



دورة تصنيع بطاريات الليثيوم أيون: إنتاج الخلايا وضبط الجودة وتجميع الحزم



دورة تصنيع بطاريات الليثيوم أيون: إنتاج الخلايا وضبط الجودة وتجميع الحزم

مقدمة:

دورة تصنيع بطاريات الليثيوم أيون مدتها 10 أيام، وتستهدف مهندسي العمليات ومهندسي الجودة وقادة تشغيل المصانع، وينتهي فيها المشاركون بإعداد خطة جودة وتشغيل تدريجي لمصنع الخلايا تغطي إنتاج الخلايا وضبط الجودة وتجميع الحزم. تفقد مصانع الخلايا والحزم الجديدة جزءاً من المردود ومن مواعيد التشغيل حين لا تضبط العجينة والطلاء وتعبئة الإلكترونيات والتشكيل كسلسلة واحدة، وتمر الرطوبة والتلوث دون ملاحظة. يعمل المرشدون فعلاً في تشغيل خطوط التصنيع أو دعمها أو تدقيقها، وتقدم الدورة بأسلوب الجولة التفتيشية على مراحل العملية وسجلات الخطوط وتقارير الاختبار. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة في تصنيع بطاريات الليثيوم أيون.

أهداف الدورة:

- رسم مراحل مصنع خلايا الليثيوم أيون من استلام المساحيق حتى الشحن وتحديد المرحلة التي ينشأ فيها كل نوع من العيوب
- ضبط نوافذ خلط العجينة والطلاء والتجفيف والكبس بما يحفظ وزن القطب وسماكته ومساميته
- التحكم في اللف أو التكدس ولحام اللسان وتعبئة الإلكترونيات والإغلاق وفق تفاوتات ومعايير تسرب محددة
- تحديد قواعد نقطة الندى والأقفال الهوائية ومراقبة الرطوبة في الغرفة الجافة، وتشغيل وصفات التشكيل والتعتيق والتصنيف
- تخطيط تجميع الوحدات والحزم واختبارات نهاية الخط واختبارات سلامة الخلايا ونقلها وفق معايير دولية مسماة
- إعداد خطة جودة وتشغيل تدريجي للمصنع بأهداف مردود وضوابط وفحوص موردين ومسؤولين لمصنع حالة

الفئة المستهدفة:

- مهندسو العمليات المسؤولون عن معاملات الخلط والطلاء والتجميع والتشكيل على خطوط الخلايا
- مهندسو الجودة الذين يخططون الفحوص ويراجعون بيانات الاختبار ويجيزون الخلايا والوحدات والحزم
- قادة تشغيل المصانع المسؤولون عن المردود والإنتاج وتسليم الواردات أثناء التشغيل التدريجي
- مهندسو تطوير الموردين والمواد الذين يؤهلون المساحيق والرقائق والفواصل والإلكترونيات
- قادة المشاريع التقنية الذين يجهزون مصانع البطاريات الجديدة لتكوين المعدات وبدء التشغيل

محاوَر الدورة:

اليوم 1: تشريح الخلية والأشكال وتدفق عمليات المصنع

- خريطة تشريح الخلية بأدوار القطب الموجب والسالب والفاصل والإلكتروليت
- مقارنة مسارات التصنيع للخلييا الأسطوانية والمنشورية والكيسية
- عائلتا الكاثود LFP و NMC كيميائيتان للقطب الموجب وأثرهما في العملية
- خريطة تدفق عمليات المصنع من استلام المساحيق حتى الشحن
- خط أساس فاقد المردود بمردود المرور الأول والهدر في كل مرحلة

اليوم 2: خلط الأقطاب وطلاؤها وتجفيفها وكبسها

- ورقة تركيبة العجينة من المادة الفعالة والرابط والمذيب
- نوافذ معاملات الخلط الكوكبي والحلزوني المزدوج وفحوص اللزوجة
- ضبط وزن الطلاء بالفوهة الشقية مع قياس السماكة المباشر
- ضبط منحنى فرن التجفيف وفحوص استرجاع المذيب
- أهداف الكثافة عند الكبس وقياس المسامية في الأقطاب

