



1. Introducción

Trabajar de forma segura con el dióxido de carbono significa entender las características de este gas y tomar las precauciones de seguridad adecuadas. Este Consejo de Seguridad es una recomendación basada en la experiencia práctica, suplementa, pero no sustituye, las estipulaciones de seguridad obligatorias. El dióxido de carbono también se llama „Ácido carbónico“. En este Consejo de Seguridad, el término „ácido carbónico“ sólo se utiliza para referirse a una solución acuosa de dióxido de carbono (CO₂ en H₂O).

2. Propiedades

Propiedades químicas

El dióxido de carbono no es inflamable y, en condiciones atmosféricas, químicamente estable e inerte. Las reacciones de combustión son inhibidas o completamente suprimidas por el CO₂.

El dióxido de carbono puede reaccionar vigorosamente con determinadas sustancias, como el amoníaco o aminas.

El dióxido de carbono se disuelve en agua produciendo ácido carbónico, que reacciona como un ácido débil y tiene un efecto corrosivo sobre el acero al carbono y algunos metales no ferrosos.

Propiedades físicas

Como gas a presión atmosférica, el dióxido de carbono es de aproximadamente 1,5 veces más pesado que el aire. El CO₂ por lo tanto, tiende a fluir hacia abajo, y se puede acumular en pozos, sótanos, o en depresiones naturales. Si hay poco

movimiento de aire, estas piscinas de CO₂ pueden persistir durante muchas horas.

El estado físico de dióxido de carbono, que dependen de la presión y temperatura, merece especial atención:

- A la presión atmosférica, el CO₂ es gaseoso.
- A temperaturas entre -56,6 y 31,1 ° C, y las presiones de al menos 5,2 bar, el CO₂ puede existir en forma líquida. El CO₂ líquido no puede existir a la presión atmosférica (1 bar).
- A temperaturas inferiores a -56,6 ° C, el CO₂ puede ocurrir en el estado sólido.
- Los tres estados físicos sólo son posibles en el „punto triple“ (-56,6 ° C, 5,2 bar).

Estos estados físicos pueden cambiar fácilmente:

En el cilindro de gas CO₂ está en estado líquido, es decir, „bajo la presión de gas licuado.“ La presión en el cilindro es de aproximadamente 57 bar a 20 ° C. Cuando el CO₂ sale del cilindro a través de un regulador fijado en una presión de salida

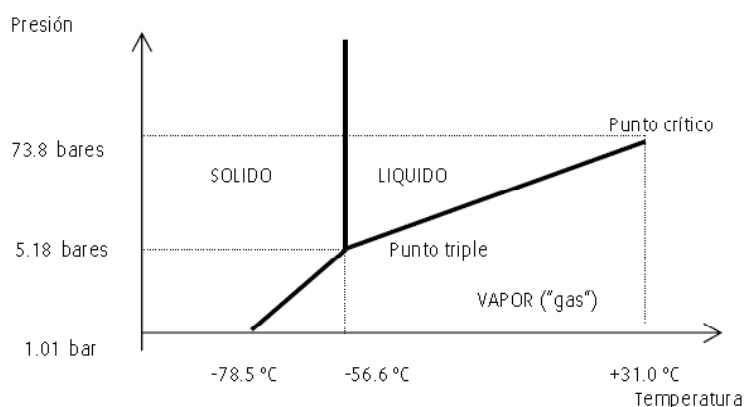
de menos de 5,2 bar, se produce CO₂ gaseoso: 1 kg de líquido se expande a 550 litros de gas a presión atmosférica.

Bajo ciertas condiciones, también es posible sacar CO₂ de la botella en forma líquida (ver sección 3). Si el CO₂ líquido es abruptamente liberado, es intensamente refrigerado, produciendo una mezcla de gas CO₂ y la nieve de CO₂.

Efectos fisiológicos

Como gas, el dióxido de carbono es incoloro y prácticamente inodoro e insípido. Por tanto, es prácticamente imposible de detectar con los sentidos humanos.

