

# Conselhos de Segurança **16**

## **Manuseamento de azoto liquefeito refrigerado em recipientes criogénicos transportáveis**

Azoto líquido a baixas temperaturas (LIN) é frequentemente transportado e armazenado em recipientes criogénicos transportáveis. Tais recipientes podem ser contentores fechados para gases comprimidos preparados para altas pressões ou Dewars abertos não pressurizados.

Para evitar acidentes durante o manuseamento de recipientes móveis criogénicos de LIN, algumas propriedades relacionadas com as baixas temperaturas têm de ser conhecidas e tomadas as precauções adequadas.

### **1. Propriedades do LIN – perigos e precauções**

#### **1.1 Frio**

O Azoto líquido tem uma temperatura de aproximadamente  $-196^{\circ}\text{C}$  (ponto de ebulição à pressão atmosférica de 1 bar absoluto).

#### **Perigos:**

- Se o líquido refrigerado entra em contacto com a pele humana, podem ocorrer queimaduras pelo frio. Extensas queimaduras podem por em risco a vida.
- Alguns materiais têm uma ductilidade reduzida e partem-se a baixas temperaturas, i.e. tornam-se frágeis e podem partir-se, não sendo assim adequados para LIN.
- O ar condensa nas partes dos equipamentos que contêm LIN e que não estão isoladas (tubagens e depósitos). As gotas condensadas tornam-se ricas em oxigénio devido à vaporização do azoto e se penetram num sólido inflamável (por ex. lã ou material orgânico isolante), existe um aumento do risco de incêndio.

#### **Precauções:**

No manuseamento directo de LIN, deve usar-se protecção pessoal (roupas secas cobrindo todo o corpo, sapatos de segurança fechados, luvas e óculos).

Os recipientes criogénicos com LIN devem ser transportados de forma a não tombarem e verterem. Fixação de segurança é necessária durante qualquer transporte.

Equipamento destinado para o manuseamento directo de LIN tem de ser feito de materiais resistentes ao frio (ex. aço austenítico = aço inox, cobre, alumínio).

Materiais como madeira, plásticos e borracha não são adequados.

LIN não deve verter para solos de cimento uma vez se danificarem pelo frio. O pavimento em torno dos locais de enchimento podem ser protegidos com uma estrutura de aço inox onde os salpicos de LIN sejam colectadas e evaporados ou uma caixa com gravilha.

O chão abaixo de partes não isoladas de equipamentos com LIN têm de ser construídos de materiais não inflamáveis de forma a excluir o risco de incêndio resultante do enriquecimento com oxigénio.

#### **1.2. Pressão**

LIN automaticamente absorve calor do meio e passa ao estado gasoso.

#### **Perigos:**

A vaporização de LIN em espaços fechados origina um aumento de pressão. Se a pressão não puder ser aliviada, a parte em causa do equipamento pode rebentar.

#### **Precauções:**

Os recipientes criogénicos que não possuam marcações indicativas de permitir pressões internas elevadas apenas devem ser cheios sem pressão. A tubagem ou flexível de enchimento deve ser inserido dentro do recipiente aberto e o azoto líquido tem de fluir livremente para o interior do recipiente. A abertura de enchimento ou uma abertura secundária deve permanecer parcialmente aberta durante o enchimento de forma a que o azoto vaporizado possa escapar.

Recipientes de LIN não pressurizados apenas devem ser fechados com a tampa folgada ou rolha, de forma a permitir o equilíbrio com a pressão atmosférica.

Recipientes criogénicos preparados para serem pressurizados têm marcação apropriada, sendo normalmente cheios através de uma tubagem com uma conexão roscada adequada. A pressão preliminar com a qual o líquido é alimentado não deve exceder a pressão interna permitida.

Não é permitida a entrada de água nos recipientes de forma a que não fiquem bloqueados com gelo.

Tubagens que transportem LIN e onde este possa acumular-se têm de possuir uma válvula de segurança.

LIN não deve verter em grandes quantidades para o chão. O azoto vaporizado pode ficar „aprisionado“ devido à formação de gelo e pode expandir-se de forma violenta.

### 1.3. Deficiência em Oxigénio

Quando vaporiza, 1 litro de LIN produz aproximadamente 700 litros de azoto gasoso.

#### Perigos:

Quando a concentração de azoto no ar aumenta, a concentração de oxigénio diminui, i. e., pode haver uma deficiência de oxigénio sem que os sentidos humanos a detectem. As pessoas em contacto com uma atmosfera deficiente em oxigénio (menos que 17% vol. O<sub>2</sub>) podem ficar subitamente inconscientes sem qualquer aviso e sufocar. Este risco é mínimo ao ar livre, no entanto tem de ser relembrado em salas com equipamentos que utilizem LIN, em particular com recipientes criogénicos abertos.

#### Precauções:

Recipientes criogénicos cheios com LIN apenas devem ser transportados em veículos, se:

- Estiverem aprovados para o transporte por estrada,
- Estiverem fixos no veículo de forma a não tombarem,

Este artigo cumpre com o estado da arte da tecnologia no momento da sua publicação. O utilizador tem de verificar que se aplica às suas circunstâncias especiais e é responsável por verificar que é a última versão. A IGV e restantes entidades envolvidas na elaboração deste artigo não aceitam posteriores responsabilidades.

- A zona de carga for aberta ou ventilada.

Salas com recipientes criogénicos de LIN têm de ser suficientemente ventiladas, de preferência ventilação mecânica com entradas e saídas de ar definidas. As saídas de ar têm de estar localizadas nas regiões inferiores da sala uma vez que o azoto vaporizado é frio e mais pesado que o ar, acumulando-se preferencialmente ao nível do solo. As entradas e saídas de ar não devem estar fechadas. As salas podem ainda ser equipadas com um dispositivo de aviso automático da deficiência de oxigénio, sendo os sensores colocados ao nível do solo. Alternativamente, o pessoal pode utilizar sistemas de alerta da deficiência de oxigénio. Tais sistemas de aviso devem ser escolhidos em função das condições do local e de operação.

## 2. Enchimento de LIN

A menos que seja automático, o enchimento de LIN em recipientes criogénicos tem de se efectuar sob constante vigilância e ser interrompido a tempo para que não existam fugas de líquido para a sala ou local em causa. O enchimento pode ser controlado por um interruptor de segurança constituído por um interruptor de homem morto e uma válvula solenoide na tubagem de enchimento. A válvula solenoide somente permite o fluxo de LIN para o recipiente enquanto o interruptor de homem morto for pressionado em intervalos regulares de tempo. Os recipientes criogénicos estacionários podem possuir um controlo de nível automático para prevenir sobreenchimentos.

As **instruções de enchimento** para os operadores devem **ser escritas** e incluir informação sobre o manuseamento seguro de LIN e a prevenção dos riscos e danos para a saúde. Estas instruções devem levar em consideração as informações dos manuais dos fabricantes dos recipientes criogénicos, dado conterem informação sobre a sua manutenção. O pessoal que encher os recipientes terá de receber formação nestas instruções.

# IGV

## Industriegaseverband e.V.

Industriegaseverband e. V. , Komödienstrasse 48, 50667 Köln  
Tel. 0221/912575-0, Telefax. 0221/912575-15, E-Mail: [Industriegaseverband@t-online.de](mailto:Industriegaseverband@t-online.de)