CONCEPT

دورة هندسة محطات الطاقة الكهرومائية: التوربينات والأنابيب الضاغطة ومبنى المحطة والتخزين بالضخ



دورة هندسة محطات الطاقة الكهرومائية: التوربينات والأنابيب الضاغطة ومبنى المحطة والتخزين بالضخ

مقدمة:

هندسة محطات الطاقة الكهرومائية، من التوربينات والأنابيب الضاغطة إلى مبنى المحطة والتخزين بالضخ، موضوع هذه الدورة الممتدة أسبوعين لفرق هندسة المحطات والتشغيل والصيانة وهندسة المالك، وتنتهي بإعداد خطة تحديث المحطة الكهرومائية وتشغيل التخزين بالضخ. تشغل محطات عديدة وحدات متقادمة بعيدا عن نقطة كفاءتها، وتهدر فرق المنسوب في مجار مهملة، وتفوت قيمة الموازنة التي يتيحها نمو الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. يعمل المرشحون في تشغيل الوحدات المائية أو صيانتها أو تقييمها؛ ويبني الأسبوع الأول مهارات التوربينات والمجاري والتحكم، ويضيف الثاني التخزين بالضخ ومراقبة الحالة وإعادة التأهيل، عبر جولات فحص ميدانية. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة في هندسة محطات الطاقة الكهرومائية.

أهداف الدورة:

- تقدير الطاقة المنتجة من مخطط كهرومائي انطلاقا من فرق المنسوب الصافي ومنحنى ديمومة التدفق ومعامل المحطة
- اختيار توربينات بلتون أو فرانسيس أو كابلان لموقع محدد باستخدام السرعة النوعية والمخططات التلية للأداء
- حساب فواقد الضغط في الأنابيب الضاغطة والأنفاق ومراجعة ترتيبات المأخذ والمصافي وخزان التموج ومبنى المحطة
- ضبط معاملات منظم السرعة ونظام الإثارة وتحكم الوحدة لربط مستقر بالشبكة واستجابة سليمة للتردد
- تقييم بيانات التكهف والتآكل والاختبارات ومراقبة الحالة لتخطيط إعادة تأهيل العجلات الدوارة ورفع قدرتها
- تخطيط أوضاع تشغيل التخزين بالضخ لموازنة إنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وإعداد خطة تحديث المحطة الكهرومائية وتشغيل التخزين بالضخ

الفئة المستهدفة:

- فرق هندسة المحطات الكهرومائية المسؤولة عن أداء التوربينات والمولدات والمجاري المائية
- فرق تشغيل مباني التوربينات التي تبدأ تشغيل وحدات التوليد وتحملها وتربطها بالشبكة وتوقفها
- فرق الصيانة الميكانيكية والكهربائية التي تفحص العجلات الدوارة ومنظمات السرعة ونظم الإثارة
- فرق هندسة المالك التي تراجع مقترحات إعادة التأهيل ورفع القدرة والوحدات الجديدة
- فرق جدولة التخزين بالضخ التي تخطط دورات الضخ والتوليد مع مشغل الشبكة

محاور الدورة:

اليوم 1: أساسيات الطاقة الكهرومائية وأنواع المخططات وتحويل الطاقة

- معادلة القدرة الكهرومائية وربطها بفرق المنسوب والتدفق والكفاءة
- مقارنة مخططات التخزين والجريان النهري والتخزين بالضخ
- بناء منحنى ديمومة التدفق لتقدير الطاقة المؤكدة والمتوسطة
- فرق المنسوب الإجمالي والصافي وتغير منسوب مياه المخرج
- طريقة تقدير معامل المحطة والإتاحة والطاقة السنوية

اليوم 2: اختيار التوربينات حسب فرق المنسوب والسرعة النوعية وظروف التشغيل

- مخطط السرعة النوعية لمطابقة نوع التوربين مع الموقع
- عجلات بلتون وتورغو الدفعية للمخططات عالية فرق المنسوب
- اختيار عجلة فرانسيس التفاعلية لفرق المنسوب المتوسط
- وحدات كابلان والوحدات البصلية ذات الشفرات القابلة للضبط لفرق المنسوب المنخفض
- قراءة المخطط التلي للكفاءة عند التشغيل بحمل جزئي

