



دورة تصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية: ربط الخلايا والتصفية واختبار التألق الكهربائي وضبط الجودة



دورة تصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية: ربط الخلايا والتصفية واختبار التألق الكهربائي وضبط الجودة

مقدمة:

دورة تصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية دورة تمتد أسبوع لمهندسي الإنتاج والعمليات وضمان الجودة في مصانع الوحدات الشمسية، تتناول ربط الخلايا والتصفية واختبار التألق الكهربائي وضبط الجودة، وتنتهي بإعداد خطة جودة الخط ورفع المردود. فالمصانع تخسر من إنتاجها ومن هامش الضمان حين تمر الخلايا المتشققة ووصلات اللحام الضعيفة والمادة المغلفة غير مكتملة المعالجة وفئات القدرة المصنفة خطأً بين المحطات دون أن تكتشف. ويعمل المشاركون أصلاً في تشغيل خط تجميع الألواح أو ضبطه أو فحصه، ويتدربون عبر جولات فحص ميدانية لمحطات الخط وصور التألق الكهربائي وسجلات اختبار الوميض. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة.

أهداف الدورة:

- رسم خريطة خط تجميع ألواح السيليكون البلوري من استلام الخلايا حتى التعبئة وتحديد موضع نشوء كل نوع من العيوب
- ضبط نوافذ لحام آلة الربط وترتيب الطبقات ووصفة جهاز التصفية بما يحفظ متانة الوصلات واكتمال معالجة المادة المغلفة
- تصنيف صور التألق الكهربائي والعيوب المرئية وفق معايير قبول مكتوبة عند كل نقطة فحص
- إجراء اختبار الوميض في ظروف الاختبار القياسية وتطبيق قواعد تصنيف القدرة بصورة موحدة بين الورديات
- ربط ضوابط الخط بمتطلبات تأهيل التصميم في IEC 61215 ومتطلبات السلامة في IEC 61730
- إعداد خطة جودة الخط ورفع المردود تتضمن نقاط الضبط وأهداف الفعالية الكلية للمعدات OEE والمسؤولين لخط حالة دراسية

الفئة المستهدفة:

- مهندسو الإنتاج المسؤولون عن مخرجات محطات الربط وترتيب الطبقات والتصفية وتركيب الإطارات
- مهندسو العمليات الذين يضبطون معاملات اللحام ومعالجة المادة المغلفة وتعبئة صناديق التوصيل بالراتنج
- مهندسو ضمان الجودة الذين يحددون معايير الفحص ويحيزون الألواح النهائية
- مهندسو الاختبار الذين يشغلون محطات التألق الكهربائي واختبار الوميض ويحافظون على معاييرها
- مشرفو الخطوط المسؤولون عن مردود الوردية وسجلات الهالك والاستجابة للمرفوضات

محاور الدورة:

اليوم 1: بنية الألواح وتقنيات الخلايا وتدفق خط الإنتاج

- قائمة مواد لوح السيليكون البلوري وترتيب طبقاته
- فروق مناولة خلايا PERC TOPCong والوصلة غير المتجانسة
- مقارنة بنية الزجاج مع الغطاء الخلفي وبنية الزجاج المزدوج
- خريطة تدفق خط تجميع الخلايا من الاستلام حتى التعبئة
- خط الأساس لمردود المرور الأول والهالك حسب المحطة

اليوم 2: معايير التأهيل والتصنيف الكهربائي ومعايير القبول

- تسلسل اختبارات تأهيل التصميم في IEC 61215 وأنماط الإخفاق
- متطلبات السلامة للبنية والعزل في IEC 61730
- اختبار الوميض في ظروف الاختبار القياسية وقواعد تصنيف القدرة
- فئات صور التألق الكهربائي للتشققات والخلايا المعتمدة
- ورقة الفحص البصري للفقااعات وانحراف المحاذاة والتلوث

اليوم 3: ربط الخلايا وترتيب الطبقات والتصفيح والتجميع النهائي

- فرز الخلايا الواردة حسب فئة الكفاءة واللون
- ضبط حرارة لحام الشرائط ومادة الصهر واختبار التقشير في آلة الربط
- فحوص تباعد الخلايا وشرائط التجميع وموضع الوصلات عند ترتيب الطبقات
- ضبط وصفة جهاز التصفيح لمعالجة المادة المغلفة EVA و POE
- فحوص مانع التسرب للإطار وتعبئة صندوق التوصيل وثنائيات التجاوز

