

NTP 617: Locales de carga de baterías de acumuladores eléctricos de plomo-ácido sulfúrico



Ateliers de charge de batteries d'accumulateurs électriques
Lead-acid storage batteries rooms

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactor:

Emilio Turmo Sierra
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

En este documento se indican los riesgos existentes en las operaciones que se llevan a cabo en los locales destinados a la carga, mantenimiento y almacenamiento de las baterías de acumuladores eléctricos de plomo-ácido sulfúrico y las medidas que se deben adoptar para eliminarlos o reducirlos.

Introducción

Las baterías de acumuladores eléctricos de plomo-ácido sulfúrico almacenan energía química durante la operación de carga y la devuelven en forma de energía eléctrica para su aprovechamiento en distintas aplicaciones. Una batería está constituida por un recipiente que contiene un conjunto de elementos formados de placas positivas y negativas sumergidas en un electrolito que es una disolución de ácido sulfúrico en agua. Una batería se caracteriza por su capacidad de almacenamiento de energía eléctrica en amperios hora (A-h) y su voltaje en voltios (V). Las más usuales son de 12 V y con varias capacidades según el uso a que estén destinadas. Conectadas en serie se obtienen los voltajes requeridos. Se emplean como fuente de energía eléctrica en vehículos de transporte, maquinaria de obras públicas, carretillas elevadoras, grupos electrógenos, centrales eléctricas, etc. Después de un determinado tiempo de uso agotan su carga y requieren una recarga. Esta operación puede repetirse muchas veces y se debe realizar en condiciones de seguridad.

Riesgos en operaciones con baterías

Los potenciales riesgos derivados de las múltiples operaciones que se tienen que llevar a cabo son los siguientes:

- Riesgo de contacto y proyección de ácido sulfúrico fuertemente corrosivo, siendo de mayor gravedad en el caso de explosión con rotura del recipiente de la batería.
- Riesgo de contacto con la corriente eléctrica en la utilización de los equipos de carga.
- Riesgo de explosión ocasionado por el desprendimiento de hidrógeno y oxígeno en presencia de un foco de ignición. Este desprendimiento es débil con la batería en reposo o en descarga pero alcanza su valor máximo al final de la carga y especialmente si se somete a una sobrecarga. La generación de esos gases continúa durante aproximadamente una hora después de desconectar la corriente de carga.
- Riesgos mecánicos de caída de objetos pesados sobre los pies y sobreesfuerzos en operaciones de manipulación manual y mecánica. Riesgo de tropezos con cables u objetos en lugares de paso.
- Riesgos higiénicos por inhalación de aerosoles de ácido sulfúrico.

Desprendimiento de hidrógeno

El hidrógeno es un gas extremadamente inflamable y si se encuentra en las concentraciones del rango de inflamabilidad o explosividad en un recinto cerrado, existe el riesgo de explosión ante la presencia de cualquier foco de ignición. El desprendimiento de hidrógeno y oxígeno tiene lugar en la reacción de electrolisis del agua durante la fase final de carga y especialmente si ocurre sobrecarga. Se debe evitar una concentración que alcance el límite inferior de explosividad del hidrógeno, que es 4% en volumen en aire. Se debe verificar

la carga y regular la intensidad que suministra el cargador.

Antes de realizar alguna operación en una batería que ha sido cargada, es recomendable dejarla como mínimo una hora y con los tapones retirados, ventilar cada celda con una corriente suave de aire proporcionada con un cartón rígido a modo de abanico u otro material no conductor para evitar el riesgo de contacto con los bornes y la consiguiente chispa tal como se comenta en el apartado siguiente.

La explosión puede ser externa a la batería si la acumulación de hidrógeno se da en el local de carga y también en el interior de la batería en donde la concentración fácilmente se encuentra en el rango de explosividad (4 a 79%). La rotura de la caja provocaría la proyección de ácido sobre el operario.

La zona de concentración peligrosa en las inmediaciones de la batería se define como un volumen finito por encima de los tapones, dentro de la cual es posible la ignición de la mezcla explosiva. La altura y anchura de esa zona peligrosa depende del caudal de gas desprendido. Esta definición parte del supuesto de la existencia de ventilación en el local, ya que en caso contrario la concentración de hidrógeno iría aumentando en todo su volumen con el consiguiente riesgo de explosión.

