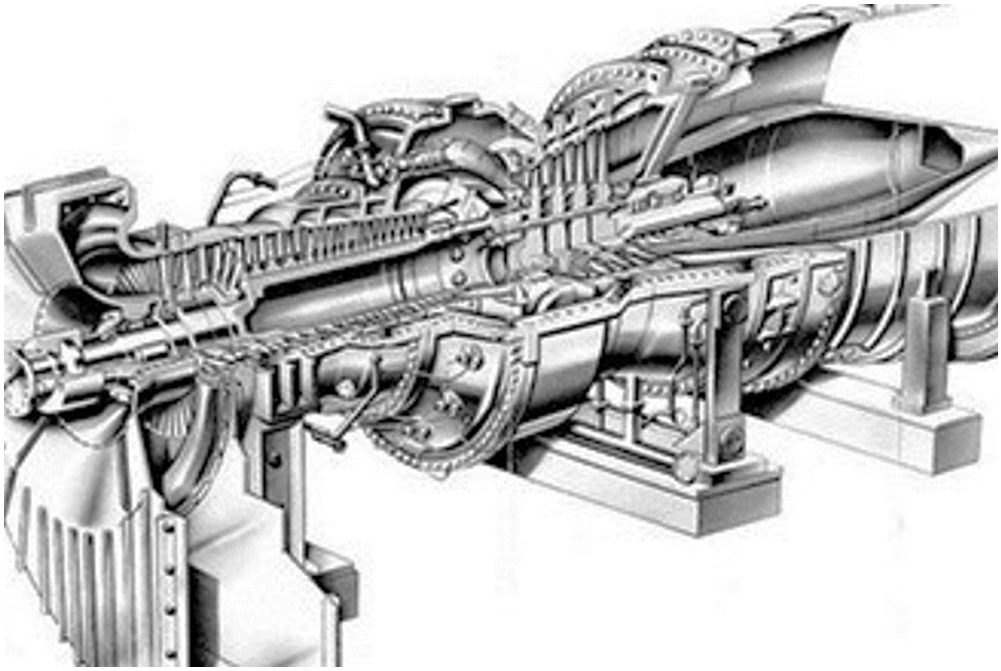
الساعات المكافئة وفترات الفحص

للتوربين الغازي نوع (TG20B7/8G)



TG20B7/8G EQUIVALENT HOURS
&
INSPECTION INTERVALS

إعداد وتقديم
المهندس عدنان بهجت جليل

جدول المحتويات Table of Content

الموضوع	رقم الصفحة
صيغة الساعات المكافئة Equivalent hours formula	3
وصف عمليات الفحص المُجدولة (المُبرمجة) Description of Scheduled Inspections	4
فترات الفحص المبرمجة Scheduled Inspections Intervals	5
العمر المتوقع حسب ساعات التشغيل المكافئة باستخدام وقود زيت الديزل Expected life in equivalent operating hours on diesel oil	6-7
المراجع References	8

الساعات المكافئة وفترات الفحص للتوربين الغازي نوع (TG20B7/8G)
TG20B7/8G EQUIVALENT HOURS & INSPECTION INTERVALS

أ - صيغة الساعات المكافئة Equivalent hours formula

تتم برمجة وجدولة تواريخ الأنشطة بناءا على الوقت المرجعي reference time الذي يتم حسابه في الساعات المكافئة (E.H) التي يتم الحصول عليها من الصيغة التالية :

E.H = BHG +3. PHG +1،5 · BHO +4،5 · PHO + 10 · NS + x (MW). LR + y (MW). ET

حيث أن :

E. H. = ساعات مكافئة .

BHG = ساعات التشغيل Running hours عند الحمل الأساس base load أو أقل بوقود الغاز gas fuel .

PHG = ساعات التشغيل عند حمل أعلى من الأساس بوقود الغاز .

BHO = ساعات التشغيل عند الحمل الأساس أو أقل بوقود الديزل diesel oil fuel .

