الدرس العاشر

إعادة تدوير نفايات اللدائن

Recycling of Plastics Waste

أسئلة مفتاحية

لماذا نعيد استغلال اللدائن؟

ما دورات إعادة الاستغلال المتاحة؟

ما اللدائن التي يمكن إعادة استغلالها؟

ماذا يحدث لنفايات اللدائن من الإنتاج، والصناعة، والمصادر المحلية؟

ما المشاكل التقنية والتنظيمية الواجب حلها عند إعادة تدوير اللدائن في ورش القولبة؟

المحتويات

(١٠,١) إعادة استغلال اللدائن.

(١٠,٢) إعادة تدوير نفايات الإنتاج.

(١٠,٣) إعادة تدوير نفايات اللدائن الصناعية والمحلية.

أسئلة للمراجعة

المعرفة المسبقة

المبادئ الأساسية في اللدائن (الدرس الأول).

(١٠,١) إعادة استغلال اللدائن

إعادة استغلال النفايات

كان موضوع إعادة استغلال نفايات المواد موضع نقاش عام متزايد على مدى السنوات الماضية. وبدلًا من كلمة نفاية، فإن الأصح استخدام كلمة "خردة". ويؤشر هذا على أننا نتعامل بالضرورة مع مواد قابلة لإعادة الاستغلال، على الرغم من أنها موجودة بأشكال مختلفة. وتعني "إعادة الاستغلال" أن نفايات المواد المجمعة لا تُترك بدون استخدام، لكنها تُعالج، وتُعاد إلى دورة الإنتاج كمادة بادئة، وتُشكّل للحصول على منتجات جديدة.

مواد خردة

مواد

دورة التدوير

أدت هذه الاعتبارات إلى المفهوم المثالي حول استعمال كل المواد بطريقة تشبه العمليات الطبيعية، أي إعادتها من خلال دورات. وعليه فإن إعادة التدوير ليست مجرد طريقة لإنتاج السلع بتكلفة فعالة، لكنها تقلل وبشكل كبير المخاطر البيئية.

صداقة البيئة

لا تقتصر إعادة الاستغلال على تقليل كمية النفاية وحسب، والتي لا بد من التخلص منها، لكنها تمثل أيضًا توفيرًا كبيرًا في المصادر الطبيعية والطاقة، والتي يمكن توفيرها لإنتاج مواد جديدة.

تقنية التدوير

مبدئيًا يمكن اعتبار إعادة استعمال اللدائن مسألة محلولة تقنيًا، ولا يوجد أي نوع من اللدائن لا يمكن إعادة استعماله، حيث إنه لا يوجد أي مادة تقدم خيارات متعددة للتدوير مثلما تفعل اللدائن.

طرائق التدوير

يخضع تحديد عملية إعادة التدوير الأنسب بيئيًا واقتصاديًا لسلسلة من العوامل. وهناك ثلاثة أنواع رئيسة ومختلفة من إعادة التدوير:

إعادة التدوير على أساس المادة

إعادة التدوير على أساس المادة الخام

إعادة التدوير على أساس الطاقة

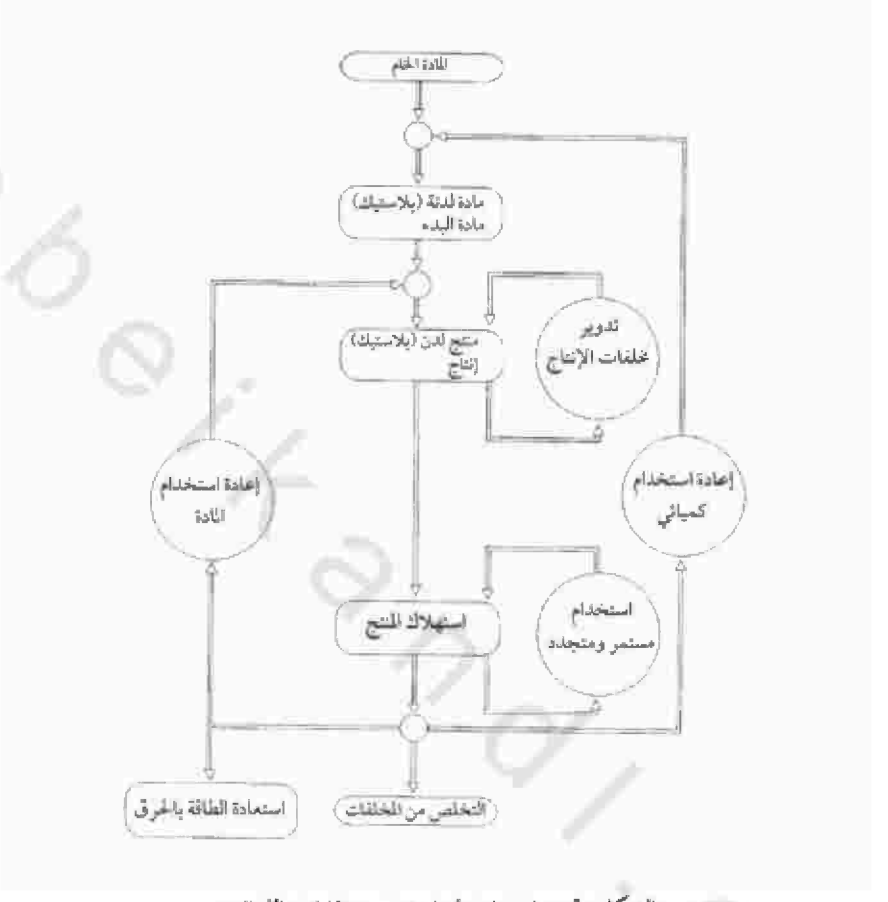
- إعادة التدوير على أساس المادة المراد تدويرها.
- إعادة التدوير على أساس المادة الخام.
- إعادة التدوير على أساس الطاقة.

وهذه الطرائق من إعادة التدوير يمكن دمجها في دوائر إعادة تدوير متنوعة (انظر الشكل رقم ١٠,١).

من الواضح وجود فترات قصيرة وطويلة من إعادة التدوير. ويختلف الوقت الذي يستغرقه منتج من اللدائن – بعد استخدامه – ليمكن إعادة استغلاله كمنتج جديد. وكلما قلت دورة الحياة، قلَّ المدخل المطلوب للمنتج الذي سيعاد استخدامه. وعليه فإن دورات الحياة القصيرة مفضلة على الدورات الطويلة من الناحية البيئية.

إعادة التدوير الداخلي

ومثل هذه الدورات القصيرة يمكن إيجادها ضمن إعادة تدوير نفاية الإنتاج، والتي عادة ما تكون صديقة للبيئة والاقتصاد، بالنظر إلى أنه يتم إعادة استعمال مواد نقية. ومعظم النفايات التي يعاد تدويرها هي نفايات الإنتاج.



الشكل رقم (١٠,١). فترات تدوير نفايات اللدائن.

اللدائن الحرارية

يعتمد إعادة استغلال اللدائن على نوع المادة. ويمكن تذويب اللدائن الحرارية بالحرارة، ثم إعادة استغلالها. ولا بد