Control de los focos de ignición

Entre los focos o fuentes de ignición de posible presencia a evitar se citan:

- Cerillas o encendedores utilizados para mirar el nivel de electrolito por los orificios de añadido de agua destilada.
- Llamas de sopletes para soldadura o corte. Estas operaciones se deben realizar en lugares apartados y establecer permisos de trabajos especiales.
- Chispas de equipos de soldadura al arco eléctrico. Igual que en el caso anterior.
- Chispas por cortocircuitos con herramientas u objetos metálicos que entren en contacto con los bornes de la batería. Se pueden evitar cubriendo los bornes con capuchón aislante y utilizando herramientas aislantes.
- Chispas originadas al instalar o desmontar una batería de un vehículo mientras la corriente circula por el circuito de la batería. Para evitarlo todos los aparatos del vehículo (radio, luces, ventiladores, etc.) deben estar desconectados. El más pequeño consumo como el de las luces interiores de un vehículo puede generar una pequeña chispa en el punto en que se interrumpe el circuito eléctrico.
- Fumar cigarrillos. Debe estar totalmente prohibido.
- Chispas en la conexión o desconexión de la batería con el cargador. Se debe realizar la operación con el interruptor del cargador desconectado. Si no dispusiera de ese interruptor, el cargador debería estar desconectado de la toma de corriente alterna antes de conectar o desconectar la batería al cargador. Los conectores deben llevar marcadas sus polaridades para evitar confusiones y daños a la batería.
- Chispas al desmontar el cable del borne positivo de la batería de un vehículo si lleva el polo negativo a masa. La llave inglesa o fija utilizada en la operación puede hacer contacto con la carrocería o una masa metálica del vehículo. Esto se evita desmontando en primer lugar el cable negativo que está conectado a masa. Al instalar la batería en el vehículo se debe conectar primero el cable no puesto a masa (en el caso expuesto el positivo). El cable de puesta a masa debe estar conectado a la carrocería y al chasis del vehículo.

Precauciones con el electrolito (disolución de ácido sulfúrico)

Los tapones de respiración de la parte superior de la batería disponen de un pequeño orificio para ventilar y evitar un aumento de presión por los gases generados y están diseñados para mantener el electrolito en el interior de la batería y evitar la entrada de suciedad. Hay que revisar periódicamente que no estén obstruidos. Las pérdidas de ácido originan corrosión y deposición de sulfato de cobre en los bornes de la batería y los terminales de los cables. La limpieza de esta zona se puede hacer con cepillo de alambre o púas finas y con una disolución de bicarbonato sódico en agua. Después de su limpieza y una correcta conexión se recomienda recubrirlos con una capa de vaselina filada o grasa para terminales de batería.

Medidas de seguridad en la manipulación de las baterías y equipamiento básico requerido

Las baterías de acumuladores eléctricos, tal como se ha dicho, además de utilizarse en los automóviles, proporcionan energía eléctrica a muchos otros equipos, por lo que varían en número de celdas, capacidad, tamaño y peso. Son objetos pesados y su manipulación manual es causa de lesiones musculares. A veces constituyen una unidad individual en una bandeja de acero que puede ir desde el tamaño de una maleta hasta alcanzar un gran tamaño y pesar más de 5000 kg. Por ello se debe disponer del equipo de mantenimiento adecuado para facilitar su manipulación y transporte. Se debe conocer el peso de la batería, que suele estar estampado en la bandeja de soporte.

La agrupación de varias baterías dispuestas en un receptáculo común deben tener respiraderos de ventilación en el mismo. Son independientes de los existentes en los tapones de las celdas.

Las baterías encajadas en bandejas de soporte deberían disponer de un dispositivo de elevación diseñado para que las tensiones sean

verticales. Levantar esas baterías con dos cadenas enganchadas a un gancho central único, formando un triángulo, es un procedimiento inseguro ya que aumenta la tensión sobre las cadenas y la tendencia del gancho a desgarrar los orificios de enganche. Un dispositivo de ayuda a la elevación podría ser un travesaño o barra con anilla de enganche en la parte superior y con varios orificios en el alma de ese perfil para enganchar las eslingas en las posiciones verticales que den menor tensión. Entre esos elementos metálicos de enganche y la batería debe colocarse algún material aislante que proteja contra contactos fortuitos que darían lugar a cortocircuitos. El aparejo de elevación puede ser por cadenas, de acción manual, neumática o eléctrico con protección de seguridad para atmósferas inflamables.

