

del depósito. Los depósitos verticales deben estar dotados de un zócalo soldado. El montaje directo del depósito sobre un soporte de hormigón no es aceptable.

Accesorios del depósito

- 167 a) *Consideraciones generales.* El número de aperturas en el depósito debe reducirse a un mínimo. En aras de la seguridad, todas las toberas y válvulas de primer aislamiento deben ser de preferencia, por lo menos, de 50 NS, y en ningún caso inferiores a 25 NS. Cualquier derivación, con inclusión de los sifones invertidos, que penetra en el depósito por debajo del nivel máximo normal del líquido debe estar protegida por válvulas de cierre de emergencia teleaccionadas, salvo en el caso de pequeñas tuberías de perforación conectadas al contenido, los indicadores, etc., dentro de la zona protegida del emplazamiento del depósito. Estas válvulas de cierre deben montarse de preferencia directamente en la tobera apropiada sin ninguna tubería intermedia. Sin embargo, cuando esto no es factible, la tubería de salida debe ser lo más corta posible y tanto la tubería como la válvula deben ser de acero inoxidable austenítico.
- b) *Apertura de acceso.* Se debe prever una apertura de acceso en la parte superior del depósito. Esta apertura debe tener, de ser posible, 600 mm de diámetro, pero en ningún caso un diámetro interno inferior a 460 mm*.
- c) *Válvulas de desahogo.* Las válvulas de desahogo deben ajustarse a la norma BS 6759: Parte 3. 1984 y los tubos finales deben estar dispuestos de manera que den salida sin peligro por encima del punto más alto de cualquier estructura adyacente. Como mínimo deben dar salida por lo menos 5 metros por encima del punto más alto del depósito. La protección de los depósitos contra la presión excesiva se examina de manera más detallada en los párrafos 30 a 32.
- d) *Indicadores de nivel.* Cada depósito debe estar equipado por lo menos con un indicador de nivel. No se deben utilizar los indicadores de nivel de tipo «visor» en los que el cristal está sometido a la presión del vapor de amoníaco.
- e) *Rebordes de conexión a masa.* Cuando se requiera conexión a masa, los depósitos deben estar dotados

de dos rebordes de conexión a masa de conformidad con la figura 22 de la norma BS 4741**, con la salvedad de que se debe utilizar acero austenítico en lugar de bronce para las clavijas y las arandelas y de que cualquier conductor de cobre debe estar envuelto para prevenir el contacto con el amoníaco.

- f) *Escaleras de acceso.* Si las escaleras y las plataformas están fijadas al cuerpo del depósito, deben estar atornilladas a las abrazaderas que se han conectado al cuerpo del depósito mediante soldaduras de penetración plena antes de proceder a su termoestabilización definitiva. La escalera debe tener una anchura de por lo menos 750 mm, completada con barandillas y bordes inferiores. Las escaleras de mano colocadas sobre los depósitos existentes deben poseer argollas y ser lo suficientemente fuertes para sostener a una persona que lleve un equipo respiratorio. Conviene examinar como alternativa las escaleras de pasarela larga.

Detalles sobre la soldadura de las toberas

Véase el párrafo 43.

Pruebas y examen de los depósitos

168. La prueba del depósito debe incluir el drenado con agua y las pruebas realizadas de conformidad con la cláusula 5.8.3 de la norma BS 5500***.

169. Todos los depósitos se deben examinar a fondo durante la construcción, de conformidad con los requisitos de las especificaciones de fabricación. Además, se debe realizar una inspección visual completa y un examen de detección de grietas con partículas magnéticas a lo largo de por lo menos el 10 por ciento de cada soldadura a tope en la superficie exterior del depósito.

Cimientos

170. Los principios indicados en los párrafos 51 a 53 se deben tomar como orientación general con respecto al diseño de los cimientos.

Muros de protección

171. Como se ha examinado en la introducción, habrá una escasa o nula recogida del líquido de un escape causada por la rotura de un depósito que funciona a tempe-

** BS 4741. 1971. *Vertical cylindrical welded steel storage tanks for low temperature service - single well tanks for temperatures down to 50 °C* British Standards Institution

*** BS 5500. *Specifications for unified fusion welded pressure vessels* British Standards Institution

* Ley de fábricas de 1961 y regla 7 del Reglamento de las fábricas de productos químicos

ratura ambiente. Incluso un agujero muy pequeño ocasionará un escape de amoníaco equivalente al de un aerosol gas o líquido. La única excepción puede ser cuando se produce un escape insignificante de un prensaestopas de una válvula. La senda que sigue el escape suele ser suficientemente larga para que el gas y el líquido se separen y provoquen espirales de gas de amoníaco y para que se produzcan goteos de amoníaco líquido.