اليوم 3: المآخذ والأنابيب الضاغطة وهيدروليكا أنفاق الضغط

- تخطيط المأخذ وعمق الغمر وفحوص تجنب الدوامات
- تباعد قضبان المصافي وفاقد الضغط فيها وترتيبات تنظيفها
- سماكة جدار الأنبوب الضاغط ورتبة الفولاذ وتخطيط كتل التثبيت
- فاقد الاحتكاك وفق Darcy-Weisbach معادلة حساب فاقد الاحتكاك في الأنابيب الضاغطة وأنفاق الضغط
- دور خزان التموج عند رفض الحمل وبدء تشغيل الوحدة

اليوم 4: منظمات السرعة والمولدات ونظم الإثارة وتخطيط مبنى المحطة

- ضبط منظم السرعة الرقمي PID تحكم تناسبي تكاملي تفاضلي لتحديد فتح بوابات التوجيه
- ضبط انحدار السرعة ووضع السرعة الثابتة في التشغيل المعزول
- منحنى قدرة المولد وحدود القدرة غير الفعالة
- وظائف نظام الإثارة الساكن ومنظم الجهد الآلي
- تخطيط مبنى المحطة لتباعد الوحدات ومدى الرافعة ومساحة التفكيك

اليوم 5: دراسة حالة موجهة لمحطة فرانسيس متوسطة فرق المنسوب

- مراجعة بيانات الهيدرولوجيا ومنحنى ديمومة التدفق لمحطة الحالة
- قرار نوع التوربين وعدد الوحدات لموقع الحالة
- تمرين حساب فاقد الضغط في الأنبوب الضاغط وفرق المنسوب الصافي
- مراجعة استجابة منظم السرعة من تسجيل فعلي لرفض الحمل
- مذكرة نتائج الأسبوع الأول عن الطاقة المنتجة والقيود

اليوم 6: آلات التخزين بالضخ وأوضاع تشغيلها

- خصائص المضخة التوربينية الانعكاسية من نوع فرانسيس في اتجاهي الجريان
- الانتقال بين أوضاع الضخ والتوليد والمعوض الدوار للقدرة غير الفعالة
- الوحدات متغيرة السرعة ثنائية التغذية مقابل الآلات ثابتة السرعة
- المجموعات الثلاثية ذات المضخة والتوربين والمحرك المولد المنفصلة
- حساب كفاءة الدورة الكاملة مع فواقد التحويل والتبخر

اليوم 7: التكهف وتآكل العجلات الدوارة ومراقبة الحالة وسلامة الوحدات

- أنماط ضرر التكهف على شفرات العجلة وأنابيب السحب
- تقييم التآكل بالطمي وطبقات التغطية من الفولاذ المقاوم للصدأ المارتنسيتي
- فحص شقوق الكلال بالسوائل النافذة والموجات فوق الصوتية
- المراقبة المباشرة للاهتزاز والفجوة الهوائية والتفريغ الجزئي
- عزل الوحدة والدخول إلى المجرى المائي وإجراء تصاريح العمل

اليوم 8: موازنة الشبكة مع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والتنسيق مع المشغل

- قدرة المحطات المائية على التدرج السريع لتثبيت إنتاج الشمس والرياح
- الاستجابة للتردد والاحتياطي الدوار وخدمة البدء الذاتي بعد الإظلام
- الجدولة اليومية للضخ والتوليد مقابل فترات فائض الطاقة المتجددة
- واجهة تعليمات الإرسال مع مشغل منظومة النقل
- تنسيق مناسيب الخزان مع مستخدمي الري وإمدادات المياه

اليوم 9: اختبارات الأداء ومؤشرات المحطة وإعادة التأهيل ورفع القدرة

- اختبار المؤشر وقياس الكفاءة النسبية للوحدات
- مؤشرات إتاحة الوحدة ومعدل التوقف القسري وموثوقية البدء
- جدوى استبدال العجلة الدوارة ورفع القدرة مع مكسب الكفاءة
- تخطيط إعادة لف المولد وتجديد عزل الجزء الثابت
- المقارنة المرجعية لكفاءة التحويل من الماء إلى الكهرباء بين الوحدات

