



# دورة صناعة الحديد والصلب: وحدات الاختزال المباشر والفرن الكهربائي والصب المستمر

8 – 12 أغسطس 2027

الرياض - فندق خمس نجوم في حي كافد



## دورة صناعة الحديد والصلب: وحدات الاختزال المباشر والفرن الكهربائي والصب المستمر

المرجع: 23385\_1399 التاريخ: 8 - 12 أغسطس 2027 المكان: الرياض - فندق خمس نجوم في حي كافد الرسوم: SAR 20000

### مقدمة:

دورة صناعة الحديد والصلب عبر وحدات الاختزال المباشر والفرن الكهربائي والصب المستمر دورة تدريبية مدتها خمسة أيام لمهندسي العمليات والفلات ومشغلي المصهر وماكينات الصب وفرق الجودة وتخطيط الإنتاج في مصانع الصلب، وتنتهي بإعداد مراجعة أداء المصهر لمصنع حالة يعمل بمسار DRI-EAF. تخسر المصانع من هامشها حين تنخفض نسبة التمدن في الحديد المختزل، ويطول زمن الصبة في الفرن الكهربائي، وتخرج كيميائ البوتقة عن نطاقها، وتظهر في الصب حوادث تسرب المعدن والشقوق والصبات المخفضة الدرجة. يعمل المرشدون في المصهر أو الصب أو الدرفلة، ويحللون سجلات الصبات وسجلات العيوب وبيانات المؤشرات عبر دراسات الحالة. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة في صناعة الحديد والصلب.

### أهداف الدورة:

- مقارنة مسار الفرن العالي ومحول الأكسجين بمساري DRI-EAF والخردة مع الفرن الكهربائي من حيث مصادر الحديد والطاقة ونطاق المنتجات
- تقييم جودة كريات خام الحديد والحديد المختزل مباشرة والحديد المقولب على الساخن من حيث التمدن والكربون والشوائب الصخرية وضبط ممارسة الشحن في الفرن الكهربائي
- تشغيل صبة الفرن الكهربائي من الشحن إلى التفريغ بإعدادات الخبث الرغوي والقدرة الكهربائية والأقطاب التي تخفض استهلاك الكيلوواط ساعة لكل طن
- تحديد خطوات فرن البوتقة والتفريغ الهوائي التي توصل كل صبة إلى الكيمياء والحرارة والنظافة المستهدفة قبل ماكينات الصب
- تشخيص حوادث تسرب المعدن والشقوق والانفصال المركزي والشوائب غير الفلزية في الصب المستمر وربطها بمردود الدرفلة واختبارات المنتج
- إعداد مراجعة أداء للمصهر ترتب إجراءات تحسين الطاقة والمردود والمواد المستهلكة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصنع يعمل بمسار DRI-EAF

## الفئة المستهدفة:

- العاملون في هندسة العمليات والفلات الذين يحددون ممارسات الفرن والبوتقة والصب ويعتمدون التعديلات على العمليات
- العاملون في تشغيل المصهر وماكينات الصب الذين يديرون الصبات ويضبطون الخبث والقدرة الكهربائية ويتعاملون مع اضطرابات الصب
- العاملون في الجودة الذين يميزون الصبات ويختبرون العينات ويتابعون سجلات العيوب وخفض الدرجة
- العاملون في تخطيط الإنتاج الذين يحددون الصبات وتتابع الصب وتغيير المقاسات وفق أهداف الكميات والمردود
- العاملون في مصانع الدرفلة الذين يستلمون الكتل والألواح ويبلغون المصهر بالعيوب السطحية والداخلية

## محاور الدورة:

### اليوم 1: مسارات صناعة الصلب ومصادر الحديد وخط الأساس للمصهر

- مراجعة مخطط مسار الفرن العالي ومحول الأكسجين
- مقارنة مساري DRI-EAF والخردة حسب مصادر الحديد
- مؤشرات جودة كريات خام الحديد المغذية للاختزال المباشر
- عائلات منتجات الصلب من ماكينات صب الكتل والألواح
- مجموعة مؤشرات أداء المصهر للطاقة والمردود والمواد المستهلكة

### اليوم 2: تقنيات الاختزال المباشر والفرن الكهربائي

- الاختزال المباشر في الفرن العمودي بالغاز المعاد تشكيله والهيدروجين
- نسبة التمدن ومحتوى الكربون والشوائب الصخرية في DRI و HBI
- شحن الحديد المختزل الساخن مقابل البارد ومناولة الحديد المقولب
- تصميم تغذية القدرة في الفرن الكهربائي بالتيار المتردد والمستمر
- تنظيم الأقطاب ومفاتيح المحول والتحكم في طول القوس الكهربائي

### اليوم 3: تشغيل الفرن الكهربائي ومعالجة البوتقة وممارسات الصب

- دورة صبة الفرن الكهربائي من الشحن حتى التفريغ
- ممارسة الخبث الرغوي بحقن الكربون والأكسجين
- إعادة التسخين في فرن البوتقة والتقليب بالأرغون وإزالة الكبريت
- التفريغ الهوائي وإزالة الأكسجين وضبط السبائك قبل الصب
- إعدادات الحوض الوسيط ومسحوق القالب والتبريد الثانوي بالرش