172. Las autoridades locales encargadas del agua pueden insistir en que se prevea un área de captación drenada por separado, pero esto es una cuestión normalmente de drenaje más que de formación de muros de contención de tierra.

173. Se recomienda que la zona sobre la que se encuentra el tanque de almacenamiento sea aplanada con un cemento fluido, dispuesto en pendiente hacia un sumidero, y que la zona se delimite con un pequeño bordillo que debe extenderse por lo menos 1 metro detrás de la cisterna o tuberías salientes.

174. Toda la zona de almacenamiento debe estar protegida contra las colisiones de vehículos.

Equipo auxiliar

175. Véanse los párrafos 57 a 82, tomando nota de que no hace falta un equipo de refrigeración para un almacenamiento a temperatura ambiente.

Aislamiento

176. Normalmente no es necesario aislar los tanques de almacenamiento a temperatura ambiente, pero si se aplica el aislamiento debido a requisitos particulares del proceso, véanse los párrafos 83 a 87.

Instalaciones de seguridad del emplazamiento

177. Véase el párrafo 88, tomando nota de que no se aplicarán los apartados f) y j) de ese párrafo.

178. Además, se considera que las mascarillas de respiración de tipo absorción química son adecuadas y que los trajes de protección ligeros son apropiados con fines de rescate y socorro.

Capacitación y seguridad de los empleados

Véanse los párrafos 89 a 97.

Puesta en servicio y cierre definitivo

179. Los principios establecidos en los párrafos 98 a 117 se deben considerar como una orientación general. Con los depósitos de relativa pequeñez es una práctica común purgar el aire del sistema directamente con gas de amoníaco. Esta es una práctica aceptable porque el riesgo de agrietamiento de corrosión por tensiones se ha reducido al mínimo mediante la elección de los aceros apropiados y de la estabilización térmica del recipiente.

180. Aunque sigue siendo aconsejable purgar el oxígeno del recipiente hasta donde sea posible, se puede tolerar una concentración superior de oxígeno. No obstante, se considera conveniente proseguir la purga hasta que se llegue a una concentración mínima del 90 por ciento de amoníaco en el aire en la descarga.

Inspección y mantenimiento

Consideraciones generales

181. Lo siguiente sólo se aplica a los depósitos que están totalmente aliviados de tensión. Con respecto a cualquier depósito existente no aliviado de tensión que se utilice para almacenamiento de amoníaco bajo presión se deben aplicar los procedimientos de inspección y examen indicados en los párrafos 118 a 142 de esta guía. Todos los recipientes deben ser inspeccionados a fondo por una persona competente durante la construcción de conformidad con los requisitos de las especificaciones de fabricación (véase el párrafo 161) y otra vez después de no más de tres años de servicio*. Los exámenes periódicos subsiguientes se deben efectuar con intervalos determinados por las autoridades de inspección competentes, según los resultados del primer examen y de los exámenes posteriores de mantenimiento. En ningún caso el segundo examen se debe efectuar con un intervalo superior a seis años del primero y los posteriores con un intervalo superior a doce años.

Parte interior

182. Después de efectuar un examen visual completo para detectar cualquier signo evidente de deterioro, se debe realizar un examen con partículas magnéticas. El primer examen en activo debe abarcar el 100 por ciento de todas las soldaduras a tope internas.

* Los depósitos a que se refiere esta parte de la guía se fabrican en taller y están termoestabilizados, por tal razón, el intervalo entre las inspecciones se ha aumentado con respecto al exigido para los depósitos esféricos.

183 Si se descubren defectos importantes, la inspección siguiente se debe efectuar en un plazo de dos años y debe incluir otra inspección con partículas magnéticas del 100 por ciento de las soldaduras

184. Con la condición de que no se hayan descubierto defectos importantes, cualquier inspección posterior debe incluir por lo menos todas las juntas en T y el 10 por ciento de la extensión total de las soldaduras a tope elegidas al azar (para detalles de las técnicas que utilizan partículas magnéticas, véanse los párrafos 125 a 128).

