Process Safety Beacon
رسائل للعاملين في الصناعة
www.aiche.org/ccps/process-safety-beacon

An AIChE Technology Alliance
CCPS Center for Chemical Process Safety
aiche.org/ccps

هذا الإصدار برعاية من
ioMosaic®
Minimizing risk. Maximizing potential.®
www.iomosaic.com

أغسطس 2025

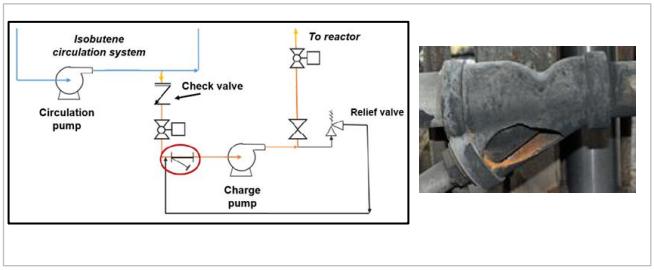
التمدد الحراري يعمل ساخنًا وباردًا!

هل تعلم؟

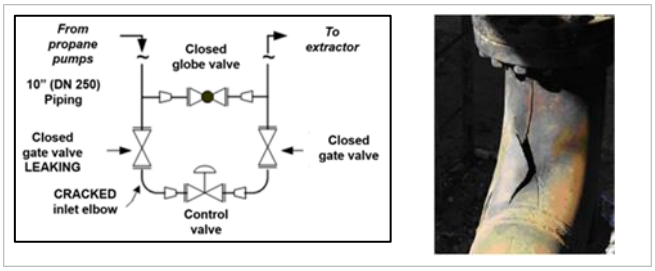
- تتمدد المادة عادةً بارتفاع درجة الحرارة، وذلك لأن جزيئاتها أو ذراتها تتحرك أكثر وتشغل حيزًا أكبر.
- تتمتع المرحلة الغازية لأي مادة بحجم أكبر بكثير من مراحلها الصلبة أو السائلة. الغاز مادة تشغل حيزًا كبيرًا من الفراغ. يمكن ضغط الغاز بسهولة، مما يقلل من المساحة الفارغة.
- بالنسبة للغازات كالهواء، فإن ارتفاع درجة الحرارة من صفر درجة مئوية إلى ٢٧٣ درجة مئوية يُضاعف الحجم. إذا لم يتوفر حجم إضافي في الأنبوب أو الحاوية، يتضاعف الضغط.
- تحتوي السوائل والمواد الصلبة على جزيئات وذرات متراصة بإحكام، وحتى الضغط العالي جدًا لا يكفي لضغطها. عند تسخينها، تتمدد؛ السوائل تتمدد أكثر بكثير من المواد الصلبة. تحتوي خطوط الأنابيب المستخدمة في ظروف التشغيل الساخن على حلقات تمدد تعويضية، والسوائل المحبوسة دون فراغ غازي أو جهاز تنفيس قد تُسبب تمزق المعدات كما هو موضح في الشكل 1.
- يتمدد الماء بنسبة تسعة بالمائة عند التجمد. هذا التأثير يجعل الجليد يطفو، ويؤدي إلى انفجار زجاجات الماء في المُجمد، كما أدى إلى تمزيق الكوع في أنابيب البروبان الموضحة في الشكل ٢.

ماذا يمكنك أن تفعل؟

- عندما تلاحظ وجود أجزاء غير ثابتة في المعدّات، فقد يكون ذلك لتعويض التمدد الحراري. لا تحاول تصحيح ذلك، بل بيّنه لمشرفك.
- لا تسد الخراطيم أو الأنابيب المملوءة بالسوائل إذا تعرضت لأشعة الشمس أو الحرارة، إلا إذا كان هناك جهاز تنفيس. من السهل تجاهل هذا أثناء استكشاف الأخطاء وإصلاحها. اتبع الإجراءات المتبعة للعزل وإزالة الضغط.
- إذا انخفضت درجات الحرارة المحيطة عن ٠ درجة مئوية (٣٢ درجة فهرنهايت)، فتأكد من أن الأنابيب التي قد تحتوي على الماء مقاومة للتجمد. قد تتطلب درجة تجمد مواد أخرى مقاومة للتجمد عند درجات حرارة مختلفة.



الشكل 1. يسارًا، رسم تخطيطي لحادثة عام ٢٠١٩ (تقرير CSB رقم *2019-02-I-TX*) يمينًا، مصفاة ممزقة (CSB)، من الدائرة الحمراء في الرسم التخطيطي.



الشكل 2. على اليسار، رسم تخطيطي لحادثة عام 2007، استنادًا إلى تقرير CSB رقم 2007-05-I-TX. يمين، كوع مدخل متصدع (CSB)

في أبريل 2019، في منشأة لإنتاج مواد كيميائية متخصصة، تم إغلاق قسم الأنابيب المملوء بمادة الأيزوبيوتين السائلة. ومع ارتفاع درجة حرارته تدريجيًا، انفجرت مصفاة من الحديد الزهر، مخلفةً ثقبًا بحجم اليد. أعقب هذا التسرب انفجار وحريق، مما أسفر عن إصابة 31 شخصًا، أحدهم لقي حتفه، وتسبب في أضرار جسيمة. شاهد منارات مايو ويوليو 2024.

في فبراير/شباط 2007، في إحدى مصافي النفط، حدث تشقق في جزء من الأنابيب مما أدى إلى تسرب غاز البروبان المضغوط. كان هذا الجزء متوقفًا عن العمل لمدة 15 عامًا، ولكنه كان لا يزال متصلًا بأنابيب نشطة. أدى الحريق الناتج عن ذلك إلى إصابة أربعة أشخاص وتسبب في خسائر مادية فادحة. سمح أحد صمامات الإغلاق المتسربة بتجمع كميات صغيرة من الماء، الموجودة في تغذية البروبان، في جزء منخفض من الجزء الذي بدا مسدودًا. تسببت درجات الحرارة المنخفضة في تجميد الماء وانشقاق الأنبوب. وعندما ذاب الجليد، تسرب البروبان. (انظر منارة أكتوبر 2008)

يمكن أن يكون السخونة الشديدة أو البرودة الشديدة سبباً في "كسر" معداتك

©AIChE 2025. All rights reserved. Reproduction for non-commercial, educational purposes is encouraged. However, reproduction for any commercial purpose without express written consent of AIChE is strictly prohibited. Contact us at ccps_beacon@aiche.org or +1 646-495-1371.