كتيب تدريب مشغل ماكينة حقن البلاستيك

PROFESSIONAL ENGINEERS

إعداد شركة بروفيشنال انجينيرز - خبراء ماكينات حقن البلاستيك في مصر

Professional engineers - Plastic injection Machine Experts in Egypt and the middle East

وكلاء مصر والشرق الأوسط Sunbun (ماكينات حقن)Borunte Robot (روبوت)Xiecheng (اكسسوار)

الموقع الإلكتروني : https://pe-engineers.com/

mobile : 01281388140 - 01227573875 - 01119429280

المحتويات

- مقدمة
- معلومات إضافية عن البلاستيك
- أجزاء ماكينة الحقن
- أسطمبة الحقن
- الملء ودوره الحقن
- معلومات إضافية عن وحدة القفل (الكلَمبات)
- آلية عمل الطرد
- أساسيات التحكم في الماكينة
- أساسيات الحقن على أجزاء مُدرجة (Insert Moulding)
- التحكم في الماكينة - المستوى المتوسط
- آلية عمل التحكم في درجة الحرارة
- إعداد الأسطمبة
- إعداد العملية الإنتاجية
- بدء تشغيل الأسطمبة
- استكشاف الأخطاء الشائعة وإصلاحها
- حقن ناقص / ملء غير كامل
- الزوايد (الرايش)
- علامات الهبوط (التخسيس)
- الاعوجاج (الفتل)
- تشوه المنتج
- بطء تجهيز الجرعة (سحب الخامة)
- التسريب (السيلان)
- خلط الألوان غير الكافي
- التنميل (الخطوط الفضية)
- الهشاشة
- الفقاعات والفراغات
- علامات الحرق
- أجزاء معتمة أو ضبابية
- خطوط السريان
- النفث (Jetting)
- خطوط الالتحام

مقدمة

وظيفة مُشغّل ماكينة حقن البلاستيك هي وظيفة مهمة للغاية. تشمل مسؤوليات المُشغّل تحميل الأجزاء المُدرجة (inserts) في أسطمبة الحقن، وإزالة الـ "سبروهات" (runners and sprues) والمنتجات البلاستيكية من الماكينة أثناء تصنيعها، وإجراء فحوصات الجودة على الأجزاء البلاستيكية، ومراقبة الماكينة والأسطمبة بحثًا عن أي شيء غير عادي، وقبل كل شيء، ضمان التشغيل السلس والآمن والتعامل مع الماكينة والأسطمبة. كما أن الحفاظ على وثائق دقيقة ومحدثة مثل كروت التشغيل، وسجلات الماكينة، وسجلات الأسطمبة، يعد جانبًا أساسيًا من وظيفة المُشغّل.

لتعلم وظيفة مُشغّل ماكينة الحقن، دعنا نبدأ من البداية، مع المادة الخام البلاستيكية. هناك مئات الأنواع من المواد البلاستيكية المستخدمة في صناعة المنتجات. قد تكون هذه المواد معبأة في شكاير، أو براميل، أو صناديق كرتون كبيرة، أو مخزنة في صوامع (silos). تأتي المادة الخام البلاستيكية المستخدمة في ماكينات الحقن بأشكال مختلفة تشمل الحبيبات (granules)، والرقائق (chips)، والكسر (pellets)، ولكن الشكل الأكثر شيوعًا هو الحبيبات البلاستيكية الجديدة أو "البيور" (virgin).

يمكن أن تبدو حبيبات الأنواع المختلفة من البلاستيك متطابقة، مثل حبيبات الأكريليك، والبوليسترين، والبوليكربونيت. على الرغم من أن هذه الأنواع من البلاستيك تبدو متشابهة، إلا أنه يجب عدم خلطها. هذه قاعدة مهمة جدًا يجب تذكرها: لا تخلط أنواع البلاستيك المختلفة. يجب أن تبقى الأنواع المختلفة من البلاستيك منفصلة تمامًا، سواء في ماكينة الحقن، أو في الكسّارة (grinder)، أو أثناء المناولة والتخزين. يجب دائمًا الحفاظ على نظافة الحبيبات وعدم تلوثها. يجب عدم السماح للماء، أو الشحم، أو الزيت، أو أي أنواع أخرى من البلاستيك، أو أي شيء غريب، بالوصول إلى البلاستيك.

معلومات إضافية عن البلاستيك

تميل معظم أنواع البلاستيك إلى امتصاص الرطوبة من البيئة المحيطة بها. إذا لم تتم إزالة الرطوبة من المواد إلى مستوى معين قبل المعالجة، فإن المنتجات المصنعة من هذه المواد ستحتوي على عيوب شكلية وهيكلية. كما قد تعاني ماكينة الحقن من تآكل بسبب الرطوبة الزائدة في المادة.

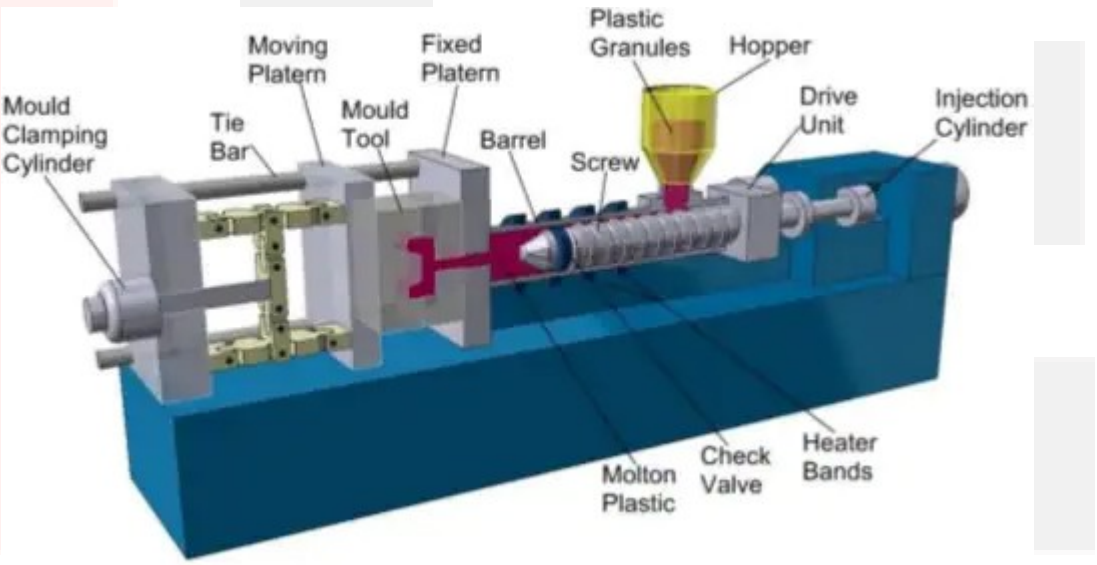
لمنع ذلك، تحتاج العديد من أنواع البلاستيك إلى المعالجة من خلال مُجفف (dryer)، قبل تحميلها في ماكينة الحقن. يستخدم المجفف الهواء الساخن لإزالة الرطوبة من المادة الخام البلاستيكية. قد يختلف ما إذا كانت المادة البلاستيكية تتطلب تجفيفًا أم لا اعتمادًا على موديل المنتج المحدد، وسيتم تحديد ذلك في تعليمات العمل الخاصة بكل موديل منتج.

مُجفف (dryer)

لمنع تلوث حبيبات البلاستيك أو امتصاصها للرطوبة الزائدة من الجو، من المهم دائمًا إبقاء الشكاير مغلقة بإحكام عند عدم استخدامها.

أجزاء ماكينة الحقن

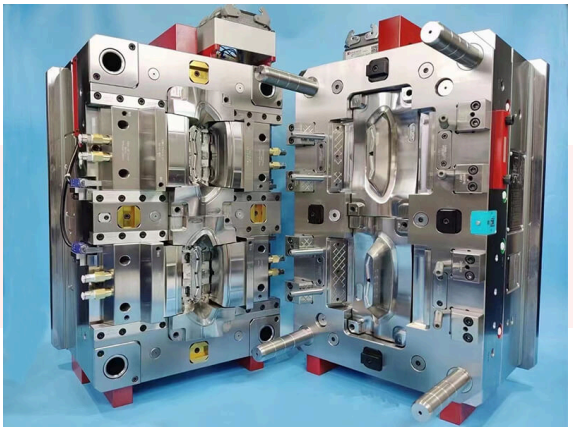
لفهم كيفية عمل ماكينة حقن البلاستيك، دعنا نلقي نظرة على هذا النموذج.



يتم تخزين المادة الخام البلاستيكية في القادوس (hopper). من القادوس، يسقط البلاستيك على المسمار الدوار (rotating screw)، حيث يتم نقله إلى الأمام بواسطة ريش المسمار، ويتم صهره تدريجيًا أثناء تحركه للأمام. ينصهر البلاستيك جزئيًا بسبب الحرارة التي توفرها سخانات الحزام (heater bands) المثبتة على طول "البرميل" (barrel)، وجزئيًا بسبب حرارة "القص" (shear) أو الاحتكاك الناتجة عن عملية الطحن بين المادة البلاستيكية والبرميل والمسمار.

عندما تتراكم كمية كافية من البلاستيك المنصهر أمام المسمار، يتم حقنها بعد ذلك في الأسطمبة في مرحلة تُعرف باسم "الملء". قبل أن نتعلم عن الملء، دعنا نلقي نظرة فاحصة على الأسطمبات المستخدمة في الحقن.

أسطمبة الحقن



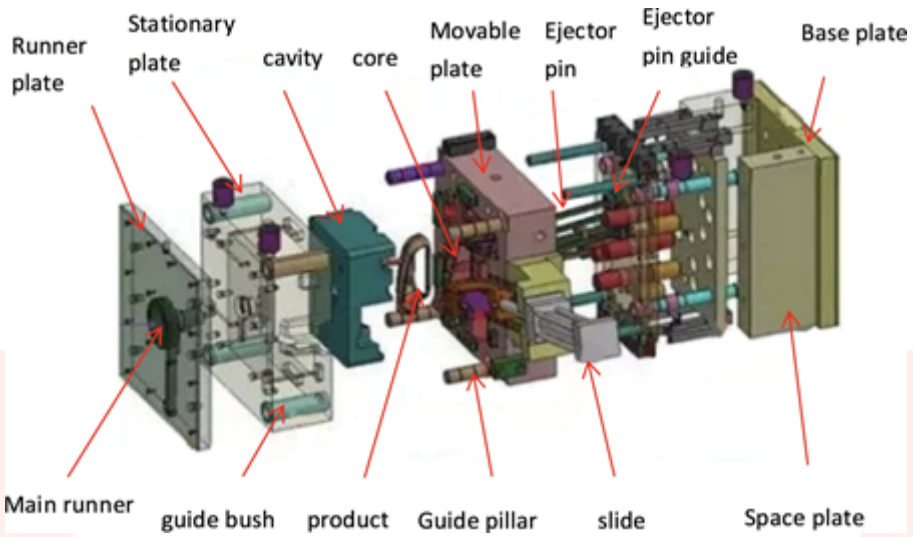
الأسطمبة في عملية الحقن هي التي تعطي الشكل المطلوب للمنتج البلاستيكي. تمامًا كما يتم صب السكر المعقود في أشكال مختلفة باستخدام قالب، أو كيف يعطي قالب الثلج شكل مكعبات الثلج، تسمح الأسطمبة في ماكينة الحقن للبلاستيك المنصهر بالتصلب في شكل معين.

هناك 5 أجزاء رئيسية في أسطمبة الحقن:

1. المجاري (runners)
2. بوابة الحقن (injection gate)
3. الجانب A والجانب B من الأسطمبة
4. الـ "كور" (core) والـ "كافيتي" (cavity)
5. بنوز الطرد (ejector pins)

تُصنع الأسطمبات بحيث يكون لها نصفان، أو جانبان، يمكن فصلهما أو جمعهما لفتح أو إغلاق الأسطمبة. يُطلق على هذين الجانبين الجانب A والجانب B من الأسطمبة. يمكن حقن البلاستيك المنصهر في الأسطمبة عندما يكون النصفان معًا والأسطمبة مغلقة.

عندما يكون النصفان متباعدين والأسطمبة مفتوحة، يمكن طرد المنتجات النهائية أو إزالتها من الأسطمبة.



