



---

# Recomandări de securitate

## 12 - Utilizarea dioxidului de carbon CO<sub>2</sub>

---



**1. Introducere** A lucra în condiții de siguranță cu dioxidul de carbon înseamnă a înțelege caracteristicile acestui gaz și a lua măsurile de securitate corespunzătoare. Aceste Recomandări de securitate sunt niște recomandări bazate pe experiența practică și completează, dar nu înlocuiesc, prevederile obligatorii legate de securitate.

Dioxidul de carbon se mai numește și „Acid carbonic”. În aceste Recomandări de securitate, termenul „acid carbonic” este folosit doar pentru a se referi la o soluție apoasă de dioxid de carbon (CO<sub>2</sub> în H<sub>2</sub>O).

---

### **2. Proprietăți** Proprietăți chimice

Dioxidul de carbon nu este inflamabil și, în condiții atmosferice, este stabil chimic și inert. Reacțiile de combustie sunt inhibitate sau suprimate complet de CO<sub>2</sub>.

Dioxidul de carbon poate reacționa puternic cu anumite substanțe, precum amoniacul sau aminele.

Dioxidul de carbon se dizolvă în apă producând acid carbonic care reacționează ca un acid slab și are un efect coroziv asupra oțelului carbon și asupra unor metale neferoase.

#### Proprietăți fizice

Ca gaz la presiune atmosferică, dioxidul de carbon este de aproximativ 1,5 ori mai greu decât aerul. Prin urmare, CO<sub>2</sub> tinde să coboare și se poate acumula în puțuri, subsoluri sau în depresiuni naturale. Dacă mobilitatea aerului este redusă, aceste acumulări de CO<sub>2</sub> pot persista timp de mai multe ore.

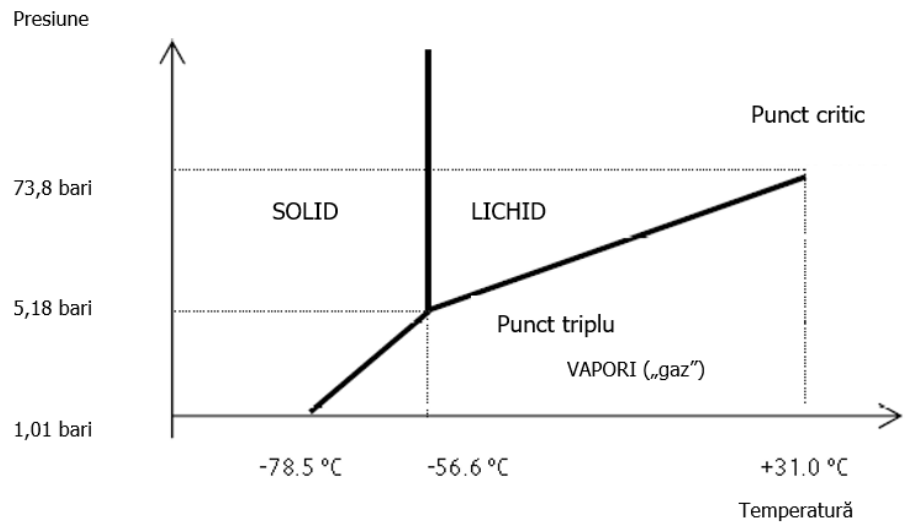
Starea de agregare a dioxidului de carbon, care depinde de presiune și de temperatură, necesită o atenție specială:

- La presiune atmosferică, CO<sub>2</sub> este în stare gazoasă.
- La temperaturi cuprinse între -56,6 și 31,1 °C și la presiuni de cel puțin 5,2 bari, CO<sub>2</sub> poate exista sub formă lichidă. CO<sub>2</sub> lichid nu poate exista la presiunea atmosferică (1 bar).
- La temperaturi mai mici de -56,6 °C, CO<sub>2</sub> poate exista în stare solidă.
- Cele trei stări de agregare sunt posibile doar în „punctul triplu” (-56,6 °C, 5,2 bari).