## اليوم 4: عيوب الصب والدرفلة وجودة المنتج وخيارات الصلب منخفض الكربون

- أسباب تسرب المعدن من الحرارة الزائدة وسرعة الصب واضطراب القالب
- تشخيص الشقوق السطحية والانفصال المركزي وعيوب الشوائب غير الفلزية
- الدرفلة على الساخن والبارد وإعادة التسخين ونسب التخفيض ومردود المصنع
- اختبارات الكيمياء والشد والشوائب لإجازة الصبة
- كثافة انبعاثات الكربون والاختزال بالهيدروجين ورفع نسبة الخردة

## اليوم 5: دراسة حالة لمراجعة أداء المصهر في مصنع DRI-EAF

- مراجعة حزمة بيانات مصنع الحالة وسجل الصبات
- تحليل انحراف الطاقة وزمن الصبة لفرن الحالة
- مقارنة استهلاك الأقطاب والحراريات ومواد الصهر في الحالة
- تحليل باريتو لعيوب الصب ورفض الجودة في الحالة
- استكمال مراجعة أداء المصهر ومناقشتها مع الأقران

## المهارات التي ستكتسبها:

- تقييم مسارات صناعة الصلب
- تقييم جودة الحديد المختزل مباشرة
- ضبط طاقة الفرن الكهربائي
- ممارسات المعالجة الثانوية في البوتقة
- معالجة أعطال الصب المستمر
- اختبارات إجازة الصبات
- تحليل مؤشرات أداء المصهر
- فرز خيارات خفض كربون الصلب

## لماذا تحضر هذه الدورة:

- تسليم مراجعة أداء المصهر لمصنع حالة يعمل بمسار DRI-EAF إلى مدير المصهر أو مدير المصنع، مع إجراءات مرتبة لتحسين الطاقة والمردود والمواد المستهلكة
- اتخاذ قرار تعديل ممارسة شحن الحديد المختزل أو إعدادات الخبث الرغوي أو سرعة الصب استناداً إلى سجلات الصبات والعيوب لا إلى العادة
- تجنب حوادث تسرب المعدن والصبات المخفضة الدرجة والاستهلاك الزائد للكهرباء لكل طن يتبع كل فاقد إلى مرحلة الفرن أو البوتقة أو الصب التي سببته
- نقل مجموعة المؤشرات وقائمة تشخيص العيوب ونموذج مراجعة الصبات إلى فرق التوريدات والجودة والتخطيط

## الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يسلم المشاركون مدير المصهر أو مدير المصنع مراجعة أداء المصهر، وهي ترتب إجراءات تحسين الطاقة والمردود واستهلاك الأقطاب والحراريات وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مسار DRI-EAF. ويعتمد عليها مهندسو العمليات والتخطيط في تحديد أهداف ممارسات الشحن والخبث والبوتقة والصب وفي اختيار التجارب التي تبدأ أولاً. وبعد الشهر الأول من التجارب تراجع الوحدة استهلاك الكهرباء لكل طن وزمن الصبة ومعدلات عيوب الصب والمردود المعدني مقارنة بخط الأساس، ثم تحدث قائمة الإجراءات.

## الأسئلة الشائعة:

### ما الذي يحتاج المشاركون إلى معرفته قبل دورة صناعة الحديد والصلب عبر الاختزال المباشر والفرن الكهربائي والصب المستمر؟

يكفي أن يعمل المشاركون في المصهر أو الصب أو وحدة الاختزال المباشر أو الدرفلة أو بالقرب منها، وأن يقرأ سجلات الصبات أو تقارير المؤشرات، ويساعد إحضار بيانات صبات أو طاقة أو عيوب من مصنع، بعد إخفاء البيانات الحساسة، على تطبيق دراسات الحالة على وحدته.

### بم تختلف دورة صناعة الحديد والصلب عن دورة علم الفلزات العامة؟

تتبع هذه الدورة سلسلة الإنتاج من الكريات والاختزال المباشر مروراً بالفرن الكهربائي والبوتقة والصب حتى الدرفلة وإجازة الصبة. أما دورة علم الفلزات العامة فتدرس بنية الصلب والمعالجة الحرارية وتحليل الانهيار، ولا تظهر هذه الموضوعات هنا إلا حين تفسر قراراً تشغيلياً.

## لماذا تؤثر جودة الحديد المختزل مباشرة في صناعة الصلب بالفرن الكهربائي؟

تحدد نسبة التمعدن والكربون والشوائب الصخرية في الحديد المختزل مقدار الكهرباء والجير والوقت الذي تحتاجه كل صبة. فانخفاض التمعدن يضيف أكاسيد يجب اختزالها في الفرن، وارتفاع الشوائب يزيد حجم الخبث، فيطول زمن الصبة ويرتفع استهلاك الكهرباء والأقطاب لكل طن.

## ماذا يعود به المشارك من دورة صناعة الحديد والصلب عبر الاختزال المباشر والفرن الكهربائي والصب المستمر؟

يعود المشارك بمراجعة أداء المصهر لمصنع حالة يعمل بمسار DRI-EAF، تضم خط أساس للمؤشرات وتحليلات للانحرافات وتحليل باريتو للعيوب وإجراءات تحسين مرتبة، إلى جانب قوائم فحص لممارسات الشحن والخبث والبوتقة والصب يمكن تكييفها مع مصنعه.