اليوم 4: تشخيص العيوب ومخاطر الاعتمادية والفعالية الكلية للخط

- تتبع أسباب الشقوق الدقيقة عبر محطات المناولة والربط
- اختبارا محتوى الهلام وقوة التقشير لجودة التصفيح
- مراجعة مخاطر التدهور المستحث بالجهد وإخفاق الحرارة الرطبة
- تحليل نسبة فقد القدرة من الخلية إلى اللوح بعد اختبار الوميض
- شجرة فواقد OEE للإتاحة والسرعة والجودة في الخط

اليوم 5: جولة فحص ميدانية وإعداد خطة جودة الخط ورفع المردود

- جولة فحص لخط الحالة مقابل معايير قبول المحطات
- مراجعة باريتو لمرفوضات التآلق الكهربائي والوميض في الحالة
- خطة الضبط وقواعد الاستجابة للمحطات الحرجة
- أهداف المردود والفعالية الكلية مع تسمية مسؤولي الإجراءات
- استكمال خطة جودة الخط ورفع المردود

المهارات التي ستكتسبها:

- رسم تدفق خط الألواح
- ضبط جودة وصلات اللحام
- التحقق من معالجة المادة المغلفة
- قراءة صور التآلق الكهربائي
- انضباط تصنيف القدرة
- الإلمام بمتطلبات التأهيل
- تحليل أسباب الشقوق الدقيقة
- تحليل فواقد الفعالية الكلية للمعدات

لماذا تحضر هذه الدورة:

- تسليم خطة جودة الخط ورفع المردود إلى مدير المصنع وقائد الجودة
- تحديد ما إذا كان اتجاه المرفوضات يتطلب تعديلا في آلة الربط أو جهاز التصفيح أو المواد أو الفحص
- تجنب المرتجعات الميدانية ومطالبات الضمان وإعادة اختبارات التأهيل الناتجة عن تشققات خفية وضعف المعالجة
- تدريب المشغلين والمفتشين على قراءة صور التآلق الكهربائي ومنحنيات الوميض وسجلات المحطات بطريقة موحدة

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يعرض المشاركون خطة جودة الخط ورفع المردود على مدير المصنع وقائد الجودة وفريق هندسة العمليات، فيعتمدون عليها في تحديد معايير قبول المحطات ونوافذ الوصفات وقواعد الاستجابة وأهداف الفعالية الكلية للخط. ويطبق المفتشون معاييرها لمصور التآلق الكهربائي والفحص البصري للتمييز بين أسباب المرفوضات الراجعة إلى الربط أو التصفيح أو المواد. وبعد أول شهر إنتاج كامل في ظل الخطة، تقارن الوحدة مردود المرور الأول ونسبة فقد القدرة ونتائج باريتو المرفوضات بأهدافها، ثم تعدل الضوابط التي لم تحقق المطلوب.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشارك قبل دورة تصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية؟

يحتاج المشارك إلى خبرة في تشغيل محطات خط تصنيع الألواح أو ضبطها أو فحصها وقراءة سجلات الإنتاج، ولا يشترط تأهيل في فيزياء أشباه الموصلات، ويفيده إحضار صور تألق كهربائي أو بيانات وميض أو سجلات مرفوضات مجهلة من خطه.

بم تختلف دورة تصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية عن دورة تصميم محطات الطاقة الشمسية؟

تركز هذه الدورة على تصنيع الألواح واختبارها داخل المصنع: الربط والتصفيح والإطارات والتألق الكهربائي والوميض ومردود الخط. أما دورات تصميم المحطات فتتناول تحجيم السلاسل والعواكس والربط بالشبكة وتشغيل المصفوفات المركبة، ولا تظهر هنا إلا بوصفها سياق العمل.

لماذا يستخدم اختبار التألق الكهربائي في تصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية؟

لأن صور التألق الكهربائي تكشف التشققات وانقطاع أصابع التوصيل والمناطق الخاملة في الخلايا، وهي عيوب لا تراها العين وقد لا تخفض قدرة اختبار الوميض بعد. ويحدد الاختبار قبل التصفيح وبعده المحطة التي سببت الضرر.

ماذا يعود به المشارك من دورة تصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية؟

يعود المشارك بخطة جودة الخط ورفع المردود، ومعها خريطة تدفق الخط وورقة تصنيف عيوب التألق الكهربائي وقائمة فحص وصفة التصفيح وشجرة فواقد الفعالية الكلية للمعدات، جاهزة للتكييف مع مصنعه.