بمجرد أن تجمع ماكينة الحقن كمية كافية من البلاستيك المنصهر عند درجة الحرارة المناسبة، يتم حقنه عبر "فونية" الماكينة (nozzle) في الأسطمبة. أولاً، يدخل إلى "الصبة" أو "السبرو" (sprue)، وهو عادةً ممر يتسع تدريجيًا.

بعد المرور من السبرو، يتدفق البلاستيك بعد ذلك عبر قنوات على الأسطمبة تسمى المجاري (runners) وإلى بوابة الحقن (gate).

تذكر تسلسل التدفق: فونية الحقن > السبرو > المجاري > البوابة

بعد البوابة، يدخل البلاستيك إلى تجويف الاسطمبة (mould cavity). التجويف هو المساحة الموجودة في الأسطمبة والتي، بمجرد ملئها، تشكل شكل المنتج البلاستيكي المطلوب.

بمجرد أن يتصلب البلاستيك، يتم "طرده" من الاسطمبة. يوجد التجويف (cavity) في نصف أو جانب واحد من الأسطمبة؛ وهناك جزء آخر من الأسطمبة يتناسب مع التجويف يسمى الـ "كور" (core). يوجد الكور في النصف أو الجانب الآخر من الأسطمبة.

بشكل عام، يسمى الجزء البارز في الأسطمبة الذي يشكل السطح الداخلي للمنتج المصبوب "كور"، بينما يسمى الجزء الغائر في الأسطمبة الذي يشكل السطح الخارجي للمنتج "كافيتي". يسمى الخط الذي يلتقي فيه الكور والكافيتي للأسطمبة "خط الفصل" (parting line).

في بعض الحالات، قد تحتوي الاسطمبات أيضًا على قطعة إضافية لإنشاء أشكال للمنتج لا يمكن تشكيلها باستخدام نصفي أسطمبة فقط. أحد أمثلة هذا النوع من قطع الأسطمبة الإضافية يسمى "ساید کور" أو "المنزلق الجانبي" (side-core)، والذي ينزلق إلى الأسطمبة على طول أحد جوانبها.

غالبًا ما تحتوي المنتجات المصبوبة على أجزاء بلاستيكية إضافية ملحقة بالمنتج. تأتي هذه الأجزاء الإضافية من السبرو والمجاري، وهي القنوات الموجودة في الأسطمبة التي يجب أن يمر البلاستيك من خلالها للدخول إلى تجويف الأسطمبة. تسمى هذه الهياكل البلاستيكية المتفرعة الصلبة أيضًا "سبروهات ومجاري"، تمامًا مثل القنوات الموجودة في الأسطمبة التي تشكلت فيها.

صناعة الأسطمبات باهظة الثمن جدًا. يكلف الكثير منها أكثر من مليون جنيه. يجب التعامل معها كأدوات دقيقة وحساسة، وليس ككتل من الصلب. حتى الأضرار الدقيقة مثل الخدوش أو الصدمات في كور أو كافيتي الأسطمبة، يمكن أن تكلف عشرات الآلاف من الجنيهات لإصلاحها، هذا إن كان من الممكن إصلاحها على الإطلاق. العناية الجيدة بالأسطمبات أمر مهم جدًا.

المهام البسيطة للصيانة مثل تنظيف خطوط الفصل ورش الأسطمبة بمادة مانعة للصدأ قبل إزالتها من الماكينة، تساعد في الحفاظ على الأسطمبة في حالة جيدة. إذا توقف الإنتاج، لا تترك سائل التبريد يستمر في المرور عبر الأسطمبة لأنه يمكن أن يسبب تكثفًا يشكل الصدأ. تدفق سائل التبريد عبر نصف واحد فقط من الأسطمبة يمكن أن يؤثر أيضًا على تطابق النصفين عند إعادة تشغيل الإنتاج، مما قد يؤدي إلى إتلاف الأسطمبة والماكينة.

الملء ودوره الحقن

الآن بعد أن أصبحت لديك فكرة عامة عن ماكينة الحقن والأسطمبة، دعنا نلقي نظرة على كيفية عملهما معًا.

بعد أن يتم صهر المادة البلاستيكية أثناء تحركها للأمام على طول البرميل، تتراكم أمام المسمار. بمجرد تراكم كمية كافية من البلاستيك المنصهر، يتوقف المسمار عن الدوران. يعمل المسمار بعد ذلك ككباس (ram)، يدفع البلاستيك المنصهر خارج برميل الحقن، عبر الفونية، وإلى الأسطمبة. وهذا ما يسمى "مرحلة الملء" (fill phase) للعملية.

بعد ملء تجويف الأسطمبة بنسبة 90 إلى 95 في المائة من حجمه، يتم إدخال القليل من البلاستيك الإضافي بالقوة. وهذا ما يسمى "مرحلة الكبس" (packing phase) للعملية. تقوم عملية الكبس بضغط بلاستيك إضافي في التجويف. يتم تثبيت المسمار في الأمام تحت الضغط حتى يتصلب البلاستيك في البوابات. الآن، أصبح البلاستيك محبوسًا داخل التجويف.

تسمى كمية البلاستيك المنصهر التي يتم حقنها في الأسطمبة "الحقنة" أو "الشوط" (shot). وزن الحقنة هو كمية المصهور المحقون في الأسطمبة، مقاسة بالجرام.

بعد فترة زمنية محددة (تتحكم فيها الماكينة)، يبدأ محرك المسمار في الدوران مرة أخرى وتتكرر العملية بأكملها. هذه العملية، التي تبدأ مع المسمار في الوضع الأمامي، ثم يتراجع للخلف، ويتوقف لفتح الأسطمبة والطرد، وأخيرًا يتحرك للأمام لحقن البلاستيك المنصهر للحقنة التالية، يشار إليها باسم "دورة" واحدة (cycle).

يسمى الوقت اللازم لإكمال دورة واحدة "زمن الدورة" (cycle time). يمكن أن تختلف أزمنة الدورة من بضع ثوانٍ إلى عدة دقائق، اعتمادًا على موديل المنتج الذي يتم إنتاجه.

نقطة الانتقال بين البرميل والأسطمبة هي الفونية (nozzle). يتناسب طرف الفونية المستدير مع جزء من أسطمبة الحقن يسمى "جلبة السبرو" (sprue bushing).

من المهم جدًا أن يكون التناسب بين طرف الفونية وجلبة السبرو صحيحًا. قد يسمح التناسب غير الصحيح للفونية بالرجوع للخلف أثناء الحقن، مما يسمح بتسرب البلاستيك. إذا لاحظت تسرب البلاستيك أو عدم محاذاة الفونية بشكل صحيح، أوقف العملية فورًا، واتصل بمشرفك.

معلومات إضافية عن وحدة القفل (الكلَمبات)

عندما يتم حقن البلاستيك المنصهر في الأسطمبة، يمارس المصهور ضغطًا كبيرًا على نصفي الأسطمبة، محاولاً دفعهما بعيدًا عن بعضهما. لمنع فتح الأسطمبة قبل الأوان، يتم تثبيت النصفين معًا بواسطة وحدة القفل (clamping unit) في الماكينة.

يمكن أن تكون قوة القفل اللازمة لإبقاء الأسطمبة مغلقة أثناء الحقن عالية جدًا. على سبيل المثال، يمكن للماكينة أن تمارس قوة قفل تبلغ 50 طنًا، أو 200 طن، أو حتى أعلى، فقط لإبقاء الأسطمبة مغلقة أثناء الحقن.

لوضع هذا في منظوره الصحيح، يمكن أن تزن شاحنة متوسطة الحجم محملة بالكامل 20 طنًا. لذا فإن قوة قفل تبلغ 200 طن لإبقاء الأسطمبة مغلقة أثناء الحقن، تعادل القوة التي يمارسها وزن 10 شاحنات مكدسة فوق الأسطمبة.

هذه قوة هائلة وجميع ماكينات الحقن مزودة بميزات أمان تمنع الإغلاق العرضي لوحدة القفل. لا تقم بتعطيل وسائل أمان الماكينة أثناء تشغيلها، تحت أي ظرف من الظروف. تعطيل ميزة أمان أو تشغيل ماكينة بدون ميزة أمان هو أمر شديد الخطورة، ويعتبر مخالفة جسيمة. إذا لاحظت مثل هذا الخطر على أي ماكينة في أي وقت، اضغط على زر التوقف في حالات الطوارئ لإيقاف الماكينة فورًا و اتصل بمشرفك.

يجب ألا يتم تعطيل ميزة أمان إلا بواسطة الأفراد المصرح لهم بذلك، مع إيقاف تشغيل الماكينة ووفقًا لإجراءات السلامة المناسبة كما هو محدد في دليل التشغيل وتعليمات السلامة.

آلية عمل الطرد

يمكن إزالة أو طرد المنتجات من الأسطمبة بعدة طرق، بما في ذلك استخدام بنوز الطرد (ejector pins)، أو لوح طرد (stripper plate) أو آلية طرد أخرى مثل الطرد الهوائي (pneumatic ejection). يتم طرد السبروهات والمجاري من الأسطمبة مع المنتجات البلاستيكية. يمكن أن تكون المنتجات والمجاري والسبروهات ساخنة جدًا عند طردها ويجب التعامل معها بحذر. قد يؤدي التعامل معها بطريقة غير آمنة إلى حروق أو إصابات.

في الأسطمبات التي تستخدم بنوز الطرد، يُحدث كل بنز تجويفًا صغيرًا على سطح المنتج، ويترك أيضًا أثرًا طفيفًا خاصًا به حيث يوجد البنز على المنتج. تسمى هذه "آثار بنوز الطرد" (ejector pin witnesses) أو علامات الطرد.

علامة أخرى يمكن العثور عليها على كل منتج مصبوب بالحقن، تسمى علامة خط الفصل. عندما يُغلق نصفا الأسطمبة، يُطلق على الأثر الذي يحدثانه على المنتج اسم خط الفصل.

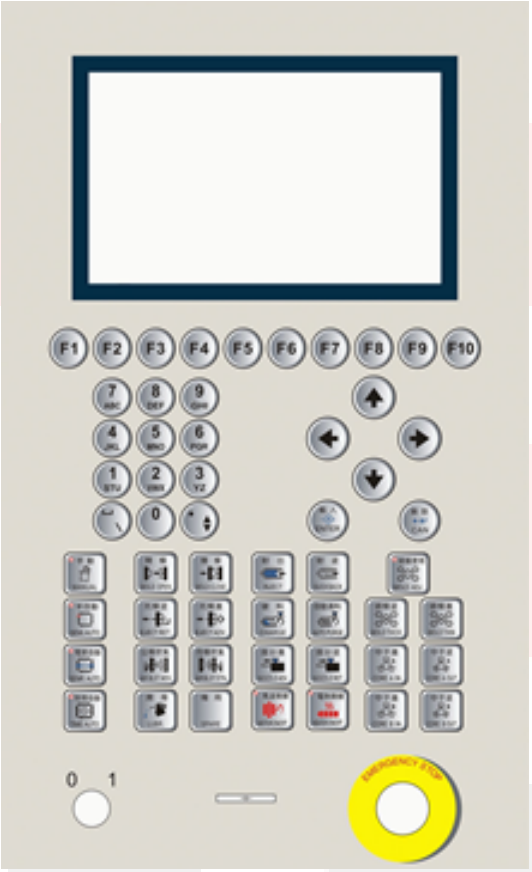
بعد إزالة أو طرد المنتجات البلاستيكية والمجاري من الأسطمبة، يمكن فرزها لمزيد من الفحص أو للتعبئة. يمكن تخزين المجاري والمنتجات المعيبة أو إدخالها إلى كسارة (grinder) تقوم بجرشها إلى قطع صغيرة تشبه الرقائق، على غرار الحبيبات. تسمى هذه المادة المجروشة "الكسر" أو "الريجرايند" (regrind)، ويمكن استخدامها لإعادة صهرها مرة أخرى لتشكيل منتجات بلاستيكية.

يجب دائمًا الحفاظ على نظافة المجاري وعدم تلوثها، تمامًا مثل حبيبات البلاستيك.

كسارة (grinder)

أساسيات التحكم في الماكينة

لكي تستخدم الماكينة بشكل صحيح كمشغل، تحتاج إلى فهم أساسيات أدوات التحكم في ماكينات الحقن. هناك العديد من أنواع الماكينات وأدوات التحكم، وقد تستخدم الماكينات المختلفة واجهات وتصميمات مختلفة قليلاً في أنظمة التحكم الخاصة بها. لكن مجموعة الوظائف العامة هي نفسها إلى حد كبير.