اليوم 10: جولة الفحص الميداني وبناء خطة تحديث المحطة وتشغيلها

- قائمة فحص جولة مبنى المحطة للتوربين والمولد والمعدات المساعدة
- ترتيب نتائج الفحص لتحديد نطاق تحديث محطة الحالة
- اختيار خيار رفع القدرة باستخدام المخطط التلي وبيانات اختبار المؤشر
- جدول أوضاع التخزين بالضخ مقابل نمط الطاقة المتجددة للحالة
- استكمال خطة تحديث المحطة الكهرومائية وتشغيل التخزين بالضخ

المهارات التي ستكتسبها:

- اختيار نوع التوربين
- تقدير فرق المنسوب الصافي والطاقة
- تقييم هيدروليكا الأنابيب الضاغطة
- ضبط منظم السرعة والإثارة
- تشخيص تكهف العجلات الدوارة
- مراقبة حالة الوحدات المائية
- جدولة التخزين بالضخ
- تقييم رفع قدرة الوحدات

لماذا تحضر هذه الدورة:

- تسليم خطة تحديث المحطة الكهرومائية وتشغيل التخزين بالضخ إلى مدير المحطة ولجنة الاستثمار في الأصول
- الحسم في إصلاح العجلة الدوارة المتآكلة أو استبدالها بمثلها أو رفع قدرتها بتصميم هيدروليكي جديد
- تفادي التوقفات القسرية وأضرار التكهف وخسارة خدمات الشبكة الناتجة عن تشغيل الوحدات خارج نطاق كفاءتها
- توعية المشغلين وفرق الصيانة بإعدادات منظم السرعة والانتقال بين الأوضاع وأولويات الفحص

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يسلم المشارك خطة تحديث المحطة الكهرومائية وتشغيل التخزين بالضخ إلى مدير المحطة ولجنة الاستثمار في الأصول لمحطة من محطات المنشأة. وتعتمد الإدارة على الخطة في تحديد الوحدات التي تبدأ بها إعادة التأهيل أو رفع القدرة، وإعدادات منظم السرعة والإثارة التي تحتاج إلى مراجعة، وطريقة جدولة وحدات التخزين بالضخ والوحدات المرنة مقابل إنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. وبعد أول موسم صيانة أو دورة جدولة تقارن الوحدة الكفاءة المقاسة والإتاحة والتوقفات القسرية بأهداف الخطة، ثم تحدث أولوياتها.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشارك قبل دورة هندسة محطات الطاقة الكهرومائية؟

ينبغي أن يعمل المشارك فعلا في تشغيل الوحدات المائية أو صيانتها أو تقييمها، وأن يقرأ المخططات الهيدروليكية والكهربائية الأساسية. ويفيد إحضار بيانات وحدات أو سجلات اختبارات أو تقرير فحص من محطته، بعد إخفاء ما يدل عليها، في الجولة الميدانية ودراسات الحالة.

بم تختلف دورة هندسة محطات الطاقة الكهرومائية عن دورات سلامة السدود أو المعدات الدوارة العامة؟

تركز هذه الدورة على سلسلة التوليد: التوربينات والمجاري المائية ومنظمات السرعة والمولدات ومبنى المحطة وتشغيل التخزين بالضخ. أما دورات سلامة السدود فتتناول المنشآت والمفيضات وخطط الطوارئ، ودورات المعدات الدوارة العامة تتناول مضخات وضواغط وحدات المعالجة، ولا تمسها هذه الدورة إلا بإيجاز.

لماذا يكتسب التخزين بالضخ أهمية في هندسة محطات الطاقة الكهرومائية اليوم؟

يمتص التخزين بالضخ فائض إنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بضخ المياه إلى خزان علوي، ثم يعيدها توليدا عند ارتفاع الطلب. وتجعل سرعة تدرجه وقدرته على توفير الاحتياطي ودعم التردد منه موردا عمليا للموازنة مع نمو الإنتاج المتجدد المتغير.

ماذا يعود به المشارك من دورة هندسة محطات الطاقة الكهرومائية؟

يعود المشارك بخطة تحديث المحطة الكهرومائية وتشغيل التخزين بالضخ مبنية على محطة حالة، تضم قائمة فحص للجولة الميدانية، وترتيبا لنتائج الفحص، ومقارنة لخيارات رفع القدرة، وجدولا لأوضاع التشغيل يمكن تكييفه لمحطته.