185. En la presente guía no se exige una prueba hidráulica, pero la persona competente puede pedirla. Normalmente sólo se exigirá si se ha considerado necesario efectuar reparaciones en las soldaduras (véase el párrafo 120)

186 Las soldaduras de la conexión de la tobera al cuerpo del depósito deben inspeccionarse con el método de las partículas magnéticas para detectar grietas y, si se descubren defectos, se deben aplicar los requisitos de la inspección indicados en el párrafo 119.

187. Cuando la corrosión es evidente o se sospecha que existe, se deben efectuar mediciones ultrasónicas del espesor.

Parte exterior

188. Si el examen interno pone de manifiesto un defecto importante, se debe efectuar una evaluación de la superficie exterior. Si se trata de un depósito no aislado, el examen debe consistir en una inspección visual completa y en un examen de detección de grietas con partículas magnéticas a lo largo de por lo menos el 10 por ciento de cada soldadura a tope y frente al lugar donde se encuentra el defecto. Si se trata de un depósito aislado, se podrá efectuar una prueba de detección ultrasónica de la fisura desde dentro del depósito de por lo menos el 10 por ciento de cada soldadura a tope externa y del lado opuesto al defecto en lugar del examen externo. Si se descubre algún defecto externo importante, la extensión del examen debe aumentarse según el criterio de la persona competente.

189 Además, en cada examen posterior en que se detecten defectos internos importantes se debe efectuar un examen externo de detección de grietas con partículas magnéticas o unas pruebas de detección ultrasónica de fisuras desde dentro del depósito para verificar la integridad de la superficie exterior del lado opuesto a los defectos internos.

190. El cuerpo del depósito y las toberas deben examinarse para detectar si existe alguna corrosión exterior y también debe inspeccionarse una parte de las soldaduras en las que se han detectado grietas. Cuando la corrosión es evidente, se deben tomar medidas ultrasónicas del espesor.

191. Conviene inspeccionar los soportes externos, prestando particular atención a cualquier zona entre el depósito y el soporte que no sea fácilmente accesible y en la que se pueda producir una corrosión oculta.

192. Todas las tuberías conectadas con la instalación, con inclusión de las válvulas y otro equipo auxiliar, deben inspeccionarse para detectar si hay corrosión y protegerlas.

193 Todas las válvulas en línea, como las válvulas de aislamiento y las válvulas de control remoto, se deben retirar e inspeccionar

194 Todos los instrumentos y alarmas se deben inspeccionar y volver a calibrar

195. Las válvulas de seguridad se deben inspeccionar y poner a prueba por lo menos una vez cada dos años. Si se instala un sistema de inmovilización para que las válvulas de desahogo se puedan examinar sin dejar fuera de servicio el depósito, ese sistema debe verificarse a fondo.

196 Todas las clavijas, pasadores o pernos con tuercas de cierre y montaje del depósito deben sustituirse. Todos los obturadores con bridas y clavijas/pasadores deben sustituirse en la tubería entre el depósito y la primera válvula de aislamiento

Informe sobre el examen completo

Véase el párrafo 140.

Plan de emergencia

Véase los párrafos 143 a 148

Inspección regular

197. Además del examen periódico y completo, se deben llevar a cabo las siguientes verificaciones disciplinarias con carácter de rutina.

- a) Por lo menos una vez al año se debe evaluar la disponibilidad general de la instalación para el servicio. Una persona competente debe efectuar un meticuloso examen visual de la parte externa del depósito y el equipo auxiliar, prestando atención a la corrosión local, particularmente en las toberas.
- b) Todas las válvulas, alarmas y sistemas de desconexión automáticos deben verificarse con periodicidad, por ejemplo una vez al mes, para asegurarse de su funcionamiento satisfactorio.
- c) El buen cuidado y orden generales en la zona deben incluir su conservación libre de escombros y malezas.
- d) Las bocas de riego deben ponerse en estado de servicio y mantenerse con regularidad.
- e) Periódicamente se debe comprobar que se dispone de todo el equipo de seguridad en el emplazamiento y que ese equipo se mantiene de conformidad con las instrucciones del fabricante. Además, los trabajadores deben verificar a diario que su equipo de seguridad personal, como ropa de protección, aparatos de respiración, gafas y guantes, está a disposición y en condiciones de prestar servicio.
- f) Los avisos con instrucciones, el número de identidad del depósito y la nomenclatura de la válvula deben exponerse en lugar visible constantemente.
- g) La iluminación del emplazamiento debe mantenerse y ponerse en estado de servicio con regularidad, es decir, mantenerse limpia y en condiciones de funcionamiento.