Aceste stări de agregare se pot schimba cu ușurință:

În butelia de gaz, CO<sub>2</sub> se află în stare lichidă, adică „sub presiunea de gaz lichefiat”. În butelie, presiunea este de aproximativ 57 bari la 20 °C. Când CO<sub>2</sub> iese din butelie printr-un regulator fixat la o presiune de ieșire de mai puțin de 5,2 bari, se produce CO<sub>2</sub> în stare gazoasă: 1 kg de lichid își mărește volumul la 550 litri de gaz la presiune atmosferică.

În anumite condiții, este posibil să se scoată din butelie și CO<sub>2</sub> în formă lichidă (a se vedea secțiunea 3). În cazul în care CO<sub>2</sub> lichid este eliberat brusc, se răcește foarte tare, producând un amestec de gaz CO<sub>2</sub> și zăpadă carbonică.



A se observa că:

- CO<sub>2</sub> lichid poate exista doar când temperatura este mai mică de 31 °C
- Când presiunea CO<sub>2</sub> lichid scade sub 5,18 bari (4,18 barg) și/sau temperatura sa scade sub - 57 °C, acesta se solidifică.

### Efecte fiziologice

Sub formă de gaz, dioxidul de carbon este incolor și practic inodor și insipid. Prin urmare, este practic imposibil de detectat cu simțurile umane.

Dioxidul de carbon este considerat netoxic. Nu este o substanță periculoasă, după cum este definit în Directiva privind substanțele și preparatele periculoase. Aerul conține o concentrație de aproximativ 0,03% din volumul întreg de dioxid de carbon. Această concentrație este esențială pentru viață, deoarece stimulează centrul respirator și controlează volumul și viteza cu care respirăm. La concentrații ridicate, CO<sub>2</sub> poate fi dăunător. Atunci când aerul pe care îl respirăm conține o concentrație de CO<sub>2</sub> cuprinsă între 3 - 5% din volum, apar dureri de cap, tulburări respiratorii și stări de rău. La un procent de volum cuprins între 8 - 10%, apar crampe, inconștiență, stop respirator și poate surveni decesul. În acest punct, concentrația de oxigen din aer este în continuare de 19% volum, fiind suficientă. Așadar, efectul dăunător din punct de vedere fiziologic al acestor concentrații ridicate de CO<sub>2</sub> nu este o consecință a lipsei oxigenului, ci a efectelor directe ale dioxidului de carbon. Concentrația maximă de lucru (echivalentă cu VLA-EZ) este de 0,5% volum de CO<sub>2</sub>.



Avertizare pericol de asfixiere

De asemenea, dioxidul de carbon poate fi periculos pentru oameni din cauza temperaturii scăzute. Când se află sub formă de CO<sub>2</sub> lichefiat sau când a fost răcit prin creșterea volumului, dacă intră în contact cu pielea sub formă de aerosol

sau zăpadă poate produce „arsuri criogenice” dureroase. Țesuturile sensibile precum corneea sunt în mod special expuse în pericolului. Suprafețele mari care prezintă degerături pot cauza decesul. (A se vedea Recomandări de securitate 1, „Manipularea gazelor lichefiate la temperaturi foarte scăzute”).

### Proprietățile gheții uscate

Gheața uscată este compusă din zăpadă carbonică comprimată, care s-a produs prin depresurizarea CO<sub>2</sub> lichid.

La presiune atmosferică, temperatura gheții uscate este de -79 °C. Când gheața uscată se încălzește la presiune atmosferică nu se topește, ci se evaporă complet („sublimă”) pentru a forma dioxid de carbon gazos, de aici și denumirea de „gheață uscată”.

În funcție de cât de mult se comprimă, 1 kg de gheață uscată produce între 300 și 400 litri CO<sub>2</sub> sub formă de gaz. Așadar, dacă gheața uscată se evaporă într-un recipient ermetic, este posibil să se acumuleze o presiune considerabilă.