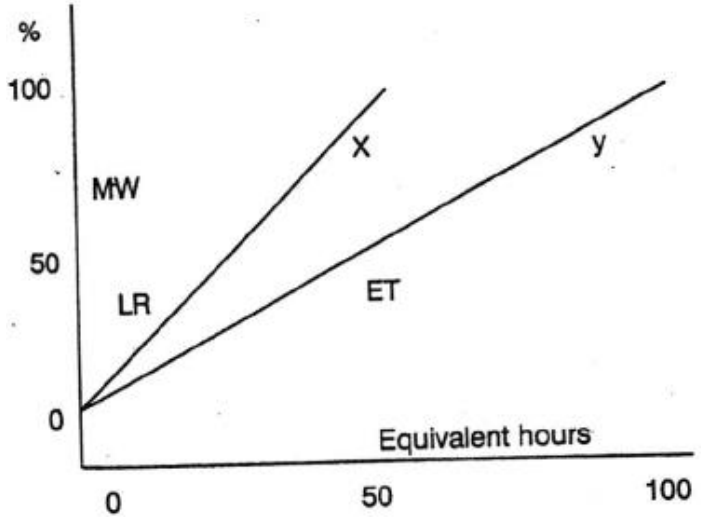
PHO = ساعات التشغيل عند حمل أعلى من الاساس بوقود زيت الديزل .

NS = عدد مرات بدء التشغيل العادية normal starts .

LR = عدد حالات رفض الحمل load rejections .

ET = عدد التوقفات الطارئة emergency trips .

لمعرفة المعاملين (x) و (y) coefficients ، انظر الرسم البياني أدناه :



ملاحظة : load rejection في منظومة الطاقة الكهربائية electric power system هي الحالة التي يكون فيها فقدان الحمل المفاجئ sudden load loss في المنظومة مما يؤدي إلى زيادة تردد معدات التوليد generating equipment to be over- frequency . يمكن أن يحدث رفض الحمل بسبب خلل fault في المنظومة أو فصل الأحمال load shedding . قد تنشأ ظروف الحمل الزائد Overload عن تعثر مولد generator كبير أو خط نقل transmission line . ويُعد اختبار رفض الحمل load rejection test جزءا من الفحوصات التشغيلية commissioning لمنظومات الطاقة للتأكد من قدرة المنظومة على تحمل

فقدان الحمل المفاجئ والعودة إلى ظروف التشغيل العادية باستخدام المُنظم governor . عادة ما تستخدم أجهزة التحميل load banks لهذه الاختبارات (وهي أجهزة تولد مقدارا محددا من الكهرباء electricity لاختبار موثوقية reliability التبديل أو التحويل الكهربائي electrical switching وخرج المولد generator output وأنظمة تجهيز الطاقة غير المنقطعة (UPS) والتبريد في مركز البيانات data center . هو عبارة عن جهاز اختبار كهربائي electrical test يُستخدم لمحاكاة simulate حمل كهربائي ، لاختبار مصدر طاقة كهربائية دون توصيله بحمل التشغيل العادي . أثناء إجراءات الاختبار أو الضبط أو المعايرة أو التحقق ، يتم توصيل الجهاز بخرج مصدر الطاقة ، مثل المولد الكهربائي أو البطارية battery أو المضخم المؤازر أو النظام الكهروضوئي photovoltaic system ، بدلا من حمله المعتاد . يعطي جهاز التحميل المصدر خصائص كهربائية مماثلة لحمل التشغيل القياسي ، مع تبديد خرج الطاقة الذي يستهلكه عادة .

ب - وصف عمليات الفحص المُجدولة (المُبرمجة) Description of Scheduled Inspections

يوصي قسم تخطيط برامج الصيانة Maintenance Planning لشركة TURBOCARE (FIATAVIO سابقا) بعمليات الفحص القياسية التالية :