اليوم 3: تجميع الخلية وتعبئة الإلكترونيت والإغلاق

- فحص النتوءات الحادة بعد القص ومعايير جودة الحواف
- تفاوتات المحاذاة في اللف والتكديس مع القياس بالرؤية الآلية
- مقارنة طرق لحام اللسان بأدلة اختبار التقشير والشد
- ضبط حجم جرعة الإلكترونيت ودورات الترطيب بالتفريغ
- خطوات الإغلاق وتفريغ الغازات مع معايير فحص التسرب

اليوم 4: الغرف الجافة والتشكيل والتعتيق والتصنيف

- أهداف نقطة الندى في الغرفة الجافة وتدقيق انضباط الأقفال الهوائية
- أداء وحدة إزالة الرطوبة بالمجفف وسجل تسرب الرطوبة
- وصفة دورات التشكيل ونمو الطبقة البينية الصلبة للإلكتروليت
- غرف التعتيق وقواعد الفرز بجهد الدارة المفتوحة
- تصنيف الخلييا بالسعة والمقاومة الداخلية والتفريغ الذاتي

اليوم 5: حالة الأسبوع الأول الموجهة: تشخيص مردود خط الخلايا

- حزمة بيانات خط حالة بمردود المراحل وسجلات الهدر
- مخطط باريتو لمرفوضات الطلاء والتجميع والتشكيل
- مراجعة حادثة رطوبة في الحالة بسجلات الغرفة الجافة
- خريطة فجوات العملية تربط العيوب بالمراحل السابقة
- موجز نتائج الأسبوع الأول وتحدي الأقران

اليوم 6: تجميع الوحدات وبناء الحزمة

- تخطيط الوحدة من الخلايا مع قضبان التوصيل وأدوات الضغط
- نوافذ معاملات لحام قضبان التوصيل بالليزر والموجات فوق الصوتية
- مواد الواجهة الحرارية وتجميع لوح التبريد
- تحديد حزمة أسلاك نظام إدارة البطارية وتركيب الحساسات
- اختبار الحزمة في نهاية الخط للعزل والجهد والاتصالات

اليوم 7: اختبارات السلامة والمعايير ونظم الجودة

- نطاق اختبارات سلامة الخلايا في IEC 62133 و IEC 62619 معياران دوليان
- تسلسل اختبارات النقل في UN 38.3 معيار اختبار نقل البطاريات وتوثيقها
- تخطيط اختبارات الدائرة القصيرة الداخلية والشحن الزائد والسحق
- مراجعة مخاطر الانفلات الحراري وأساسيات الحماية من الحريق في المصنع
- خطة الضبط وتحليل أنماط الفشل وتأثيراتها وفق ISO 9001 و IATF 16949 معياران لنظم الجودة

اليوم 8: المواد والتتبع وجاهزية التوطين

- فحص المواد الخام عند الاستلام وبطاقة أداء تأهيل الموردين
- فحوص ضبط تلوث مسحوق الكاثود بالجسيمات المعدنية
- سجلات تتبع تربط الأرقام التسلسلية للخلية والوحدة والحزمة
- مصفوفة جاهزية التوطين للمعدات والمواد والمهارات
- مصفوفة تدريب المشغلين وخطة التسليم بين ورديات التشغيل التدريجي

اليوم 9: القياس ومؤشرات الأداء والتحسين المستمر

- شجرة مؤشرات الفاعلية الكلية للمعدات ومردود الإنتاجية المتدرج
- مخططات الضبط الإحصائي لوزن الطلاء والسعة
- تحليل نظام القياس لمقاييس السماكة والمقاومة والجهد
- نموذج تكلفة الكيلوواط ساعة للمواد والهدر وفاقد الطاقة
- تتبع الإجراءات التصحيحية بحل المشكلات بالخطوات الثماني