## 3. Măsurile de securitate

### Precauții pentru sănătate

Inhalarea de CO<sub>2</sub> concentrat este periculoasă pentru oameni. Prin urmare, CO<sub>2</sub> nu trebuie să existe în concentrații mari în aer. Trebuie avute în vedere următoarele precauții de securitate:

- Întrețineți sistemele de gaz cu CO<sub>2</sub>. Etanșați imediat toate scurgerile.
- Orice descărcare de CO<sub>2</sub> dintr-o instalație cu supapă de siguranță trebuie scoasă în aer liber.
- Spațiile în care se află sistemele de CO<sub>2</sub> trebuie să dispună de o ventilație eficientă.
- În încăperile în care s-au acumulat cantități mari de CO<sub>2</sub> trebuie să se intre numai cu un aparat de respirat autonom. Acest lucru se aplică inclusiv persoanelor care au fost afectate și au nevoie de asistență medicală urgentă.
- Dacă se produce o scurgere bruscă de CO<sub>2</sub>, acordați prioritate evacuării imediate a zonelor joase (puțuri, subsoluri), unde pericolul acumulării de CO<sub>2</sub> este foarte crescut.
- Sistemele fixe de stingere cu CO<sub>2</sub> trebuie folosite, atât pentru efectuarea de probe, cât și în cazuri reale, atunci când nu se află nimeni în zona afectată. Dacă dioxidul de carbon poate ajunge în alte încăperi prin conducte, deschideri în pereți, sisteme de ventilație sau sisteme de aer condiționat, acestea sunt considerate, de asemenea, ca fiind parte a zonei periculoase.

### Manipularea buteliilor de CO<sub>2</sub>

Cele mai importante recomandări privind manipularea oricărui tip de butelie de gaz de la Linde sunt prezentate în documentele Recomandări de securitate 7 „Manipularea în siguranță a buteliilor și blocurilor de gaz” și 8 „(Re)încărcarea cu gaze”. În ceea ce privește buteliile de CO<sub>2</sub> trebuie avute în vedere, de asemenea, următoarele:

Transvazarea neautorizată de dioxid de carbon dintr-o butelie de gaz în alta reprezintă un pericol pentru securitate, din următoarele motive:

Buteliile care se umplu trebuie să respecte în mod exact anumite cerințe, cum este presiunea pe care o pot suporta. În general, doar personalul calificat corespunzător pentru o instalație autorizată de umplere poate determina dacă o butelie este adecvată pentru a fi folosită. În plus, conținutul trebuie neapărat monitorizat și cântărit în timpul umplerii. În conformitate cu codul recipientelor sub presiune, o butelie poate conține maximum 0,75 kg de CO<sub>2</sub> per litru de volum al buteliei. Acest factor de umplere garantează că presiunea din butelia de CO<sub>2</sub> nu ajunge la cea de

probă a presiunii de 250 bari la o temperatură mai mică de 65 °C. Dacă factorul de umplere este depășit, presiunea din interiorul buteliei crește considerabil, chiar și la o ușoară creștere a temperaturii.

O butelie umplută excesiv cu CO<sub>2</sub> poate exploda la simpla expunere la lumina soarelui. Nu se recomandă transvazarea dioxidului de carbon dintr-o butelie în alta.

Presiunea din interiorul unei butelii de CO<sub>2</sub> depinde exclusiv de temperatură. La 20 °C, de exemplu, este de 57 bari. Chiar și o butelie de CO<sub>2</sub> aproape goală se menține la o presiune de 57 bari la 20 °C, numai dacă conține CO<sub>2</sub> în stare lichidă. Acest lucru înseamnă că nu se poate determina conținutul unei butelii de CO<sub>2</sub> prin măsurarea presiunii sale, ci doar prin cântărire.

În general, buteliile de CO<sub>2</sub> sunt din oțel carbon. Acest material este supus unei coroziuni periculoase din cauza acidului carbonic (CO<sub>2</sub> dizolvat în H<sub>2</sub>O), ducând la reducerea grosimii peretelui buteliei. Prin urmare, buteliile de CO<sub>2</sub> trebuie protejate de apă sau de fluide apoase (bere, limonadă etc.).