قبل التعرف على أي أدوات تحكم أخرى في الماكينة، فإن أول زر تحتاج إلى معرفته هو زر التوقف في حالات الطوارئ (emergency stop button). هذا زر أحمر بارز ودائري متوفر في جميع ماكينات الحقن. قد يختلف حجم وتصميم وموقع هذا الزر قليلاً من ماكينة إلى أخرى. تأكد من أنك تعرف بالضبط مكان زر التوقف في حالات الطوارئ قبل استخدام الماكينة.

بغض النظر عن الحالة أو العملية التي تعمل بها الماكينة، فإن الضغط على زر التوقف في حالات الطوارئ يوقف الماكينة على الفور ويفتح الأسطمبة. في حالة وجود أي خطر يتعلق بالسلامة، اضغط على زر التوقف في حالات الطوارئ فورًا. تذكر: أوقف الماكينة أولاً ثم اسأل لاحقًا.

يجب استخدام زر التوقف في حالات الطوارئ فقط في حالات الطوارئ. لا تستخدم زر التوقف في حالات الطوارئ أبدًا للتوقفات الروتينية أو اليومية. يمكن أن تضر التوقفات الطارئة بالماكينة.

أول اختيار يجب على المشغل اتخاذه عند استخدام الماكينة هو تحديد وضع الماكينة (machine mode). تحتوي الماكينات على ثلاثة أوضاع: الوضع اليدوي (manual)، والوضع شبه التلقائي (semi-automatic)، والوضع التلقائي (automatic).

لتشغيل الماكينة في الوضع اليدوي، اضغط على زر الوضع اليدوي، والذي عادة ما يكون عليه رمز يد. لتشغيل الماكينة في الوضع شبه التلقائي، اضغط على زر شبه التلقائي، والذي عادة ما يكون عليه رمز أسهم في حلقة مقطوعة. الضغط على زر

الوضع التلقائي يحول الماكينة إلى الوضع التلقائي. عادة ما يكون لهذا الزر رمز أسهم في حلقة مستمرة، أو دائرة تدور. في بعض الماكينات، قد يتحكم زر واحد من نوع التشغيل/الإيقاف في التبديل بين الوضعين التلقائي واليدوي.

بالإضافة إلى تغيير الأوضاع، يجب أن تعرف أيضًا وظيفة سخانات الحزام (heater bands)، والمحرك أو المضخة (motor or pump)، وواقيات السلامة (safety guards)، و الإنذارات والتحذيرات الهامة على لوحة عرض الماكينة.

بدء / إيقاف (المضخات الهيدروليكية) - يقوم هذا المشغل بتشغيل المضخات الهيدروليكية في الماكينة، أو إيقافها.

تشغيل / إيقاف السخانات: يقوم هذا بتشغيل سخانات الحزام عند أي إعدادات متوفرة على وحدة التحكم.

تم تجهيز ماكينات الحقن بمجموعة متنوعة من الإنذارات وتحذيرات السلامة. الغرض من هذه الإنذارات والتحذيرات هو تنبيه المشغل بالظروف التي قد تكون خطرة والتي قد تسبب ضررًا للماكينة أو الأسطمبة أو العاملين في الورشة. في حالة سماع إنذار للماكينة أو عرض تحذير للسلامة على لوحة التحكم، قم بالتبديل فورًا إلى الوضع اليدوي، واضغط على زر الإيقاف لإيقاف تشغيل المضخة الهيدروليكية، واتصل بمشرفك. يجب ألا تتجاهل أبدًا إنذار الماكينة أو تحذير السلامة.

أساسيات الحقن على أجزاء مُدرجة (Insert Moulding)

العديد من الأجزاء المصبوبة بالحقن مثل المقابض والوصلات والأدوات اليدوية، تحتوي على جسم مغلف داخل بلاستيك الجزء. الأسلاك المعدنية، والوردات، والأطراف الكهربائية، والألواح الزجاجية هي مجرد أمثلة قليلة على الأشياء المختلفة التي يمكن تغليفها داخل الأجزاء البلاستيكية. تسمى هذه الأجسام المغلفة "إنسرت" أو "أجزاء مُدرجة" (inserts). تسمى العملية التي يتم من خلالها تصنيعها "الحقن على أجزاء مُدرجة" (insert moulding).

يتم إنتاج الأجزاء المصبوبة المدرجة عن طريق وضع "الإنسرتات" في فتحة مصممة بعناية في تجويف أسطمبة الحقن، قبل حقن البلاستيك. بمجرد أن يضع المشغل "الإنسرتات" في موضعها الصحيح في التجويف، يتم إغلاق الأسطمبة وحقن البلاستيك. يتدفق البلاستيك المنصهر حول "الإنسرتات"، وبمجرد أن يبرد، يتم طرد الجزء مع "الإنسرتات" المدمجة بداخله.

يمكن أن تأتي "الإنسرتات" في مجموعة متنوعة من الأشكال والأحجام والمواد. النوع الأكثر شيوعًا من "الإنسرتات" هو "الإنسرتات" المعدنية، مثل الوردات، والأشكال السلكية، والأجزاء الملولبة مثل الصواميل والمسامير. في كثير من الحالات، قد يكون هناك العديد من "الإنسرتات" بأشكال وأحجام مختلفة في جزء مصبوب واحد.

يعد الوضع الصحيح "للإنسرتات" في تجويف الأسطمبة من حيث الموضع والاتجاه أمرًا بالغ الأهمية. بالإضافة إلى الموضع والاتجاه، قد تتطلب الأجزاء ذات "الإنسرتات" المتعددة تحميل "الإنسرتات" بتسلسل محدد.

"الإنسرتات" التي يتم تحميلها في اتجاه أو موضع غير صحيح، حتى ولو بمقدار ملليمتر واحد فقط، يمكن أن تؤدي إلى أجزاء معيبة وتلف في أسطمبة الحقن. إصلاح أسطمبة تالفة بهذه الطريقة مكلف للغاية ويستغرق وقتًا طويلاً، حيث يكلف أكثر من عشرة آلاف جنيه ويستغرق عدة أيام. في كثير من الحالات، قد لا يكون من الممكن استعادة الأسطمبة إلى حالتها الأصلية.

كمشغل حقن، يجب أن تكون على دراية بأن "الإنسرتات" التي يتم تحميلها في تسلسل خاطئ قد لا تلحق الضرر بالأسطمبة فحسب، بل يمكن أن تؤدي أيضًا إلى إنتاج أجزاء ذات عيوب مرئية أو حتى خفية. على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي "الإنسرتات" الكهربائية الموضوعة في تسلسل خاطئ إلى عيوب في الجزء قد تكون مرئية أو لا. يمكن أن تسبب هذه الأجزاء فشلاً كهربائيًا عند استخدامها، مما يؤدي إلى عواقب مكلفة وخطيرة.

لكل هذه الأسباب، من الضروري للغاية ضمان وضع "الإنسرت" بشكل مثالي. يتم تحديد الموضع والاتجاه والتسلسل الصحيح "للإنسرتات" في وثيقة تعليمات العمل لكل موديل منتج. تحقق وتأكد مرة أخرى، للتأكد من أن وضع "الإنسرت" صحيح بنسبة 100٪، قبل إغلاق الأسطمبة. عند تحميل "الإنسرتات"، يجب عليك أيضًا التأكد من أن الأسطمبة لم تتضرر من حقنة سابقة. في حالة ملاحظة وجود أسطمبة تالفة، أوقف الإنتاج فورًا، وأبلغ مشرفك.

التحكم في الماكينة - المستوى المتوسط

في قسم تدريبي سابق، تعلمت بالفعل أساسيات التحكم في الماكينة، بما في ذلك كيفية التبديل بين الوضع شبه التلقائي والوضع اليدوي، بالإضافة إلى استخدام أدوات التحكم في السخان والمحرك. في هذا القسم، ستتعلم المزيد عن وظيفة واستخدام أدوات التحكم المختلفة في ماكينة الحقن. كما تعلم، يمكن تشغيل كل ماكينة في ثلاثة أوضاع: تلقائي، وشبه تلقائي، ويدوي.

الوضع اليدوي يسمح للمشغل بالتحكم في كل وظيفة من وظائف الماكينة على حدة. يستخدم هذا الوضع عند بدء تشغيل الماكينة، أو إيقافها، أو إيقافها مؤقتًا، أو عند إجراء تعديلات على الأسطمبة.

يمكن التحكم في وظائف معينة مثل فتح واغلاق الأسطمبة باستخدام الأزرار الموجودة على لوحة التحكم أثناء وجودها في الوضع اليدوي.

يمكن أيضًا تنشيط خيار "الإعداد" أو "إعداد الأسطمبة" في الوضع اليدوي. يسمح هذا الإعداد بالضبط الدقيق لمعلمات الأسطمبة، باستخدام سرعات وضغوط أقل بكثير للمساعدة في منع التلف أثناء تغيير الأسطمبات. يستخدم الوضع اليدوي أيضًا عند تفريغ المواد من البرميل. قد تكون بعض الماكينات مزودة بميزة "التفريغ التلقائي" (automatic purge).

عند وضعها في الوضع شبه التلقائي، تقوم الماكينة بتشغيل دورة واحدة ثم تتوقف. يستخدم الوضع شبه التلقائي عندما تحتاج إلى إزالة الأجزاء يدويًا من الأسطمبة، كما هو الحال أثناء عملية بدء التشغيل، على سبيل المثال. يمكن استخدامه أيضًا عند استكشاف أخطاء الأجزاء المعيبة وإصلاحها، أو عندما يتعين تحميل "الإنسرتات" يدويًا في الأسطمبة للأجزاء المصبوبة المدرجة.

في الوضع شبه التلقائي، بعد فتح الأسطمبة، تتوقف الدورة. يجب على المشغل بعد ذلك فتح بوابة الأمان، وإزالة الجزء، وإغلاق البوابة. قد تبدأ الدورة التالية من تلقاء نفسها، أو في بعض الحالات، قد يضطر المشغل إلى الضغط على زر "ابدأ"، اعتمادًا على موديل ماكينة الحقن المستخدمة.

عند وضع الماكينة في الوضع التلقائي، يتم صب الأجزاء بشكل مستمر ما لم يوقفها المشغل أو حالة أمان. يستخدم هذا الوضع للأسطمبات المجهزة بنظام طرد. من الناحية المثالية، يجب استخدام الوضع التلقائي قدر الإمكان، لضمان تقليل وقت الدورة وعملية أكثر استقرارًا.

لكي يتمكن المشغل من تشغيل الماكينة في الوضع شبه التلقائي أو التلقائي، يجب عليه أولاً التأكد من أن جميع المعلمات ذات الصلة قد تم ضبطها بشكل صحيح.

يمكن تقسيم هذه المعلمات إلى خمس فئات:

أدوات التحكم لـ:

1. وحدة القفل (الكلَمبات)
2. إعدادات المسمار والحقن
3. السخانات
4. سحب الكور (core pull)
5. الطارد (ejector)

لنبدأ بنظرة عامة على كل قسم من هذه الأقسام.

أدوات التحكم في وحدة القفل: تشمل هذه أدوات التحكم في سرعة فتح وإغلاق اللوح المتحرك (والأسطمبة)، والمسافة أو مدى فتح اللوح، ومقدار قوة القفل التي سيتم ممارستها على الأسطمبة أثناء الحقن. هناك أيضًا إعدادات أمان حيوية لمنع إغلاق الأسطمبة في ظل ظروف غير طبيعية، مثل، على سبيل المثال، عند وجود جزء بلاستيكي أو عائق آخر قد يؤدي إلى إتلاف الأسطمبة أو إصابة عامل.

أدوات التحكم في المسمار والحقن: تتحكم هذه في دوران المسمار، والضغط الخلفي (back pressure)، والسحب الخلفي (suck back)، وحجم الحقنة، وسرعة الملء، ونقطة التحويل، وضغط الكبس. عادة ما يتم تحديد سرعة دوران المسمار بعدد

الدورات في الدقيقة (RPM)، أو كنسبة مئوية من السرعة القصوى. عادة ما يتم تحديد حجم الحقنة بالبوصة أو بالملليمتر الذي يحقنه المسمار للأمام. تحدد نقطة التحويل المكان الذي يجب أن تنخفض فيه سرعة المسمار، ويحدد ضغط الكبس الضغط الذي يجب الحفاظ عليه أثناء تبريد الأجزاء وتصلبها.