اليوم 10: الجولة التفتيشية: خطة جودة المصنع والتشغيل التدريجي

- جولة في مصنع حالة وفق معايير الغرفة الجافة والطلاء
- مراجعة تسرب العيوب بمخطط عظمة السمكة والأسئلة الخمسة لماذا
- بناء منحنى المردود وجدول بوابات الجودة للتشغيل التدريجي
- سجل مخاطر لاختبارات السلامة والموردين والكوادر
- استكمال خطة جودة المصنع والتشغيل التدريجي والدفاع عنها

المهارات التي ستكتسبها:

- رسم تدفق عمليات الخلايا
- ضبط طلاء الأقطاب
- ضبط تفاوتات تجميع الخلايا
- ضبط رطوبة الغرفة الجافة
- إعداد وصفات التشكيل والتصنيف
- تخطيط بناء الوحدات والحزم
- تخطيط اختبارات سلامة البطاريات
- تحليل المردود والهدر

لماذا تحضر هذه الدورة:

- تسليم خطة جودة وتشغيل تدريجي لمصنع الخلايا إلى مدير المصنع ومسؤول الجودة وراعي المشروع
- الحسم في ما إذا كان اتجاه المرفوضات يستدعي تعديل الطلاء أم تصحيح الغرفة الجافة أم إجراء مع المورد أم تغيير الاختبار
- تفادي الهدر وتلف الرطوبة وإخفاق اختبارات السلامة والنقل التي تستهلك المواد وساعات الخطوط ومواعيد بدء التشغيل
- توجيه فرق العمل والمقاولين إلى قراءة سجلات الخطوط وبيانات التشكيل وتقارير الاختبار بأسلوب موحد

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يعرض المشارك خطة جودة المصنع والتشغيل التدريجي على مدير المصنع ومسؤول الجودة وراعي المشروع، فيعتمدون عليها في تحديد أهداف المردود لكل مرحلة ونقاط الفحص وفحوص الموردين وترتيب بوابات الجودة أثناء بدء التشغيل. وتستخدم فرق الخطوط نوافذ الضبط وقواعد التدخل فيها للفصل بين أسباب المرفوضات في الطلاء والتجميع والرطوبة والتشكيل. وبعد أول شهر إنتاج كامل تقارن الوحدة المردود والهدر وإخفاقات الاختبار بالخطة، ثم تعدل الضوابط التي لم تحقق المطلوب.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشارك قبل دورة تصنيع بطاريات الليثيوم أيون؟

ينبغي أن يعمل المشارك فعلا في تشغيل خط تصنيع أو دعمه أو تدقيقه وأن يقرأ سجلات العمليات، ولا حاجة إلى شهادة في الكيمياء الكهربائية. ويفيد إحضار تقارير مردود أو بيانات خط أو نتائج اختبار مجهولة المصدر من مصنع خلايا أو حزم.

بم تختلف دورة تصنيع بطاريات الليثيوم أيون عن دورة أنظمة تخزين الطاقة بالبطاريات؟

تركز هذه الدورة على صنع الخلايا والوحدات والحزم داخل المصنع: الطلاء والتجميع والتشكيل وضبط الجودة. أما دورات أنظمة التخزين فتعالج تحديد السعة والإيرادات وتصميم المواقع للمحطات المركبة، ولا تظهر هنا إلا بوصفها سياق العمل.

لماذا يحتاج تصنيع بطاريات الليثيوم أيون إلى غرفة جافة؟

تتفاعل الرطوبة مع الإلكتروليت وقد تخفض السعة والعمر، لذلك يجري تجميع الخلايا وتعبئة الإلكتروليت في هواء بنقطة ندى منخفضة جدا خلف أقفال هوائية. وتعد سجلات الغرفة الجافة بذلك جزءا من ضبط الجودة.

ماذا يعود به المشارك من دورة تصنيع بطاريات الليثيوم أيون؟

يعود المشارك بخطة جودة وتشغيل تدريجي لمصنع الخلايا، إضافة إلى خريطة تدفق العمليات ومخطط باريتو للمردود وورقة تدقيق للغرفة الجافة وخطة لاختبارات السلامة وشجرة مؤشرات قابلة للتكييف مع مصنعه.