Los vehículos o las carretillas elevadoras se deben situar correctamente aparcados en un lugar señalizado y con el freno aplicado antes de efectuar el cambio o la carga de la batería.

En el montaje de las baterías después de su carga se debe asegurar su buen encaje y firme sujeción al vehículo.

Para las operaciones a realizar en el local de carga de baterías se debe disponer de diversos equipos e instalaciones y que se indican a continuación:

- Equipo de elevación con recorrido en monorail elevado a lo largo de la línea de carga.
- Carretilla, traspaleta o similar para otros desplazamientos.
- Bastidores soporte a modo de bandejas para situar las baterías en carga. Deben ser de materiales aislantes o con recubrimientos que eviten la generación de chispas y que sean resistentes a los ácidos.
- El equipo propio de carga
- Utensilios de mantenimiento: hidrómetros para medir la densidad del electrolito, voltímetros de corriente continua, termómetros, soporte inclinador de envases de electrolito de relleno o dispositivo de sifón para manejo y trasvases del mismo.
- Instalación de lavado de baterías con desagüe y registro adecuado para la neutralización y limpieza de electrolito derramado.
- Toma de agua con conexiones normalizadas
- Mangueras de limpieza de agua y aire comprimido. Aspiradora para limpieza.
- Lugar para guardar la documentación y registros de mantenimiento.
- Mesa o banco de trabajo Piezas de repuesto
- Utensilios de reparación (extractor de celdas, equipo de soldadura al arco, taladradora, etc.)
- Instalación de ventilación con diseño adecuado Equipos de protección colectiva e individual
- Ducha y fuente lavavojos
- Líneas señalizadas de paso para la circulación de carretillas y medios de transporte
- Señales de prohibición de fumar e introducir utensilios de llama

Distribución en planta de los equipos en el local de carga de baterías

En la mayoría de talleres y locales de baterías la primera operación a realizar es la retirada de la batería de la carretilla elevadora o vehículo de tracción eléctrica. El mejor equipo para realizar esta operación es un polipasto montado sobre un rail elevado o colgado del techo. Debe haber espacio suficiente y debidamente señalizado para el paso de carretillas y traspaletas.

Los conjuntos de baterías se pueden colocar sobre soportes-bandejas de hormigón o de madera revestidos de una capa resistente a los ácidos. Los soportes-bandejas para la carga de las baterías se pueden instalar en el centro del local o junto a las paredes, con longitud suficiente para el número máximo de baterías que se puedan cargar a la vez y dejando espacio entre baterías para su manejo. La anchura será aproximada a la de las baterías a cargar y situados a una altura de forma que la parte superior de las baterías quede a un nivel de trabajo confortable. En su parte inferior debe existir desagüe, para dar salida al agua de limpieza y a los posibles derrames del electrolito utilizado en los rellenos, previo a un registro o sumidero previsto para la operación de neutralización de la disolución ácida. Los paneles de control de los cargadores alojados en una zona limpia, bien iluminada y bien ventilada facilitan en gran manera las operaciones de carga.

Los cables de carga deben quedar separados para cada batería y con la longitud precisa para que no cuelguen demasiado y no se entrecrucen con los cables vecinos. Se debe disponer de un espacio para los recipientes de agua destilada o desmineralizada. Se pueden montar sobre un carrito de ruedas o en un monorraíl elevado con grifo y tubo flexible para rellenar los vasos o celdas de las baterías.

Las baterías se deben limpiar periódicamente y los intervalos de tiempo dependen de las condiciones ambientales. La instalación de limpieza debe estar separada de los paneles de carga, cargadores, baterías y vehículos. Se recomienda una cabina de lavado

dedicada a esa operación.

La distribución de esas instalaciones se debe basar en principios de funcionalidad. En la referencia bibliográfica 3 se detallan esquemas orientativos de posible aplicación.