أدوات التحكم في السخان: يمكن تخصيص درجة الحرارة المحددة المطلوبة لكل منطقة من مناطق سخانات الحزام وسخان الفونية (إن وجد) بشكل مستقل.

أدوات التحكم في سحب الكور: بالنسبة للأجزاء المصبوبة التي تحتوي على ميزات مثل السنون الداخلية أو التجاويف العميقة في الجزء، قد تستخدم الأسطمبات أحيانًا "كورات" قابلة للإزالة أو السحب. بعد صب الجزء، يتم سحب هذه "الكورات" باستخدام الضغط الهيدروليكي من الماكينة لتشغيل آلية لإزالة "الكور" من الجزء عند فتح الأسطمبة، تاركًا التجاويف أو السنون الداخلية في الجزء. تسمح إعدادات سحب "الكور" هذه على الماكينة باختيار تسلسل سحب "الكور" كما هو مطلوب للجزء الذي يتم تشكيله.

أدوات التحكم في الطارد: تتحكم الإعدادات في نوع وسرعة وموضع وحدود تقدم الطرد.

بالإضافة إلى هذه الإعدادات، يمكن للمشغل أيضًا استخدام مجموعة متنوعة من أدوات التحكم الأخرى عند تشغيل الماكينة في الوضع اليدوي. فيما يلي أهم ثمانية أدوات تحكم يجب على المشغل معرفتها.

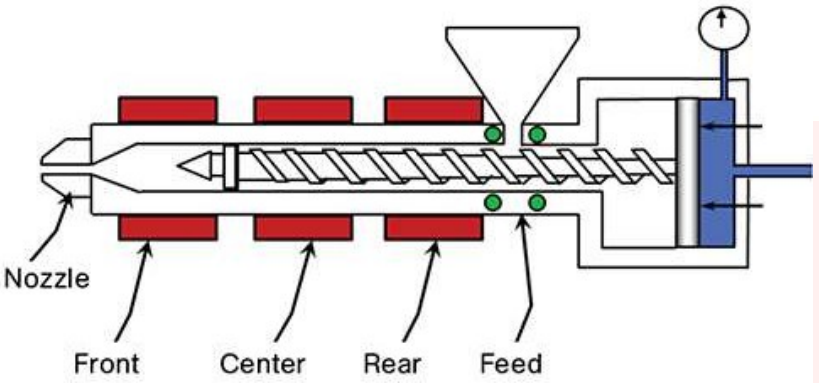
1. **بدء / إيقاف (المضخات الهيدروليكية) - يقوم هذا المشغل بتشغيل المضخات الهيدروليكية في الماكينة، أو إيقافها.**
2. **فتح / إغلاق الأسطمبة: يستخدم هذا لفتح أو إغلاق الأسطمبة، وهو مفيد بشكل خاص لتركيب أسطمبة، أو أثناء بدء التشغيل، أو في أوقات أخرى عندما تحتاج الأسطمبة إلى الفتح.**
3. **تشغيل / إيقاف السخانات: يقوم هذا بتشغيل سخانات الحزام عند أي إعدادات متوفرة على وحدة التحكم.**
4. **تقدم / تراجع العربة: يقوم هذا بتحريك العربة للأمام والخلف، وهو أمر مفيد أثناء بدء التشغيل، والإغلاق، وأثناء التفريغ (purge).**
5. **دوران / سحب المسمار للخلف: يسمح هذا بالتقدم أو التراجع اليدوي للمسمار، سواء لتسهيل التفريغ، أو محاذاته لإزالة صواميل طوق المسمار أو أي صيانة أخرى.**
6. **الحقن للأمام: يستخدم هذا بشكل أساسي أثناء التفريغ أو عند الإغلاق، عندما يُترك المسمار في الموضع الأمامي.**
7. **تقدم / تراجع الطارد: يسمح بالحركة الأمامية أو الخلفية لشوط الطارد لطرد الأجزاء يدويًا والتحقق من الماكينة استعدادًا للمعالجة.**
8. **سحب / إدخال الكور: يقوم هذا بتنشيط آلية سحب "الكور" لسحب أو إدخال "الكورات" أثناء الإعداد.**

يمكن أن يؤدي الفهم غير الصحيح لكيفية عمل الماكينة وأدوات التحكم الخاصة بها إلى حوادث خطيرة تسبب إصابة للعامل وتلفًا للماكينة. على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي ضبط سرعة إغلاق الأسطمبة بشكل كبير جدًا إلى اصطدام نصفي الأسطمبة ببعضهما البعض بقوة عند الإغلاق، مما يؤدي إلى إتلاف الأسطمبة ووحدة قفل الماكينة. يمكن أن يؤدي ضبط شوط تقدم الطارد غير الصحيح إلى اصطدام بنوز الطرد بالاسطمبة، مما يؤدي إلى إتلاف الأسطمبة وبنوز الطرد. هذان مجرد مثالين من بين العديد من الأمثلة على المشاكل التي يمكن أن تحدث بسبب نقص فهم الاستخدام السليم لأدوات التحكم في الماكينة. إذا كنت في شك بشأن إعداد أو وظيفة أي أداة تحكم، فاسأل مشرفك قبل اتخاذ أي إجراء.

آلية عمل التحكم في درجة الحرارة

في كل ماكينة حقن، توجد أدوات تحكم في درجة الحرارة لـ:

- البرميل (barrel)
- الفونية (nozzle)
- الأسطمبة (mould)



لنلقِ نظرة على أدوات التحكم في درجة حرارة البرميل أولاً. يتم تسخين البرميل بواسطة أجهزة دائرية تسمى سخانات الحزام. تحتوي هذه الماكينة على ثلاث مناطق منفصلة للتحكم في درجة الحرارة. تحتوي بعض الماكينات أيضًا على سخان للفونية. يأتي حوالي 50 بالمائة من الحرارة اللازمة لصهر البلاستيك عادةً من حرارة القص (shear heat) الناتجة عن دوران المسمار.

يمكن للقائم بالتشكيل تغيير النسبة المئوية لحرارة الصهر الناتجة عن القص أو الاحتكاك، عن طريق تغيير قيم إعداد الضغط الخلفي (back pressure) على الماكينة. يتم توفير الـ 50 بالمائة المتبقية من الحرارة المطلوبة لصهر البلاستيك بواسطة سخانات البرميل. وذلك لأن سخانات الحزام في البرميل يمكن التحكم فيها بدقة شديدة باستخدام وحدات التحكم في درجة الحرارة.

يعمل التحكم في درجة الحرارة على النحو التالي. يتم إدخال مستشعر درجة حرارة ("مزدوج حراري" أو thermocouple أو كاشف درجة حرارة مقاوم) في بئر في البرميل. يتم إرسال درجة الحرارة التي يقيسها المستشعر إلى شاشة لوحة التحكم. يقوم المشغل بضبط قيم درجة الحرارة المطلوبة على لوحة التحكم. ثم تقارن الماكينة درجة الحرارة المحددة (setpoint) ودرجة الحرارة الفعلية.

إذا كانت درجة الحرارة الفعلية أقل من درجة الحرارة المحددة، فإن الماكينة ترسل طاقة كهربائية إلى السخان. وهذا ينقل الحرارة من السخان إلى البرميل، ثم إلى البلاستيك. لكن البلاستيك لديه حوالي 1/30 فقط من الموصلية الحرارية للصلب، لذا فهو لا يسخن بشكل موحد. بشكل عام، يتم تسخين الطبقة الخارجية فقط من البلاستيك التي تكون على اتصال بالبرميل.

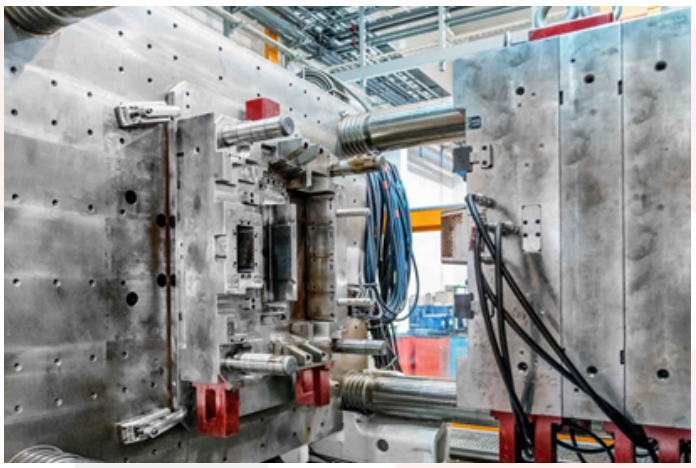
إعداد الأسطمبة

يمكن تلخيص الخطوات الرئيسية المتبعة في إعداد أسطمبة جديدة (بدلاً من تغيير أسطمبة تم تشغيلها مسبقًا) على النحو التالي:

1. تأكد من أن حجم الأسطمبة يناسب الماكينة التي سيتم استخدامها.
2. افحص ورقة الإعداد (ورقة إعداد أولية مقدمة من المشرف أو مدير الإنتاج) لتحديد المادة البلاستيكية المطلوبة. إذا كان التجفيف مطلوبًا، فقم بتحميل المادة في المجفف في وقت كافٍ لتكون جاهزة للمعالجة. نظف القادوس وأي معدات تحميل قبل البدء في تحميل المادة.
3. احصل على قضبان الطرد (ejector bars) المناسبة وتأكد من أنها متساوية في الطول. ستؤدي قضبان الطرد غير المتساوية في الطول إلى طرد غير متساوٍ للأسطمبة، وتعليق المنتجات المصبوبة، وتآكل غير ضروري لجلب لوحة الطرد وقضبان التوجيه.
4. نظف أسطح لوحات القفل للأسطمبة ووجوه الألواح (platens) من أي مواد غريبة، وامسحها بقطع من الصوف الصلب ومزيل الشحوم. أدخل مسمارًا ذا عروة (eye bolt) في فتحة في الأسطمبة تسمح بالمناولة الأكثر استواءً

واربط أحزمة الأمان وخطاف الرافعة. تأكد من أن الأحزمة أو السلاسل المستخدمة مع المسمار ذي العروة كافية وفي حالة جيدة. لا ينبغي أبدًا استخدام حزام مهترئ. أصر دائمًا على أن يبتعد الناس أثناء تنفيذ هذه العمليات.

5. باستخدام الرافعة، أنزل الأسطمبة في مساحة الألواح المفتوحة، مع الحرص الشديد على عدم الاصطدام أبدًا بأعمدة ربط الماكينة (tie bars). اذا كانت الأسطمبة أفقية ولا يمكن إنزالها عبر مسافة أعمدة الربط من الأعلى، فيجب تحريكها إلى مكانها أفقيًا. في هذه الحالة، ستقوم رافعة شوكية أو رافعة بدعم الأسطمبة أثناء تحريكها لتعشيق حلقة التمركز (locating ring). تميل الأسطمبات المعلقة في الهواء إلى التأرجح أثناء تحريكها. حافظ دائمًا على التحكم في الأسطمبة ولا تدعها تتأرجح.



6. تحقق من حلقة التمركز على الجانب الثابت من الأسطمبة للتأكد من أنها تتطابق مع الفتحة الموجودة في اللوح الثابت. تساعد هذه الحلقة في تثبيت الأسطمبة في مكانها. إنها تحاذي صبة الأسطمبة (sprue) مع فونية البرميل.
7. ضع الأسطمبة على اللوح الثابت مع تعشيق حلقة التمركز بشكل صحيح وأغلق الأسطمبة ببطء حتى يمكن تعديلها دورانيًا ولكن لا تميل بين الألواح. سوِّ الأسطمبة واربط الكلَمبات بالألواح. نظرًا لتنوع أحجام الأسطمبات، سيختلف عدد الكلَمبات المطلوبة. ومع ذلك، من الأفضل أن يكون لديك عدد كبير جدًا من كلَمبات الأسطمبة بدلاً من عدد قليل جدًا. فهي ضرورية ليس فقط لتثبيت الأسطمبة على الألواح، ولكن لدعم وزن الأسطمبة على اللوح المتحرك.

شد مسامير الكلَمبات بشكل صحيح أمر مهم جدًا. استخدم مفتاح عزم (torque wrench) لتجنب الشد غير الكافي أو المفرط للمسامير. يمكن أن تشكل المسامير غير المشدودة بشكل كافٍ خطرًا كبيرًا على السلامة وتؤدي إلى تلف الأسطمبة أو إصابات للعاملين في الورشة. يمكن أن يؤدي الشد المفرط للمسامير إلى إتلاف السنون في الألواح، مما يؤدي إلى تلف الأسطمبة والماكينة. يجب أن تكون المسامير طويلة بما يكفي لتحقيق الغرض منها. بعد تثبيت الأسطمبة بإحكام على الألواح، يمكن إزالة أحزمة الأمان وفك خطاف الرافعة.

