

Distr.
GENERAL

UNEP/CHW.6/21
13 August 2002

ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH



برنامج الأمم المتحدة للبيئة

مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل للتحكم في
نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر
الحدود

الاجتماع السادس

جنيف، ٩ - ١٣ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٢
البند ٦ (هـ) ٢٠ من جدول الأعمال المؤقت*

النظر في تنفيذ اتفاقية بازل

المسائل التقنية: إعداد المبادئ التوجيهية

المبادئ التوجيهية لتحديد النفايات اللدائنية والتخلص
منها وإدارتها إدارة سليمة بيئياً

مذكرة من الأمانة

أولاً - معلومات أساسية

١ - اعتمد مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود، في اجتماعه الخامس، بموجب مقرره ٢٦/٥ المتعلق ببرنامج عمل الفريق العامل التقني، برنامج العمل الذي وجه ضمن جملة أمور، بوضع الصيغة النهائية للمبادئ التوجيهية التقنية لتحديد النفايات اللدائنية والتخلص منها وإدارتها إدارة سليمة بيئياً.

ثانياً - التنفيذ

٢ - أعرب الخبراء، في الدورة السادسة عشرة للفريق العامل التقني، المعقودة في نيسان/أبريل ٢٠٠٠، عن آراء متباينة إزاء هيكل مشروع المبادئ التوجيهية ويحال إدراج نفايات فلوريد متعدد الفينيل والنفايات

المهلجنة الأخرى في فصل مستقل بذاته. وعندها تقرر أن تعد الأمانة مشروعاً منقحاً تُؤخذ فيه في الاعتبار التعليقات المكتوبة الإضافية.

٣ - وفي الدورة السابعة عشرة، المعقودة في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠٠، طلب الفريق العامل التقني إلى الأمانة تنقيح مشروع المبادئ التوجيهية التقنية والاستعانة في ذلك بالمدخلات من الأعمال المقامة في المنتديات الأخرى، بما في ذلك الورقة الخضراء للمفوضية الأوروبية والدراسات المرتبطة بها. وأعرب خبراء آخرون عن قلقهم إزاء الإشارة إلى فلوريد متعدد الفينيل في المبادئ التوجيهية وإزاء مسائل متصلة بإدارة تلك النفايات. وأثناء الدورة الثامنة عشرة للفريق العامل التقني في حزيران/يونيه ٢٠٠١، كان رأي العديد من الوفود أن المبادئ التوجيهية التقنية جاهزة للاعتماد وطلبوا إبداء تعليقات تقنية ومحددة عليها لزيادة تحسين الوثيقة.

٤ - وفي الدورة التاسعة عشرة للفريق العامل التقني، المعقودة في كانون الثاني/يناير ٢٠٠٢، نظر الفريق في المشروع المستكمل للمبادئ التوجيهية التقنية لتحديد النفايات اللدائنية والتخلص منها وإدارتها إدارة سليمة بيئياً، بصورتها الواردة في المرفق لهذه المذكرة واعتمد المبادئ. واتفق الاجتماع أيضاً على أن تقوم الأمانة بوضع الصيغة النهائية لمشروع المبادئ التوجيهية التقنية التي اعتمدها الفريق العامل التقني، بهدف إحالتها إلى مؤتمر الأطراف في اجتماعه السادس للنظر فيها واعتمادها في نهاية المطاف.

ثالثاً - الإجراء المقترح اتخاذه

٥ - قد يود مؤتمر الأطراف، في اجتماعه السادس، أن يعتمد مقررأ على غرار ما يلي:

إن مؤتمر الأطراف،

إذ يرحب باعتماد المبادئ التوجيهية التقنية لتحديد النفايات اللدائنية والتخلص منها وإدارتها إدارة سليمة بيئياً،

وإذ يلاحظ مع التقدير الأدوار التي قامت بها الأطراف والمنظمات غير الحكومية ودوائر الصناعة في إعداد المبادئ التوجيهية التقنية،

١ - يعتمد المبادئ التوجيهية لتحديد النفايات اللدائنية والتخلص منها وإدارتها إدارة سليمة بيئياً بصورتها الواردة في الوثيقة UENP/CHW.6/21؛

٢ - يطلب إلى الأمانة نشر هذه المبادئ التوجيهية، بجميع لغات الأمم المتحدة ما كان مناسباً، على الأطراف والمنظمات غير الحكومية ودوائر الصناعة؛

٣ - يدعو الأطراف والمنظمات غير الحكومية ودوائر الصناعة للعمل بهذه المبادئ التوجيهية التقنية.

