



دورة الهضم اللاهوائي ومحطات الغاز الحيوي: تصميم المهاضم وتشغيلها وترقية الغاز إلى ميثان حيوي



دورة الهضم اللاهوائي ومحطات الغاز الحيوي: تصميم المهاضم وتشغيلها وترقية الغاز إلى ميثان حيوي

مقدمة:

دورة الهضم اللاهوائي ومحطات الغاز الحيوي دورة مدتها 5 أيام تتناول تصميم المهاضم وتشغيلها وترقية الغاز، وتستهدف مهندسي العمليات ومشغلي المهاضم وموظفي المشاريع البيئية، وينتهي فيها المشاركون بإعداد خطة تصميم المهضم وتشغيله. تفقد مهاضم الحمأة ومخلفات الطعام والمخلفات الزراعية جزءاً من إنتاج الميثان، أو تتحمض أو تظهر فيها الرغوة، حين تحدث خلطات اللقيم ومعدلات التحميل والخلط ومعالجة الغاز بالتقدير لا بالبيانات المقيسة. يعمل المرشحون فعلاً في تشغيل وحدات الهضم أو تحديد مواصفاتها، وتقدم الدورة بأسلوب دراسة الحالة على سجلات التشغيل ونتائج المختبر وتحليل الغاز. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة في الهضم اللاهوائي ومحطات الغاز الحيوي.

أهداف الدورة:

- توصيف حمأة الصرف الصحي ومخلفات الطعام والمخلفات الزراعية بالمواد الصلبة والمواد الصلبة المتطايرة والطلب الكيميائي على الأكسجين وإمكانية إنتاج الميثان، وتصميم خلطات الهضم المشترك
- اختيار نوع المهضم وتحديد حجمه انطلاقاً من معدل التحميل العضوي ومدة المكوث الهيدروليكي والموازنة الحرارية
- إدارة الضبط اليومي للمهضم بقراءات نسبة الأحماض الدهنية المتطايرة إلى القلوية والأمونيا والكبريتيد للحفاظ على استقرار تكوين الميثان
- تحديد إجراءات الخلط وضبط الرغوة والرواسب الرملية ومسارات فصل المخلفات المهضومة واستخدامها في التربة
- اختيار وسائل إزالة كبريتيد الهيدروجين والسيلوكسانات والرطوبة وتقنية الترقية المناسبة لإنتاج الميثان الحيوي أو تغذية محرك التوليد المشترك بأمان
- إعداد خطة تصميم المهضم وتشغيله لمنشأة حالة دراسية

الفئة المستهدفة:

- مهندسو العمليات المسؤولون عن تصميم وحدات الهضم أو توسعتها في مواقع معالجة المياه والصناعات الغذائية والمزارع
- مشغلو المهاضم ورؤساء الورديات الذين يتولون تغذية المفاعلات اللاهوائية وتسخينها وخلطها ومراقبتها
- المهندسون البيئيون في المرافق ومصانع الأغذية المسؤولون عن مخارج المخلفات العضوية والحمأة
- فنيو مناولة الغاز المسؤولون عن تنقية الغاز الحيوي ووحدات الترقية ومحركات التوليد المشترك والشعلات
- مهندسو المشاريع الذين يشغلون محطات الغاز الحيوي الجديدة لأول مرة ويسلمونها إلى فرق التشغيل

محاورة الدورة:

اليوم 1: أسس الهضم اللاهوائي وتوصيف اللقيم

- المراحل الحيوية الكيميائية الأربع من التحلل المائي إلى تكوين الميثان
- توصيف لقيم حمأة الصرف الصحي ومخلفات الطعام والسماد الحيواني
- التحليل المخبري للمواد الصلبة الكلية والمتطايرة والطلب الكيميائي على الأكسجين
- اختبار إمكانية إنتاج الميثان الحيوي الكيميائي وتفسير المردود
- تصميم خطط الهضم المشترك بموازنة نسبة الكربون إلى النيتروجين

اليوم 2: أنواع المهاضم وأساس التصميم العملياتي

- معايير الاختيار بين مفاعلات CSTR والتدفق الكتلي وUASB
- المهاضم الجافة الدفعية النفقية للمخلفات العضوية عالية المواد الصلبة
- تحديد الحجم بمعدل التحميل العضوي ومدة المكوث الهيدروليكي
- التشغيل في النطاق المعتدل مقابل النطاق الحار وحساب الموازنة الحرارية
- خيارات المعالجة المسبقة ومنها نزع التغليف والفرم والبسترة

اليوم 3: تشغيل المهضم والخط وضبط استقرار العملية

- مراقبة نسبة الأحماض الدهنية المتطايرة إلى القلوية وتعديل التغذية
- تشخيص تشييط الأمونيا الحرة والكبريتيد ومعالجته
- أداء أنظمة الخط الميكانيكي والخط بالغاز وإعادة التدوير بالضح
- إجراءات ضبط الرغوة وتراكم الرواسب الرملية وطبقة الخبث
- فصل المخلفات المهضومة ومحتواها من المغذيات ومسارات استخدامها في التربة

