CONCEPT

تشغيل محطات إسالة الغاز الطبيعي LNG: دورات التبريد ومعدات التبريد العميق وبدء تشغيل خطوط الإسالة

1 – 12 فبراير 2027

باريس - فندق أعمال على الضفة اليمنى



تشغيل محطات إسالة الغاز الطبيعي LNG: دورات التبريد ومعدات التبريد العميق وبدء تشغيل خطوط الإسالة

المرجع: 19023_707 **التاريخ:** 1 – 12 فبراير 2027 **المكان:** باريس - فندق أعمال على الضفة اليمنى **الرسوم:** SAR 42300

مقدمة:

يتراجع أداء تشغيل محطات إسالة الغاز الطبيعي بصمت قبل أن يظهر العطل: فانحراف تركيب المبرد المختلط، أو تقارب حراري حرج في الطرف الدافئ للمبادل المبرد الرئيسي، أو تبريد تدريجي متعجل، كلها تخفض الإنتاج وترفع استهلاك الطاقة النوعي وقد تسبب تشققات في المعدات الباردة. تأخذ هذه الدورة من كور كونسبت المهندسين إلى داخل خط الإسالة، من المعالجة الأولية لغاز التغذية ودورات التبريد، مرورا بالمبادلات الحلزونية الملفوفة ومبادلات الألواح والزعانف والضواغط والخزانات والغاز المتبخر، وصولا إلى التبريد التدريجي وبدء التشغيل والتوقفات المفاجئة والمخاطر. ويعد المشاركون خطة بدء تشغيل خط الإسالة ومراجعة أدائه لمحطة غاز طبيعي مسال نموذجية.

أهداف الدورة:

- تفسير منحنيات التبريد وسلوك الوميض وتركيب غاز التغذية لتحديد أساس تشغيل خط الإسالة
- التحقق من أن إزالة الغازات الحمضية والماء والزئبق والهيدروكربونات الثقيلة تفي بالحدود التي تمنع التجمد وتلف المبادلات
- مقارنة دورة المبرد المختلط مع التبريد المسبق بالبروبان ودورة التعاقب ودورة المبرد المختلط الأحادي ودورات التمدد من حيث الطاقة النوعية ومدى خفض الحمل وعدد المعدات
- تشخيص نقاط الاختناق الحراري في المبادلات وانحراف تركيب المبرد ومشكلات نقطة تشغيل الضواغط من بيانات المحطة
- تخطيط خطوات التبريد التدريجي وبدء التشغيل والإيقاف والاستجابة للتوقف المفاجئ بما يحمي المواد المبردة والخزانات والأفراد من مخاطر الغاز المسال
- إعداد خطة بدء تشغيل خط الإسالة ومراجعة أدائه مع مؤشرات الكفاءة والموثوقية لمحطة غاز طبيعي مسال نموذجية

الفئة المستهدفة:

- مهندسو العمليات المسؤولون عن موازنة الحرارة والمادة في خط الإسالة وأداء المبرد
- مهندسو التشغيل وقادة المناوبات الذين يديرون التبريد التدريجي وبدء التشغيل وتصريف المنتج وإيقاف خطوط الإسالة
- مهندسو الميكانيكا والمعدات الدوارة المسؤولون عن ضواغط المبرد ومحركاتها والمبادلات المبردة
- مهندسو الصحة والسلامة والبيئة والسلامة الإجرائية الذين يقيمون سيناريوهات الانسكاب المبرد والانقلاب الطبقي والسحابة البخارية في مواقع الإسالة
- مهندسو الموثوقية الذين يتابعون جاهزية خطوط الإسالة والتوقفات المفاجئة والمعدات كثيرة الأعطال في القسم البارد

محاور الدورة:

اليوم 1: خواص الغاز الطبيعي المسال وسلوكه في درجات الحرارة المنخفضة جدا وأساس خط الإسالة

- تركيب الغاز الطبيعي المسال الغني بالميثان ونقطة غليانه عند سالب 162 درجة وسلوك كثافته
- منحنيات التبريد بين درجة الحرارة والمحتوى الحراري في مناطق التبريد المسبق والإسالة والتبريد الفائق
- تمدد جول-طومسون وغاز الوميض ونزع النيتروجين في مرحلة الوميض النهائي
- نطاق تركيب غاز التغذية: حالات الغاز الفقير والغني والحامل للنيتروجين
- مخطط التدفق الكتلي لخط الإسالة من استقبال الغاز حتى تصريف المنتج المسال