المرفق

المبادئ التوجيهية لتحديد النفايات اللدائنية والتخلص منها وإدارتها إدارة سليمة بيئياً

وتشمل:

مبادئ توجيهية تقنية بشأن الكابلات المغلفة بالبلاستيك وإدارتها إدارة سليمة بيئياً

المحتويات

أولاً - المبادئ التوجيهية لتحديد النفايات اللدائنية والتخلص منها وإدارتها إدارة سليمة بيئياً

٨	١ - مقدمة
١٠	٢ - الأنواع الشائعة من اللدائن وتكوينها
١٤	٣ - مصادر النفايات اللدائنية
١٤	٣-١ النفايات اللدائنية لما قبل المستهلك
١٦	٣-٢ النفايات اللدائنية لما بعد المستهلك
	٤ - عمليات المناولة، الكبس، النقل، التخزين والنقل البحري الآمنة والسليمة بيئياً للنفايات الدائنية
١٨	٤-١ المناولة الآمنة والسليمة بيئياً
١٨	٤-٢ الكبس
١٩	٤-٣ النقل
١٩	٤-٤ التخزين
٢٠	٤-٥ النقل البحري لإعادة التدوير
٢١	٥ - قضايا الصحة والأمان
٢٣	٦ - أمان الحريق
٢٤	٧ - استخدامات العمر الثاني للمواد اللدائنية
٢٥	٧-١ التجميع الانتقائي للنفايات اللدائنية
٢٧	٧-٢ التجميع الانتقائي للنفايات اللدائنية
٣٠	٧-٣ إعادة التدوير الميكانيكية
٣٠	٧-٤ إعادة تدوير اللدائن عملياً
٣٦	٧-٥ إعادة تدوير المواد الوسيطة والمواد الكيميائية
٣٨	٧-٦ عوامل الحصر الرئيسية لجمع النفايات اللدائنية وإعادة تدويرها
٤٠	٨ - استعادة الطاقة من النفايات اللدائنية
٤٥	٩ - التخلص النهائي من النفايات اللدائنية
٤٦	١٠ - استنتاجات

ثانياً - المبادئ التوجيهية التقنية للإدارة السليمة بيئياً لخردة الكابلات المغلفة باللدائن

٤٨	١ - مقدمة
٤٨	٢ - نقل خرده الكابلات فيما بين البلدان
٤٩	٣ - مصادر الخرده
٤٩	٤ - استخدام اللدائن في صناعة الكابلات
٥٠	٥ - هيكل صناعة تجهيز الخرده

- ٥٠ عمليات إعادة التدوير السليمة بيئياً ٦ -
- ٥٠ القدرات ١-٦
- ٥١ توصيف عملية تقطيع الكابلات ٢-٦
- ٥٥ تعرية الكابلات ٣-٦
- ٥٥ الإدارة السليمة بيئياً للشظايا اللدائنية في خردة الكابلات ٧ -
- ٥٦ الفصل الميكانيكي لبقايا التصنيع ١-٧
- ٥٦ التصنيع بالتجميد البارد ٢-٧
- ٥٧ التجهيز بالغوص والطفو (hydrogravimetric) ٣-٧
- ٥٧ الترميد ٨ -
- ٥٩ الطمر في الأرض ٩ -