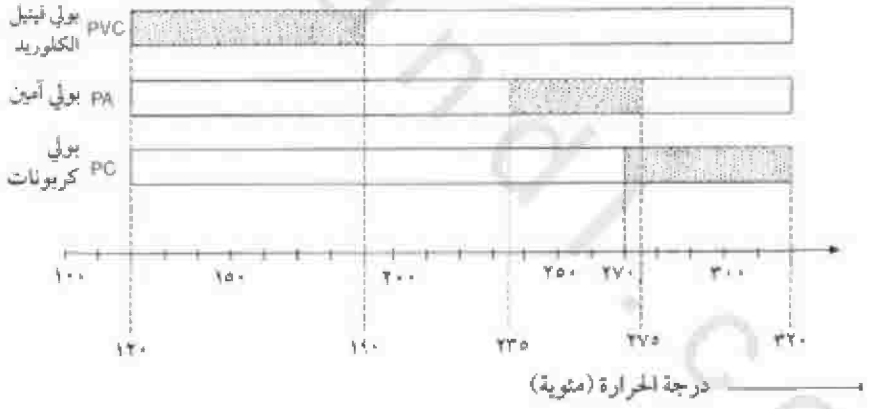
هوية المادة

لنفايات المواد أن تكون بدرجة متماثلة قدر الإمكان؛ لأجل الحصول على خواص منتج جيدة.

اللدائن المختلطة

الرموز التي على منتجات اللدائن التي تعين نوع/درجة المادة المصنوعة منها، تُسهِّل بشكل كبير جمع المادة النقية. وهناك إلزام من بعض الدول بخصوص تعريف اللدائن، ويساعد هذا كثيراً على إعادة التدوير.

عند إعادة انصهار اللدائن المختلطة، تتلف مواد معينة، بالنظر إلى درجة الحرارة المطلوبة، في حين أن مواد أخرى لم تبدأ بالانصهار بعد. ويظهر الشكل رقم (١٠,٢) مدى درجات الحرارة في حالات عديد كلوريد الفينيل (PVC)، وعديد الأميد (PA)، وعديد الكربونات(PC).



الشكل رقم (١٠,٢). مدى درجات حرارة الانصهار للدائن مختلفة.

مدى درجات حرارة الذوبان

مادة عديد كلوريد الفينيل لها مدى انصهار يتراوح ما بين ١٢٠ - ١٩٠ م° (٢٤٨-٣٧٤ ف°)، في حين أن مدى عديد الأميد، هو ٢٣٥ - ٢٧٥ م° (٤٥٥-٥٢٧ ف°)، ومدى معالجة عديد الكربونات، والذي يصنع منه القرص المدمج، هو من ٢٧٠ إلى ٣٢٠ م° (٥١٨-٦٠٨ ف°). ومن الواضح

أنه لا يوجد مدى مشترك لخليط من أنواع من اللدائن. مثلًا، عند درجة حرارة ٢٥٠ م° (٤٨٢ ف°)، وهي أمثلية لانصهار عديد الأميد، فإن عديد كلوريد الفينيل يتفكك، في حين أن عديد الأميد لم يبدأ في الذوبان بعد. وعليه، فهذا الخليط الثلاثي لا يمكن استخدامه في إنتاج مصهور لدائن متجانس، والذي يفي بظروف جودة معينة.

الشوائب

يجب التخلص من الشوائب التي تعلق بالنفايات، وإلا فإن هذه المواد الغريبة سوف تنصهر مع اللدائن؛ مما يؤثر على جودة المنتجات. مثلاً، الشوائب في أكواب الزبادي (المتبقي) تؤثر بنسبة أعلى من الوزن الإجمالي للوعاء نفسه، والذي يزن فقط حوالي ٦ غم (٠.٢ أونصة). وعند جمع نفاية اللدائن، يكون هناك استعادة لنسبة الشوائب أكبر من المادة الخام الفعلية. ولا بد من التخلص من هذه الشوائب فيما بعد، وهذا ما يرفع سعر المادة المعاد تدويرها.

نقاوة الصنف

إعادة تدوير الأقراص المدمجة

إعادة تدوير اللدائن الحرارية يحقق أفضل النتائج الممكنة عند فصل النفايات إلى درجات نقية بالكامل. وفي كل صنف لا بد للنفايات أن تكون منتظمة من حيث نوع اللدائن، ومن حيث الإضافة والحشو. كما أن إنتاج مقولب عالي الجودة يتطلب أن تكون النفايات خالية من الشوائب.