Condiciones de seguridad e higiene en los locales de carga

Se entiende como local de carga de baterías aquel en el que se cargan baterías en grandes series, fuera de los equipos y vehículos que las utilizan. Las instalaciones para carga de baterías deben estar situadas en zonas diseñadas para ese objetivo (Ver fig. 1). Las baterías deben almacenar la máxima capacidad para proporcionar energía a los vehículos. Para conseguir un buen rendimiento y una vida útil larga de las baterías, es importante un buen mantenimiento preventivo y una carga adecuada. Además de las medidas de seguridad para operaciones con las baterías indicadas en los apartados anteriores, los locales en donde se realiza la carga, mantenimiento y limpieza deben reunir una serie de condiciones que se comentan por separado.



Figura 1. Local destinado a la carga de baterías (cortesía de YORKA, SA)

El local será construido de materiales incombustibles, cubierto con una techumbre ligera en previsión de explosiones y sin dependencias con ocupación de personas en el piso superior. La puerta de acceso deberá abrir hacia fuera y estará normalmente cerrada.

El suelo será impermeable, resistente a los ácidos y tendrá una pendiente para la eliminación del agua de limpieza y de posibles derrames de ácido. Las paredes estarán recubiertas de un enlucido estanco hasta una altura mínima de un metro desde el suelo.

El local no debe dedicarse a otros objetivos que los previstos. No deben almacenarse productos combustibles. Se debe proceder a una limpieza frecuente del local y a una eliminación mediante aspiración del polvo de los vasos de la batería cuidando de no succionar electrolito.

La calefacción del local solamente se deberá hacer por fluido calefactor (aire, agua o vapor de agua) y la temperatura de la envoltura exterior de los conductos no debe exceder de 150 °C. La caldera de calefacción estará situada en un local exterior al de las baterías y si es contiguo, estará separado por un muro cortafuegos de resistencia al fuego mínima RF 120. Cualquier otro sistema de calefacción se podrá admitir si presenta garantías de seguridad equivalentes.

Los motores, transformadores, aparatos mecánicos, ventiladores, transmisiones, máquinas, etc. serán instalados y acondicionados de forma que su funcionamiento no afecte a la salud, la seguridad o cause molestias a terceras personas por ruido o trepidaciones.

Equipos cargadores

La mayoría de cargadores existentes son automáticos. Si no lo son, debe regularse la capacidad de carga de las baterías. Se debe verificar el buen funcionamiento del cargador y controlar la intensidad de la corriente de carga. La operación de carga se debe hacer empezando por revisar el estado de los tapones de respiración por si hubiera obstrucción en su orificio. Al mismo tiempo se debe verificar el nivel del electrolito y rellenar con agua destilada o desmineralizada si fuera necesario. Se pueden dejar quitados o ligeramente desenroscados los tapones de las celdas de la batería según las instrucciones del fabricante, luego se conectan los polos correspondientes de la batería y del cargador, cuidando la coincidencia de la polaridad de ambos y finalmente se conecta el cargador a una toma de corriente alterna. La desconexión se realiza desconectando en primer lugar el cargador de la red eléctrica, después se desconectan los conectores de la batería y finalmente se recolocan los tapones. Es preferible disponer de terminales de cable con atornillado protegido, en vez de conectores de pinzas de cocodrilo.

Para realizar estas operaciones es preciso seguir las instrucciones del fabricante. Respecto a la recomendación de quitar los tapones de la batería para la operación de carga tiene partidarios a favor y en contra. Los fabricantes de baterías generalmente recomiendan mantener cerrados los tapones. La reglamentación OSHA 1926.403 de EE.UU. indica que "cuando se carga una batería, los tapones de respiración se deberán mantener en su sitio para evitar salpicaduras de electrolito, asegurando el buen funcionamiento de los tapones de respiración". A continuación se indican consideraciones de interés al respecto, en función de si se quitan o no los tapones durante la carga.

