الدرس الثالث

وحدة التلدين والحقن

The Plasticating and Injection Unit

الأسئلة المفتاحية

ما المهام التي تؤديها وحدة التلدين والحقن؟

ما الأجزاء البنائية لهذه الوحدة؟

إلى كم منطقة يقسم لولب التلدين؟

المحتويات

(٣,١) مهام وحدة التلدين والحقن.

(٣,٢) التلدين.

(٣,٣) الحقن.

أسئلة للمراجعة

المعرفة المسبقة

المبادئ الأساسية للدائن (الدرس الأول).

آلة القولبة بالحقن (الدرس الثاني).

(٣,١) مهام وحدة التلدين والحقن

المهام الأساسية

المهام الأساسية

يمكن تقسيم المهام الرئيسة لوحدة التلدين والحقن إلى الآتي (الشكل رقم ٣,١):

الشكل رقم (٣,١) المهام الرئيسة لوحدة التلدين والحقن.

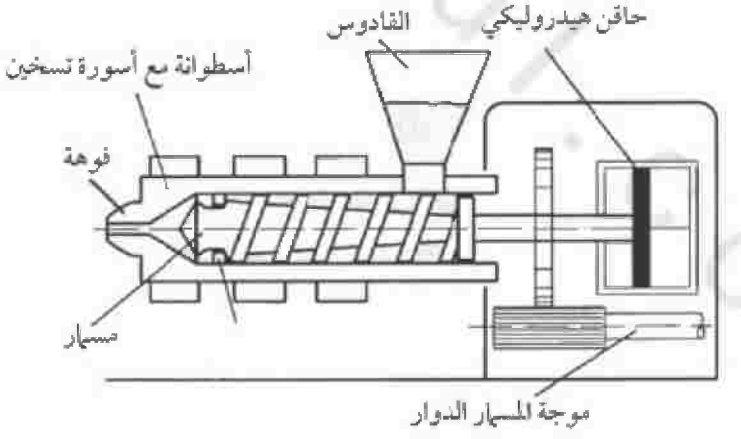
الأقراص المدمجة

ستوصف وظائف وحدة التلدين والحقن المستخدمة في إنتاج الأقراص المدمجة المصنوعة من مواد عالية النقاوة؛ ليمكن قراءة المعلومات بالليزر. ولذا فإن الأقراص المدمجة تُصنع من مواد لدنة حرارياً غير بلورية. وتعد المواد المتصلبة حرارياً غير مناسبة لصناعة الأقراص المدمجة بسبب عتامتها، بغض النظر عن خصائصها الأخرى.

الصهر

الحبيبات يمكن الحصول على المبلمر الخام من المصنعين بأشكال مختلفة حسب نوعه. وتزود عادة اللدائن الحرارية على هيئة حبيبات صغيرة ذات أشكال أسطوانية أو عدسية بقطر ٢-٣ مم (١/٨ بوصة تقريباً)، وبطول ٢- ٣ مم، وتُرسل الحبيبات في أكياس، في حين تُرسل الكميات الكبيرة في حاويات أو ناقلات المواد السائبة.

دعنا نتتبع المادة اللدنة حرارياً المغذاة إلى الآلة على شكل حبيبات. تُفرَّغ الحبيبات من الأكياس في القادوس يدوياً، أما الكميات الكبيرة فتُغذى آلياً من صومعة تخزين، ويركب القادوس فوق وحدة التلدين والحقن، كما هو موضح مقطعياً في الشكل رقم (٣,٢).



الشكل رقم (٣,٢). وحدة التلدين والحقن.

الصهر

والأهم، أن وحدة التلدين والحقن يجب أن تُحوِّل هذه الحبيبات إلى مصهور متجانس قادر على ملء تجويف القالب تماماً. وبعبارة أخرى، فإن المصهور يجب أن يكون "قابلاً للصب"؛ لذلك فإن المركب المقولب يُسخَّن إلى أن ينصهر (الشكل رقم (٣,٣)). ويحصل التسخين بالاحتكاك بين الحبيبات (التسخين بالتشتت)، وكذلك بالحرارة الخارجية (التسخين بالحمل والتوصيل).