8. افتح الأسطمبة إلى المسافة المطلوبة (daylight) واضبط أدوات التحكم في فتح وإغلاق الأسطمبة، مع التأكد من أن الإعدادات لن تسمح بحدوث ارتطام للأسطمبة. استمر في الضبط الدقيق لأدوات التحكم هذه حتى يتم تحقيق الإعدادات المناسبة.
9. ثبّت قضبان الطرد لتوفير قدرة الطرد اللازمة. يمكن ربط قضبان الطرد في الأسطمبة ولوحة طرد الماكينة (لطرد " الربط لأسفل")، أو تثبيتها بالأسطمبة فقط أو السماح لها بـ "الطفو". اضبط أدوات التحكم في شوط الطرد، وكرر التعديلات حتى يتم تحقيق حركة طرد مناسبة وغير مفرطة.
10. قم بتوصيل جميع أنظمة الطاقة الهيدروليكية والكهربائية والهوائية المطلوبة وتأكد من أن جميعها تعمل. لا تسمح بأن يصبح اختبار وظائف الحرارة مفرطًا قبل توصيل خطوط المياه. تحقق مرة أخرى من أن جميع السخانات، والمزدوجات الحرارية، والمحولات، وأجهزة الاستشعار الأخرى متصلة.
11. قم بتوصيل خطوط المياه والحلقات، باستخدام أقل عدد ممكن من الحلقات. تأكد من أن الخطوط لن تتداخل مع حركة الأسطمبة أو تكون في طريقها، ولن يُسمح لها بالراحة (أو "الركوب") على أعمدة الربط. أعد فحص الوصلات للتأكد من إحكامها واتجاه التدفق الصحيح وشغل المياه. يجب فحص جميع خطوط المياه وإصلاح أي تسريبات.

تحذير سلامة: حماية الأسطمبة بالضغط المنخفض (Low-Pressure Mould Protection) هو نظام مدمج في ماكينة الحقن لحماية وجوه الأسطمبة وتجاويفها و"كوراتها" من التلف إذا علق شيء بينها عند إغلاق الأسطمبة. النظام ليس لحماية المشغل أو فني الإعداد. القوة المطبقة أثناء استشعار العائق يمكن أن تصيب يد الشخص أو أصابعه بإصابة خطيرة!

إعداد العملية الإنتاجية

يشمل إعداد العملية ضبط ملف حرارة البرميل، وتحديد شوط الحقن وسرعته وضغطه، واختيار نقطة التحويل. بالإضافة إلى ذلك، يجب ضبط أدوات التحكم في تبريد الأسطمبة.

1. **يجب أن يعتمد ملف الحرارة، أو إعدادات سخانات الحزام، على النسبة المئوية المستخدمة من سعة الحقنة للماكينة المستخدمة.**

يمكن تحديد حجم الحقنة المطلوب لأسطمبة معينة بسهولة عن طريق وزن الجزء مع نظام المجاري والصبة الملحق به. ثم احسب النسبة المئوية من سعة حقنة الماكينة المستخدمة للمادة التي تتم معالجتها، على النحو التالي:

SP=[حجم الحقنة(جرام)÷[سعة حقنة الماكينة (جرام)÷1.05×الكثافة النوعية]]×100

يتم تصنيف سعات حقن الماكينة لمعالجة البوليسترين (PS) الذي تبلغ كثافته النوعية عند درجة حرارة الغرفة 1.05 جرام / سنتيمتر مكعب. يجب حساب النسبة المئوية لحجم الحقنة بناءً على المادة التي تتم معالجتها. بقسمة سعة حقنة الماكينة على 1.05 وضرب النتيجة في الكثافة النوعية للمادة التي تتم معالجتها، تحصل على سعة الحقنة لتلك المادة.

على سبيل المثال، تخيل ماكينة بسعة حقنة 90 جرامًا في البوليسترين. إذا كانت المادة التي تتم معالجتها هي البولي إيثيلين عالي الكثافة (HDPE) (بكثافة نوعية 0.95 جم/سم مكعب)، وحجم الحقنة من HDPE للأسطمبة المعنية هو 67 جرامًا، فإن:

SP=[حجم الحقنة(جرام)÷[سعة حقنة الماكينة(جرام)÷1.05×الكثافة النوعية]]×100

SP=[67÷[90÷1.05×0.95]]×100

SP=[67÷[81.42]]×100

SP=[0.82]×100

SP=82

2. **اضبط إعدادات سخان الحزام وفقًا للجدول التالي:**

سعة الحقنة < 30 %	سعة الحقنة 30 - 50%	سعة الحقنة > 50%
الخلفي = درجة حرارة الانصهار المستهدفة	الخلفي = المستهدفة + 10°م	الخلفي = المستهدفة + 15°م
الأوسط = المستهدفة + 5°م	الأوسط = المستهدفة + 5°م	الأوسط = المستهدفة + 7.5°م
الأمامي = المستهدفة	الأمامي = المستهدفة	الأمامي = المستهدفة

الفونية = المستهدفة	الفونية = المستهدفة	الفونية = المستهدفة

درجة حرارة الانصهار المستهدفة هي درجة حرارة التشكيل التي يوصي بها مورد الخامة.

على سبيل المثال، باستخدام الحسابات وجدول درجات الحرارة، إذا كانت درجة حرارة الانصهار المستهدفة التي أوصى بها مورد خامة HDPE هي 218°م وكانت النسبة المئوية لسعة الحقنة 37٪، فسيكون إعداد ملف الحرارة المبدئي:

المنطقة الخلفية	المنطقة الوسطى	المنطقة الأمامية	منطقة الفونية
218 + 10 = 228°م	218 + 5 = 223°م	218°م	218°م

تمثل إعدادات درجة الحرارة المقترحة هنا فقط نقطة البداية لتكوين ملف حرارة. سيتم تحسينها من خلال الإجراءات الموضحة في الأقسام اللاحقة من تدريبك.

3. اضبط الشوط بحيث يمكن توصيل حقنة كاملة إلى الأسطمبة. لحساب الشوط المطلوب لملء الأسطمبة، اضرب شوط الماكينة في النسبة المئوية للحقنة المحسوبة مسبقًا. على سبيل المثال، إذا كان شوط الماكينة 21.3 بوصة، والنسبة المئوية للحقنة 82 في المائة، فإن:

الشوط المطلوب=شوط الماكينة×(النسبة المئوية للحقنة÷100)

الشوط المطلوب=21.3×(82÷100)

الشوط المطلوب=17.46 بوصة

4. اضبط نقطة التحويل، وضغط الملء، ومعدل الملء بحيث تملأ الأسطمبة ببطء وبشكل كامل ولكن لا تحدث زوائد (flash). اضبط ضغط الكبس (holding pressure) بنفس قيمة ضغط الملء واضبط الضغط الخلفي (back pressure) على صفر.
5. اضبط وقت التبريد بناءً على البيانات المقدمة من مصمم الأسطمبة. يمكن حساب هذا الوقت، لكن الحساب معقد ولا تتم مناقشته هنا. إذا لم يتم توفير وقت التبريد من قبل مصمم الأسطمبة، فاستشر جدولًا مرجعيًا مشابهًا الجدول المرجعي النموذجي الموضح هنا.

سُمك الجدار	وقت التبريد (بالثواني)					
	ABS / PS	Nylon	HDPE	LDPE	PP	PVC

1.0	2.9	3.8	4.5	3.5	4.5	3.3
1.5	5.7	7.0	8.0	6.6	8.0	6.3
2.0	9.3	11.2	12.5	10.6	12.5	10.1
2.5	13.7	15.9	17.5	15.2	17.5	14.7
3.0	20.5	23.4	25.5	22.5	25.5	21.7
3.5	28.5	32.0	34.5	30.9	34.5	30.0
4.0	38.0	42.0	45.0	40.8	45.0	39.8
4.5	49.0	53.9	57.5	52.4	57.5	51.1
5.0	61.0	66.8	71.0	65.0	71.0	63.5

بدء تشغيل الأسطمبة

بعد اكتمال جميع خطوات إعداد العملية الأولية والتحقق منها مرتين ووصول حرارة الأسطمبة إلى درجة الحرارة المطلوبة، يكون التشكيل جاهزًا للبدء. تتم مناقشة الخطوات الرئيسية التي يجب تضمينها في تشغيل الأسطمبة على دورة بالإعدادات المثلى في هذا القسم. ستلاحظ أن هناك بعض الخطوات الضرورية حتى قبل بدء التشكيل الفعلي. تساعد هذه الخطوات على ضمان أن المصهور له لزوجة ومظهر مناسبين، وأن أدوات التحكم في سخانات الحزام تعمل بشكل صحيح، وأن المسمار يعمل بشكل طبيعي.

تذكر أنه لكي تعمل الماكينة في دورة، يجب أن يكون المسمار متراجعًا، ويجب أن تكون الأسطمبة مفتوحة، ويجب أن يكون الطرد متراجعًا، ويجب أن تكون أي أدوات سحب "كورات" في وضع "الخروج". بالإضافة إلى ذلك، يجب إغلاق واقي التفريغ (الدرع المعدني حول الفونية). باختصار، يجب أن تكون جميع وسائل الأمان تعمل وفي وضعها الصحيح!

1. **قبل البدء في التشكيل، يجب أخذ بضع "حقنات في الهواء" (air shots) للتأكد من أن المصهور له مظهر ولزوجة موحدان. استخدم التحكم التلقائي في التفريغ أو قم بالتفريغ يدويًا (مع تراجع العربة وعدم وجود ضغط خلفي) باستخدام دوران المسمار والحقن للأمام، مع محاكاة توقيت دورة فعلية قدر الإمكان.**

عندما يتقدم المسمار مع حقنة في الهواء، افحص المصهور، وابحث عن أي علامات لوجود بلاستيك غير منصهر. راقب كيف يتحرك المسمار للخلف أثناء الدوران (بشكل مطرد دون توقفات) وراجع أدوات التحكم في سخانات الحزام للتأكد من عملها بشكل صحيح دون تجاوزات في الحرارة. إذا لم تكن هناك مشاكل واضحة، فأنت جاهز لبدء الدورة.

2. أحضر العربة للأمام مع تثبيت الفونية على جلبة السبرو ومع وجود الماكينة في الوضع شبه التلقائي وتشغيل الضغط الخلفي، ابدأ الدورة لبدء صنع المنتجات. افحص المنتجات للتأكد من اكتمالها ومظهرها المناسب مع عمل الأسطمبة بشكل صحيح.
3. بعد بضع دورات بمنتجات جيدة وعدم وجود مشاكل واضحة، قم بزيادة معدل الملء وضغط الملء تدريجيًا. راقب الدورات وجودة المنتج. إذا ظهرت زوايد (flash) أو علامات حرق، فقم بتقليل ضغط الملء و/أو سرعة الملء حتى يتم إنتاج منتجات جيدة مرة أخرى. (ملاحظة: ستكون هذه الطريقة مختلفة إذا كنت تقوم بالمعالجة باستخدام نهج التحكم في السرعة بدلاً من التحكم في الضغط.)
4. اضبط "الكوشن" (cushion) و"فك الضغط" (decompression) إلى المستويات المطلوبة واضبط عدد دورات المسمار في الدقيقة (RPM) بحيث ينهي تجهيز الجرعة قبل فتح الأسطمبة مباشرة ولكن لا تسمح لوقت تجهيز الجرعة بزيادة وقت الدورة.
5. اضبط حجم الحقنة ونقطة التحويل بحيث تحقق مرحلة الملء (المرحلة الأولى) تقريبًا كل الملء. يمكنك معرفة ذلك من خلال مراقبة أي حركة أمامية للمسمار أثناء الكبس. إذا حدثت أي حركة، فإن المرحلة الأولى لا تملأ الأسطمبة. استمر في التعديل حتى يصل حجم الحقنة ونقطة التحويل ومعدل الملء وضغط الملء إلى المستويات المطلوبة. يجب رفع ضغط الملء الى 100 رطل/بوصة مربعة (psi) فوق الضغط الفعلي المطلوب لملء الأسطمبة. هذا إعداد ضغط آمن، وإذا حدثت أي مقاومة للتدفق، فلن يتسبب هذا الضغط في تلف الأسطمبة.
6. اضبط ضغط الكبس حتى يصبح المنتج بالجودة المطلوبة ومرضيًا من الناحية الشكلية. ستؤدي زيادة الضغط بشكل كبير إلى ظهور زوائد في الأسطمبة وقد يتسبب فى إلتصاق المنتج في الأسطمبة.
7. بعد أن تعمل الأسطمبة كما هو مرغوب مع الحد الأدنى من الضغط الخلفي (100 رطل/بوصة مربعة أو أقل)، تحقق من ضغط دوران المسمار (SRP) للنظام الهيدروليكي. يجب أن يكون بين 40 و 60 بالمائة من أقصى ضغط مصنف للماكينة. بعد الخطوة التالية، قد يكون من الضروري إعادة ضبط SRP.
8. اسحب العربة للخلف وخذ حقنة في الهواء في وعاء للتحقق من درجة حرارة المصهور. باستخدام مقياس حرارة بالأشعة تحت الحمراء محمول باليد، حدد ما إذا كانت درجة حرارة المصهور عند المستوى المطلوب.
9. إذا لم تكن درجة حرارة المصهور عند المستوى المطلوب، فاضبط أدوات التحكم في سخانات الحزام لتحقيق درجة حرارة المصهور المناسبة وأيضًا التوازن الصحيح لمصادر طاقة الحرارة (حرارة القص وحرارة سخان الحزام)، مع إعادة SRP إلى نطاق 40-60٪ رطل/بوصة مربعة.
10. بعد استقرار أدوات التحكم في الحرارة، وتحقيق درجة حرارة المصهور المناسبة، وإشارة SRP إلى توازن صحيح لمصدر طاقة الحرارة، قم بالتبديل إلى الوضع التلقائي وراجع أداء التشكيل لعدة دورات. إذا لم تكن هناك مشاكل، يتم تحسين الدورة ويجب توثيق إعداد المعالجة كما هو موضح في قسم تدريبي منفصل.

