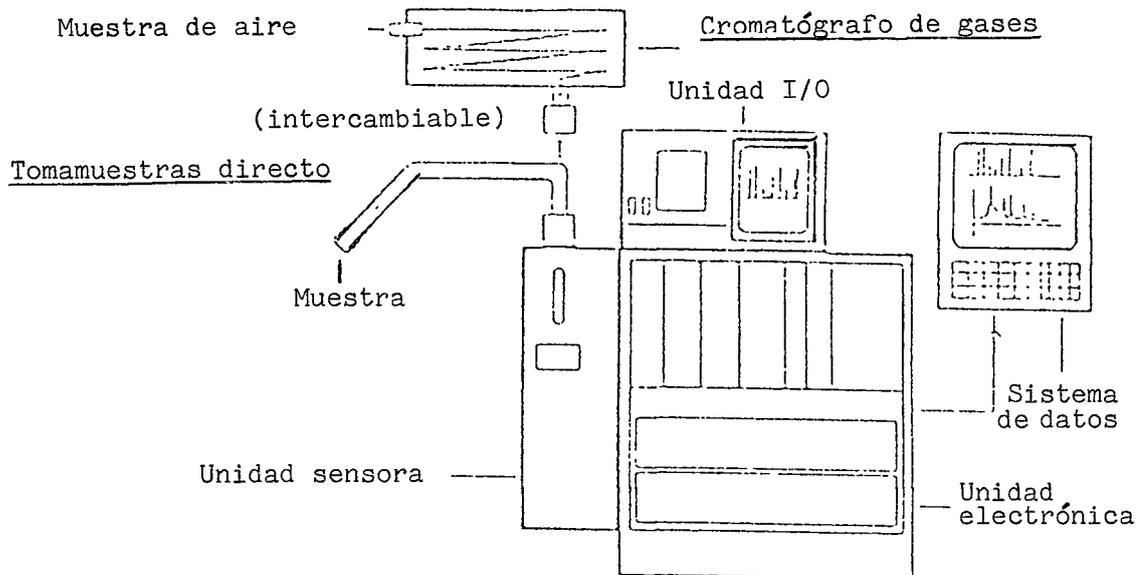
El procedimiento de análisis, que depende de la técnica de toma de muestras utilizada, puede adaptarse a la tarea que haya de realizarse. Si ha de procederse al análisis de un sólo producto técnico disponible en una muestra, esto puede lograrse en un minuto mediante la espectrometría de masas exclusivamente. Sin embargo, si deben analizarse mezclas complejas de diversas sustancias, es necesario primero dividir éstas en sus componentes individuales mediante la cromatografía de gases, antes de que puedan ser identificadas mediante el procedimiento de espectrometría de masas. Este tipo de análisis lleva de 5 a 20 minutos y pone de manifiesto niveles que ascienden a partes por 1.000 millones en lo que respecta a la sustancias contenidas en el aire; en el caso de muestras tomadas de superficies o productos, son necesarios simples niveles de nanogramo.

Los inspectores con experiencia en esta técnica de análisis pueden obtener resultados precisos aplicando procedimientos normalizados de toma de muestras y análisis a tareas concretas.

Es necesario debatir las cuestiones que han de resolver los grupos de inspectores. Los programas del sistema de medición pueden adaptarse a estas tareas; por ejemplo, todas las sustancias identificadas pueden ser enumeradas tras su evaluación automática, o pueden llevarse a cabo investigaciones de sustancias concretas únicamente, con miras a detectar y registrar tan sólo su presencia o ausencia.

El sistema móvil MM1 de CG-EM está instalado en vehículos, por ejemplo, minibuses, jeeps, para su utilización sobre el terreno. Se trata de un equipo relativamente pesado que ha sido concebido especialmente para su utilización en tanques. Sin embargo, puede utilizarse, en principio, como instrumento de verificación. Por el momento, continúa desarrollándose este dispositivo y reduciéndose su tamaño a fin de que pueda utilizarse para tomar mediciones ambientales. Su peso se reducirá a unos 40 kg, lo que facilitará su transporte. Cuando se haya establecido la necesidad de estos dispositivos en el proceso de verificación, puede desarrollarse un sistema especial optimizado de medición para su utilización por los grupos de inspección sobre esta base.