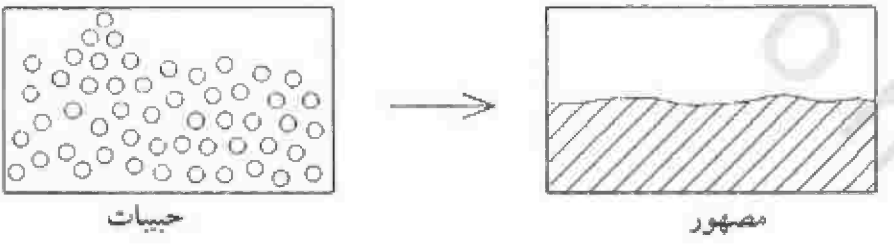
التشتت

الحمل والتوصيل الحراري

أسورة التسخين

لذلك فلابد أن تكون وحدة التلدين والحقن قابلة للتسخين. وفي حالة اللدائن الحرارية، تستعمل أسورة التسخين الكهربائية حول الأسطوانة، ويمكن ضبط الحرارة عند قيم معينة.

تتكون اللدائن الحرارية من سلاسل جزيئية كبيرة تتجاوز ١٠,٠٠٠ وحدة تكرارية. وعندما نتكلم عن "الصب"، فلا نعني سائلا مثل الماء، بل إن اللدائن الحرارية المجهزة للحقن تظهر خصائص جريان تشبه إلى حد ما خصائص العسل.



الشكل رقم (٣,٣) الصهر.

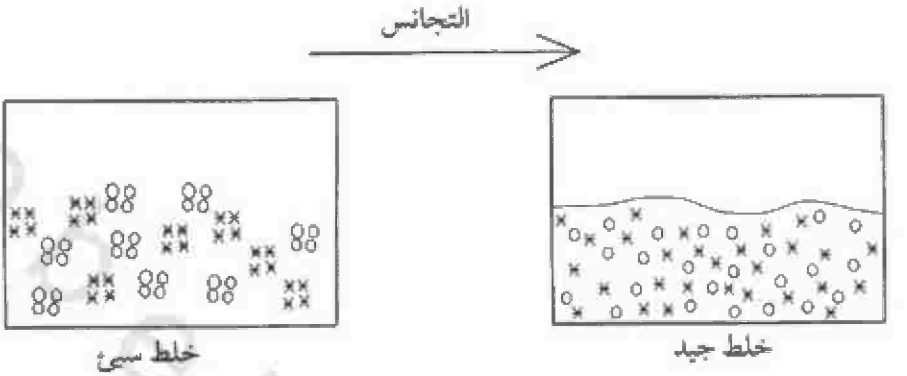
التجانس

الملونات

توضح الأدوات المقولبة الملونة، مثل (أوعية السلطة، وأكواب القهوة، وحاويات القمامة، وصناديق القوارير) مهمة أخرى من مهام وحدة التلدين والحقن. ولتصنيع مثل هذه الأدوات الملونة بآلة القولبة بالحقن، لابد من مزج الألوان المرغوبة مع حبيبات اللدائن، والسبب في هذا أن معظم اللدائن الحرارية غير ملونة أو خفيفة اللون وشبه شفافة في حالتها الطبيعية. وفي بعض الحالات يقوم المصنع بمزج اللون مع اللدائن، وبذلك تتلون الحبيبات بصورة متجانسة. غير أن معظم حالات المزج تجرى في مصانع المعالجة (التشكيل)، وفي هذه الحالة تُضاف حبيبات ملونة بتركيز عال (masterbatch) إلى حبيبات اللدائن غير الملونة.

ملونات عالية التركيز

يجب أن تُشكل وحدة التلدين والحقن المادة موحدة الشكل، ولذا يجب أن تكون المادة متجانسة، وتكون كل المكونات مخلوطة تماماً (انظر الشكل رقم ٣.٤). ويجب أن تكون الحبيبات أو المصهور مخلوطة مع الجزيئات الملونة تماماً، بحيث يبدو المنتج النهائي بلون موحد.