În fabrica de umplere, buteliile de CO<sub>2</sub> trebuie verificate înainte de a fi umplute, pentru a se detecta prezența apei și, dacă este necesar, trebuie uscate. Însă, și utilizatorii trebuie să se asigure că lichidele nu intră în buteliile de CO<sub>2</sub>. O posibilă măsură de securitate este instalarea unei supape antiretur.

Mai există o măsură de precauție foarte simplă, care poate menține umiditatea departe de buteliile de CO<sub>2</sub>: și anume, acestea ar trebui golite doar până la o presiune reziduală de aproximativ 5 bari și apoi, trebuie să se mențină supapele buteliei închise. Acest lucru evită intrarea aerului umed în butelie.

Supapele de CO<sub>2</sub> ale buteliilor trebuie să aibă un dispozitiv de siguranță împotriva suprapresiunii sub forma unei capsule de siguranță care se fixează de supapă cu o piuliță de cuplare. Pentru a evita descărcarea involuntară și periculoasă a CO<sub>2</sub>, acest dispozitiv nu trebuie să fie deteriorat.

### leșirea CO<sub>2</sub> cu tub de imersie

Buteliile de CO<sub>2</sub> cu tub de imersie conțin un tub de imersie care se întinde de la supapa buteliei până chiar deasupra fundului buteliei. Dacă se menține în poziție verticală, o butelie cu tub de imersie produce întotdeauna CO<sub>2</sub> în stare lichidă. Aveți în vedere următoarele caracteristici particulare când se utilizează aceste butelii:



- Buteliile de CO<sub>2</sub> cu tub de imersie sunt marcate clar ca atare de către fabrica de umplere. Utilizatorul trebuie să aibă în mod special în vedere că butelia este o butelie de CO<sub>2</sub> cu tub de imersie.
- Buteliile de CO<sub>2</sub> cu tub de imersie trebuie folosite doar atunci când utilizatorul dorește să scoată dioxid de carbon lichid.
- Buteliile de CO<sub>2</sub> cu tub de imersie nu trebuie să fie echipate cu regulator, deoarece în interiorul regulatorului dioxidul de carbon lichid se solidifică în zăpadă carbonică, obstrucționându-l și dezactivându-l.

- Buteliile de CO<sub>2</sub> cu tub de imersie trebuie să stea în poziție verticală în timp ce gazul iese, astfel încât gura tubului să rămână sub nivelul CO<sub>2</sub> lichid. Numai în acest fel poate fi scos aproape tot conținutul buteliilor în stare lichidă, așa cum se dorește.
- Dioxidul de carbon lichid iese dintr-o butelie de CO<sub>2</sub> cu tub de imersie la presiunea buteliei pline. Dispozitivul de ieșire trebuie, așadar, să fie adecvat la această presiune și conceput pentru CO<sub>2</sub> lichid. Ar fi fatal, de exemplu, să conectăm o butelie de CO<sub>2</sub> cu tub de imersie la un butoi de bere fără un regulator. Butoiul nu ar putea să suporte presiunea CO<sub>2</sub> lichid care se evaporă și ar exploda.
- Buteliile de CO<sub>2</sub> lichid echipate cu dispozitive de închidere trebuie să dispună de o supapă de siguranță.
- Când dioxidul de carbon lichid scos dintr-o butelie cu tub de imersie își mărește volumul până la presiunea atmosferică, se produce zăpada carbonică. Buteliile cu tub de imersie se folosesc în principal în cazurile în care este nevoie de zăpadă carbonică, de exemplu pentru a răci alimentele. Zăpada carbonică poate fi periculoasă din mai multe puncte de vedere. Dacă intră în contact cu pielea în timp ce iese, există pericolul arsurilor criogenice. Așadar, protecția minimă trebuie să conste în ochelari de protecție și mănuși criogenice. De asemenea, zăpada carbonică poate obstrucționa sistemul de furnizare. Dacă un dop de zăpadă carbonică iese brusc și lovește, de exemplu, furtunul de alimentare, CO<sub>2</sub> lichid iese brusc, depresurizând. Acest lucru poate face ca furtunul să se învârtă sau să explodeze, rănind persoanele și cauzând daune materiale.
- Un risc foarte specific poate apărea atunci când CO<sub>2</sub> este folosit pentru a face ca vaporii inflamabili sau gazele să devină inerte. Într-un amestec gazos care curge cu zăpadă carbonică și CO<sub>2</sub> sub formă de gaz, „fulgii de zăpadă” se pot încălca electrostatic și pot produce scântei, aprinzând un amestec de gaz/aer exploziv. Așadar, CO<sub>2</sub> nu trebuie niciodată pulverizat direct într-un nor de gaz sau vapori inflamabili. Această instrucțiune importantă se aplică buteliilor de CO<sub>2</sub> cu sau fără tub de imersie.

