هذا العدد برعاية من

DEKRA

www.dekra.us/process-safety

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

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

سبتمبر 2025

عدة أخطاء تؤدي إلى تسرب الهيدروجين والحريق

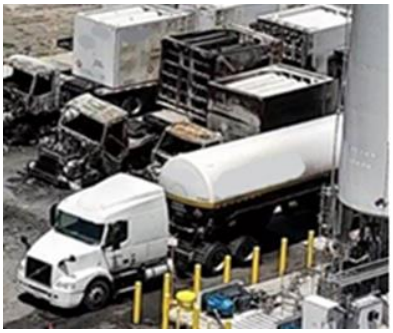
هل تعلم؟

- الهيدروجين هو أصغر جزيء ويمكنه التسرب عبر فجوات صغيرة جدًا.
- طاقة اشتعال الهيدروجين هي ٠,٠٢ مللي جول. بالمقارنة، تبلغ طاقة اشتعال الغاز الطبيعي ٠,٢٩ مللي جول.
- يمكن أن تكون أنظمة الأنابيب معقدة وقد تتطلب رسمًا تخطيطيًا وإجراءً لعزلها بشكل صحيح.
- يجب أن يتم إجراء الإصلاحات فقط عندما تكون المعدات معزولة بشكل صحيح عن المخاطر ويتم إجراؤها بواسطة أفراد معتمدين فقط.
- يجب أن تتبع إصلاحات الأنابيب التي تحتوي على مواد خطرة الإجراءات والأساليب المعتمدة.
- تسمح سلطة إيقاف العمل للموظفين بإيقاف العمل إذا لم يكن لديهم التدريب أو الإجراءات اللازمة لأداء المهمة بأمان.

ماذا تستطيع أن تفعل؟

- استخدم إجراءات القفل والعلامة (LOTO) للمعدات. قبل فتح أي توصيلات، افحص الأنابيب للتأكد من أن جميع الصمامات في وضعها الصحيح.
- عند حدوث تسرب، اتبع إجراءات الشركة. إن أمكن، اعزل التسرب بأمان، وأبلغ الجهات المعنية.
- يجب أن تكون ضوابط العملية سهلة الفهم. إذا كانت ملصقات التحكم صعبة الفهم، فاطلب التوضيح.
- قم بإصلاح معدات العملية فقط إذا كنت مدربًا وحصلت على الموافقة.
- عند العمل مع موظف جديد، قدّم له تعليمات واضحة للمهام الموكلة إليه. من الأفضل أن توضح له الطريقة الصحيحة بدلًا من مجرد توجيهه.

الشكل 1. ملء مقطورة أنبوب الهيدروجين



الشكل 2. أضرار تزويد الشاحنة بالوقود

مرجع: تقرير لجنة سلامة الهيدروجين PNNL-31015-1

حدث تسرب للهيدروجين عالي الضغط في منشأة نقل/ملء مقطورات الهيدروجين في سانتا كلارا، كاليفورنيا، في الأول من يونيو 2019.

كان سائق ومتدرب يملآن مقطورة أنبوبية من خزان هيدروجين قريب. عندما كانت وحدات المقطورة ممتلئة بنسبة 95٪ تقريبًا، لاحظ المتدرب تسربًا للهيدروجين بالقرب من صمام العزل اليدوي لخط التعبئة وأبلغ السائق. أصدر السائق تعليمات للمتدرب بإيقاف عملية التعبئة. أوقف المتدرب عملية التعبئة لكلا الوحدتين ولكنه لم يفصل المقطورة عن أنابيب نظام التعبئة. (الشكل 1) أغلق السائق الصمام اليدوي (السهم) لعزل الوحدة الأمامية عن الإمداد، وخفف ضغط مشعب التعبئة، وأزال قسمًا من الأنابيب لإصلاح التسرب. لم يكن لدى السائق الأجزاء اللازمة لإكمال الإصلاح وأمر المتدرب بإيقاف إمداد الهيدروجين. أعاد المتدرب تشغيل عملية التعبئة عن غير قصد بالضغط على زر التحكم الخطأ. أدى ذلك إلى فتح الصمامات الهوائية على المقطورة مما سمح للهيدروجين الغازي بالهروب بمعدل تدفق عالٍ عبر الأنابيب المفككة. اشتعل خليط الهيدروجين والهواء ونتج عنه انفجار احتراق الهيدروجين والهواء تلاه حريق نفاث.

تسبب الحريق والانفجار في تلف الأنابيب (الشكل 2)، وفعّلا أجهزة تخفيف ضغط وحرارة الهيدروجين، مما زاد من اشتعال الحريق. امتد الحريق إلى مواد أخرى في المركبات المجاورة. وقد تسرب حوالي 250 كجم (550 رطلاً) من الهيدروجين خلال الحادث. ولم تُسجل أي إصابات خطيرة.

عند حدوث تسريبات، اتبع الإجراءات واطلب المساعدة.

©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.