El dióxido de carbono es considerado no tóxico. No es una sustancia peligrosa según se define en la Directiva de Sustancias y Preparados Peligrosos. El aire contiene aproximadamente 0,03 vol.% de dióxido de carbono. Esta concentración es esencial para la vida, ya que se estimula el centro respiratorio y controla el volumen y velocidad a la que respiramos. A altas



Obsérvese que:

- Sólo puede haber CO₂ líquido cuando la temperatura es inferior a 31 °C
- Cuando la presión del CO₂ líquido desciende por debajo de 5,18 bares (4,18 barg) y/o su temperatura desciende a menos de -57 °C el CO₂ se solidifica

concentraciones, el CO₂ puede ser perjudicial. Cuando el aire que respiramos contiene entre el 3 - 5 vol% de CO₂, se produce dolor de cabeza, trastornos respiratorios y malestar. del 8 - 10% en volumen, calambres, inconsciencia, paro respiratorio y puede ocurrir la muerte. En este punto, el contenido de oxígeno del aire es todavía 19% vol., que sigue siendo suficiente. El efecto fisiológicamente perjudicial de estas altas concentraciones de CO₂, por lo tanto, no es resultado de la falta de oxígeno, sino de los efectos directos del dióxido de carbono. La concentración máxima de trabajo (equivalente a VLA-ED) es de 0,5% vol. de CO₂.



Aviso peligro de asfixia

El dióxido de carbono también puede ser peligroso para los seres humanos por culpa del frío. Cuando está como CO₂ licuado, o CO₂ ha sido enfriado por la expansión, al entra en contacto con la piel en forma de aerosol o nieve, puede producir dolorosas „quemaduras criogénicas.“ Tejidos sensibles como la córnea están particularmente en riesgo. Grandes áreas quemadas por congelación puede causar la muerte. (Ver Consejos de Seguridad 1, „Manipulación de gases licuados a muy bajas temperaturas „.)

Propiedades de hielo seco

El hielo seco se compone de nieve comprimida de CO₂ que se ha producido por la despresurización de CO₂ líquido. A presión atmosférica la temperatura del hielo seco es -79 ° C. Cuando el hielo seco se calienta a presión atmosférica, no se derrite, sino que se evapora por completo („sublima“) para formar dióxido de carbono gaseoso de ahí el nombre „hielo seco“. Dependiendo de cuánto se comprime, 1 kg de hielo seco produce 300 a 400 litros de gas CO₂. Por lo tanto, puede ocurrir si se evapora el hielo seco en un recipiente hermético se acumula una considerable presión.

3. Medidas de seguridad

Precauciones para la salud

La inhalación de CO₂ en forma de concentrado es peligrosa para los humanos. El CO₂ por lo tanto, no debe estar presente en altas concentraciones en el aire. Conviene considerar las siguientes precauciones de seguridad:

- Mantener los sistemas de gas CO₂. Selle todas las fugas inmediatamente.
- Cualquier descarga de CO₂ de una instalación del funcionamiento de una válvula de seguridad debe estar venteadada al aire libre.
- Los locales que contienen los sistemas de CO₂ deben tener una ventilación efectiva.
- Las salas en las que grandes cantidades de CO₂ se han recogido, únicamente se debe entrar con un aparato de respiración autónomo. Esto se aplica incluso a las personas que se han sido afectadas y requieren con urgencia asistencia.
- Si una repentina emisión de CO₂ se produce, dar prioridad a la evacuación inmediata de las zonas bajas (pozos, sótanos), donde el peligro de la acumulación de CO₂ es especialmente grave.
- Los sistemas fijos de extinción de CO₂ deben ser usados, para el uso de pruebas o real, cuando no hay nadie presente en el área afectada. Si el dióxido de carbono puede llegar a otras salas a través de conductos, aberturas en las paredes, ventilación o sistemas de aire acondicionado, estos también se consideran parte de la zona amenazada.

Manipulación de cilindros de CO₂

Los consejos más importantes para trabajar con cualquier tipo de cilindro de gas de Linde se presenta en el Consejos de Seguridad 7 „Manipulación segura de cilindros y bloques de gas „ y 8 „(Re-) llenado de gases“.

Para los cilindros de CO₂, también hay que tener en cuenta lo siguiente:

La transferencia no autorizada de dióxido de carbono de un cilindro de gas a otro constituye un riesgo de seguridad, por las siguientes razones:

Los cilindros que se llenen debe cumplir con ciertos requisitos de forma fiable, como es la presión que puedan soportar. En general, sólo personal debidamente capacitado de una instalación autorizada de llenado puede determinar si un cilindro es adecuado para su uso. Además, es absolutamente obligatorio que el contenido

debe ser monitorizado y definido por un pesaje durante el llenado. De acuerdo con el código de recipientes a presión, un cilindro puede contener un máximo de 0,75 kg de CO₂ por litro de volumen del cilindro. Este factor de relleno garantiza que la presión en el cilindro de CO₂ no se llega a la de prueba de presión de 250 bar por debajo de una temperatura de 65 ° C. Si el factor de llenado se excede, la presión dentro del cilindro aumenta considerablemente, incluso con un ligero aumento de la temperatura. Un cilindro llenado en exceso de CO₂ puede estallar sin más que la exposición a la luz solar. Es altamente no recomendable la transferencia de dióxido de carbono de un cilindro a otro.