اليوم 2: المعالجة الأولية لغاز التغذية قبل القسم البارد

- وحدة إزالة الغازات الحمضية بالأمين وحدود تسرب ثاني أكسيد الكربون التي تمنع التجمد
- دورة أسرة التجفيف بالمناخل الجزيئية وغاز التجديد وعلامات الاختراق
- مهمة سرير حجز الزئبق وحماية معدات الألومنيوم الملحومة
- عمود الغسل واستخلاص سوائل الغاز الطبيعي لإزالة الهيدروكربونات الثقيلة والبنزين
- ورقة مواصفات الغاز الداخل إلى القسم البارد

اليوم 3: عائلات دورات التبريد في إسالة الغاز

- دورة المبرد المختلط مع التبريد المسبق بالبروبان: مخطط التدفق ومستويات الضغط
- دورة التعاقب بالمبردات النقية وحلقات البروبان والإيثيلين والميثان
- دورة المبرد المختلط الأحادي لخطوط الإسالة المتوسطة والمعيارية
- دورات التمدد بالنيتروجين والميثان للوحدات الصغيرة والعائمة
- مصفوفة اختيار الدورة: الطاقة النوعية وعدد المعدات ومدى خفض الحمل

اليوم 4: المبادلات الحرارية المبردة وضواغط المبرد وضبط خط الإسالة

- حزم المبادل المبرد الرئيسي الحلزوني الملفوف وتوزيع جانب الغلاف وتقارب الطرف الدافئ
- قلوب مبادلات الألواح والزعانف من الألومنيوم: حدود الإجهاد الحراري وكشف تسرب القلب
- خرائط ضواغط المبرد والتحكم في منع الاندفاع ومحركات التوربينات الغازية أو المحركات الكهربائية
- تعويض المبرد المختلط وضبط تركيبه والتحكم في نسبة المكونات الخفيفة إلى الثقيلة
- التحكم المتقدم في العمليات لدرجة حرارة المنتج المسال ومعدل الإنتاج

اليوم 5: دراسة حالة الأسبوع الأول: تشخيص حلقة التبريد في خط إسالة نموذجي

- حزمة بيانات الحالة: موازنة الحرارة والمادة ومنحنيات التبريد وسجلات الضواغط
- تحليل فجوات منحنيات التبريد لتحديد نقاط الاختناق الحراري في المبادل
- تصحيح تركيب المبرد المختلط من نتائج جهاز الكروماتوغرافيا
- رسم نقطة تشغيل الضاغط مقابل خطي الاندفاع والاختناق
- مذكرة تشخيص الأسبوع الأول ومناقشتها مع الزملاء

اليوم 6: خزانات الغاز الطبيعي المسال واسترجاع الغاز المتبخر وواجهة التحميل

- الخزان كامل الاحتواء: الخزان الداخلي من فولاذ النيكل والجدار الخرساني مسبق الإجهاد والسقف المعلق
- خزان الغشاء: البطانة المموجة من الفولاذ المقاوم للصدأ ونظام ألواح العزل
- التسرب الحراري إلى الخزان وتقدير معدل التبخر ومراقبة التطبق
- ضاغط الغاز المتبخر ومجمع غاز الوقود ومسارات الإعادة إلى الإسالة
- تسلسل أذرع التحميل في الرصيف وموازنة عودة البخار ووصلة الإيقاف الطارئ بين السفينة والشاطئ

اليوم 7: مخاطر الغاز الطبيعي المسال والسلامة الإجرائية ووسائل الحماية

- آلية الانقلاب الطبقي في الخزان وتفاوت طبقات الكثافة وإجراءات الخلط المضادة
- التحول الطوري السريع عند تلامس الغاز المسال مع الماء وقنوات توجيه الانسكاب
- انتشار السحابة البخارية وإشعاع حريق البركة وأحواض الاحتجاز
- الحروق الناتجة عن البرودة الشديدة وخطر الاختناق ومعدات الحماية للعمل البارد
- تسلسل الإيقاف الطارئ وكشف الحريق والغاز ومراجعة مصفوفة السبب والأثر