الشكل رقم (٣,٤). التجانس.

مضافات التجانس

وهناك - غير اللون - إضافات أخرى، مثل مضادات الأكسدة (مثبتات) أو المالئات. والمالئات تقلل سعر المنتج؛ لكونها أرخص من المادة الأساسية.

الأقراص المدمجة

ومع كون الأقراص المدمجة مصنعة من مواد عالية النقاوة وخالية من المالئات، إلا أنه من المهم أن تكون المادة متجانسة تماماً. تقرأ أشعة الليزر المعلومات (صوتيات أو غيرها من البيانات) الموجودة على الأقراص المدمجة من خلال سمك المادة اللدنة، ولذا يجب أن تكون المادة اللدنة متسقة جداً؛ لحماية المعلومات من التشوه.

بنية وحدة التلدين والحقن

الحقن

عندما تصبح المادة متجانسة، فمن المهم التأكد من إمكانية نقلها إلى القالب نفسه، وبسرعة عالية. ويحتاج ذلك إلى ضغط عال بسبب لزوجة المادة العالية؛ لذا فإن من مهمات وحدة التلدين والحقن الأساسية، الحقن السريع للمصهور في القالب.

وكما هو واضح من اسم الوحدة، فيمكن تقسيم الغرض منها إلى:

- **التلدين**
- **الحقن**

وستُشرح هاتان المهمتان بشيء من التفصيل مع شرح مكونات الوحدة.

(٣,٢) التلدين

القادوس

تُحمل حبيبات المبلمر في القادوس فوق آلة القولبة بالحقن، حيث تصبح تلك الحبيبات جاهزة لعملية التشكيل، وتترك تلك الحبيبات القادوس داخلة إلى منطقة التغذية ضمن لولب البثق.

دوران اللولب

يحمل لولب (مسمار) البثق الدوار مادة القولبة جهة الفوهة. ومن خلال دوران اللولب تلامس مادة القولبة جدار الأسطوانة الحار، بينما تتحرك إلى الأمام.

سرعة اللولب

وتنتج حرارة الاحتكاك أيضاً بسبب هذه الحركة. ويتأثر تجانس المصهور (وهو عامل مهم في الحصول على مقولب عالي الجودة) تأثراً واضحاً بدرجة حرارة جدار الأسطوانة وسرعة دوران اللولب. بينما تُسخَّن اللدائن الحرارية إلى ١٨٠–٣٠٠ م° (٣٦٠–٥٧٠ ف°)، وتُسخَّن المبلمرات المرنة إلى حوالي ١٠٠ م° فقط (٢١٢ ف°)؛ لمنع حدوث الترابط التقاطعي المبكر.

درجة حرارة الأسطوانة

الضغط الخلفي يقوم المكبس الهيدروليكي بالضغط الخلفي على اللولب لإعاقة تقدم مادة القولبة ؛ مما يُحسِّن تجانسها.

شكل اللولب ولكل لولب شكل هندسي معين يحدد أبعاده. يوضح الشكل رقم (٣.٥) الشكل الهندسي للولب عادي في آلة القولبة بالحقن ومصطلحاته.

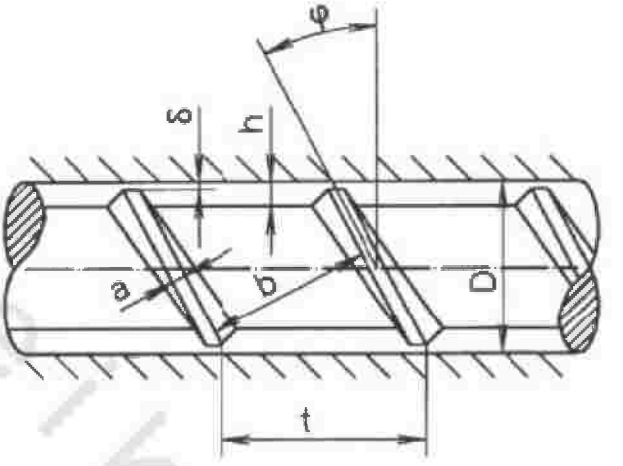
المناطق يقسم اللولب إلى ثلاث مناطق لتلدين مادة القولبة بشكل سريع ومتجانس (انظر الشكل رقم ٣.٦).