Bibliografía

Otras normas pertinentes

BS 1515 Fusion-welded pressure vessels for use in the chemical, petroleum and allied industries (Ahora retirada)

ASTM E208 Tentative method for conducting drop weight tests to determine nil ductility temperatures of ferritic steels, 1969. The American Society for Testing and Materials

BS 3799: Steel pipe fittings, screwed and socket-welding for the petroleum industry, 1974 British Standards Institution

ANSI B 16.11 Forged steel fittings, socket-welding and threaded, 1973. American National Standards Institute.

Información básica

«Chronic toxicity of NH₃, «fumes by inhalation» - J.H. Weatherby - Actas de la Sociedad de Biología Experimental en Medicina, octubre de 1952, págs 300-301.

«Comparative life fire and explosion hazards of common refrigerants» - The Underwriters Laboratories, noviembre de 1933.

«Determination of the explosion limits of gases» - H.A. Pieters, J.W.J. Hovers y B.J. Rietveld - Fuels in science and practice, vol. 26, núm. 3, 1947, págs. 80-81

«Etude expérimentale des propriétés de l'ammoniac» - Chimie et industrie génie chimique, vol. 102, núm. 6, octubre de 1969.

«Limits of flammability of gases and vapors» - H.F. Coward y C.W. Jones - Boletín 503, Oficina de Minas, 1952

«Physiological response of man to ammonia in low concentrations», L. Silverman y cols. - The Journal of Industrial Hygiene, marzo de 1949, págs 74-78

«Note on the Flammability of Ammonia» - APEA Technical Committee

Flammability and Explosibility of Ammonia - I Chem E Symposium Series núm 49, págs. 31-39 - C.F.P. Harris y P.E. McDermott

«Regulations for the transportation of explosives and other dangerous articles by land and water, rail, freight express and baggage service and by motor vehicle (highway) and water, including specifications» - Departamento de Transporte, Estados Unidos de América

«Tables of thermodynamic properties of ammonia» - Information circular núm 142, Oficina de Normas de los Estados Unidos, abril de 1923

«The total and partial pressure of aqueous ammonia solutions» - T.A. Wilson - Boletín núm 146, Universidad de Illinois, 1925

«The toxicity of ammonia» - E.C. King - Science, 21 de julio de 1951, pág. 91.

Dangerous Substances (Conveyance by Road in Road Tankers and Tank Containers) Regulations 1981, and Approved Code of Practice on the operational provisions of the regulations, dealing with loading and delivery procedures and construction, maintenance and labelling of vehicles

ADR. «International Regulations Concerning the Carriage of Dangerous Goods by Road»

«Dangerous goods by freight train and by passenger train or similar service. List of Dangerous Goods and Conditions of Acceptance (BR 22426 (Revised))» - British Railways Board

«International Regulations concerning the carriage of dangerous goods by rail». (RID) - Her Majesty's Stationery Office.

Manipulación y almacenamiento seguros

«Acid and caustics» - Safe practices pamphlet No 25 - National Safety Council, 1941.

«Ammonia» - Toxicological Review, septiembre de 1948 - American Petroleum Institute. «Anhydrous Ammonia» - Chemical safety data sheet SD8 - Manufacturing Chemists' Association Inc 1960

«Anhydrous Ammonia» - Panfleto G - 2, Compressed Gas Association Inc, Nueva York, 1949

«Anhydrous Ammonia, its storage, feeding and safe handling» - R.J. Quinn y Ralph L. Carr - Water Works and Sewage, junio de 1941

«Aqua-ammonia» - Chemical safety data sheet SD-13, Manufacturing Chemists' Association Inc, 1947.

«Handling ammonia for metal treatment» - L.H. Brandt - Metals and alloys, junio de 1942

«New rules of ammonia highway tank transports» - CEP technical manual - Safety in air and ammonia plants, vol 11, págs 46-49.

