JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

# دورة تصميم معدات التبلور والتحكم فيها

info@jupiterprime.uk

**jupiterprime.uk**

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

# دورة تصميم معدات التبلور والتحكم فيها

تصميم معدات التبلور والتحكم فيها دورة تدريبية مدتها أسبوع لمهندسي العمليات ومشغلي المصانع وكيميائيي الإنتاج الذين يديرون أجهزة التبلور بالتبريد والتبخير وبإضافة المذيب المضاد، وتنتهي بإعداد خطة تشغيل جهاز التبلور والتحكم فيه. فحجم البلورات وشكلها ونقاوتها تحدد زمن الترشيح وحمل التجفيف وقيمة المنتج في الأملاح والأسمدة والسكريات والمواد الدوائية الفعالة. وتقدم جوبيتر برايم للتدريب هذه الدورة لفرق مصانع التبلور.

## لماذا يهم تصميم معدات التبلور والتحكم فيها الآن

ثلاث قوى ترفع التبلور إلى صدارة الاهتمام. فالعملاء يحددون نوافذ أضيق لحجم الجسيمات ونقاوتها، فيصعب بيع الدفعات الخارجة عن المواصفة. وتكلفة الطاقة تجعل أحمال التبخير وحلقات إعادة التدوير مكلفة إذا شغلت بكفاءة منخفضة. والقياس على الخط يتيح اليوم متابعة فرط التشبع وعدد الجسيمات لحظيا بدل انتظار نتائج المختبر. المصانع التي تضبط فرط التشبع جيدا ترشح أسرع وتجفف بطاقة أقل وتتجنب توقفات القشور. أما غيرها فتعاني من الدقائق والتكتلات وانسداد الخطوط وكثرة الغسيل.

## المستفيدون من تصميم معدات التبلور والتحكم فيها

- مهندسو العمليات المسؤولون عن تحجيم أجهزة التبلور وأحمال انتقال الحرارة وقرارات التكبير
- مشغلو المصانع المسؤولون عن منحنيات التبريد والبذر وكثافة المعلق وتوقيت الغسيل
- كيميائيو الإنتاج المسؤولون عن بيانات الذوبانية وطرد الشوائب وفحص الأشكال البلورية
- مهندسو التحكم المسؤولون عن حلقات الحرارة والمستوى ومعدل التغذية في خطوط التبلور
- أخصائيو المراحل اللاحقة المسؤولون عن أجهزة الطرد والمرشحات والمجففات

تستفيد فرق المصانع أكثر حين يحضر مهندس العمليات ومشغل الوردية وكيميائي الإنتاج معا.

## قدرات تصميم معدات التبلور والتحكم فيها

تربط القدرات التالية مخططات الأطوار والحركية باختيارات الوعاء والمضخة والتحكم التي تحدد جودة البلورات.

- حساب فرط التشبع من منحنيات الذوبانية وعرض المنطقة شبه المستقرة — مستهدفات التبريد والتبخير
- الموازنة بين أجهزة الدوران القسري والأنبوب الموجه والتبريد بالدفعات — اختيار المعدات
- تصميم منحنيات البذر والتبريد التي تحد من التنوي الثانوي — مالكو وصفات الدفعات
- تحديد القياسات على الخط وحلقات التحكم لتوزيع حجم البلورات — مهندسو التحكم
- تقييم مخاطر التكبير الناتجة عن الخلط وانتقال الحرارة وزمن المكوث — المشاريع الرأسمالية
- بناء إجراءات مواجهة الترسبات والقشور مع جدولة الغسيل — مخططو الصيانة والإنتاج

## مصطلحات تصميم معدات التبلور والتحكم فيها الأساسية

- فرط التشبع — زيادة المذاب فوق حد ذوبانيته، وهو القوة الدافعة للتنوي ونمو البلورات معا.
- عرض المنطقة شبه المستقرة — مدى فرط التشبع الذي تنمو فيه البلورات القائمة دون أن تتكون نوى جديدة تلقائيا في الغالب.
- التنوي الثانوي — نشوء بلورات جديدة من تلامس البلورات القائمة مع الخلاطات أو جدران الوعاء.
- توزيع حجم البلورات CSD — انتشار أحجام الجسيمات في المنتج، ويحكم الترشيح والانسياب والذوبان.
- جهاز التبلور ذو الأنبوب الموجه والحاجز — وعاء مستمر بأنبوب داخلي ومنطقة ترسيب تصنف الدقائق وتزيلها.
- القشور البلورية — ترسبات صلبة على أسطح التبادل الحراري والجدران تخفض الحمل وتفرض التوقف.