منطقة التغذية في منطقة التغذية (الجزء الخلفي من اللولب)، تغذى المادة من القادوس إلى الأسطوانة، ثم تُنقل باتجاه الفوهة. وفي الجزء

منطقة الضغط الأوسط من اللولب (منطقة الضغط أو منطقة التحويل)، تُضغط مادة القولبة وتُفرغ من الهواء وتُذاب نتيجة تقليل عمق القناة.

منطقة التفريغ *منطقة الضخ* في منطقة اللولب الأمامية (منطقة التفريغ أو منطقة الضخ)، يتحسَّن التجانس، ويرفع ضغط المادة المقولبة.

الفوهة بعد نقل المادة الملدنة جهة الفوهة، تُخزَّن قبل حقنها في القالب. ويجب أن يُحقن المصهور إلى القالب بسرعة عالية جداً ؛ حتى تصل كل حقنة إلى القالب في حالة حرارية لدنة تماماً. إن قدرة وحدة التلدين ليست كافية لتوصيل المصهور بالسرعة اللازمة مع تحقيق درجة عالية من التجانس، لهذا يجب تجميع المصهور بين عمليتي التلدين والحقن.



الشكل رقم (٣,٥). الشكل التصميمي للولب عادي للقولبة بالحقن.

الرموز:

t (مم): الخطوة.

b (مم) عرض القناة.

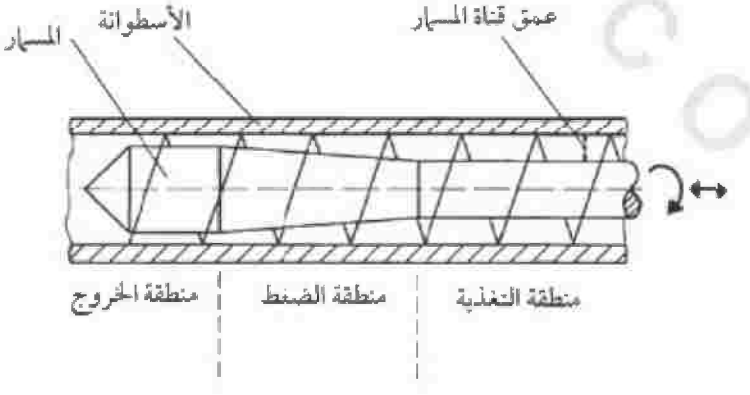
a(مم): عرض اللولب.

h (مم): عمق القناة.

δ(مم): السماحية اللولبية.

D (مم): القطر.

φ (°): زاوية المسار.



الشكل رقم (٣,٦). مناطق اللولب الثلاث.

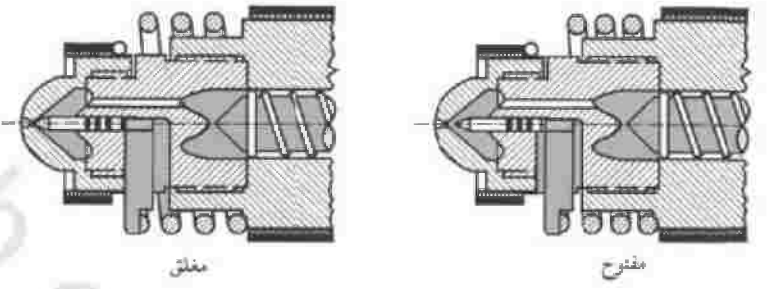
حركة اللولب المحورية

لهذا السبب تزود أكثر آلات القولبة بالحقن للدائن الحرارية بلوالب قابلة للتحرك محورياً، مع وجود تصاميم أخرى أيضاً. ويؤدي نقل مادة القولبة جهة الفوهة إلى تجمعها أمام رأس اللولب (غرفة الانتظار)، ضاغطة اللولب للرجوع إلى الخلف. وعندما يرجع اللولب إلى مسافة محددة مسبقاً، وتتراكم الكمية المرادة من المصهور أمام اللولب؛ تتوقف الحركة الدورانية، وكذلك يتوقف تدفق مادة القولبة للأمام.