كيف يُعاد استعمال القرص المدمج؟ القرص المدمج عبارة عن مادة مركبة من ثلاث طبقات:

- طبقة نقية جداً من عديد الكربونات.
- طبقة عاكسة من الألمنيوم أو الذهب.
- طبقة واقية من الورنيش.

ويمكن فصل هذه المواد المختلفة عن بعضها بعملية مطورة خصيصًا لهذا الغرض. وهذا ما يتيح إعادة استغلال كل الأقراص المدمجة وغيرها من حاملات البيانات البصرية المصنوعة من عديد الكربونات.

قائمة القرص المدمج

القصة مختلفة مع علبة (حاوية) القرص المدمج ذي الثلاثة أجزاء: القاعدة والغطاء المصنعة من عديد الستايرين (PS) عالي الشفافية، والجزء المدخل، والذي يحفظ القرص، هو من عديد الستايرين الملون. ويسمح فرز مكونات علبة القرص بحسب اللون وتحويلها إلى مسحوق بإعادة استعمال الأجزاء الصافية لإنتاج قوالب جديدة صافية. تُصنع قائمة القرص المدمج التي تُسجَّل عليها عناوين المحتوى من الورق، وهي غير ملصقة على العلبة؛ مما يسهل إزالتها لإعادة التدوير.

(١٠,٢) إعادة تدوير نفايات الإنتاج

نفايات الإنتاج

عند إنتاج القوالب من اللدائن، فإن كمية معينة من المادة المشكلة تصبح نفايات (المصب والمجرى المتصلبين). ويتراوح محتوى النفايات ما بين ٥٪ إلى ٥٠٪، بحسب ورشة القولبة وناتجها. ولا يمكن تجنب هذه النفايات في العادة. وعلى سبيل المثال، تتكون النفايات عند بدء تشغيل آلة قولبة الحقن، حيث تتخلص الآلة من المنظفات والمرتجعات، إلى أن يبدأ حقن المصهور المتجانس من وحدة التلدين، كما يتم تكوُّن نفايات مشابهة خلال تغير الألوان والتنظيف أو الصيانة.

إعادة الاستغلال

يمكن إعادة استغلال مواد النفايات بجودة عالية عند جمعها في حالة نظيفة ونقية، وغير مختلطة الألوان. وهدف إعادة الاستغلال معالجة نفايات اللدائن بشكل فعال يُمكّن من استخدامها بديلاً للمادة الجديدة.

جدولة إعادة التدوير

يلخص الشكل رقم (١٠,٣) الوسائل المتنوعة المستخدمة في إعادة تدوير نفايات الإنتاج.

الشكل رقم (١٠,٣). إعادة تدوير نفايات الإنتاج.

إعادة المعالجة التجارية

هناك فرق بين التدوير الداخلي والخارجي. التدوير الداخلي يمكن تنظيمه بطريقة مركزية أو لامركزية. وإعادة تدوير نفايات اللدائن المتكونة خلال تشغيلات الإنتاج منتشرة بشكل واسع. ولأسباب اقتصادية، فإن المصانع الصغيرة والمتوسطة تعمل مع مؤسسات تجارية لإعادة التدوير. والخدمات المقدمة من قبلهم تتضمن إعادة المعالجة المحترفة، وأحيانًا التسويق لمواد النفايات.

آلات الجرش

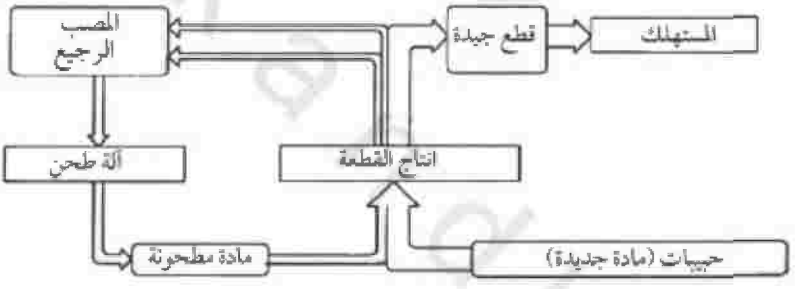
تُعيد مصانع القولبة الكبيرة معالجة نفاياتها بنفسها. وتختزل مواد النفايات المجمعة في حالة نظيفة وغير مختلطة، إلى رقائق بواسطة