استكشاف الأخطاء الشائعة وإصلاحها

المشغل هو أول شخص يفحص المنتجات المصبوبة عند خروجها من ماكينة الحقن. تعد القدرة على ملاحظة وتحديد عيوب المنتجات أمرًا مهمًا للغاية. سنلقي نظرة على بعض عيوب المنتجات المصبوبة الشائعة التي يجب أن تكون قادرًا على اكتشافها.

الحقن الناقص أو الملء غير الكامل هي منتجات لم تمتلئ بالكامل. في هذا المنتج، لم تمتلئ الأضلاع الرفيعة. وفي هذا المنتج، حُبس الهواء في البلاستيك المتدفق في المناطق الخارجية من تجويف الأسطمبة وترك ثقبًا في المنتج.

في هذا المنتج، تغير اللون. المنتج على اليسار هو منتج جيد. على اليمين منتج معيب. يمكن أن يتغير لون المنتجات بسبب:

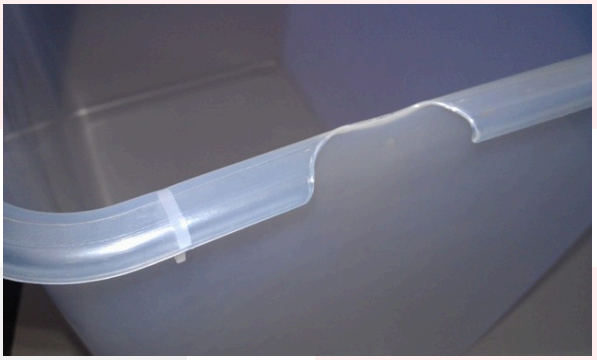
- تغيير في كمية الملون
- استخدام ملون خاطئ
- تسخين البلاستيك بشكل مفرط

إليك منتج بلاستيكي به مساحة كبيرة من الزوائد (flash). الزوائد هي طبقة رقيقة من البلاستيك تتدفق خارج خط الفصل للأسطمبة. يمكن أن تكون الزوايد كبيرة وواضحة، ويمكن أيضًا أن تكون صغيرة جدًا وسهلة التفويت. يعتمد مقدار الزوايد المقبول في المنتج على معايير الجودة لذلك الموديل المحدد.

إلى جانب كونه عيبًا في المنتج، يمكن أن تكون الزوائد ضارة أيضًا بالاسطمبة. إذا بدأت الزوائد في الحدوث أثناء تشغيل التشكيل، فاتصل بمشرفك.

إليك منتج معوج (warped). في هذا المنتج، تنحني الجدران الجانبية للداخل. في هذا المنتج، الجدار الخلفي معوج.

حقن ناقص / ملء غير كامل (Short Shots / Short Fills)



لماذا يحدث الحقن الناقص؟ هناك سببان أساسيان.

الأول: لا يوجد بلاستيك كافٍ في الحقنة. يصل المسمار إلى نهايته (bottoming). أو الثاني: فقدان ضغط البلاستيك في الأسطمبة مرتفع جدًا، لذا يتوقف تدفق البلاستيك قبل أن يمتلئ كل تجويف.

عندما تواجه حقنًا ناقصًا، فإن أول إعداد يجب التحقق منه هو إعداد حجم الحقنة في الماكينة. يجب عدم السماح لبرميل حقن البلاستيك بالنفاد من البلاستيك قبل أن تمتلئ الأسطمبة. يتم معظم التشكيل مع "كوشن" (cushion) من البلاستيك أمام المسمار. إذا وصل المسمار إلى نهايته، يجب عليك زيادة حجم الحقنة.

السبب الثاني والأكثر شيوعًا للحقن الناقص هو أن فقدان ضغط البلاستيك في الأسطمبة مرتفع جدًا. يحدث الحقن الناقص عندما تكون مقاومة التدفق للبلاستيك عالية جدًا لدرجة أنه لا يوجد ضغط حقن كافٍ لملء الأسطمبة.

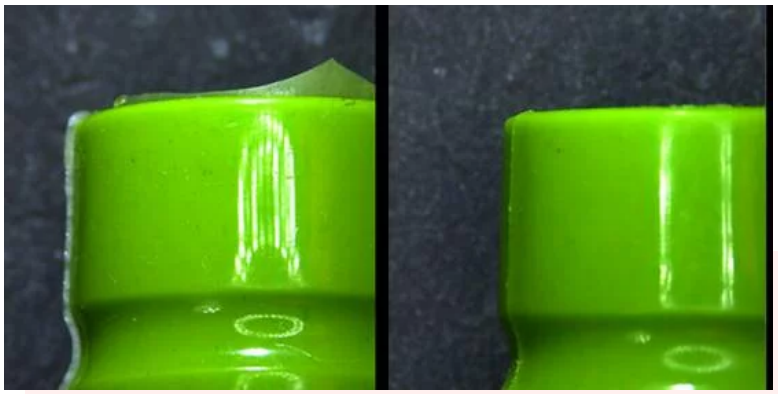
غالبًا ما يُرى الحقن الناقص عند بدء تشغيل الماكينة بعد توقف الدورة.

أحيانًا ينتج عن عدم ضبط بعض معلمات المعالجة بدقة. قد يشمل ذلك نقطة التحويل، أو درجات حرارة المصهور أو الأسطمبة، أو ضغط الكبس، ومتغيرات أخرى. من حين لآخر، يحدث الحقن الناقص بسبب بوابات غير كافية.

الحلول المحتملة:

- **اسمح للعملية بالاستقرار بعد توقف الدورة، وتجاهل من 3 إلى 5 حقنات لتحقيق ملء مناسب للمنتج.**
- **اضبط متغيرات المعالجة مثل نقطة التحويل، ودرجات حرارة المصهور والأسطمبة، وضغط الكبس، ومعدل الملء أو سرعة الملء.**
- **تحقق من وجود صمام عدم رجوع (non-return valve) متآكل أو معيب يمكن أن يؤدي إلى أحجام حقن غير متسقة.**
- **إذا تبين أن البوابات هي المشكلة، فقم بزيادة حجم البوابة و/أو حجم المجرى.**

الزوايد (Flash)



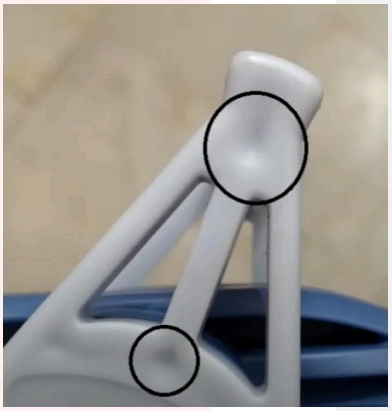
دعنا نرى كيف تحدث الزوايد. عندما تغلق كلَمبات الماكينة، يتطور ضغط قفل عبر سطح الأسطمبة. هذا هو الضغط الذي يبقي الأسطمبة مغلقة. عندما يتم حقن البلاستيك المنصهر في الأسطمبة، يمارس البلاستيك المنصهر قوة قوية جدًا على الأسطمبة تحاول فتحها عن طريق دفع نصفي الأسطمبة بعيدًا عن بعضهما. يمنع ضغط قفل الماكينة حدوث ذلك ويبقي الأسطمبة مغلقة حتى تكون جاهزة للفتح.

إذا كان ضغط البلاستيك في الأسطمبة أكبر من قوة القفل، فستحدث الزوايد. إذا تجاوز ضغط البلاستيك في أي مكان في الأسطمبة ضغط القفل، يمكن أن تتطور فجوة عند خط الفصل. ستحدد لزوجة البلاستيك وسماكة الفجوة حجم الزوايد التي تتكون على المنتج.

الحلول:

- قلل ضغط الحقن المستخدم في الكبس أو الملء.
- تأكد من أن ملف الحرارة المناسب يطور درجة حرارة المصهور المطلوبة. تحقق من درجة حرارة المصهور بمقياس حرارة (pyrometer) أو مقياس حرارة بالأشعة تحت الحمراء.
- زد من قوة القفل (clamp tonnage)، إن وجدت.
- في حالات نادرة، يمكن أن يتسبب ضغط القفل المفرط في حدوث زوايد. تأكد من استخدام قوة القفل المناسبة.

علامات الهبوط (التخسيس) (Sink Marks)



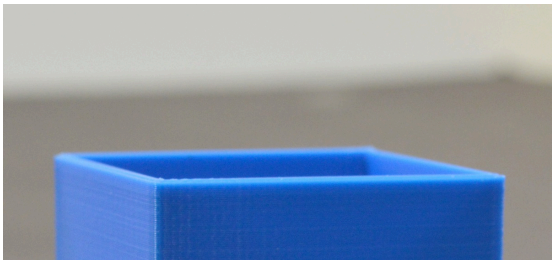
علامات الهبوط هي انخفاض في سطح المنتج، غالبًا ما تكون مرتبطة بمناطق ذات سماكة جدار متزايدة، مثل الأضلاع أو الأعمدة. ستظهر علامات الهبوط عادةً على جانب المنتج المقابل لمنطقة ذات سماكة جدار عالية.

عادة ما تكون علامات الهبوط ناتجة عن تصميم غير لائق للأسطمبة أو المنتج، بما في ذلك حجم البوابة والمجرى، والتي ترتبط حلولها بتعقيدات تصميم الأسطمبة والمنتج ولا تتم مناقشتها هنا. ومع ذلك، يمكن إجراء تغييرات في العملية للمساعدة في تقليل المشكلة.

الحلول المحتملة:

- زد ضغط و/أو وقت الكبس (packing/holding).
- قلل درجة حرارة المصهور باستخدام ملف حرارة مناسب.
- قلل درجة حرارة الأسطمبة، خاصة على الجانب الذي به الهبوط الأكثر وضوحًا وزد درجة حرارة النصف الآخر. قد يسمح هذا بوقت كبس أطول مع تجميد السطح الخارجي. جرب أيضًا التبريد بعد التشكيل، بما في ذلك وضع المنتج المصبوب على الفور في الماء.
- زد حجم البوابة (البوابات).

الاعوجاج (الفتل) (Warp)



المنتجات التي لها شكل معوج عادة ما تنتج عن عدم اتساق في تبريد المنتج لكل نصف من الأسطمبة. قد تنتج المنتجات المعوجة أحيانًا عن تصميم غير لائق للأسطمبة وبناء الأسطمبة. ومع ذلك، يمكن إجراء بعض التعديلات في المعالجة للمساعدة في تجنب الاعوجاج.

