

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؟

المحتريات

(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

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

المهام الأساسية



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

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

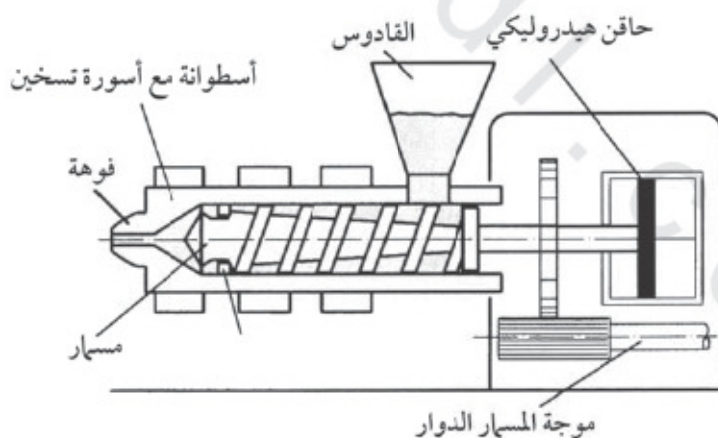
الأقراص المدججة

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 نتبع المادة اللدنة حرارياً المغذاة إلى الآلة على شكل حبيبات. تُفْرَغ الحبيبات من الأكياس في القادوس يدوياً، أما الكميات الكبيرة فتُغذَى آلياً من صومعة تخزين، ويركب القادوس فوق وحدة التلدين والحقن، كما هو موضح مقطعيّاً في الشكل رقم (٣،٢).



الشكل رقم (٣،٢). وحدة التلدين والحقن.

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

الصهر

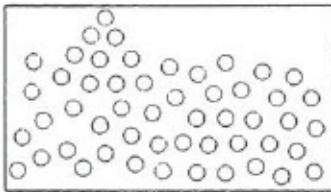
التشتت

الحمل والتوصيل

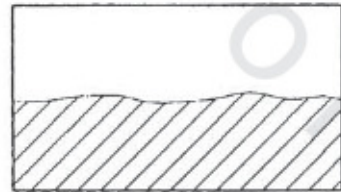
الحراري

لذلك فلا بد 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 سائلاً مثل الماء، بل إن اللدائن الحرارية المجهزة للحقن تظهر خصائص جريان تشبه إلى حد ما خصائص العسل.

أسورة التسخين



حبيبات



مصهور

الشكل رقم (٣,٣) الصهر.

التجانس

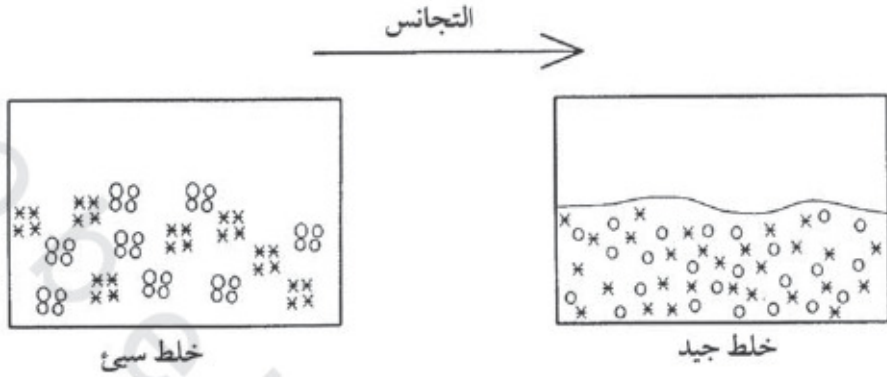
الملونات

توضح الأدوات المقولبة الملونة، مثل (أوعية السلطة، وأكواب القهوة، وحاوليات 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 (٤، ٣). التجانس.

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

مضافات التجانس

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

الأقراص المدججة

بنية وحدة التلدين والحقن

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.

الحقن

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

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

القادوس

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

دوران 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.

سرعة اللولب

درجة حرارة

الأسطوانة

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

الضغط الخلفي

ولكل لولب شكل هندسي معين يحدد أبعاده. يوضح الشكل رقم (٣,٥) الشكل الهندسي للولب عادي في آلة القولية بالحقن ومصطلحاته.

شكل اللولب

يقسم اللولب إلى ثلاث مناطق لتلدين مادة القولية بشكل سريع ومتجانس (انظر الشكل رقم ٣,٦).

المناطق

في منطقة التغذية (الجزء الخلفي من اللولب) ، تغذى المادة من القادوس إلى الأسطوانة ، ثم تُنقل باتجاه الفوهة. وفي الجزء الأوسط من اللولب (منطقة الضغط أو منطقة التحويل) ، تُضغط مادة القولية وتُفرغ من الهواء وتُذاب نتيجة تقليل عمق القناة.

منطقة التغذية

منطقة الضغط

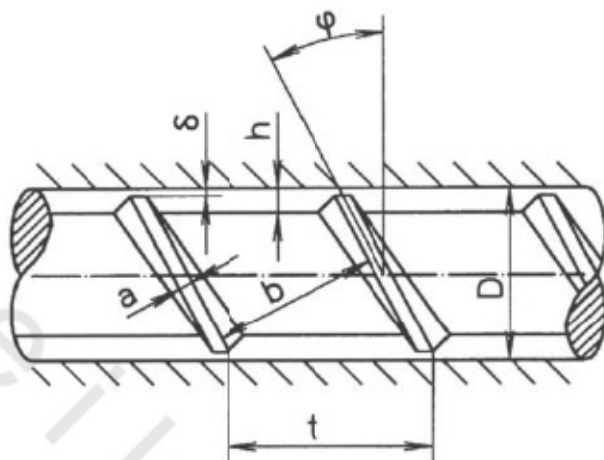
في منطقة اللولب الأمامية (منطقة التفريغ أو منطقة الضخ) ، يتحسن التجانس ، ويرفع ضغط المادة المقولية.