آلات الجرش، التي تُغذى بشكل آلي أو يدوي. ومتى طُحنت المادة إلى رقائق بطول ٤ – ٦ ملم، فإنه يمكن معالجتها بآلات معالجة اللدائن العادية كمادة بديلة جزئيًا أو كليًا للمواد الجديدة.

عملية إعادة التدوير

ويظهر المخطط في الشكل رقم (١٠,٤) عملية إعادة تدوير داخلية لامركزية.

آلة الجرش مدمجة مع عملية الإنتاج، كما تُضاف رقائق النفايات إلى المادة الجديدة بنسب ملائمة.



الشكل رقم (١٠,٤). عملية إعادة تدوير داخلية غير مركزية.

آلة الجرش الإضافية

يوجد تنوع كبير في حجم آلات الجرش وتصميمها. وينتج المسحوق المعاد طحنه عادة بآلات مركزية، معدلة المقاس والسعة بحسب المصنع. ومن الممكن لكل آلة قولبة بالحقن أن تزود بآلة جرش إضافية. ويؤدي هذا إلى تحاشي نقل النفايات، ويمنع الاختلاط العرضي لأصناف اللدائن المختلفة إلى أقصى حد ممكن.

(١٠,٣) إعادة تدوير نفايات اللدائن الصناعية والمحلية

نفايات اللدائن

قابلية معالجة نفايات اللدائن الصناعية والمحلية محدودة، والسبب في ذلك أن هذه النفايات وسخة وملوثة بمواد غريبة. كما أن هذه النفايات عادة ما تمثّل مزيجًا من لدائن بدرجات مختلفة. وفي كثير من الحالات لا تكون المعالجة مجدية من الناحية المالية، وفي بعض الحالات لا تكون ممكنة تقنيًّا. وإذا ما تم تجميع اللدائن بحسب نوعها، فإن إعادة التدوير تكون أبسط. ولأن مواد قليلة فقط هي التي تفصل على أساس الدرجة، فإن هذه النفايات لا بد أن تُنقى بعمليات مكلفة.

عديدات الأوليفينات

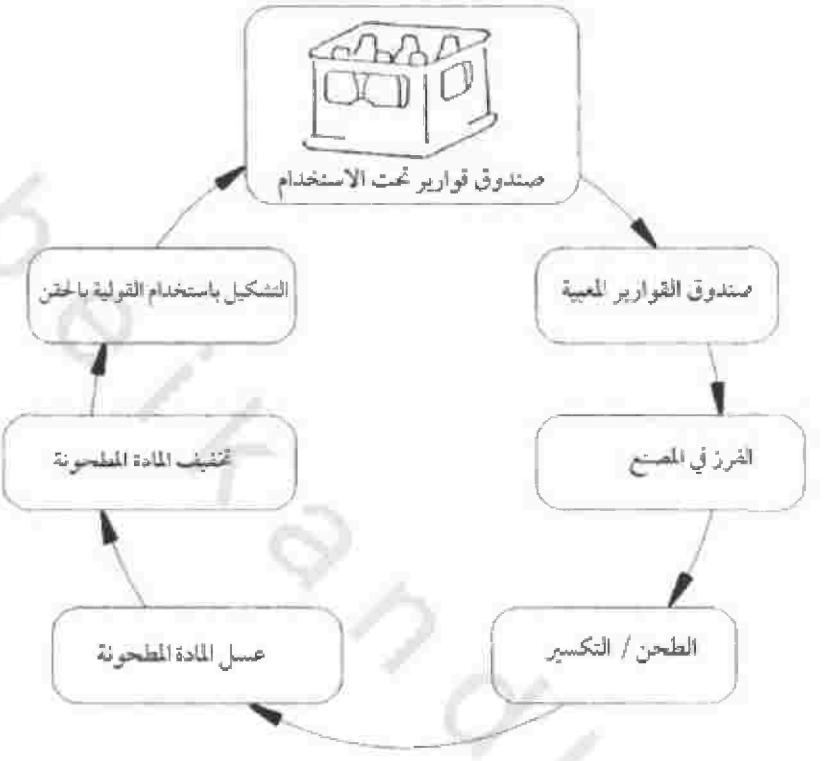
لعديدات الإيثيلين وعديد البروبيلين، والتي تُعرف بعديدات الأوليفينات، أثبتت أنها ملائمة بشكل خاص لعملية التدوير. والسبب في ذلك أنها لدائن تنتج بالجملة، وتمثل حوالي ٦٠٪ من نفايات اللدائن. وهناك سبب آخر، وهو الاستقرار الحراري العالي لعديدات الأوليفين، ويجعلها هذا تتعرض لتلف قليل عند الانصهار.