قائمة - الجداول

- ١١ البولمرات الشائعة ١ -
- ١٢ مضافات لدائنية مطابقة ٢ -
- ١٢ مكونات اتفاقية بازل ٣ -
- ٢٠ تعرض اللدائن/البولمرات البكر وتدهورها بسبب الأشعة فوق البنفسجية ٤ -
- ٢٠ مقارنة بين التجميع بالسقط وجانب حافة الطريق (المصدر: عناصر تكلفة الإدارة الفعالة للنفايات اللدائنية في الاتحاد الأوروبي والجماعة الأوروبية (١٩٩٧) مختصر تقنيات فصل وتحديد هوية اللدائن، اللدن المتمائل ٥ -
- ٢٥ طبقاً لاتحاد مصنعي اللدائن في أوروبا APME ٦ -
- ٢٧ عوامل الحصر الرئيسية المعوقة لجمع النفايات اللدائنية وإعادة تدويرها ٧ -
- ٣٩ استعراض تقنيات إعادة تدوير النفايات اللدائنية ٨ -
- ٤٠ قيم الطاقة المتولدة من وقود نفايات اللدائن والوقود الممزوج والوقود التقليدي ٩ -
- ٤٤ استخدام عامل التحييد وإنتاج المخلفات الناتجة من ترميد نفايات الـ PVC ١٠ -
- ٤٩ استخدام المواد اللدائنية في عزل الكابلات ١١ -

قائمة - الأشكال

- ٨ النهج المتكامل إزاء إدارة النفايات ١ -
- ٣١ فصل اللدائن المختلفة في وحدة صناعية لإعادة تدوير الزجاجات ألياً ٢ -
- ٣١ إعادة التدوير الميكانيكية للنفايات اللدائنية لما بعد المستخدم بالراتنج، أوروبا الغربية، ١٩٩٧ ٣ -
- ٣٦ إعادة التدوير الكيميائي (التحلل الحراري) للنفايات اللدائنية - مبادئ أساسية ٤ -
- ٥٤ بيان بالعمليات المتتالية لتقطيع خردة الكابلات ٥ -

قائمة- التنبيلات

- ٦٠ ١-المراجع.
- ٦٢ ٢- تصنيع واستخدام اللدائن وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها
- ٦٣ ٣- معلومات الصحة والسلامة لمرفق استصلاح المواد (MRF)
- ٧٠ ٤- بيانات عن الحرائق التي وقعت في مصانع إعادة تدوير ألمانية
- ٧٢ ٥- مزيد من البيانات تتعلق ببولمرات الفلور
- ٧٤ ٦- مسرد المصطلحات
- ٧٩ ١٧- مقتطف من رموز اللدائن
- ٨٤ ٧ب- وضع العلامات لتحديد هوية المواد المراد تعبئتها
- ٨٥ ٨- مستويات الانبعاث لدى معامل ترميد النفايات التي حددها الاتحاد الأوروبي
- ٨٦ ٩- للمزيد من المعلومات عن إعادة تدوير اللدائن
- ٩٣ ١٠- رتب إفرادية للخردة حسب تعريف ISRI
- ٩٤ ١١- رسم يبين الخطوات المتتالية في فصل لأربعة لدائن
- ٩٥ ١٢- نوع النفاية اللدائنية وكميتها لمختلف طرق التجهيز
- ٩٧ ١٣- مستويات الاستهلاك من الراتنجات البكر، العمر المتوقع، ١٩٩٧

تمهيد

تهدف المبادئ التوجيهية التقنية لتحديد النفايات اللدائنية والتخلص منها وإدارتها إدارة سليمة بيئياً إلى المساعدة على تكوين فهم مشترك وتقديم المشورة الإدارية، وبصفة خاصة للأطراف في اتفاقية بازل التي يتزايد استخدام المواد اللدائنية لديها، وتركز هذه الوثيقة بصفة أساسية على الجوانب التقنية لإدارة النفايات اللدائنية، مع التركيز بصفة خاصة على إعادة تدويرها.

إن التأثيرات البيئية والصحية الناجمة عن النفايات اللدائنية لا يتم تناولها تناولاً جامعاً مانعاً في نص هذه الوثيقة إلا أنها تشمل عناصر تمهيدية. إن توليد النفايات الخطرة في إطار إنتاج المواد اللدائنية، وبخاصة تصنيف الكلوريد متعدد الفينيل (PVC) لا تتناوله أيضاً هذه الوثيقة.

وينبغي النظر في هذه المبادئ التوجيهية التقنية جنباً إلى جنب مع المبادئ التوجيهية التقنية التي اعتمدها مؤتمر الأطراف في اتفاقية بازل والتي تحكم عمليتي الاستعادة والتخلص من النفايات بصورة سليمة بيئياً، وبصفة خاصة المبادئ التوجيهية التقنية للترميز على الأرض (D10)، الطمر المصمم تصميماً هندسياً خاصاً (D5)، وبشأن النفايات المجمعة في المنازل (Y46).