الحلول المحتملة:

- اضبط درجات حرارة نصفي الأسطمبة، وتبريد النصف الساخن من الأسطمبة (عادةً نصف الكافيتي) بدلاً من تسخين النصف البارد.
- تحقق من تدفق المياه في جميع الخطوط.
- قلل وقت الحقن الأمامي و/أو زد وقت التبريد. أيضًا، زد سرعة الملء.

تشوه المنتج (Part Deformation)

قد يتشوه المنتج إذا التصق بنصف الكافيتي من الأسطمبة. يحدث التشوه أيضًا أثناء الطرد وقد ينتج عن طرد غير لائق ويمكن أن يشمل علامات الطرد على المنتج.

يحدث معظم تشوه المنتج نتيجة استخدام تقنيات طرد غير لائقة أو تصميمات أسطمبة سيئة. إذا كانت هناك عيوب أو نقاط تعليق على الكافيتي أو "أندركات" (undercuts) في الأسطمبة مصممة بشكل سيئ، فسوف يتعرقل الطرد وقد ينتج عنه تشوه المنتج.

الحلول المحتملة:

- تحقق من تساوي طول قضبان الطرد (knock-out rods) التي تنشط لوحة الطرد. إذا لم تتحرك اللوحة بشكل مستقيم، فقد يحدث طرد غير لائق. تأكد أيضًا من أن بنوز الطرد بالحجم المناسب للمنتج. لن تطرد بنوز الطرد الصغيرة منتجًا كبيرًا بشكل كافٍ، لذلك قد تكون هناك حاجة إلى زيادة في مساحة الطرد.
- فكر في استخدام صمامات هواء (air poppets) للمساعدة في الطرد عن طريق تحرير الفراغ الذي يحدث أسفل المنتج أثناء طرده.
- أبطئ الدورة إذا كان الطرد يحدث بينما لا يزال المنتج دافئًا جدًا، أو قم بتحسين تبريد الأسطمبة.
- تأكد من عدم وجود عيوب على نصفي الكور أو الكافيتي للأسطمبة. تحقق أيضًا من "أندركات" الأسطمبة للتأكد من كفايتها للاحتفاظ بالمنتج على نصف الكور من الأسطمبة ولكن لا تعيق الطرد.
- زد درجة حرارة أسطمبة نصف الكافيتي و/أو قلل درجة حرارة أسطمبة نصف الكور لتسهيل عملية الطرد.

بطء تجهيز الجرعة (سحب الخامة) (Poor Screw Recovery)

إذا فشل المسمار في تجهيز الجرعة بسرعة كافية لتجنب إطالة وقت الدورة الإجمالي، فيجب اعتباره مشكلة في التشكيل. الأسباب الثلاثة الأكثر شيوعًا لبطء تجهيز الجرعة هي:

(1) ملف حرارة غير مناسب؛ (2) مسمار مصمم بشكل غير صحيح لمعالجة المادة المستخدمة؛ و (3) مسمار أو برميل متآكل، أو كليهما.

يمكن أن يتسبب مضاعفة خلوص برميل المسمار في انخفاض بنسبة 25٪ في معدل الإنتاج، وعادة ما يرتبط ببطء تجهيز الجرعة.

الحلول المحتملة:

- استخدم ملف حرارة يولد نصف الطاقة اللازمة على الأقل لصهر البلاستيك. يمكن قياس ذلك عن طريق التأكد من أن ضغط دوران المسمار لا يقل عن 40٪ (ولكن ليس أكثر من 60٪) من الضغط الهيدروليكي المتاح. بالنسبة لأحجام

الحقن بنسبة 50٪ أو أكثر، أو التي تتضمن مواد مملوءة بدرجة عالية، فكر في ملف حرارة عكسي للحصول على نتائج أفضل.

- تأكد من أن تصميم المسمار المستخدم مناسب لمعالجة المادة التي يتم تشكيلها. إذا كان هناك شك، فاستشر شركة أو شركتين موثوقين لتصنيع المسامير.
- قم بقياس التآكل في البرميل والمسمار والصمام في الأوقات المناسبة، ولكن ليس أقل من كل 6 أشهر. استبدل أو اصلح المكونات المتآكلة.
- قلل الضغط الخلفي وتجنب استخدام ضغط خلفي مرتفع كبديل لتصميم مسمار جيد.

التسريب (السيلان) (Drool)

التسريب هو تسرب المصهور (فشل المصهور في "التجمد") إما عند الفونية، أو في حالة أنظمة المجاري الساخنة (hot runner)، عند البوابة. يمكن أن يتسبب التسريب في إدخال مادة متصلبة في الجزء التالي مما يسبب عيوبًا في السطح. قد يتداخل أيضًا مع تدفق المادة و/أو الخواص الميكانيكية للمنتجات.

الأسباب:

تصميم فونية غير فعال، أو تحكم غير كافٍ في الحرارة في موقع التسريب، وأحيانًا بسبب مادة استرطابية (hygroscopic) غير مجففة بشكل كافٍ.

الحلول المحتملة:

- تحقق من الإجراءات الصحيحة لتجفيف المادة. إذا أمكن، قم بقياس محتوى الرطوبة في المادة.
- استخدم فونية ذات تدرج عكسي أو فونية إغلاق (shut-off nozzle). أيضًا، إذا تم استخدام فلتر فونية، فتأكد من أن الفلتر نظيف، مما يسمح بفك ضغط المصهور بفعالية.
- أخفض درجة حرارة مصدر الحرارة في موقع التسريب، أي الفونية أو مسبار المجرى الساخن.
- زد من فك ضغط المصهور أو السحب الخلفي (suckback). راقب علامات التنميل.
- قلل الضغط الخلفي.

خلط الألوان غير الكافي (Inadequate Colour Mixing)

عادة ما يكون الخلط غير الكافي لإضافات الملونات واضحًا للعين المجردة عند فحص المنتجات. ومع ذلك، في بعض الحالات، قد يكون استخدام مقياس الطيف الضوئي (spectrophotometer) مطلوبًا لتحديد أن ألوان المنتج تتطابق تمامًا مع الألوان المطلوبة.

إذا لم تكن لخامة حامل مركز اللون (colour concentrate carrier resin) مؤشر انصهار مماثل للخامة الرئيسية، فسوف تنصهر بمعدل مختلف، مما يؤدي إلى لزوجات انصهار مختلفة وربما خلط ألوان ضعيف. ومع ذلك، في معظم الحالات، لا يتم صهر الخامة بشكل كافٍ للسماح بالخلط المناسب و/أو يكون المسمار غير كافٍ لمهمة الخلط.

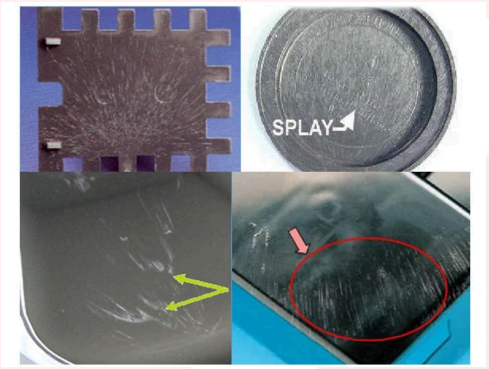
في بعض الحالات، يمكن أن تتسبب القيود في مسار تدفق الخامة، الناتجة عن قسم خلط مقيد في نهاية المسمار، أو صمام عدم رجوع يسبب الكثير من القص، أو فونية غير صحيحة، أو بوابات صغيرة جدًا، في حدوث الكثير من حرارة القص مما يؤدي إلى فصل الألوان. يمكن أن يحدث الفصل أيضًا نتيجة لملفات حرارة غير مناسبة أو تصميم مسمار غير مثالي يسبب قصًا مفرطًا. لكن تذكر: لن تختلط المواد ما لم تكن في حالة سائلة.

الحلول المحتملة:

- طابق حامل مركز اللون مع المادة التي تتم معالجتها أو بشكل وثيق بما يكفي للسماح بالانصهار ضمن نفس نطاق الحرارة.
- إذا تم استخدام جهاز خلط، فتأكد من أنه خلاط من النوع ذي التدفق الحر والموزع الذي لن يقص المادة.
- استخدم صمامات تدفق حر وفوهات ذات قطر داخلي كبير ومستقيمة.

- قم بتشغيل ملف حرارة عكسي أو محدب للمساعدة في تجنب الكثير من القص من المسمار. قلل سرعة الحقن، وعدد دورات المسمار، و/أو الضغط الخلفي.
- تأكد من أن جميع الأسطح المتزاوجة في مجموعة البرميل الأمامية متطابقة تمامًا، مع تجنب أي مناطق تعليق.
- قم بالمعالجة بمسمار وبرميل وصمام وغطاء نهاية وفونية نظيفة ومصقولة.
- استخدم مسمارًا مصممًا لصهر الخامة الأساسية والمركز بشكل كافٍ، ولخلط كلتا المادتين المنصهرتين.
- فكر في استخدام مسمار خلط مصمم جيدًا من نوع التدفق الحر.
- إذا لم يتم صهر المادة بشكل كافٍ، فزد الضغط الخلفي وعدد دورات المسمار واضبط ملف الحرارة، وخفض نقاط ضبط التحكم في حرارة البرميل.
- عادة، إذا لم يتم صهر المادة بشكل كافٍ، فقد يكون من الضروري تغيير ملف الحرارة و/أو تصميم المسمار لتصحيح المشكلة.

التنميل (الخطوط الفضية) (Splay / Silver Streaks)



تحتوي هذه المنتجات على عيب يسمى "التنميل" أو "الخطوط الفضية". التنميل هو عيب في المظهر. يبدو مثل خطوط أو خدوش على سطح المنتج.

ينتج التنميل عن فقاعات غاز صغيرة في البلاستيك المنصهر تصل إلى سطح المنتج أثناء ملء الأسطمبة. يتم سحب هذه الفقاعات على طول السطح وتسبب الخطوط التي تراها. عادة ما تأتي فقاعات الغاز من الرطوبة التي تدخل برميل الماكينة مع حبيبات البلاستيك. تصبح هذه الرطوبة فقاعات بخار عندما ينصهر البلاستيك داخل البرميل.

في بعض الأحيان، يمكن أن تحدث فقاعات الغاز المسببة للتنميل أيضًا بسبب التحلل الحراري للبلاستيك. عندما تكون درجة الحرارة في البرميل مرتفعة جدًا، يمكن أن تتحلل المادة البلاستيكية، مطلقة بخارًا أو غازًا بسبب التحلل. ثم يشكل هذا البخار فقاعات في الأسطمبة، مما يؤدي إلى التنميل بنفس الطريقة التي تحدث مع فقاعات البخار.

يشار إلى نوع آخر من التنميل باسم التنميل الحراري، والذي يحدث نتيجة للحرارة المفرطة التي تحرق الغازات المتطايرة.

الحلول المحتملة:

- بالنسبة للتنميل الناتج عن الرطوبة، تحقق من المادة للتأكد من محتوى الرطوبة المناسب. إذا لم يكن ضمن المواصفات، فتحقق من المجفف للتأكد من تشغيله بشكل صحيح ووقت التجفيف المناسب.
- تحقق من الأسطمبة بحثًا عن تسربات مياه صغيرة.
- يمكن منع التنميل الناتج عن الحرارة المفرطة باستخدام ملف الحرارة المناسب (بافتراض أن جميع سخانات الحزام تعمل بشكل صحيح) ومسمار لا يسبب حرارة قص مفرطة. قلل أيضًا درجة حرارة الفونية (بافتراض استخدام تصميم فونية صحيح) وتأكد من أن صمام عدم الرجوع لا يسبب قصًا غير مرغوب فيه.
- قد يساعد أيضًا تقليل الضغط الخلفي وسرعة الحقن.
- قد يكون التنميل الناتج عن انحصار الغاز نتيجة لفك ضغط المصهور المفرط (suckback). تحقق أيضًا من الخامة بحثًا عن أي ملوثات، بما في ذلك "الناعمة" المفرطة (جزيئات صغيرة من الخامة) التي تمتص الرطوبة المحيطة بسرعة.