إغلاق الفوهة

تمثل الفوهة الحد الخارجي للحقن أو غرفة الانتظار (المكان عند مقدمة اللولب). ولاحقاً، تحقن المادة من خلال الفوهة إلى القالب، لكن يجب عدم تسرب أي مادة من الفوهة في جميع الأوقات ماعدا وقت الحقن، حيث يقلل أي تسرب كمية المادة المتبقية للحقن. ولهذا السبب يجب اشتراط إغلاق الفوهة خلال مرحلة التلدين على الأقل. وتوجد لهذا الغرض سدادات للفوهة بتصاميم مختلفة، مثل الفوهة ذات السدادة الإبرية، كما هو موضح في الشكل رقم (٣.٧).

تلاحظ من الجانب الأيسر للشكل الفوهة المغلقة بقوة زنبرك، حيث الإبرة مضغوطة على فتحة الفوهة مُغْلِقة بذلك وحدة التلدين. وفي الجزء الأيمن من الشكل، ترى إبرة الإغلاق مستندة على المصد؛ لتسمح لمادة القولبة بالجريان خارج الفوهة.



الشكل رقم (٣,٧). الفوهة ذات السدادة الإبرية (مفتوحة ومغلقة).

الفوهة المفتوحة

لا يمكن استخدام الفوهات ذات السدادات مع بعض مواد القولبة عالية الحساسية ؛ لأنها قد تتراكم وتتحلل عند نقطة الإغلاق ؛ لذا تُستخدم فوهة مفتوحة لقولبة هذا النوع من المواد، مثل (عديد كلوريد الفينيل، وعديد أكسيد الميثيلين)، أو لتقليل تكاليف الآلات عموماً. ومن المستحيل منع تسرب المادة من خلال الفوهة المفتوحة ؛ ولذا يجب الانتباه إلى ذلك خلال عملية التغذية (من خلال إزالة الضغط عند نهاية مرحلة التغذية).

وعندما تتجمع كمية كافية من المادة المقولبة في غرفة الحقن، تنتهي عملية التلدين، وتصبح المادة جاهزة للحقن.

(٣,٣) الحقن

عملية الحقن

المهمة الثانية لوحدة التلدين والحقن، هي نقل المادة الملدنة – أي المصهور المجمع في غرفة الحقن – إلى القالب. ويجب إتمام هذه المهمة بأسرع وقت ممكن ؛ لتجنب تصلب المادة في القالب البارد خلال عملية الحقن. وتصلب المادة قبل نقلها إلى

القالب، يؤدي إلى قطع مقولبة معيبة. ولكن لكون المادة اللدنة المقولبة ليست سائلة، (كما في حالة الماء مثلاً)، وبسبب الحاجة إلى ملء قالب معقد جداً أحياناً، فمن السهل إدراك الحاجة إلى ضغط عال جداً لملء تجويف أو تجاويف القالب تحت هذه الظروف.

التحكم

ولذا فلابد أن يكون لولب البثق قادراً على الحركة للأمام بسرعة عالية، وتحت ضغط عال، وذلك من أجل حقن المادة إلى تجاويف القالب. وفي الوقت نفسه، يجب ضبط السرعة والضغط على لوحة التحكم؛ لتجنب تعرض مادة القولبة والقالب إلى إجهادات غير ضرورية.