- a. **Tapones quitados.** La principal ventaja es una segura eliminación del hidrógeno generado a la atmósfera. Los inconvenientes son los siguientes: El desprendimiento importante de hidrógeno al final de la carga produce una ebullición que provoca salpicaduras de pequeñas gotitas de electrolito al exterior y hace perder capacidad a la batería. A su vez estas proyecciones de ácido pueden dar lugar a una corrosión de los terminales de cable o de partes metálicas exteriores a la batería. El orificio dejado abierto puede ser origen de una explosión de la caja de la batería si se aproximara un foco de ignición, por ejemplo una llama de un encendedor para ver el nivel del electrolito. También pueden caer partículas conductoras dentro de la batería y ocasionar cortocircuito entre las placas y dejarla fuera de servicio.
- b. **Tapones puestos.** El inconveniente mayor reside en el riesgo de estallido de la batería por sobrepresión interna de los gases desprendidos. Este riesgo puede estar paliado por la existencia en las baterías de plomo-ácido de un pequeño orificio en la rosca fileteada del tapón. De ahí la importancia de revisar que no estén obturados esos orificios por polvo, suciedad o depósitos de sulfato.

De estas consideraciones se puede concluir que para regímenes de carga lenta en que se desprende poco hidrógeno y oxígeno se pueden dejar los tapones puestos, vigilar que no haya obturaciones en su orificio de respiración y sobretodo utilizar cargadores con control del final de carga. En recargas rápidas o en el procesos de carga en fábrica se desprenden cantidades importantes de gases y se podría temer el estallido si hubiera obstrucción de los orificios, por lo cual se debería tener la batería muy limpia, revisar los orificios o al menos aflojar los tapones para evacuar los gases a través del fileteado de la rosca.

Las baterías estancas presentan un mayor peligro de explosión por desprendimiento de gases, en el caso en que la intensidad de la corriente de carga sea demasiado elevada.

Ante dudas en la operación de carga atenerse a las instrucciones del fabricante, las cuales deberían ser expuestas en un cartel junto al cargador.

Las instalaciones múltiples de equipos cargadores y baterías deben disponer de conectores identificados de tal forma que no se puedan confundir las polaridades ni la conexión inadvertida entre baterías o entre cargadores. Si hay baterías y cargadores de diferentes voltajes se puede recurrir a colores distintos, códigos de números, llaves de enclavamiento, etc. para evitar confusiones. También se deben evitar los cortocircuitos. Para ello en las baterías accesibles de un bloque, aislar los bornes y proteger los puentes entre ellos mediante barritas o listones aislantes y en las baterías ya instaladas para la tracción de un vehículo asegurarse de la existencia de una placa protectora aislante entre la cubierta del receptáculo de alojamiento y la propia batería.

Las superficies de contacto de los conectores entre vehículos, baterías y cargadores se deben mantener en buenas condiciones para evitar su picado u oxidación que daría lugar a un contacto de elevada resistencia con el consiguiente descenso del voltaje proporcionado al vehículo y su posible parada súbita. Se recomiendan inspecciones visuales de su estado y su sustitución si fuera necesario. Un calentamiento excesivo en esos puntos puede ser una señal de mal contacto y se debe investigar. Antes de iniciar cualquier operación en los conectores de un cargador se debe estar seguro de que tal equipo se ha desconectado de la fuente de alimentación de corriente alterna. Los cargadores deben estar situados en zonas que permitan una buena ventilación y protección contra golpes o choques de vehículos o baterías.

Un buen orden y limpieza requiere que los cables de conexiones no estén por el suelo o los pasillos de circulación. Una forma de conseguirlo es con guías elevadas que conduzcan a los cables bien identificados.

La instalación eléctrica debe cumplir el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y en particular las ITC-BT 29: "Prescripciones particulares para las instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión" y la ITC-BT 30: "Instalaciones en locales de características especiales", con afectación de varios de sus apartados (Instalaciones en locales húmedos, Instalaciones en locales mojados, Instalaciones en locales con riesgo de corrosión, Instalaciones en locales en que existan baterías de acumuladores). La afectación como locales húmedos o mojados existirá en las zonas de lavado de baterías. La afectación del apartado de instalaciones en locales destinados a un servicio eléctrico se daría si existiera alguno. Respecto a la ITC-BT 29, tendría que hacerse una clasificación de zonas con riesgo de incendio o explosión, teniendo en cuenta la fiabilidad de la ventilación.