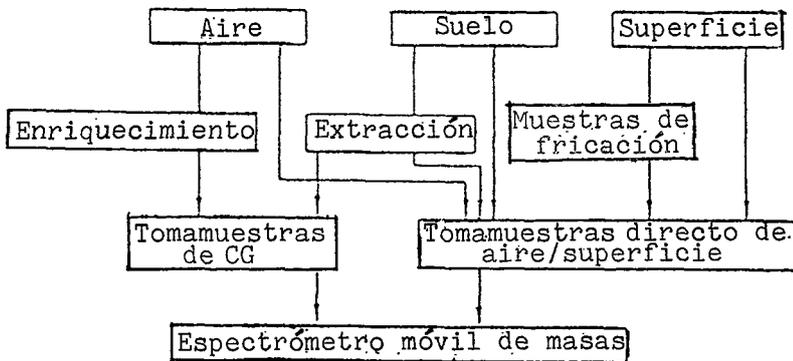
EL SISTEMA DE ESPECTROMETRO DE MASAS MOVIL MMI



Especificaciones

- Espectrómetro de masas cuadrípolo (escala de masas 1 a 400 u), robusto (cumple las especificaciones militares), de fácil manejo.
- Ajustable a exigencias de inspección concretas.
- Detección e identificación de sustancias químicas orgánicas, comprendidos agentes de guerra química y demás sustancias químicas incluidas en las listas, plaguicidas, etc., en modo de vigilancia iónica selectiva (VIS) o examinando series de espectros de masas.
- Hay varias sondas disponibles para la toma de muestras de vapor, polvo, soluciones acuosas y superficies de materiales sólidos, directamente o tras enriquecimiento y limpieza.
- Límites de detección: uno a 10 ng con carácter absoluto; 50 partes por 1.000 millones en muestras de aire (espectros completos a partir de 100 partes por 1.000 millones de sarín después de 2 minutos de enriquecimiento con tenax); 10 ng/cm² a partir de superficies no absorbentes.
- Sistema de datos con procedimientos analíticos variables; memoria de espectros.
- Peso total aproximado 200 kg, consumo de energía 600 W; equipo electrónico según especificaciones militares.

Aplicaciones



- Variedad de procedimientos seleccionables por el grupo de inspección.
- Separación de los componentes de mezclas complejas por cromatografía de gases (CG).
- Detección selectiva rápida, verificación negativa y semicuantificación a niveles de intrusión apropiados.
- Resultados inmediatos sobre el terreno.

Desarrollo ulterior

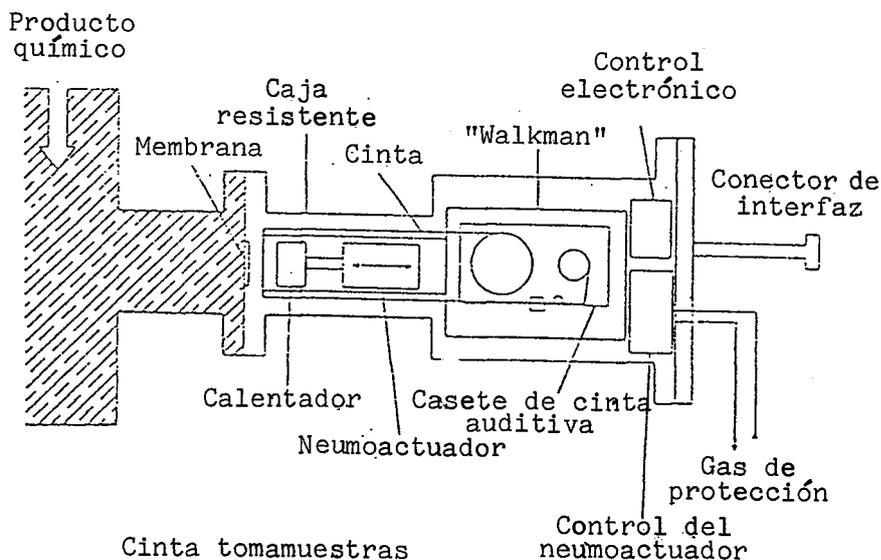
- Reducción de peso y tamaño (40 kg, 50x50x40 cm)
- Normalización de los procedimientos de toma de muestras
- Desarrollo de programas dedicados a inspecciones no intrusivas in situ.