## تصميم معدات التبلور والتحكم فيها يوما بيوم

### اليوم 1: الذوبانية وفرط التشبع ومتطلبات المنتج

- منحنيات الذوبانية ومخططات الأطوار — اختيار التبريد أو التبخير أو المذيب المضاد
- قياس عرض المنطقة شبه المستقرة — فرط التشبع الآمن للتشغيل
- مواصفات الحجم والشكل والنقاوة — قبول العميل للمنتج
- دخول الشوائب وطردها — معدل تصريف المحلول الأم
- الأشكال البلورية والهيدراتية — الثبات واتساق المتطلبات التنظيمية

### اليوم 2: التنوي والنمو وموازنة التعداد

- حركية التنوي الأولي والثانوي — التحكم في توليد الدقائق
- نماذج معدل نمو البلورات — اختيار زمن المكوث
- منهج موازنة التعداد — التنبؤ بتوزيع حجم المنتج
- آليات التكتل والتكسر — اختيار الخلاط والمضخة
- استراتيجية البذر وكمية البذور — قابلية تكرار الدفعات

## اليوم 3: أنواع أجهزة التبلور وتصميم المعدات

- أجهزة التبلور بالتبريد على دفعات — منحنى التبريد وتصميم الغلاف
- أجهزة التبلور التبخيرية بالدوران القسري — المبادل الحراري وحمل الوميض
- تصاميم الأنبوب الموجه والحاجز وتصميم Oslo — إتلاف الدقائق والتصنيف
- أنظمة التأثير المتعدد وإعادة ضغط البخار — استهلاك الطاقة لكل طن
- مضخات المعلق والخلاطات ومكونات الوعاء الداخلية — التآكل الاحتكاكي وتعليق الجسيمات

## اليوم 4: التحكم والقياس والترسبات

- مجسات التركيز وتحجيم الجسيمات على الخط — تتبع فرط التشبع لحظيا
- حلقات الحرارة والمستوى وكثافة المعلق — استقرار التشغيل المستمر
- إذابة الدقائق وسحب المنتج المصنف — تصحيح توزيع حجم البلورات
- آليات تكون القشور ودورات الغسيل — إطالة مدة التشغيل
- التكبير من المختبر إلى المصنع — تشابه الخلط وانتقال الحرارة

## اليوم 5: تطبيق خطة تشغيل جهاز التبلور والتحكم فيه

- تحديد نافذة التشغيل — تطبيق بيانات الذوبانية وعرض المنطقة من اليوم 1
- إعدادات البذر وزمن المكوث — تطبيق الحركية من اليوم 2
- فحص اختناقات المعدات — تطبيق قواعد التصميم من اليوم 3 على وحدة حالة
- جدول التحكم والغسيل — تطبيق أساليب القياس والترسبات من اليوم 4
- خطة تشغيل جهاز التبلور والتحكم فيه — المستهدفات والإنذارات والاستجابة للاضطرابات

## تطبيق تصميم معدات التبلور والتحكم فيها بعد الدورة

- رسم نقطة التشغيل الحالية لجهاز تبلور واحد على منحنى ذوبانيته وعرض منطقته شبه المستقرة لكشف فرط التشبع الزائد.
- تتبع مدة التشغيل بين عمليات الغسيل مقابل فقد حمل المبادل الحراري لتحديد فاصل غسيل مبني على الأدلة.

## أسئلة حول تصميم معدات التبلور والتحكم فيها

### ما تصميم معدات التبلور والتحكم فيها ولماذا يهم الآن؟

تصميم معدات التبلور والتحكم فيها يتناول تحجيم أجهزة التبلور وتشغيلها وضبطها لتحقيق حجم ونقاوة مستهدفين للبلورات. ويهم الآن لأن المواصفات الأضيق وتكاليف الطاقة والقياس على الخط كلها تكافئ الضبط المتعمد لفرط التشبع.

### ما الأدوار الأكثر استفادة من دورة تصميم معدات التبلور والتحكم فيها؟

يستفيد أكثر مهندسو العمليات ومشغلو المصانع وكيميائيو الإنتاج، ومعهم مهندسو التحكم وأخصائيو المرشحات والمجففات.

### كيف تختلف دورة تصميم معدات التبلور والتحكم فيها عن دورات عمليات الفصل العامة؟

يركز تصميم معدات التبلور والتحكم فيها على التنوي والنمو وتوزيع حجم البلورات ومعدات التبلور. أما دورات الفصل العامة فتوزع وقتها على التكرير التجزيئي والامتصاص والاستخلاص والأغشية.

### ماذا تعود به من دورة تصميم معدات التبلور والتحكم فيها؟

تعود بخطة تشغيل وتحكم لجهاز تبلور واحد تحدد نافذة فرط التشبع والبذر وحلقات التحكم والإنذارات وجدول الغسيل.

### تصميم معدات التبلور والتحكم فيها: الطريق إلى الأمام

توجه خطة تشغيل جهاز التبلور والتحكم فيه أولا نافذة التشغيل وإعدادات البذر التي تحافظ عليها فرق الورديات في الحملة الإنتاجية التالية. ويستخدمها مهندسو العمليات والمشغلون وكيميائيو الإنتاج للحكم على الاضطرابات بطريقة موحدة. وبعد الحملة الأولى تستحق مراجعة حدود المنطقة شبه المستقرة وفاصل الغسيل مقابل توزيع حجم البلورات المقاس واتجاهات انتقال الحرارة.