Protección contra incendios

Un local destinado a carga de baterías, perteneciente a un establecimiento industrial debe cumplir el Real Decreto 786/2001, Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. La caracterización del establecimiento industrial en el que se dispone de un local de carga de baterías, que por la resistencia al fuego de sus paredes y sus cerramientos se pueda considerar un sector de incendio, a efecto de aplicar las medidas de protección contra incendios, se debería realizar según el Apéndice 1 de ese Reglamento, basándose en: a) su configuración y ubicación con relación a su entorno y b) su nivel de riesgo intrínseco. El primer aspecto se analiza con las explicaciones dadas y con los esquemas expuestos en ese Apéndice 1. El nivel de riesgo intrínseco se calcularía con las fórmulas indicadas en el punto 3.2, apartado 1 del Apéndice 1, teniendo en consideración todos los elementos combustibles existentes en el local de las baterías. La tabla 1.1 nos daría los criterios para determinar el coeficiente de peligrosidad por combustibilidad C_i de los diversos materiales existentes en el local. El nivel de riesgo intrínseco también se puede evaluar con la alternativa de cálculo según el apartado 2 del punto 3.2, y la tabla 1.2 en la que se podría asimilar un local de carga de baterías a un local de almacenamiento de acumuladores, para el cual da una carga de fuego aportada por cada m^3 , $q_v = 800 \text{ MJ/m}^3$ ó 192 Mcal/m^3 y un coeficiente del grado de peligrosidad de la actividad, $R_a = 1.5$ (Medio).

Los locales de carga de baterías que no pertenezcan a establecimientos industriales normalmente se pueden encontrar en edificios a los que se aplicarían las Normas Básicas de la Edificación NBE-CPI/82, 91 y 96, según el año que le corresponda.

El diseño, ejecución, instalación y mantenimiento de las instalaciones de seguridad contra incendios, así como sus materiales,

componentes y equipos, cumplirán lo establecido en el Real Decreto 1942/1993, Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (BOE 14.12.1993, rect. 7.5.1994) y Orden 16.4.1998 (BOE 28.4.1998).

Ventilación

La ventilación en un local de carga de baterías debe ser suficiente para evitar el sobrecalentamiento de las baterías y de los cargadores, para que la concentración de hidrógeno sea inferior al límite inferior de explosividad y para que la concentración de vapores de ácido sulfúrico sea inferior al valor límite ambiental de exposición diaria establecido (1 mg/m^3). Para evitar o disminuir esos riesgos, estos locales no se deberán ubicar en subterráneos. La ventilación se hará de forma que no afecte o produzca molestias a terceras personas. Se deberán tomar las medidas adecuadas para no emitir a la atmósfera humos espesos, nieblas, polvo o gases malolientes, tóxicos o corrosivos.

Los ventiladores con motores de protección antideflagrante, situados a la altura de las baterías pueden ayudar a mantener la temperatura de las baterías por debajo de 50°C . Para un servicio y duración normal de las baterías no se deben hacer operaciones de carga o descarga por encima de ese valor.

Los ventiladores con motores de protección antideflagrante, instalados a una altura cerca del techo deben estar previstos para la extracción del hidrógeno que es más ligero que el aire.

La entrada de aire de renovación, en caso de instalarse, es preferible por la parte baja cerca del suelo.

A efecto de diseñar una ventilación mínima debería aplicarse un coeficiente de seguridad de 5, lo que equivaldría a que la concentración de hidrógeno no debería sobrepasar el 20% del límite inferior de explosividad (0,8%). El control de este valor se puede efectuar con explosímetro de medición puntual o mejor continua automática con avisador acústico y óptico. El caudal de ventilación necesario se determinaría teniendo en cuenta el volumen de hidrógeno desprendido por unidad de tiempo y el volumen del local.

La liberación de pequeñas cantidades de aerosoles y vapores ácidos hacia la atmósfera del local, normalmente no alcanza concentraciones tóxicas, pero corroe las piezas metálicas más cercanas, que a su vez desprenden algo de hidrógeno. Para reducir las posibles emanaciones de vapores de ácido sulfúrico, especialmente en caso de derrames, se podría aumentar el anterior factor de seguridad hasta 10, de forma que asegure contra el desprendimiento de hidrógeno y de ácido sulfúrico, así como de concentraciones superiores en bolsas de gas estancado y de malos olores. Si las concentraciones medidas de ácido sulfúrico superan el Valor Límite Ambiental de Exposición Diaria (VLA-ED) se deberían adoptar medidas complementarias de ventilación como son las campanas extractoras indicadas en la referencia bibliográfica 14.

