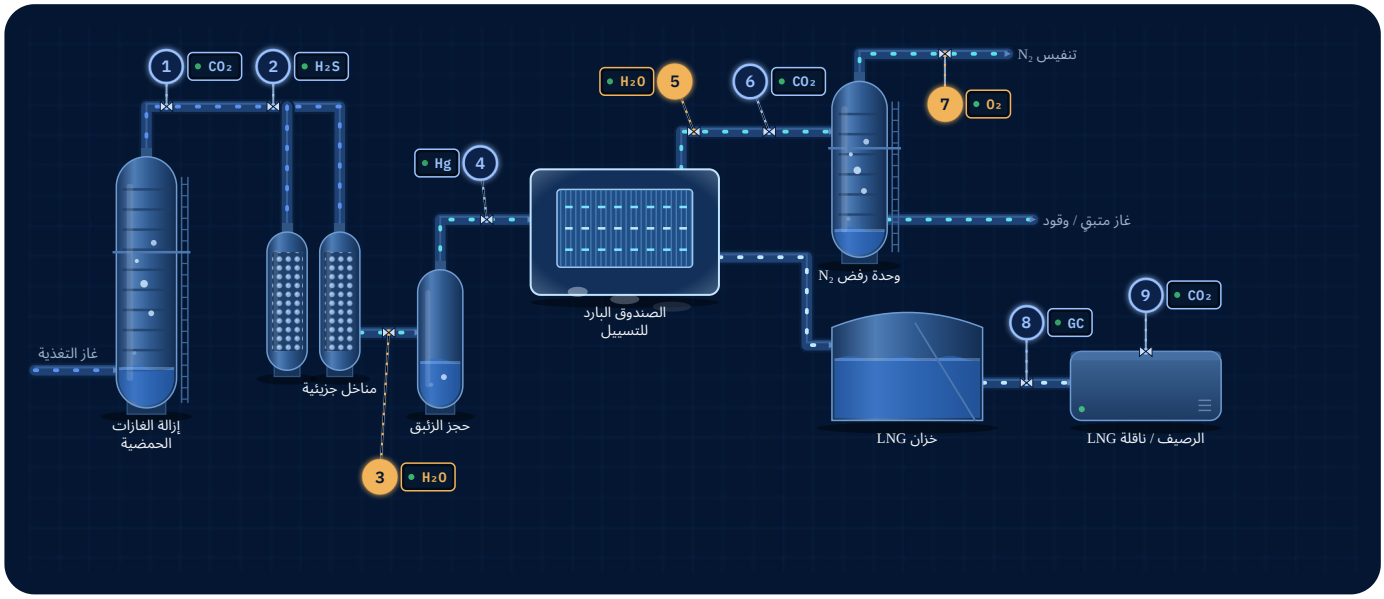
المعالجة المسبقة لـ LNG والتسييل: أين يتم القياس

قبل أن يصل الغاز إلى الصندوق البارد يجب خفض الماء و CO_2 و H_2S والزئبق إلى مستوى ppm أو أقل. تعرض كل نقطة مرقّمة الحد، وسبب أهميته، والمحلل المناسب.



جهاز YORK ○ نظام متكامل (يُورَّد عبر YORK)

كيف تعمل العملية

يجري التسييل عند نحو 160 °C−. كل ما يمكن أن يتجمد، مثل الماء و CO_2، أو يهاجم مبادلات الألومنيوم، مثل الزئبق، يجب إزالته أولاً. تثبت المحللات نجاح كل مرحلة معالجة قبل دخول الغاز إلى الصندوق البارد.