اليوم 8: المواد المبردة وتسلسلات التبريد التدريجي وبدء التشغيل والإيقاف

- مواد الخدمة المبردة: الفولاذ الأوستنيتي المقاوم للصدأ وفولاذ النيكل وسبائك الألومنيوم
- الانكماش الحراري للأنابيب والشد البارد وفحص حركة الدعامات
- إجراءات التحكم في معدل التبريد التدريجي للمبادلات والأنابيب والخزانات
- تسلسل بدء تشغيل خط الإسالة من شحن المبرد حتى أول تصريف للمنتج المسال
- الإيقاف المخطط والتدفئة وإزالة الصقيع والتواصل عند تسليم المناوبات

اليوم 9: الاستجابة للتوقف المفاجئ وتحري الأعطال ومؤشرات أداء الإسالة

- سيناريوهات توقف الضاغط وفقدان المحرك وسوء توزيع التدفق في المبادل
- تشخيص التجمد والهيدرات والترسبات من اتجاهات فرق الضغط
- تتبع استهلاك الطاقة النوعي وكفاءة التبريد
- مؤشرات جاهزية خط الإسالة وزمن الإنتاج الفعلي وفواقد الحرق في الشعلة
- ترتيب المعدات الأكثر تسببا في الأعطال وسجلات تحليل السبب الجذري

اليوم 10: المشروع الختامي: خطة بدء تشغيل خط الإسالة ومراجعة أدائه

- موجز المشروع: بيانات خط الإسالة في المحطة النموذجية وقيوده وسجل توقفاته
- صياغة خطة بدء التشغيل: خطوات التبريد التدريجي ونقاط التوقف وشروط السماح
- قسم مراجعة الأداء: خطوط أساس المؤشرات والمستهدفات وإجراءات الكفاءة
- ملحق وسائل الحماية من المخاطر والاستجابة للتوقف المفاجئ لخط الإسالة النموذجي
- عرض الخطة أمام لجنة من الزملاء وسجل التعديلات

المهارات التي ستكتسبها:

- تفسير منحنيات التبريد
- فحص مواصفات المعالجة الأولية
- مقارنة دورات التبريد
- ضبط تركيب المبرد المختلط
- تشخيص المبادلات المبردة
- تخطيط إجراءات التبريد التدريجي
- الحماية من مخاطر البرودة الشديدة
- قياس أداء الإسالة ومقارنته

لماذا تحضر هذه الدورة:

- العودة بخطة بدء تشغيل خط الإسالة ومراجعة أدائه مبنية على محطة غاز طبيعي مسال نموذجية ومختبرة أمام لجنة من الزملاء
- قراءة خرائط الضواغط وملفات درجات حرارة المبادلات وعينات المبرد معا لاكتشاف الإنتاج المفقود
- تنفيذ التبريد التدريجي وإعادة التشغيل بعد التوقف المفاجئ دون صدمة حرارية للحزم الحلزونية أو قلوب الألواح والزعانف أو الأنابيب الباردة
- مقارنة ممارسات الإسالة مع مهندسي العمليات والمعدات الدوارة والسلامة من خطوط ومشغلين آخرين

الخاتمة:

يعتمد ثبات تصريف الغاز الطبيعي المسال على غاز تغذية نظيف وحلقة مبرد مضبوطة ومبادلات وضواغط سليمة وتبريد تدريجي وإعادة تشغيل منضبطين. يغطي الأسبوع الأول خواص الغاز المسال والمعالجة الأولية وعائلات دورات التبريد والمبادلات والضواغط والتحكم، ثم يختبرها على خط إسالة نموذجي. ويضيف الأسبوع الثاني الخزانات والغاز المتبخر وواجهة التحميل ومخاطر البرودة الشديدة والمواد وتسلسلات بدء التشغيل والإيقاف وتحري أعطال التوقف المفاجئ ومؤشرات الأداء. وينتج اليوم الأخير خطة بدء تشغيل خط الإسالة ومراجعة أدائه لمحطة نموذجية.