Anexo 8

VIGILANCIA DE PROCESOS QUIMICOS MEDIANTE TOMA AUTOMATIZADA DE MICROMUESTRAS EN CINTA MAGNETICA Y EVALUACION POSTERIOR IN SITU

Concepto

- Almacenamiento de microgramos de muestras de un proceso químico junto con los datos pertinentes (por ejemplo, fecha/hora, medida del flujo, temperatura) en cinta magnética, a intervalos aleatorios o programados.
- Evaluación analítica posterior de las muestras in situ, al nivel de intrusión mínimo apropiado, para comprobar la ausencia de sustancias químicas orgánicas incluidas en las listas no declaradas o la presencia de tales sustancias declaradas durante inspecciones ordinarias.



Mecanismo de toma de muestras

El almacenamiento ("escritura") de las muestras se lleva a cabo mediante el breve contacto de un troquel calentador con la cinta magnética, lo que permite que la cinta entre en contacto con la sustancia química difundida a través de una membrana en el material de la cinta (el polímero adquiere un estado cauchutoso). La retirada del calentador hace que la cinta se enfríe instantáneamente (el polímero adquiere un estado vidrioso) conservando así ("congelando") la muestra.

Evaluación

La evaluación ("lectura") de las muestras exige que la muestra sea termodesorbida de la cinta mediante un calentador en interfaz antes de ser introducida en el instrumento analítico.

Es preferible que las muestras se analicen de manera flexible utilizando un espectrómetro móvil de masas (MMI) en el modo de vigilancia iónica selectiva o mediante examen confirmatorio de gamas limitadas de masas. Con carácter optativo, podrían utilizarse otros métodos analíticos en determinados casos.

Capacidad

Una casete de cinta auditiva normal (90 metros) tiene una capacidad de más de 2.000 muestras.

Tiempo de almacenamiento

Según las propiedades físicas y químicas (volatilidad, termoestabilidad) del compuesto del que se haya obtenido la muestra, se han registrado tiempos de almacenamiento de varios días para el freón, de 19 meses para la mostaza de azufre y de 28 meses para el tiodiglicol y el metilfosfonato de dimetilo, sin pérdidas importantes.

Aplicación

Los campos típicos de aplicación son la verificación de la no producción y la vigilancia de la destrucción de armas químicas.

Ulterior desarrollo y ensayo

Se está evaluando actualmente una prueba de duración de dos semanas de un sistema miniaturizado de tomamuestras de cinta llevada a cabo recientemente en una instalación comercial de producción de sustancias químicas.

A raíz de esta evaluación, se desarrollará y ensayará un modelo avanzado para determinar la fiabilidad a largo plazo, la resistencia a la manipulación indebida y el cumplimiento de las exigencias de seguridad, así como para precisar y reducir al mínimo las necesidades de mantenimiento.

Asimismo, es necesario realizar ensayos para garantizar el emplazamiento adecuado del sistema de toma de muestras en el sistema vigilado para que sea eficaz en cuanto a la verificación.

Este sistema podrá estar plenamente disponible cuando entre en vigor la convención sobre las armas químicas.

(Referencia: sistema "SNAL", documento CD/CW/WP.204, de 19 de julio de 1988)

Anexo 9

INSTALACION DE INCINERACION DE RESIDUOS TOXICOS DEL ORGANISMO CIENTIFICO DE LAS FUERZAS ARMADAS PARA LA PROTECCION NUCLEAR, BACTERIOLOGICA Y QUIMICA* EN MUNSTER

Introducción

La República Federal de Alemania no posee armas químicas. Sin embargo, la zona de Munster, antiguo polígono de producción y ensayo de armas químicas, así como algunas otras zonas de la República Federal, están todavía contaminadas con antiguos agentes químicos que datan de la primera y la segunda guerras mundiales.