الهشاشة (Brittleness)

قد يتم التعرف على الهشاشة في المنتجات عن طريق فحصها جسديًا، ولكن في كثير من الأحيان، تخضع المنتجات التي يجب أن

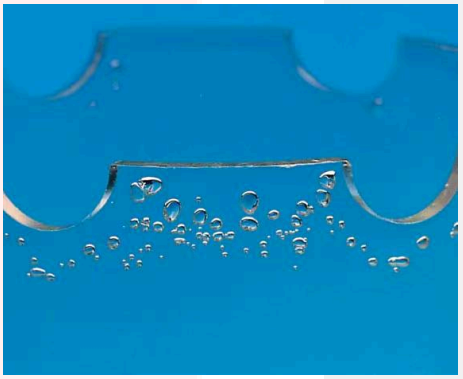
تتمتع بقوة تأثير وصلابة معينة لاختبارات معملية تؤكد وجود أو عدم وجود هذه الخصائص.

تحدث الهشاشة بشكل شائع بسبب فقدان الوزن الجزيئي في المنتج بسبب التجفيف غير السليم للمادة البلاستيكية، أو الحرارة المفرطة و/أو القص الذي يحدث أثناء عملية التشكيل. تؤدي الرطوبة المفرطة في المنتجات المصنوعة من البولي كربونات والنايلون (من بين أمور أخرى)، على سبيل المثال، إلى تفاعل يمكن أن ينتج عنه هشاشة.

قد تحدث الهشاشة أيضًا بسبب وقت البقاء المفرط. يجب أن يتراوح وقت البقاء من 1.5 دقيقة إلى ما لا يزيد عن 5.0 دقائق، اعتمادًا على نوع الخامة التي تتم معالجتها.

الحلول المحتملة:

- تأكد من استخدام إجراءات التجفيف المناسبة، خاصة مع الخامات الاسترطابية.
- تأكد من أن المسمار له تصميم مناسب ولا يقص الخامة بشكل مفرط.
- صحح ملف الحرارة للحصول على مزيد من الحرارة من سخانات الحزام وأقل من القص. تحقق من درجة حرارة المصهور بمقياس حرارة أو مقياس حرارة بالأشعة تحت الحمراء للتأكد من تحقيق درجة الحرارة المطلوبة. تأكد من أن جميع سخانات الحزام تعمل.
- تحقق من وقت البقاء وإذا كان طويلاً جدًا، فقلل درجة حرارة المنطقة الخلفية واستخدم ملفًا تصاعديًا. إذا لم يحل هذا المشكلة، ففكر في تغيير حجم الحقنة لوحدة الحقن.



الفقاعات والفراغات (Bubbles and Voids)

عادة ما تكون الفقاعات نتيجة لانحصار الهواء داخل المنتج المصبوب. قد تبدو الفراغات مشابهة للفقاعات ولكنها تمثل غياب الهواء أو فراغًا في المنتج. تحدث الفراغات عادة بعد حقن المصهور في الأسطمبة.

قد يؤدي التنفيس غير الكافي في الأسطمبة أو نظام المجاري، مما يمنع الهواء في التجاويف من الهروب أثناء الحقن، إلى ظهور فقاعات وفراغات.

قد يكون السحب الخلفي المفرط أو فك ضغط المصهور بعد الحقن سببًا أيضًا. يجب أولاً تحديد ما إذا كانت المشكلة عبارة عن فقاعة غاز أم فراغ، ثم تطبيق الحلول.

الحلول المحتملة:

- نظف فتحات التنفيس في الأسطمبة والمجاري، أو زد من التنفيس، أو أعد تسوية سطح الأسطمبة، مع إعادة إنشاء فتحات التنفيس.
- قلل سرعة ملء الحقن للسماح بمزيد من الوقت لطرد الهواء من خلال فتحات التنفيس.
- قلل ضغط قوة القفل، مع الحرص على عدم حدوث زوائد في المنتجات. إذا كانت فتحات التنفيس مسدودة جزئيًا، فقد يساعد هذا الحل.
- قلل من فك ضغط المصهور وقلل درجة حرارة الفونية.
- استخدم فونية ذات تدرج عكسي أو فونية إغلاق.

علامات الحرق (Burn Marks)

تظهر علامات الحرق من خلال تغير لون المنتج أو وجود علامات سوداء متفحمة على المنتجات. يمكن أن يحترق سطح المنتج بسبب "الديزلينج" (dieseling). يشير الديزلينج إلى الضغط

المفرط للهواء في التجاويف، مما يؤدي إلى درجات حرارة عالية جدًا تحرق البلاستيك بدورها.

الديزلينج أو حرق البلاستيك الناتج عن الهواء المضغوط والساخن في التجاويف، مما يؤدي إلى حروق سطحية سوداء ومتفحمة في المنتج. درجات حرارة المصهور المفرطة الناتجة عن القص، أو أوقات البقاء الطويلة، أو ملف الحرارة غير الصحيح، أو سخانات الحزام المعطلة هي أيضًا أسباب محتملة.

الحلول المحتملة:

- نظف و/أو أضف فتحات التنفيس في الأسطمبة ونظام المجاري. نظف أيضًا بنوز الطرد.
- قلل سرعة ملء الحقن و/أو قلل ضغط القفل، مع الحرص على عدم حدوث زوايد في المنتجات.
- تأكد من أن المسمار له تصميم مناسب لتجنب حرارة القص المفرطة.
- تأكد من أن الصمام المستخدم ليس مقيدًا جدًا للمادة التي تتم معالجتها.
- تأكد من استخدام ملف الحرارة المناسب وأن جميع سخانات الحزام تعمل.
- إذا فشلت هذه الحلول، فقد يتم زيادة حجم البوابة للمساعدة في تجنب أي قص يحدث أثناء الحقن.

أجزاء معتمة أو ضبابية (Cloudy or Hazy parts)

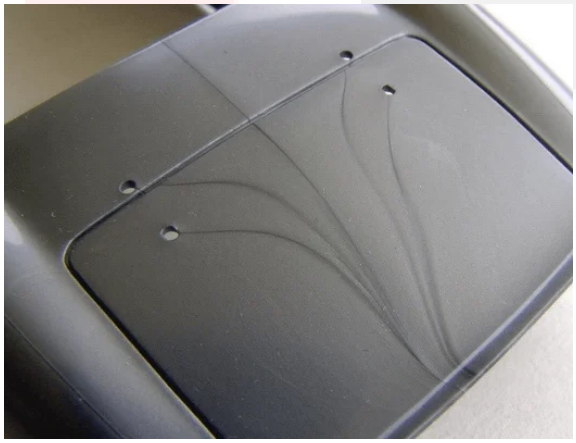
العتامة أو المظهر الضبابي هي مشكلة تحدث في الأجزاء الشفافة أو شبه الشفافة، مثل الأجزاء المصنوعة من البولي كربونات أو البوليسترين أو الأكريليك، على سبيل المثال.

عادة ما يتسبب تلوث الخامة أو استخدام الكثير من الكسر (regrind) في ظهور أجزاء ضبابية. قد يتسبب أيضًا عدم وجود تشطيب مناسب للأسطمبة، والإجهاد المفرط للمادة أثناء عملية التشكيل في هذه المشكلة.

الحلول المحتملة:

- تأكد من أن المعالجة السابقة للمواد الملونة أو نوع مختلف من الخامة قد تم تفريغها بشكل كافٍ.
- تحقق من مصدر المادة (أي، الكسارة أو صناديق التخزين) الذي قد يشير إلى استخدام نسبة عالية جدًا من الكسر.
- تحقق من "الكورات" و"الكافيتيهات" للتأكد من وجود التشطيب المطلوب.
- قم بالمعالجة بدرجة حرارة مصهور ليست شديدة البرودة ولا بمعدل ملء بطيء جدًا. تحقق من ملف الحرارة المناسب ودرجة حرارة المصهور. تأكد من أن معدل الملء مناسب للمادة.
- تأكد من أن درجة حرارة الأسطمبة صحيحة للمادة التي تتم معالجتها.

خطوط السريان (Flow Lines)

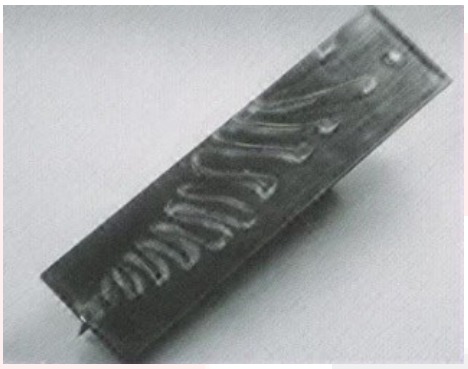


خطوط في المنتج على شكل حرف J أو U. خطوط السريان أكثر شيوعًا في البولي كربونات و البوليستر والأكريليك. يجب تمييز خطوط السريان عن خطوط الالتحام. يمكن أن تتسبب عيوب سطح الكور أو الكافيتي، ودرجة حرارة المصهور التي ليست على الهدف، ودرجة حرارة الأسطمبة شديدة البرودة، وإجراءات الملء غير الصحيحة في حدوث خطوط سريان.

الحلول المحتملة:

- تحقق من الأسطمبة بحثًا عن خدوش أو عيوب في السطح وقم بتصحيحها.
- زد درجة حرارة المصهور، باستخدام ملف الحرارة المناسب وتأكد من ذلك عن طريق التحقق بمقياس حرارة أو مقياس حرارة بالأشعة تحت الحمراء.
- زد درجة حرارة الأسطمبة لضمان تبريد متساوٍ.
- قلل معدل تدفق الحقن وزد ضغط كبس الحقن و/أو وقت الكبس.

النفث (Jetting)



يظهر النفث كمسارات دودة أو علامات متعرجة على جدار المنتج النهائي. تحصل المشكلة على اسمها من السبب بدلاً من الحالة أو المظهر الناتج.

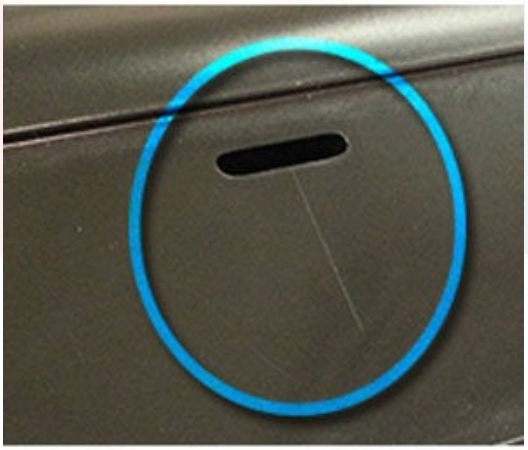
ينتج النفث عن قذف المصهور مباشرة على سطح الأسطمبة (وبالتالي، سطح المنتج) بدلاً من التدفق بشكل طبيعي في تجويف الأسطمبة. نتيجة لذلك، تتصلب الأغشية الرقيقة من المصهور المقذوف قبل بقية المصهور تاركة العلامات الموصوفة سابقًا. تحدث هذه الحالة عادة عندما تكون البوابة في مكان خاطئ أو لا يوجد شيء ينحرف عنه تدفق المصهور.

الحلول المحتملة:

- قلل معدل ملء الحقن، مع ضبطه للملء ببطء أكبر.
- زد درجة حرارة المصهور وأسطح الأسطمبة.

إذا لم تنجح الإجراءات السابقة، فقد يتعين تغيير حجم أو موقع البوابات.

خطوط الالتحام (Knit Lines)



خطوط الالتحام هي خطوط مرئية في المنتج حيث يلتقي تدفقان أو أكثر من المصهور. قد تكون خطوط الالتحام مشكلة شكلية ونقاط ضعف في المنتج.

عادة ما تحدث خطوط الالتحام الشديدة (تسمى أيضًا خطوط اللحام weld lines) بسبب تصميم الأسطمبة السيئ. إذا لم تلتقِ كتلتان أو أكثر من المادة المنصهرة بسرعة كافية للحام معًا وهي في حالة منصهرة، فسيتكون خط التحام.

الحلول المحتملة:

- زد درجة حرارة المصهور وسرعة الحقن. قد يساعد أيضًا زيادة درجة حرارة الأسطمبة.
- زد ضغوط ووقت الكبس. اضبط أيضًا نقطة التحويل و/أو طريقة التحكم في السرعة والضغط.

إذا لم تنجح هذه الحلول، فيجب إعادة فحص تصميم الأسطمبة.

اعداد شركة بروفيشنال انجينيرز - خبراء ماكينات حقن البلاستيك في مصر

Professional engineers - Plastic injection Machine Experts in Egypt and the middle East

وكلاء مصر والشرق الأوسط Sunbun (ماكينات حقن)Borunte Robot (روبوت)Xiecheng (اكسسوار)

الموقع الالكتروني : https://pe-engineers.com/ mobile : 01281388140 - 01227573875 - 01119429280