1. **إزالة الغازات الحمضية.** تخفض وحدة الأمين CO_2 إلى 50 ppmv أو أقل و H_2S إلى أقل من 4 ppmv، وهو أعمق بكثير مما يحتاجه غاز الأنابيب.
2. **التجفيف.** تجفف طبقات المناخل الجزيئية الغاز إلى نحو 0.1 ppmv من الماء. تمتز طبقة بينما تتجدد الأخرى.
3. **إزالة الزئبق.** تزيل طبقة الحجز الزئبق إلى نحو 10 نانوغرام/Nm^3 لحماية مبادلات الألومنيوم الملحومة.
4. **التسييل.** يكثّف المبادل الحراري المبرّد الرئيسي الغاز إلى LNG يتجه إلى خزانات التخزين.
5. **رفض النيتروجين.** عندما يحمل الغاز نيتروجيناً تزيله وحدة رفض مبرّدة، وتحتاج تغذيتها إلى التجفيف العميق نفسه وإلى CO_2 منخفض.
6. **التحميل.** تؤخذ عيّنة من LNG وتُبخَّر وتُحلَّل بالكروماتوغراف لأغراض التسليم. وتُعبّأ خزانات السفينة بالغاز بعد التحميل حتى ينخفض CO_2 بما يكفي.

النسخة التفاعلية المتحركة:
https://www.yorkinstrument.ae/ar/guides/lng-pretreatment-measurement-points/

نقاط القياس

#	النقطة	يقيس	القيمة النموذجية / الحد	الحل المقترح
1	مخرج وحدة إزالة الغازات الحمضية	آثار CO_2	≥ 50 ppmv	نظام متكامل: محلل آثار CO_2 (NDIR) منخفض النطاق أو كروماتوغراف
2	مخرج وحدة إزالة الغازات الحمضية	H_2S	< 4 ppmv	نظام متكامل: محلل H_2S (شريط أسيتات الرصاص أو الأشعة فوق البنفسجية)
3	مخرج مجففات المناخل الجزيئية / مدخل الصندوق البارد	آثار الماء (ppmv)	0.1 ppmv أو أقل (≈ −90 °C نقطة صقيع عند 1 atm)	DPT830, DPT990-EX
4	مخرج طبقة حجز الزئبق	الزئبق	10 نانوغرام/Nm^3	نظام متكامل: محلل زئبق (امتصاص ذري أو فلورة بالبخار البارد)
5	تغذية وحدة رفض النيتروجين	آثار الماء	يُجفَّف بالمناخل الجزيئية إلى مستوى الآثار؛ يحدد مرخِّص العملية الحد الدقيق	DPT830, DPT990-EX
6	تغذية وحدة رفض النيتروجين	آثار CO_2	50–100 ppmv في وحدة تقليدية بعمودين؛ نحو 0.3 % مولياً مع عمود فصل مسبق	نظام متكامل: محلل آثار CO_2 (NDIR) منخفض النطاق أو كروماتوغراف
7	تنفيس النيتروجين من وحدة الرفض	الأكسجين	لا يوجد حد منشور: يُقاس عند إعادة استخدام النيتروجين المنفَّس كغاز خامل	PGA530, POA3500
8	خط تصريف / تحميل LNG	التركيب والقيمة الحرارية الإجمالية	وفق عقد البيع؛ تُؤخذ العيّنة وتُبخَّر وتُحلَّل بالكروماتوغراف	نظام متكامل: نظام أخذ عيّنات LNG وتبخيرها مع كروماتوغراف للعمليات
9	خزانات السفينة: التعبئة بالغاز بعد التخميل	CO_2 (%)	ينتهي التطهير عندما ينخفض CO_2 عن قيمة محددة، مثلاً 0.1 %	نظام متكامل: محلل CO_2 محمول معتمد لناقلات الغاز

قيم نموذجية من معايير ولوائح وأدبيات فنية منشورة. تبقى مواصفة العقد أو المرخِّص أو المصنع هي المرجع دائماً. توفر YORK الأنظمة المتكاملة عبر مصنع التكامل الشريك.

أهم المراجع

1. The fundamentals of feed gas pretreatment — LNG Industry
2. Selecting technologies for onshore LNG production — Digital Refining
3. Santa Barbara Extraction Plant: mol-sieve dehydration and mercury removal — OSTI
4. Molecular sieve dehydration (webinar) — PetroSkills
5. Carbon dioxide-tolerant nitrogen rejection reduces costs — Gas Processing & LNG
6. LNG Custody Transfer Handbook, 5th edition — GIIGNL
7. PEH: Gas Treating and Processing — SPE PetroWiki