الجريان الخلفي

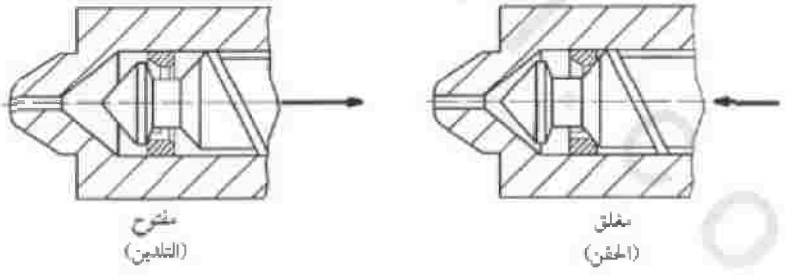
عند ضغط المصهور في غرفة الحقن، سيحاول الإفلات من هذا الضغط. إن هدف العملية كلها، نقل مادة القولبة إلى القالب. ولكن من المفهوم أن المادة ستحاول الإفلات من الضغط بالجريان للخلف بموازاة لولب البثق إلى جهة القادوس، ويجب منع هذا مهما كلف الأمر. ويحتاج هذا إلى صمام يسمح بجريان مادة القولبة للأمام باتجاه القالب، ولا يسمح بالجريان للخلف من غرفة الحقن إلى اللولب.

صمام منع الرجوع

يسمى هذا الصمام بصمام منع الرجوع، (ويسمى أيضاً صمام الفحص). ويتكون هذا الصمام بشكل رئيس من صمام منزلق موصل برأس لولب ملائم، حيث يسمح هذا الصمام المنزلق للمصهور بالمرور للأمام إلى غرفة الحقن بدون إعاقة، مادام الضغط على لولب البثق أعلى من الضغط في

غرفة الحقن. وعندما تنعكس تلك العلاقة بين الضغطين (في بداية مرحلة الحقن)، ينغلق الصمام وتصبح حلقة الفحص مع رأس اللولب مكبساً.

يوضح الجانب الأيسر من الشكل رقم (٣.٨) الصمام المانع للرجوع مفتوحا، حيث يسمح للمصهور بالمرور إلى غرفة الحقن، بينما يوضح الجزء الأيمن من الشكل الصمام في حالة الإغلاق (مكبس)، حيث يكون الطريق الوحيد لجريان المصهور من خلال الفوهة. ولا يمكن استخدام الصمام المانع للرجوع مع المواد الحساسة للحرارة، (كما هي الحال في صمام الإغلاق)؛ لأنه سيسبب تراكماً وتفككاً غير مرغوب فيهما لتلك المواد.



الشكل رقم (٣.٨). الصمام المانع للرجوع (مفتوحاً ومغلقاً).

أسئلة مراجعة

م	السؤال	الاختيار
١	يجب أن تحقق وحدة التلدين والقولبة مهام الصهر، والتجانس، والتخزين، و.....	الحقن التبريد الترابط التقاطعي
٢	تُغذى اللدائن الحرارية إلى عملية التشكيل على هيئة .....عادة	خيوط حبيبات
٣	عند تلوين اللدائن، يجب خلط الحبيبات الملونة مع مادة القولبة إلى درجة كافية من التجانس بحيث يصبح لون المنتج النهائي	متماثلا. غير متماثل
٤	تُسخَّن اللدائن الحرارية في طريقها إلى الفوهة بحرارة خارجية و.....	احتكاك داخلي احتراق
٥	يُقسَّم لولب البثق العادي ذو الثلاث مناطق إلى منطقة التغذية، ومنطقة الضغط، و.....	منطقة الضخ وحدة الحقن
٦	الغرض من .....هو منع مادة القولبة من الخروج من الفوهة.	مناطق الضغط فوهات الإغلاق اللوالب ثلاثية المناطق

٧	الغرض من .....هو منع مادة القولبة من الرجوع خارج غرفة الحقن، إلى لولب البثق خلال عملية الحقن.	الفوهات المغلقة بالإبرة الصمامات مانعة الرجوع مناطق الضخ

openkandi.com