A título orientativo se puede estimar que la recarga de una batería de vehículo, de 60 Ah y 12 V desprende: $0,21 \text{ L} / (\text{A} \times \text{h} \times \text{V}) \times 60 \text{ A} \times \text{h} \times 12 \text{ V} = 150 \text{ L}$ de hidrógeno. Esta operación no debería realizarse en un local cerrado de volumen menor a 100 veces ese volumen, 15 m^3 .

Las pérdidas de ácido sulfúrico arrastradas por las burbujas de hidrógeno y oxígeno ocasionan a su vez una pérdida de la capacidad de carga de la batería.

Derrames de ácido

Se debe disponer de agua corriente para la limpieza de las baterías y de los posibles derrames de ácido en el suelo. Éste debería ser de un material resistente a los ácidos. El suelo debería tener una ligera pendiente para asegurar el desagüe de derrames y agua de limpieza a un sumidero en donde se pueda neutralizar la disolución ácida antes de la descarga a una depuradora de aguas residuales. La neutralización de los derrames de ácido sulfúrico se puede hacer con bicarbonato sódico (NaHCO_3), carbonato sódico (Na_2CO_3).

No es recomendable emplear bases fuertes como el hidróxido sódico (NaOH).

El electrolito de la batería está compuesto de una disolución de ácido sulfúrico en agua con una concentración aproximada del 40% en peso de ácido. Es muy corrosivo y se debe almacenar en recipientes de plomo, vidrio o de plásticos resistentes. La mezcla de ácido concentrado y agua no es necesario hacerla en la mayoría de los talleres de baterías y requeriría unas medidas similares a las de la sosa cáustica por ser también corrosivo. Se debe recordar que jamás se debe añadir agua al ácido concentrado por su violenta reacción con proyección peligrosa del líquido. La operación se debe hacer añadiendo lentamente el ácido sobre el agua, al tiempo que se remueve constantemente la mezcla para evitar que el ácido concentrado, más pesado, se deposite en el fondo y para que se disipe el calor generado en la reacción. En los locales en que se manejen recipientes tipo garrafas, se debería tener un soporte para facilitar la inclinación de los mismos o un sistema de trasvase por sifón. Estos recipientes deben tener un respiradero para asegurar un trasvase sin interrupciones ni salpicaduras. Además no se deben mover sin su envoltura o caja de protección, ni estar almacenados en lugares de excesivo calor o con los rayos directos del sol.

Equipos de protección colectiva e individual

El mayor riesgo con el ácido de la batería se da en caso de salpicadura a los ojos. Se debe actuar de inmediato, rociando agua corriente sobre la parte afectada al menos durante varios minutos y con examen médico lo antes posible. No se debe utilizar disolución neutralizadora. Debería procurarse atención médica inmediata. Si el contacto del ácido es con la piel también se debe lavar con abundante cantidad de agua. En caso de resultar con quemadura se debe seguir tratamiento médico. Como medida de protección en las situaciones de proyección de ácido, se requiere disponer de ducha y fuente lavavojos a una distancia máxima de 10 m de los puestos de trabajo, libres de obstáculos y debidamente señalizadas. Se deberán probar como mínimo una vez por semana y repararse de inmediato en caso de observarse alguna deficiencia.

En el local, el personal debe disponer para las operaciones con líquidos corrosivos de la ropa apropiada y de equipos de protección y

primeros auxilios para ojos y cara, manos, pies y piernas, etc. Los equipos de protección individual se concretan en mandiles, guantes cubrebrazos resistentes a los ácidos, pantallas faciales (o gafas de seguridad según la operación) y botas de seguridad.

Las salpicaduras menores de ácido sobre la ropa de trabajo se pueden neutralizar con una disolución débil de amoníaco (hidróxido amónico) o una disolución de bicarbonato sódico. El amoníaco no deja residuo al secar. Para salpicaduras de mayor extensión se requiere cambio de ropa y su lavado rápido para eliminar el ácido y evitar daños al tejido. Existen prendas y calzado resistentes a los ácidos.