#### Leșirea CO<sub>2</sub> fără tub de imersie



În cazul buteliilor de CO<sub>2</sub> fără tub de imersie, dioxidul de carbon este scos din partea superioară a buteliei. Când supapa buteliei este deschisă, presiunea din butelie scade. CO<sub>2</sub> se evaporă continuu din starea lichidă și iese sub formă de gaz. O utilizare importantă a buteliilor de CO<sub>2</sub> fără tub de imersie este cea de distribuție a băuturilor.

Buteliile de CO<sub>2</sub> fără tub de imersie trebuie utilizate cu un regulator de presiune a gazului, presiunea putându-se reduce până la nivelul adecvat pentru scopul prevăzut. Buteliile de CO<sub>2</sub> fără tub de imersie trebuie să stea în poziție verticală în timp ce gazul este scos. O butelie poziționată orizontal ar duce la eliberarea CO<sub>2</sub> în stare lichidă, ceea ce poate face ca dispozitivul de alimentare să se înfunde cu zăpadă carbonică.

Viteza cu care CO<sub>2</sub> poate fi scos din buteliile fără tub de imersie este limitată, deoarece CO<sub>2</sub> trebuie să se evapore din starea lichidă. Acest proces absoarbe căldura din mediul înconjurător, ceea ce înseamnă că butelia de gaz și, în special supapa, poate îngheța. Acest lucru poate face a supapa să fie greu de manipulat.



Avertizare de temperatură scăzută

Pentru a evita acest lucru, atunci când este nevoie de cantități mari de CO<sub>2</sub> se folosesc mai multe butelii sau butelia se încălzește cu apă caldă (maximum 50 °C). Butelia nu trebuie încălzită niciodată cu flacără.

#### Manipularea gheții uscate

Din cauza temperaturii sale scăzute și formării de CO<sub>2</sub> în stare gazoasă, trebuie luate unele măsuri de securitate speciale atunci când se manipulează gheața uscată:

- Gheața uscată nu este comestibilă. Nu se linge și nu se pune direct în băuturi. Frigul și presiunea ulterioară ar putea avea efecte neplăcute în corpul uman. Nu lăsați gheața uscată la îndemâna copiilor!
- Din cauza temperaturii sale scăzute, gheața uscată nu trebuie manipulată cu mâinile goale. Trebuie folosite mănuși sau clești pentru a oferi protecție împotriva degerăturilor. Când tăiați manual gheața uscată cu un instrument adecvat, protejați-vă ochii împotriva particulelor din aer folosind ochelari de protecție.
- Gheața uscată nu trebuie să fie depozitată sau transportată în recipiente bine închise. Presiunea rezultată în urma evaporării ar putea face ca recipientul să explodeze.
- Nu trebuie intrat într-o încăpere în care se depozitează gheața uscată până când CO<sub>2</sub> în stare gazoasă nu a fost evacuat printr-o ventilație adecvată.
- Gheața uscată în cantități mari trebuie transportată în vehicule de transport marfă care să aibă cabina sau habitaculul în care se află încărcătura izolate ermetic.



#### 4. Concluzie

Dioxidul de carbon, în toate formele sale, poate fi folosit în multe scopuri. Este importantă folosirea sa în mod corect, pentru a obține efectul dorit și pentru a elimina riscurile. Specialiștii noștri în gaze vă pot spune cum să faceți acest lucru. Pentru a-i consulta în legătură cu orice chestiuni tehnice și de afaceri, experții din birourile noastre de vânzări vă stau la dispoziție.