La presión en un cilindro de CO₂ depende exclusivamente de la temperatura. A 20 ° C, por ejemplo, que es de 57 bar. Incluso un cilindro de CO₂ casi vacío se mantiene en 57 bares a 20 ° C, siempre y cuando contenga la fase líquida. Esto significa que el contenido de un cilindro de CO₂ no se puede determinar mediante la medición de su presión, sólo por su peso.

Los cilindros de CO₂ son generalmente de acero al carbono. Este material sufre una corrosión peligrosa por el ácido carbónico (CO₂ disuelto en H₂O) con la pérdida de espesor en la pared del cilindro. Por lo tanto los cilindros de CO₂ deben ser protegidos del agua o fluidos acuosos (cerveza, limonada, etc.).

En la planta de llenado, las botellas de CO₂ deben ser revisadas, antes de su llenado, de la presencia del agua, y si es necesario se deben secar. Pero los usuarios también deben asegurarse de que los líquidos no entran en los cilindros de CO₂. Una medida de seguridad posible es la instalación de una válvula antirretorno.

Hay otra precaución de seguridad muy simple, que puede mantener la humedad fuera de los cilindros de CO₂:

Es que se debería vaciar sólo hasta una presión residual de alrededor de 5 bar, a continuación, mantener las válvulas del cilindro cerradas. Esto evita que el aire húmedo entre en el cilindro.

Las válvulas de CO₂ de los cilindros deben tener un dispositivo de seguridad de sobrepresión en forma de una cápsula de seguridad que se sujeta a la válvula con una tuerca de acoplamiento. Para evitar la

descarga involuntaria y peligrosa de CO₂, este dispositivo no debe ser alterado.

Salida de CO₂ con sonda

Los cilindros de CO₂ sonda contienen un tubo de inmersión que se extiende desde la válvula del cilindro justo por encima del fondo del cilindro. Siempre que se mantiene vertical, un cilindro sonda siempre produce CO₂ en estado líquido. Tenga en cuenta las siguientes particulares características cuando se utilizan estos cilindros:



- Los cilindros de CO₂ sonda están claramente marcados como tal por la planta de llenado. El usuario debe específicamente tener en cuenta que el cilindro es un cilindro de CO₂ sonda.
- Los cilindros de CO₂ sonda deben ser utilizados sólo cuando el usuario tiene intención de retirar dióxido de carbono líquido.
- Los cilindros de CO₂ sonda no debe estar equipado con un regulador, en el interior del regulador el dióxido de carbono líquido se solidifica en nieve de CO₂, produciéndose la obstrucción del regulador y su desactivación.
- los cilindros de CO₂ sonda debe estar en posición vertical mientras que el gas se está retirando, de manera que la abertura de la sonda se mantiene por debajo del nivel del líquido de CO₂. Este es la única forma en la que casi todo el contenido de los cilindros puedan ser retirados en forma líquida como se pretende.
- El dióxido de carbono líquido sale de un cilindro de sonda de CO₂ a presión del cilindro lleno. El dispositivo de retirada por lo tanto, debe ser adecuado a dicha presión y diseñado para el CO₂ líquido. Sería fatal, por ejemplo, conectar un cilindro de CO₂ sonda a un barril de cerveza sin un regulador. El barril sería totalmente incapaz de soportar la presión del CO₂ líquido que se evapora, y estallaría.
- Los tubos de CO₂ líquido equipados con dispositivos de cierre debe ser equipados con una válvula de seguridad.
- Cuando el dióxido de carbono líquido

retirado de un cilindro de sonda se expande hasta la presión atmosférica, se produce la nieve de CO₂. Los cilindros de sonda se utilizan principalmente en casos donde se requiere la nieve de CO₂, por ejemplo, para refrigerar los alimentos. La nieve de CO₂ puede ser peligrosa en varios aspectos. Si entra en contacto con la piel humana, mientras sale, existe el peligro de quemaduras criogénicas. Los mínimos de protección por lo tanto, deben consistir en gafas de seguridad para los ojos y guantes criogénicos. La nieve de CO₂ también puede obstruir el sistema de suministro. Cuando un tapón de nieve de CO₂ se suelta de repente, por ejemplo golpeando la manguera de suministro, el CO₂ líquido retorna abruptamente despresurizando. Esto puede causar que la manguera de vueltas o la explosión, hiriendo a las personas y causando daños a la propiedad.