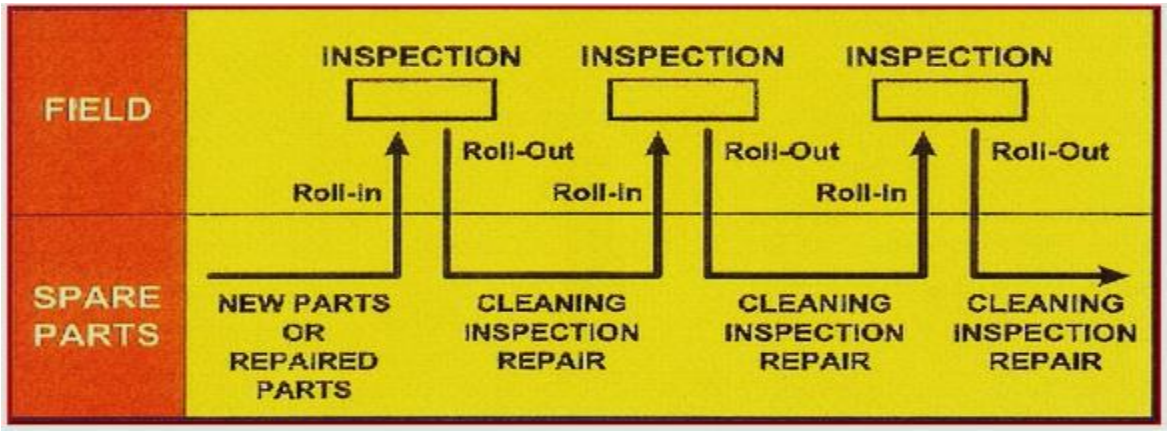
- فحص منظومة الاحتراق Combustion System Inspection (CI) : ويشمل فحص حالة منظومة الحقن injection system وغرف الاحتراق combustion chambers . بشكل عام ، هذه هي المكونات الأولى التي تتطلب الإصلاح أو الاستبدال replacement أثناء دورة الصيانة . من المستحسن أن يكون لديك جميع قطع الغيار spare parts اللازمة في متناول اليد حتى يمكن إجراء صيانة الأجزاء المستبدلة دون مشاكل أو تسرع . علاوة على ذلك ، مع تفكيك غرفة الاحتراق ، يمكن أيضا إجراء فحص بصري visual check لريش المرحلة الأولى الثابتة first stage vanes من خلال القطع الانتقالية transition pieces .

أثناء فحص منظومة الاحتراق وكل 8000 ساعة مكافئة على الأقل ، وبعد تفكيك القطع الانتقالية ، يوصى بشدة تفكيك ريش المرحلة الأولى لغرض الفحص check والغسل flushing أو الاستبدال . يسمى هذا النوع من الفحص بالفحص الجزئي للجزء أو القسم الساخن (PHPI) partial hot part في هذه الحالة ، من الممكن إجراء فحص بصري للمرحلة الأولى من الريش المتحركة first stage rotating blades .

- فحص الجزء الساخن Hot Part Inspection (HPI) : ويشمل فحص الريش الثابتة والمتحركة fixed and rotating blades للتوربين turbine ، بما في ذلك فحص مكونات منظومة الاحتراق ، كل هذه الأجزاء وملحقاتها تسمى بشكل عام (الأجزاء الساخنة) .

- الصيانة العامة الشاملة Major overhaul (MO) : هو الفحص الكامل للوحدة ، بما في ذلك قسم المحامل bearings والضاغطة compressor والتوربين .

عادة ما تُستبدل الأجزاء الساخنة المفردة التي اقتربت من نهاية عمرها الافتراضي lifetime أو التي لم تعُد تتوافق مع المواصفات بسبب تلفها . وكبديل ، يُقترح العمل بطريقة (المناقلة أو المبادلة roll in / roll out) لصيانة منظومة الاحتراق وأجزاء التوربين الثابتة statoric turbine parts أثناء صيانة HPI و MO . بهذه الطريقة يتم التقليل من مدة الفحص والصيانة المبرمجة . تتضمن طريقة صيانة المناقلة والمبادلة بشكل أساسي ، الأستغناء عن أنشطة التحكم في الفحص المُبرمج وتقييم جزئي لمنظومة الاحتراق وأجزاء التوربين الثابتة عن طريق استبدال حلقة ريش blade ring بأكملها بأخرى مُجمعة مسبقا .



يجب أن تكون مجموعة كاملة واحدة من الأجزاء الساخنة جاهزة للأدخال (للتركيب) Roll-in . والأجزاء التي تم إخراجها (Roll-out) يجب إعادة استخدامها / إصلاحها / تجديدها reused/repaired/rejuvenated قبل الفحص التالي .