يضاف إلى ذلك أنه ينبغي إيلاء الاعتبار الخاص للأطر القانونية ولمسؤوليات الجهات المختصة المعنية.

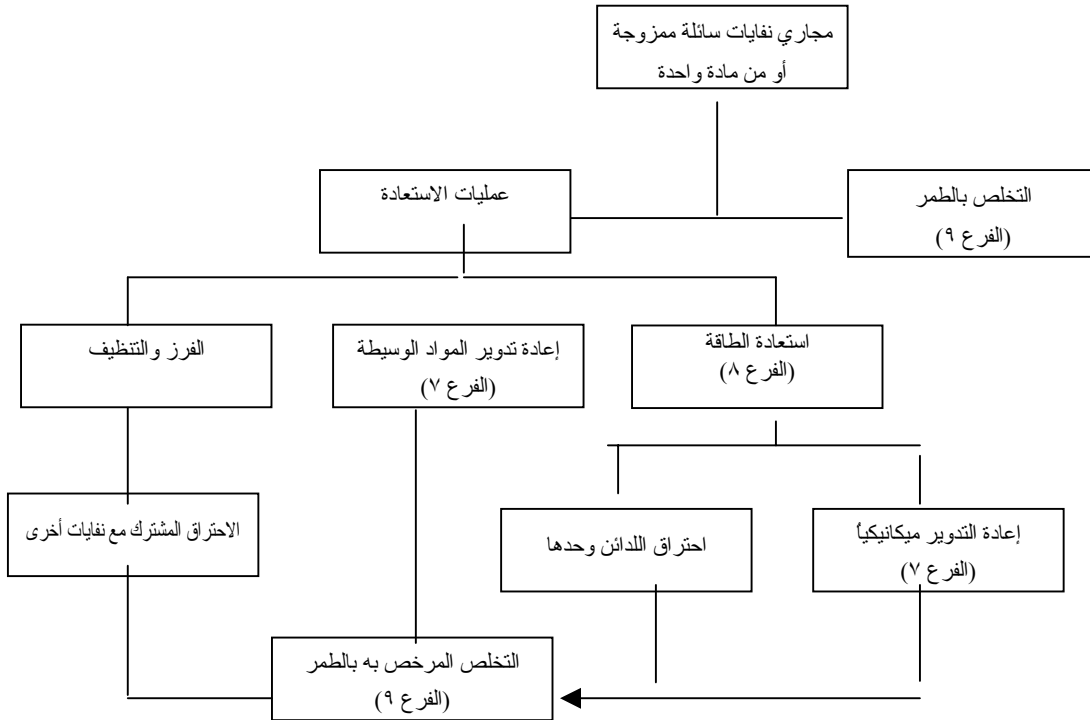
وقد أعد هذه الوثيقة الفريق العامل التقني التابع لاتفاقية بازل؛ وهي ثمرة التعاون المنتج بين الأطراف في اتفاقية بازل والموقعين عليها والدول الأخرى ودوائر الصناعة والمنظمات غير الحكومية.

١ - مقدمة

تقدم هذه المبادئ التوجيهية التقنية توجيهات عامة بشأن التحييد والإدارة السليمة بيئياً للنفايات اللدائنية والتخلص منها (واستعادتها^(أ) والتخلص النهائي منها^(ب)) وتطبيق المبادئ التوجيهية التقنية لاتفاقية بازل، على تلك النفايات التي تندرج في المرفق الأول من الاتفاقية ولها أي من خصائص المرفق الثالث، كما تنطبق كذلك على النفايات المنزلية (Y46) المدرجة في المرفق الثاني من الاتفاقية والتي تحتاج إلى بحث خاص، وقد مُد نطاق هذه المبادئ التوجيهية التقنية عمداً لتشمل جميع أنواع البوليمرات واللدائنية وليست تلك الأنواع التي بها مكون من مكونات المرفق الأول (Y1 إلى Y45).