La eliminación de las municiones descubiertas comprende la búsqueda, desactivación y destrucción del contenido de agente químico mediante la incineración a temperaturas de 1.000 a 1.200°C. Los gases de la combustión son depurados y las emisiones se vigilan constantemente. La instalación de incineración de Munster funciona a pleno rendimiento desde 1980. Dado que su capacidad de destrucción se limita a 70 Tm aproximadamente al año, está previsto construir una nueva instalación de destrucción con un horno rotatorio.

1. Antecedentes

En la primera guerra mundial, parte del actual campo de maniobras de Munster septentrional fue utilizado para la producción y ensayo de agentes químicos. Después de la guerra, el 24 de octubre de 1919, se destruyeron mediante una potente explosión todos los edificios, 1.000 Tm de agentes bélicos, 1 millón de proyectiles químicos y 40 vagones cisterna con agentes de guerra química, cuyos restos quedaron diseminados en ese campo.

En la segunda guerra mundial, se utilizó de nuevo la zona ampliada de Munster septentrional para la carga y ensayo de municiones químicas. Además, se produjeron, en una instalación experimental, determinadas cantidades de agentes neurotóxicos (tabún, sarín).

Durante la guerra, se enterraron en dicha zona lotes imperfectos de gases de combate, especialmente de gas mostaza al que se había dotado deliberadamente de alta viscosidad y que se denominaba "Zählost". Desgraciadamente, no quedó constancia de estas actividades después de 1945.

A partir de 1948, el Mando de eliminación de municiones explosivas de Baja Sajonia comenzó a dejar la zona en condiciones de seguridad. Esta labor se desarrolló en su mayor parte solamente en la superficie del terreno hasta que, en 1956, las Fuerzas Armadas Federales se hicieron cargo del campo de maniobras. Comenzó entonces la socavación sistemática de la zona.

* Wehrwissenschaftliche Dienststelle der Bundeswehr für ABC-Schutz (WWDBw ABC-Schutz).

2. Eliminación de las municiones halladas

Las medidas técnicas para la eliminación definitiva de los peligros de municiones químicas sin explotar y de los contaminantes del terreno que todavía se encuentran en la zona de Munster son las siguientes:

1. búsqueda y hallazgo,
2. retirada y transporte,
3. almacenamiento,
4. desactivación de la munición química y
5. destrucción del contenido de agente químico.

Las medidas 1 a 4 incumben al Mando del campo de maniobras de Munster, que dispone de una instalación de desactivación con un equipo de expertos en eliminación de municiones explosivas. Su tarea consiste en separar las espoletas y explosivos de la munición química. Los agentes químicos, los residuos producidos durante la desactivación y los proyectiles vacíos se cargan en barriles de polietileno y se almacenan hasta su incineración. El Organismo científico de las Fuerzas Armadas para la protección nuclear, bacteriológica y química es responsable de la medida 5: la incineración en condiciones ambientalmente aceptables de los agentes químicos y la eliminación final de los residuos de la incineración.

3. Función de la instalación de incineración

(Véase el diagrama funcional.)

3.1. Incineración de agentes químicos

La instalación de incineración del Organismo científico de las Fuerzas Armadas, planeada desde 1975 y en pleno funcionamiento desde 1980, es un horno de doble cámara que funciona por lotes. Esta instalación es única en sus funciones y fue concebida principalmente para afrontar el problema del gas mostaza viscoso. Es el único incinerador para la destrucción térmica de agentes químicos en Europa occidental.

La tasa diaria de destrucción durante dos turnos coincidentes, con un tiempo total de trabajo de 12 horas, asciende a 350 kg de gas mostaza, o sea, unas 70 Tm al año.

Antes de su incineración, el material inicial se analiza para determinar componentes que puedan presentar problemas, debido principalmente a la presencia de compuestos arsenicales. Sobre la base de los resultados analíticos, se preparan lotes adecuados de desechos tóxicos y se prevé el tratamiento más eficaz de las aguas residuales y del aire efluente.