ج - فترات الفحص المبرمجة Scheduled Inspections Intervals

إن خصوصية هيكل التوربين الغازي نوع (TG20B7 / 8G) تتمثل في نظام التبريد الأكثر كفاءة لأجزاء ريش الصف الأول الثابتة . في الواقع ، تم إدخال تحسينين تكميليين في هذا الهيكل frame :

- ملحق تبريد الريشة Vane cooling (غرفة مزدوجة double chamber) .
- زيادة معدل تدفق هواء التبريد flow rate of cooling air المأخوذ مباشرة من غطاء غرفة الاحتراق Combustor Shell .

قللت هذه التحسينات باستمرار من مخاطر التشويه / الألتواء distortion/twisting واحتراق ريش الصف الأول مقارنة بالريش القياسية الأصلية للتوربين الغازي نوع (TG20B7 / 8) . و بناءا على الخبرة المكتسبة ، تم تقليل فترات الفحص خاصة إذا تم استخدام التوربين الغازي للتشغيل المستمر بحمل أساس base load continuous operation .

وفقا لذلك ، تم تعديل فترات الفحص الموصى بها إلى خطة الفحص التالية :

عدد الساعات التشغيلية المكافئة EOH	نوع الفحص و الصيانة Type of inspection	
4000	CI	** غرف أحتراق Combustor inspection
8000	PHPI	مسار حار جزئي Partial Hot Parts inspection
12000	CI	** غرف أحتراق Combustor inspection
16000	HPI	مسار حار عام Hot Parts inspection
20000	CI	** غرف أحتراق Combustor inspection
24000	PHPI	مسار حار جزئي Partial Hot Parts inspection
32000	MO	صيانة عامة (شاملة) Major Overhaul

**يوصى بالفحص فقط في حالة عدم استخدام التوربين الغازي للتشغيل المستمر بحمل أساس (عدد 52 بدء تشغيل start up أو أقل في السنة) ولكن للتشغيل اليومي في أوقات الذروة daily peak operation .

عمر (مدة حياة) الأجزاء الساخنة للتوربين الغازي نوع (TG20 B7/8) LIFE TIME OF HOT PARTS FOR GAS TURBINE TYPE

العمر المتوقع حسب ساعات التشغيل المكافئة باستخدام وقود زيت الديزل Expected life in equivalent operating hours on diesel oil

ITEM	DESCRIPTION الوصف	NO. STAGES عدد المراحل	TYPE النوع	MATERIAL المادة	LIFE TIME (ساعة hours)
1	أنبوب النار المستعرض مع القطعة الانتقالية Cross fire tube and transition piece				20,000
1	المحور الدوار للضاغط Compressor rotor	18	تدفق أو دفع محوري AXIAL FLOW	صُلب سبائكي ALLOY STEEL	100,000
2	الريش الدوارة للضاغط Compressor rotor rotating blades	18	تعشيق (على شكل ذيل الحمام) DOVETAIL	AISI 410	100,000
3	الريش الثابتة للضاغط Compressor stator blades	18	ريش ثابتة ملحومة في الحلقة الخارجية والداخلية FIXED BLADES WELDED TO OUTER AND INNER RING	AISI 410	100,000
4	المحور الدوار للتوربين Turbine rotor	3	رد فعلي REACTION	ALLOY STEEL	
5	الريش الدوارة للتوربين (*) Turbine rotating blades	STAGE 1	على شكل شجرة الصنوبر FIR TREE	سبيكة UDIMET 500	45,000
6	الريش الدوارة للتوربين (*) Turbine rotating blades	STAGE 2	FIR TREE	UDIMET 720	50,000
7	الريش الدوارة للتوربين (*) Turbine rotating blades	STAGE 3	FIR TREE	INCONEL 750	75,000
8	الريش الثابتة للتوربين (*) Turbine stationary blades	STAGE 1		X45 STELLITE	40,000
9	الريش الثابتة للتوربين (*) Turbine stationary blades	STAGE 2		X45 STELLITE	45,000
10	الريش الثابتة للتوربين (*) Turbine stationary blades	STAGE 3		X45 STELLITE	80,000

ملاحظة (*) :

- يتم طلاء المرحلتين الأولى والثانية من الريش الثابتة والدوارة (المتحركة) طلاء انتشاري بالضغط الشديد (كربنة الفولاذ) pack – cementation diffusion material .
- لا تتجاوز درجة حرارة المعدن Metal temperature حوالي (750 °C) في جميع المراحل .