Señalización

Se debe señalar en el interior del local y en las puertas de entrada la prohibición de fumar e introducir útiles con llama. Para inspeccionar el nivel del electrolito utilizar linternas antideflagrantes.

Señalar también el riesgo de salpicaduras de líquido corrosivo y los riesgos mecánicos existentes en las operaciones con los equipos de elevación y transporte. La señalización deberá estar normalizada según establece el Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Formación del personal

Se deberá asegurar que todo el personal afectado por estas operaciones y los consiguientes riesgos esté debidamente informado de los mismos y las medidas preventivas y formado para realizar las diferentes intervenciones habituales, ocasionales o excepcionales ante situaciones de emergencia.

Plan de emergencia

El plan de emergencia obligatorio del centro de trabajo debería contemplar los aspectos específicos de las situaciones críticas que pueden concurrir en tales locales.

Bibliografía

- (1) NATIONAL SAFETY COUNCIL
Data sheet 635. Lead-acid storage batteries
Chicago, National Safety Council, 1972
- (2) NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
Manual de Protección contra Incendios
Madrid, N.F.R.A., Editorial MAPFRE, 1978, págs. 5-109 a 5-110.
- (3) GOODMAN, B.G.
Does your battery charging room conform to OSHA regulations
National Safety News, febrero 1976, págs. 51-54.
- (4) Gilet, J.C. (I.N.R.S.)
Doit-on ouvrir les bouchons des batteries pendant la charge?
Travail et Sécurité, 9-90, págs. 508-510.
- (5) I. N. R. S.
ND 1429-111-83. Batteries d'accumulateurs.
Cahiers de Notes Documentaires N° 111, 2° trimestre 1983
- (6) CHEVALIER, M.M. (INSTITUT NATIONAL DE SÉCURITÉ)
Note n°- 590-51-68. Les risques d'accidents dus aux accumulateurs électriques
Cahiers de Notes Documentaires N° 51, abril 1968.
- (7) Recommandations de la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie. Batteries d'accumulateurs Cahiers des Comités, N° 1, 1984, págs. 24-25.
- (8) Annexe 2. Atelier de charge d'accumulateurs.
Formation d'atmosphère explosible. Calcul du volume d'hydrogène dégagé Cahiers de Notes Documentaires N° 143, 2° trimestre 1991.
- (9) Ateliers de charge ou de régénération d'accumulateurs. Formation d'atmosphère explosible. Calcul du volume d'hydrogène dégagé Travail et Sécurité, mayo 1976, págs. 275-277.
- (10) NIOSH
A prescription for battery workers
Cincinnati, Ohio, National Institute for Occupational Safety and Health, Health, Education and Welfare Publication No. (NIOSH) 76-153.
- (11) **Batteries stationnaires d'accumulateurs au plomb type "Planté". Regles. C 58-400**
Paris, Union Technique de l'Electricité, 1966, 8 págs.
- (12) HAY, N., KUBBA, B. Y SHAYLER, P.J.
Safety assessment of Flame-arresting battery plugs
Journal of Hazardous Materials, 6, 1982, págs. 309-317.
- (13) HAY, N., KUBBA, B. Y SHAYLER, P.J.
Flame arresting performance of round holes and porous discs for battery vent plugs
Journal of Hazardous Materials, 6, 1982, págs. 299-308.

- (14) FITZGERALD, MARIE L. Y HALE, JONATHAN F.
Practical slot hood design for acid mist control of a battery charging operation
Appl. Occup. Environ. Hyg., 13 (9), septiembre 1998, págs. 643-645.
- (15) DUCHARME, GERALD N.
Ventilation for battery charging
Heating, Piping, Air Conditioning, Febrero 1991, págs 43-45 y 61.

LEGISLACIÓN

Real Decreto 786/2001, Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (BOE 30.07.2001, rect. 22.02.2002).

Real Decreto 1942/1993, Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (BOE 14.12.1993, rect. 7.5.1994) y Orden 16.4.1998 (BOE 28.4.1998).

Real Decreto 379/2001, Reglamento de almacenamiento de productos químicos. Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-6 Almacenamiento de líquidos corrosivos, (BOE 10.05.2001).

Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE 18.9.2002), ITC-BT 29, Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión y la ITC-BT 30, Instalaciones en locales de características especiales.