Los contenedores de polietileno abiertos se colocan en uno de los vagones de carga que van provistos de un revestimiento pétreo resistente a altas temperaturas. Lo primero de todo, se hace pasar el vagón a través de una cámara de obturación estanca a los gases a la cámara de evaporación. En esta

última cámara, a una temperatura de 300°C y en una atmósfera de gas inerte ($N_2+CO_2+H_2O$) se liberan los vapores de agente químico durante 10 a 12 horas y se introducen a través de un conducto aislado a la cámara de incineración principal.

En esta cámara, provista de paredes de ladrillo altamente resistentes al fuego y a los productos químicos, el gas mostaza, por ejemplo, se descompone por oxidación, a una temperatura de 1.000 a 1.200°C, en un tiempo de reacción de 2 segundos en los compuestos dióxido de azufre (SO_2) y cloruro de hidrógeno (HCl), que todavía suponen un peligro para el medio ambiente, más dióxido de carbono y agua.

Seguidamente, el vagón de carga con los residuos químicos orgánicos inevitables y las partes metálicas se desplaza a la cámara de cremación. Las partes metálicas, en especial, por ejemplo, los proyectiles, son recocidas en esta cámara, en la que el aire alcanza la temperatura de 1.000°C, durante 12 a 18 horas. El aire efluente de esta cámara es conducido a través de la cámara principal de incineración para la combustión final de los compuestos tóxicos.

La zona de carga y la cámara de desplazamiento están ajustadas a una subpresión (0,5 a 1,0 mbars) en relación con la atmósfera para impedir todo escape de compuestos tóxicos al exterior.

3.2 Depuración del gas de combustión

El gas de combustión de la incineración de agentes químicos es enfriado primero a 80°C mediante la inyección de agua en la torre de enfriamiento. Al pasar por dos torres sucesivas de depuración, los gases nocivos SO_2 y HCl son eliminados del gas de combustión con más agua. Mediante la inyección simultánea de hidróxido de sodio ($NaOH$) se obtiene un pH fijo. Después de pasar por un neutralizador de aguas residuales, el agente mostaza, sumamente tóxico, se transforma en sales inofensivas tales como sulfato de sodio y cloruro de sodio, que pueden verterse sin problemas en el alcantarillado local.

El gas de combustión depurado es evacuado de la instalación de incineración por una chimenea de 30 m de alto, no sin una ulterior eliminación de aerosoles en un separador de aerosoles.

La chimenea va provista de sondas de toma de muestras y analizadores para la vigilancia continua de las emisiones respecto de los compuestos nocivos SO_2 y HCl así como hidrocarburos (en su totalidad) y polvos (incluido el trióxido de arsénico). Los valores indicados son transmitidos a registradores instalados en el cuadro de conmutación del centro de control de las operaciones.

Los valores registrados son muy inferiores a los límites legalmente permitidos para la emisión de gases de exhaustación.

3.3 Precipitación de compuestos de arsénico

Los compuestos arsenicales que se encuentran en las mezclas de gases de combate requieren ulteriores operaciones:

Todas las aguas de depuración y los aerosoles obtenidos que contengan compuestos arsenicales deben ser sometidos juntamente a una ulterior oxidación y precipitación arsenical.

Los compuestos arsenicales mineralizados (III) se descomponen por oxidación en arsenato de sodio mediante reacción con el permanganato de potasio. La adición de cloruro férrico conduce a una floculación eficaz y produce un efecto de dragado en el hidróxido férrico resultante, acompañado de la precipitación de arsenato férrico. Este compuesto se deshidrata mediante filtración y puede depositarse en una mina de sal abandonada.

Las aguas de filtración pueden finalmente verterse en el alcantarillado.

4. Perspectivas

Quedan todavía más restos de gases de combate en el campo de maniobras de Munster septentrional y otros lugares de varios Estados de la República Federal de Alemania.

En su mayor parte, esos agentes químicos y los productos de su descomposición están mezclados con suelo, arena u otros materiales sólidos. La destrucción térmica de los ingredientes tóxicos de masas sólidas no puede lograrse económicamente en los actuales hornos de mufla debido a la falta de picafuegos. Solamente pueden manipularse capas muy livianas de tierra para obtener una cremación completa.