ملاحظة : كربنة الفولاذ pack – cementation هو أسلوب بسيط نسبيا يتكون من غمر المكونات المراد طلاؤها في خليط مسحوق powder mixture في وعاء كروي retort محكم الغلق أو شبه محكم الغلق . يتم وضع الجهاز بأكمله داخل الفرن furnace ويتم تسخينه في جو وقائي protective atmosphere (غلاف غازي أو مفرغ gas or vacuum envelope يحيط بقطع العمل ، يستخدم لمنع أو تقليل تكوين الأكاسيد oxides وغيرها من المواد السطحية الضارة ، وتسهيل إزالتها) إلى درجة حرارة عالية لفترة كافية لتشكيل طلاء coating .

هو عملية دفعية batch process يتم استخدامها لإنتاج طلاءات مقاومة للتآكل .

هو تقنية تستخدم على نطاق واسع لترسيب البخار الكيميائي chemical vapor والتي تمنح مقاومة الأكسدة للسبائك الحديدية ferrous alloys .

الطلاء الانتشاري Diffusion coating : هو عملية يتم فيها الطلاء على المكونات المعدنية المصنوعة من الحديد iron والنيكل nickel والكوبالت cobalt في ظل ظروف تشغيل قاسية (درجات حرارة مرتفعة وبيئة تآكل corrosive) . إنه يوفر طلاءا كثيفا كيميائيا يعمل كحاجز انتشار ضد البيئات المسببة للتآكل .

ملاحظات توضيحية :

- UDIMET : عبارة عن سبائك فائقة superalloys قابلة للتصلب بالترسيب precipitation hardenable ، قائمة على النيكل nickel (سبائك من النيكل والكروم nickel-chromium alloy) تم تطويرها لإعطاء مقاومة فائقة في درجات الحرارة العالية high-temperature strength ومقاومة زحف creep ومقاومة للتآكل corrosion . تظهر السبائك صلابة toughness جيدة بعد التعرض الطويل لدرجات الحرارة العالية . كذلك تحتوي على كميات كبيرة من الكوبالت cobalt والموليبدينوم molybdenum ، جنبا إلى جنب مع كميات أقل من الألومنيوم aluminum والتيتانيوم Titanium.

- AISI 410 : يوصف بانه صلب كروم مارتينسيتي غير قابل للصدأ martensitic stainless steel . محتوى الكروم Chromium (11.5 – 13.5 %) ، يتم استخدامه للأجزاء شديدة الإجهاد highly stressed parts ويوفر مقاومة جيدة للتآكل corrosion resistance بالإضافة إلى المقاومة والصلابة العالية high strength and hardness .

- INCONEL 750 : عبارة عن سبيكة من النيكل والكروم قابلة للتصلب بالترسيب عن طريق إضافات التيتانيوم والألومنيوم . تُظهر سبيكة النيكل هذه مقاومة عالية لفشل الزحف عند درجات حرارة مرتفعة إلى حوالي (700 °C) . ومقاومة للتأكل والتأكسد oxidation ، كما أن لها خصائص ممتازة حتى درجات الحرارة شديدة البرودة cryogenic temperatures

- X45 STELLITE : هي سبائك خاصة مقاومة للصدمات والاجهادات الحرارية Thermal Shock Resistance . هي سبائك فائقة من الكوبالت والكروم Cobalt- Chromium super alloys ، تتكون من كاربيدات معقدة complex carbides و توفر مستوى عالٍ من مقاومة التآكل وهي فعالة بشكل خاص في توفير المقاومة الكيميائية chemical resistance .

References المراجع

1- TECHNICAL SPECIFICATION , OPERATION-FIELD SERVICE - TG20B7/8G - TurboCare , 11/1/2009
2-Google Translate.
3- Wikipedia- the free encyclopedia ويكيبيديا ، الموسوعة الحرة
4- Dictionary of Engineering – Second Edition - McGraw-Hill
5- https://www.almaany.com/ موقع المعاني
٦- معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية - أحمد شفيق الخطيب - ٢٠٠٥