تركز سياسات إدارة النفايات على الترتيب الهرمي للنفايات معطية الأولوية لمنع النفايات أو تقليلها (بما في ذلك القضاء على العوائق والاختلالات التي تُعزى للإنتاج المفرط للنفايات) ويتبع ذلك في سلم الأولويات إعادة الاستخدام، إعادة التدوير، الاستعادة وإدارة المخلفات، وتشمل هذه الاستراتيجية نهجاً متكاملاً إزاء إدارة النفايات (أنظر الشكل ١) مع التركيز على إعادة تدوير المواد.

الشكل ١ - النهج المتكامل إزاء إدارة النفايات



(أ) الاستعادة تعني العمليات الواردة في المرفق الرابع باء من اتفاقية بازل.

(ب) التخلص النهائي يعني العمليات الواردة في المرفق الرابع ألف من اتفاقية بازل.

(ج) للحصول على مزيد من المعلومات برجاء الرجوع إلى الدليل المرجعي لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشأن المنع الاستراتيجي للنفايات [ENV/EPOC/PPC (2000) 5/FINAL].

أن عملية منع أو تقليل النفايات تشمل إحداث تغييرات لاحقة في تصميم المنتج وتغييرات في عادات المستهلكين وهذه الاستراتيجية تضمن أن أيا أو كلا من الهدفين المتمثلين في تقليل (كمية) النفايات المنتجة مع تقليل خطورة مكوناتها (نوعية) يتم مراعاتهما في الإنتاج بحيث تقل خطورة النفايات المتولدة. ويمثل منع النفايات استراتيجية تمنع النفايات والمخاطر المصاحبة لها في المقام الأول.

تقدم هذه المبادئ التوجيهية التقنية هذه، معلومات تقنية تتعلق بـ:

- (أ) مختلف اللدائن الشائعة وتكوينها؛
- (ب) وضع العلامات، سلامة المناولة، التضام، تخزين ونقل اللدائن؛
- (ج) إعادة تدوير واستعادة النفايات اللدائنية والتخلص منها بصورة سليمة بيئياً.

اتسع نطاق استخدام اللدائن، فقط في الخمسينات، ومع ذلك، ففي غضون سنوات قليلة، ازداد الإنتاج بمعدل غير مسبوق. ويكاد الاستهلاك العالمي من اللدائن يتشابه مع إنتاج الفزات الأخرى غير الجديدة. وتعطي التوقعات المتعلقة بإنتاج الراتنجيات (أنظر التذييل ١٣) إشارة إلى أهمية كميات النفايات اللدائنية التي يتعين على كل من البلدان المتقدمة والبلدان النامية أن تديرها خلال السنوات القادمة، ويشمل ذلك اللدائن ذات العمر العملي الطويل التي إنتجت منذ بعض عقود، والتي من المتوقع أن تصل إلى نهاية فترتها العمرية.

ولا تزال هناك مشاكل تقنية واقتصادية وهيكلية ينبغي التغلب عليها ولا تزال أعتى هذه المشاكل المتعلقة باللدائن والبيئة هي التخلص منها، ففي البلدان المتقدمة، يتم طمر نحو ثلاثة أرباع اللدائن في الأرض، بينما يتم استعادة الربع الأخير إما في صورة مواد جديدة أو طاقة مفيدة. وقد أمكن حتى الآن تحقيق معدل إعادة التدوير هذا عن طريق استخدام الصكوك القانونية و/أو الاقتصادية. ومن ثم، فإن احتمالات إعادة تدوير نفايات اللدائن تظل كبيرة.

وينظر بصورة متزايدة إلى طمر النفايات على أنها تمثل مشاكل تتعلق بالتأثيرات البيئية في نفس الوقت الذي تتكش فيه وفرة المواقع المناسبة. وتثور التساؤلات حول نض المضافات اللدائنية إلى المياه الأرضية. ومن ناحية أخرى، يواجه الحرق غير المتحكم فيه في النفايات البلدية الصلبة عدم قبول من الناحية البيئية، كما أن الترميد المتحكم فيه لنفايات اللدائن يثير هو الآخر شواغل في بعض الحالات.