• Un riesgo muy específico pueden surgir cuando el CO₂ se utiliza para inertizar gases o vapores inflamables. En una mezcla gaseosa que fluye con nieve de CO₂ y gas CO₂, los „copos de nieve“ puede cargarse electrostáticamente y puede provocar chispas y encender una mezcla de gas / aire explosiva. El CO₂ por tanto, nunca debe ser rociado directamente en una nube de gas o vapor inflamable. Esta importante instrucción se aplica a las botellas de CO₂ con o sin sonda.

Salida de CO₂ sin sonda



En los cilindros de CO₂, sin sonda, el dióxido de carbono es retirado de la parte superior del cilindro. Cuando la válvula del cilindro está abierta, la presión en el cilindro disminuye. El CO₂ continuamente se evapora de la fase líquida y emerge como un gas. Una aplicación importante para los cilindros de CO₂ sin sonda es de distribución de bebidas.

Los cilindros de CO₂ sin sonda debe ser utilizado con un regulador de presión de gas, por lo que la presión se puede reducir a un nivel apropiado para el propósito previsto.

Los cilindros de CO₂ sin sonda deben estar

en vertical mientras que el gas está siendo retirado. Un cilindro horizontal provocaría la liberación de CO₂ líquido, que puede hacer que el dispositivo de suministro se obstruya con nieve de CO₂.

La velocidad a la que el CO₂ puede ser retirado de los cilindros sin sonda es limitada, ya que el CO₂ debe evaporarse de la fase de líquido. Este proceso absorbe el calor del medio ambiente, lo que significa que el cilindro de gas y, especialmente, la válvula puede congelarse. Esto puede hacer que la válvula sea difícil de operar.



Advertencia de baja temperatura

Para evitar esto, cuando es necesario grandes cantidades de CO₂ se usan varios cilindros, o el cilindro se calienta con agua caliente (máximo 50 ° C). El cilindro nunca debe ser calentado con una llama.

Manipulación del hielo seco

Debido a su baja temperatura y la formación de CO₂ gaseoso, algunas precauciones especiales de seguridad se deben tomar al manipular el hielo seco:

- El hielo seco no es comestible. No se lame o se pone directamente en las bebidas. El frío y la presión posterior podría tener efectos desagradables en el cuerpo humano. Mantenga el hielo seco fuera del alcance de los niños!
- Debido a su baja temperatura, el hielo seco no deben ser manejado con las manos desnudas. Es necesario el uso de guantes o pinzas apropiadas para proteger contra las quemaduras por congelación. Cuando manualmente se corte el hielo seco con un instrumento adecuado, proteger los ojos contra partículas en el aire mediante el uso de gafas de seguridad.
- El hielo seco no debe ser almacenado o transportado en envases bien cerrados. La presión resultante de la evaporación podría hacer estallar el recipiente.
- No se debe entrar en una sala en la que se almacena el hielo seco hasta que el CO₂ gaseoso ha sido retirado por una ventilación adecuada.



- El hielo seco en grandes cantidades debe ser transportados en vehículos de carga que disponga aislada de manera hermética la cabina o habitáculo de la carga.

4. Conclusión

El dióxido de carbono, en todas sus formas, se puede utilizar para muchos propósitos. Es importante utilizar sus capacidades de

forma correcta con el fin de lograr el efecto deseado y eliminar los riesgos. Nuestros especialistas en gas puede decirle cómo hacerlo.

Para las consulte de todos los problemas técnicos y de negocio, se encuentran a su disposición los expertos de nuestras oficinas de venta.

Estas recomendaciones de LINDE GAS ESPAÑA no implican garantía por parte de la empresa, en el sentido de que su responsabilidad no puede substituir a la del usuario de este documento.

Linde Gas España, S.A.U.
División Gases Industriales
www.linde-gas.es

Región Nordeste:
Balmes, 89 - 5ª planta
08008 BARCELONA
Tel. Call Center: 932 759 263
customerservice@linde.com

Región Centro:
Ctra. Alcalá - Daganzo, km. 3,8
Pol. Ind. Bañuelos, Haití, 1
28806 ALCALÁ DE HENARES (Madrid)
Tel. Call Center: 932 759 263
customerservice@linde.com

Región Sureste (Levante):
Camino de Liria s/n, Apdo. de Correos, nº25
46530 PUÇOL (Valencia)
Tel. Call Center: 932 759 263
customerservice@linde.com

Región Sureste (Sur):
Pol. Ind. Ciudad del Transporte,
Real de Vellón, P-27
11591 JEREZ DE LA FRA. (Cádiz)
Tel. Call Center: 932 759 263
customerservice@linde.com