«Rupture of an ammonia road tanker at Lievin (France)» - CEP technical manual - Safety in ammonia plants and related facilities, vol. 12.

«Safe handling of ammonia solutions» - H.R. Kruger - Agricultural chemicals, noviembre de 1951, págs 46 y siguientes.

«Safe handling of compressed gases» - Compressed Gas Association Inc, Nueva York

«Safety in the use and handling of ammonia» - W.L. Nelson - Oil and Gas Journal, 16 de septiembre de 1948, págs 1053 y siguientes

«Safety recommendations for the construction of tank cars for the transport of ammonia by road» - Association des Producteurs Européens d'Azote (APEA)

«Storage and handling of anhydrous ammonia in tank car quantities» - L. H. Brandt, Chemical Industries, agosto de 1943

Información general

«Anhydrous ammonia» - Chemical safety data sheet SE-8, revised - Manufacturing Chemists' Association Inc

«Anhydrous ammonia» - Panfleto G-2 - Compressed Gas Association Inc, Nueva York. Corrosion, vol 18, pág 229 - Lognow y Phelps, 1962.

«Rules and recommendations relating to the unloading of tank cars of ICC-105A and ICC-112A types containing anhydrous ammonia and the leasing of tracks or railroad property adjacent thereto for this purpose» - Bureau of Explosives circular núm 17-F, 6 de enero de 1962. Bureau of Explosives, Association of American Railroads

Información adicional

«Anhydrous ammonia» - National Safety Council, Chicago, 1954

«Recommendations for prevention of NH₃ contamination of LP-gas» - National LP-gas Association, Chicago

Referencias

Ley de 1974 sobre salud y seguridad en el trabajo, etc., HMSO.

BS 5500: *Specifications for unfired fusion welded pressure vessels* (edición más reciente). British Standards Institution.

BS 4741: *Vertical cylindrical welded steel storage tanks for low temperature service - single wall tanks for temperatures down to minus 50 °C*, 1971. British Standards Institution.

CP 2004 *Foundations*, 1972 British Standard Code of Practice.

BS 3274 *Tubular heat exchangers for general purposes*, 1960. British Standards Institution

Frost Heaves and Storage Vessel Foundation. CEP Technical Manual - Safety in ammonia plants and related facilities, vol. 12

BS 3351 *Piping systems for petroleum refineries and petro-chemical plants*, 1971 British Standards Institution

ANSI B31.3: *American National Standard - Code for pressure piping - Chemical plant and petroleum refinery piping*, 1976

BS 2633: *Class 1 Arc Welding of Ferritic Steel Pipework for carrying fluids*, 1973. British Standards Institution

BS 4434. *Requirements for Refrigeration Safety Part 1*, 1969. British Standards Institution

BS 4683: *Electrical apparatus for explosive atmospheres, Part 3*, 1972. British Standards Institution.

BS 5970: *Code of Practice for thermal insulation of pipework and equipment in the temperature range of -100 °C to +870 °C*

Código de prácticas relativo al almacenamiento masivo de amoníaco anhidro plenamente refrigerado en el Reino Unido. Chemical Industries Association, mayo de 1975.

Ley de fábricas de 1961, artículo 30, y Reglamento de 1922 sobre fábricas de productos químicos, regla 7

Véase *Health and Safety in Factories* de Redgrave, segunda edición, Butterworth Shaw & Sons, 1982, para un examen de estos requisitos

Nota ABCM Safety and Management: *A guide for the Chemical Industry*, vuelto a publicar en abril de 1972 por la Chemical Industries Association. El capítulo 7 interpreta la ley de fábricas en detalle y es útil como documento de consulta complementario.

Health and Safety Executive Guidance Note CS 14 - *Safety in Pressure Testing*, HMSO.

BS 6072 - *Method for magnetic particle flow detection*, British Standards Institution.

Control of Industrial Major Accident Hazards (CIMAH) Regulations 1984 SO 1984 núm 1902 HMSO

HSE Booklet HS(R) - *A Guide to the Control of Industrial Major Accident Hazard Regulations 1984* HMSO.

HSE Guidance Note on the Preparation of Emergency Plans (se publicará en breve)

Recommended Procedures for Handling Major Emergencies, segunda edición, 1976, publicado por la Chemical Industries Association.

BS 6759: Part 3. 1984 *Specification for Safety Valves for Process Fluids*