منطقة التفريغ

منطقة الضخ

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.

الفوهة



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

الرموز:

t (مم): الخطوة.

b (مم): عرض القناة.

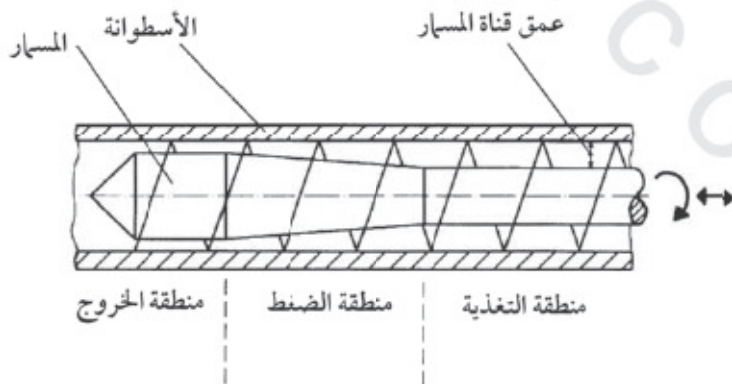
a (مم): عرض اللولب.

h (مم): عمق القناة.

δ (مم): السماحية اللولبية.

D (مم): القطر.

ϕ (°): زاوية المسار.



الشكل رقم (٣, ٦). مناطق اللولب الثلاث.

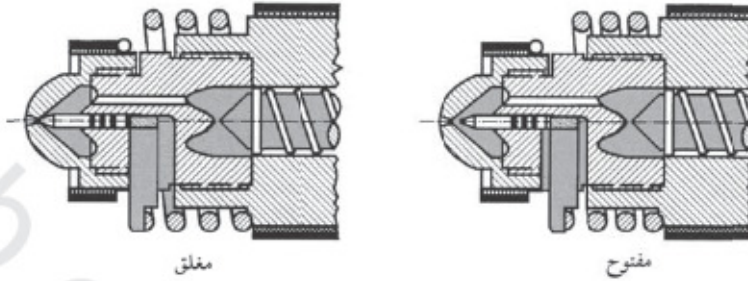
حركة اللولب المحورية

لهذا السبب تزود أكثر آلات القولية بالحقن للدائن الحرارية بلوالب قابلة للتحرك محورياً، مع وجود تصاميم أخرى أيضاً. ويؤدي نقل مادة القولية 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 القولية 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 مُغلقة بذلك وحدة التلدين. وفي الجزء الأيمن من الشكل، ترى إبرة الإغلاق مستندة على المصد؛ لتسمح لمادة القولية بالجريان خارج الفوهة.



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

الفوهة المفتوحة لا يمكن استخدام الفوهات ذات السدادات مع بعض مواد القوالب عالية الحساسية ؛ لأنها قد تتراكم وتحلل عند نقطة الإغلاق ؛ لذا تُستخدم فوهة مفتوحة لقوالب 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

المهمة الثانية لوحدة التلدين والحقن ، هي نقل المادة الملدنة - أي المصهور المجموع 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

عملية الحقن

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

التحكم

ولذا فلا بد أن يكون لولب البثق قادراً على الحركة للأمام بسرعة عالية ، وتحت ضغط عال ، وذلك من أجل حقن المادة إلى تجاوزيف القلب. وفي الوقت نفسه ، يجب ضبط السرعة والضغط على لوحة التحكم ؛ لتجنب تعرض مادة القولية والقلب إلى إجهادات غير ضرورية.

الجريان الخلفي

عند ضغط المصهور في غرفة الحقن ، سيحاول الإفلات من هذا الضغط. إن هدف العملية كلها ، نقل مادة القولية إلى القلب. 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 القولية للأمام باتجاه القلب ، ولا يسمح بالجريان للخلف من غرفة الحقن إلى اللولب.

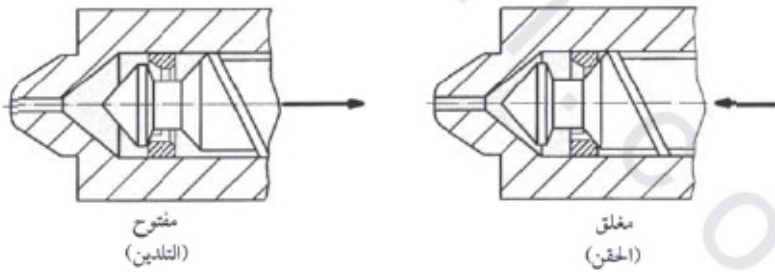
صمام منع

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 مفتوحاً، 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 والقولية مهام الصهر، والتجانس، والتخزين، و.....	الحقن التبريد الترباط التقاطعي
٢	تُغذى اللدائن الحرارية إلى عملية التشكيل على هيئة.....عادة	خيوط حبيبات
٣	عند تلوين اللدائن، يجب خلط الحبيبات الملونة مع مادة القولية إلى درجة كافية من التجانس بحيث يصبح لون المنتج النهائي.....	متماثلاً. غير متماثل
٤	تُسَخَّن اللدائن الحرارية في طريقها إلى الفوهة بحرارة خارجية و.....	احتكاك داخلي احتراق
٥	يُقَسَّم لولب البثق العادي ذو الثلاث مناطق إلى منطقة التغذية، ومنطقة الضغط، و.....	منطقة الضخ وحدة الحقن
٦	الغرض منهو منع مادة القولية من الخروج من الفوهة.	مناطق الضغط فوهات الإغلاق اللوالب ثلاثية المناطق

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