Por consiguiente, se tiene el propósito de construir una nueva instalación de destrucción como segunda fase de incineración sobre la base de un horno rotatorio.

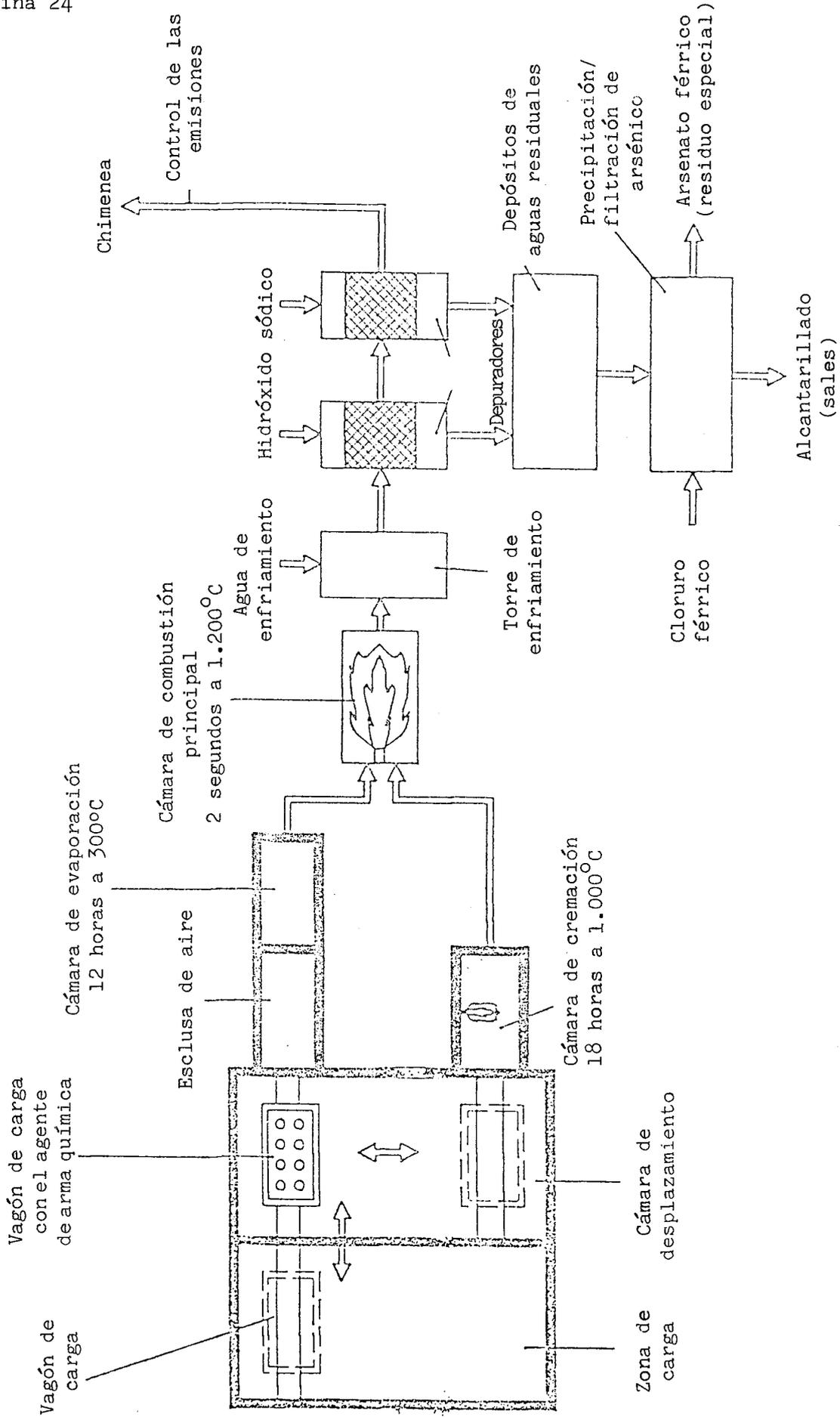


DIAGRAMA FUNCIONAL DE LA INSTALACION DE INCINERACION