مثال: صندوق القوارير

صناديق القوارير المقولبة من عديد البروبيلين مثال جيد على دورة الحياة ذات الوظيفة الجيدة لمادة نفايات أعيد تدويرها. إعادة تدوير صناديق القوارير مبين في الشكل رقم (١٠,٥).

صناديق القوارير

تُجمع الصناديق المسترجعة، والتي لم تعد تصلح للاستعمال، عند نقاط التوزيع. وبما أن كل نقطة توزيع تستعيد فقط صناديقها، فسوف تكون دائمًا على درجة النقاوة نفسها، واللون نفسه. يطحن معالج اللدائن هذه الصناديق إلى جسيمات ناعمة بواسطة آلات جرش كبيرة، ثم تشطف الشوائب العالقة باللدائن بشكل آلي بالماء. بعد ذلك يجفف المسحوق ويعزز بالمضافات ويحقن لقولبة صناديق جديدة، بدون إضافة أي مادة جديدة. وعليه فإن الصندوق هو منتج مدور ١٠٠٪.



الشكل رقم (٥, ١٠). إعادة تدوير صندوق القوارير.

obeikandl.com

أسئلة مراجعة

م	السؤال	الاختيار
١	يمكن أن تسهم إعادة استعمال اللدائن في تقليل استهلاك	المادة الخام الطاقة والمواد الخام
٢	كلما ..... الفترات ما بين إعادة تدوير المواد، فإنها تكون صديقة للبيئة أكثر، وهذه قاعدة.	طالت قصرت
٣	يمكن أن تكون إعادة استغلال نفايات اللدائن أكر فاعلية عندما تحدث في ظروف نظيفة و.....	ملوثة غير مختلطة مختلطة
٤	تتضمن إعادة استغلال اللدائن من نفايات الصناعة عديدات الاوليفينات و.....	ممكنة مستحيلة
٥	..... مثال على إعادة التدوير الفعالة للدائن الصناعية والمحلية.	القرص المدمج صناديق الحليب صناديق القوارير
٦	تتضمن إعادة استعمال اللدائن من نفايات الصناعة عديدات الأوليفينات و	عديد إثيلين الترافثاليت (PET) عديد كلوريد الفينيل (PVC) عديد الإثيلين (PE)
٧	بإمكان مواد إعادة التدوير أن تفي بمتطلبات الجودة	العالية المنخفضة

٨	عندما تزود المقولبات اللدنة (البلاستيكية) بعلامات تعريف، ..... تجميع نفاياتها وفصلها إلى أصناف.	يسهل يصعب
٩	يجب ألا تعد النفايات اللدنة مواد رخيصة، وإنما مواد..... يعاد استخدامها.	لا قيمة لها قيمة
١٠	في الوقت الراهن، ..... إعادة استخدام الأقراص المدمجة.	يمكن لا يمكن

obeikandl.com