اليوم 4: تنقية الغاز الحيوي وترقيته إلى ميثان حيوي وربطه بالتوليد المشترك

- إزالة كبريتيد الهيدروجين بالطرق الحيوية والطرق القائمة على الحديد
- إزالة السيلوكسانات والرطوبة قبل دخول الغاز إلى المحركات
- الترقية بالغسل بالماء والامتزاز بتأرجح الضغط والأغشية والأمينات
- ربط محرك التوليد المشترك بدائرة استرداد الحرارة للمهضم
- ضوابط السلامة لخزان الغاز والشعلة والأجواء القابلة للانفجار

اليوم 5: دراسة الحالة وخطة تصميم المهضم وتشغيله

- مراجعة جرد اللقيم وتقدير مردود الميثان في الحالة الدراسية
- سجل قرار تحديد حجم المهضم ونوعه في الحالة الدراسية
- اختيار سلسلة تنقية الغاز وترقيته في الحالة الدراسية
- التلقيح عند بدء التشغيل وجدول المراقبة وبطاقة الاستجابة للاضطرابات
- استكمال خطة تصميم المهضم وتشغيله ومراجعتها من المشاركين

المهارات التي ستكتسبها:

- تقدير إمكانية إنتاج الميثان من اللقيم
- تصميم خطط الهضم المشترك
- تحديد أحجام المهاضم
- مراقبة استقرار العملية
- تشخيص التشبيط
- اختيار سلسلة معالجة الغاز الحيوي
- تخطيط إدارة المخلفات المهضومة
- ضبط سلامة الغاز

لماذا تحضر هذه الدورة:

- تسليم خطة تصميم المهضم وتشغيله إلى مدير المحطة والمسؤول الهندسي عن وحدة الغاز الحيوي
- الحسم في نوع المهضم ومعدل التحميل ومسار الترقية الملائمة للمخلفات المتوفرة فعلا لدى المنشأة
- تفادي تحمض المهاضم وحوادث الرغوة وتآكل المحركات وحرق الغاز في الشعلة مما يقلل إنتاج الميثان والإيرادات
- توعية المشغلين وموظفي المختبر وفرق الصيانة بفحوص الاستقرار اليومية وضوابط سلامة الغاز

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يسلم المشاركون خطة تصميم المهضم وتشغيله إلى مدير المحطة والمسؤول الهندسي، فيعتمدان عليها في تأكيد خطط اللقيم وحجم المفاعل وسلسلة تنقية الغاز وترقيته وإجراءات المراقبة اليومية لوحدة غاز حيوي قائمة أو مخطط لها. وتتبنى فرق التشغيل حدود الاستقرار وبطاقة الاستجابة للاضطرابات الواردة فيها، بينما تستخدم فرق المشاريع أساس التصميم في كراسات المواصفات. وبعد الأشهر الأولى من التشغيل تقارن الوحدة مردود الميثان المقيس واتجاهات نسبة الأحماض المتطايرة إلى القلوية وجودة الغاز بما ورد في الخطة، ثم تراجع حدودها.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشارك قبل دورة الهضم اللاهوائي ومحطات الغاز الحيوي؟

ينبغي أن يعمل المشارك فعلا مع المهاضم أو الحمأة أو المخلفات العضوية أو مناولة الغاز، وأن يلم بأساسيات كيمياء العمليات، ويفيد إحصار تحاليل لقيم أو سجلات تشغيل أو بيانات جودة غاز مجهولة المصدر في تقريب دراسة الحالة من محطته.

بم تختلف دورة الهضم اللاهوائي ومحطات الغاز الحيوي عن دورات الطاقة الحيوية العامة أو تحويل النفايات إلى طاقة؟

تركز هذه الدورة على تقنية واحدة: كيمياء الهضم الحيوية وتحديد الأحجام وضبط الاستقرار اليومي وتنقية الغاز وترقيته والمخلفات المهضومة. أما دورات الطاقة الحيوية العامة فتقارن مسارات تحويل متعددة لأغراض الجدوى، وتعالج دورات تحويل النفايات إلى طاقة المعالجة الحرارية للنفايات المتبقية.

لماذا يفقد المهضم في محطات الغاز الحيوي استقراره؟

يحدث عدم الاستقرار عادة بعد زيادة التحميل أو التغير المفاجئ في اللقيم أو وجود مثبطات مثل الأمونيا الحرة والكبريتيد، فتتراكم الأحماض الدهنية المتطايرة أسرع مما تستهلكها كائنات تكوين الميثان، وتستنفد القلوية وينخفض الإنتاج، ولذلك يعطي اتجاه نسبة الأحماض إلى القلوية إنذارا مبكرا.

ماذا يعود به المشارك من دورة الهضم اللاهوائي ومحطات الغاز الحيوي؟

يعود المشارك بخطة تصميم المهضم وتشغيله، وتضم جرد اللقيم وتقدير مردود الميثان وسجل تحديد الحجم واختيار وسائل التنقية والترقية ومسار المخلفات المهضومة وجدول المراقبة وبطاقة الاستجابة للاضطرابات لوحده.