وعلى الرغم من أن استعادة المواد تتساوى بالنسبة لبعض المواد بإعادة التدوير، فإن هناك بالنسبة لللدائن مجموعة خيارات كبرى متوافرة، إعادة تدوير المواد (إعادة التدوير الميكانيكي، أو إعادة تدوير المواد الوسيطة). الترميد مع استعادة الطاقة، والاستخدام كمصدر بديل للوقود يحل محل أنواع الوقود التقليدية لتوليد الطاقة أو لإنتاج المواد أما اللدائن فيما بعد الاستخدام فتثير مشاكل تتعلق بتحديد هويتها وفصلها وكذلك فيما يتعلق بالتلوث. ولكن حيثما تتوافر أحجام كافية من المواد التي يسهل تصنيفها، تتم إعادة التدوير بنجاح.

والحصول على المعلومات التقنية عن الإدارة السليمة بيئياً لنفايات اللدائن أمر مهم للغاية بالنسبة للأطراف في اتفاقية بازل، ولا سيما البلدان النامية وذلك لإعداد برامج مناسبة وسياسات في هذا المضمار. وفي هذا الصدد، تعرف الإدارة بيئياً في اتفاقية بازل بأنها اتخاذ جميع الخطوات العملية لضمان إدارة النفايات الخطرة

وغيرها من النفايات (المرفق الثاني) بصورة تقي صحة الإنسان والبيئة من الآثار الضارة التي قد تنجم من مثل هذه النفايات. والمادة ٤ من الاتفاقية تلزم الأطراف بتدنية توليد النفايات الخطرة وغيرها من النفايات.

إن للكثير من استخدامات اللدائن عمراً عملياً طويلاً جداً، ويمكن لللدائن التي تبلغ نهاية عمرها أن يعاد تدويرها إلى استخدام عمري ثانٍ. واستخدام اللدائن يمكن أن يعني أن:

- ◀ أن قدراً أقل من المواد يستخدم في أي استخدام (مثل تخفيض حجم التغليف بنسبة تصل إلى ٨٠٪ خلال السنوات العشرين الأخيرة، نتيجة لتحسين الوقاية من خلال التغليف كما أن المقدار الذي يهدر من المحتوى كنفائية يقل هو الآخر)،
- ◀ استخدام قدر أقل من الطاقة في الإنتاج عما هو حادث تقليدياً (مثال التحول إلى اللدائن ذات الطاقة الكثيفة المنخفضة)،
- ◀ نقصان حجم الوقود المستخدم في النقل والمناولة (مثال اللدائن الداخلة في التغليف وفي السيارات)،
- ◀ إنتاج حجم أقل من الملوثات أثناء التصنيع والاستخدام،
- ◀ إنتاج حجم أقل من نفايات انتهاء عمر اللدائن (مثلاً إذا قارنا الحجم والوزن بالمواد التقليدية مثل المعدن أو الزجاج).

وللدائن مزايا كثيرة مثل انخفاض النفاذية، الصمود للمواد الكيميائية، للارتطام، للرطوبة وللحريق. ومع ذلك، فإن إنتاج وتجهيز واستخدام اللدائن لتوليد النفايات لا تتولد عنها نفايات. ومن الضروري أن تخضع هذه النفايات لإدارة سليمة ولحماية الأشخاص والبيئة، ومن هنا تأتي أهمية هذه المبادئ التوجيهية.

٢ - الأنواع الشائعة من اللدائن وتكوينها

والعناصر التي توجد غالباً في اللدائن هي: الكربون، الهيدروجين، النيتروجين، الأكسجين، الكلور، الفلور والبروم. وبعض هذه العناصر خطرة عندما لا تكون مقترنة ولكنها تصبح خاملة عند إدماجها في بوليمر عضوي. ويشمل الجدول ١ أنواع البوليمرات التي من المحتمل جداً أن تكون متوافرة كنفائيات لدائنية (فلا توجد عادة المواد المتصلدة بالحرارة على عكس المواد المتلدنة بالحرارة إلا عند انخفاض المستويات جداً في معظم اللدائن المعدة لإعادة التدوير وهذا هو السبب أن هذه المبادئ التوجيهية لا تتناولها بالبحث).

الجدول ١ : البوليمرات الشائعة

البوليمر	الاستخدامات العادية	المدى العمري العادي
بوليثيلين عالي الكثافة (PE-HD)	التغليف، الأغشية الصناعية، الزجاجات، الأحواض، الفناجيل، اللعب، حاويات صهاريح، أعشبية، صناديق للبن والجعة. عزل الكابلات، الأنابيب، صهاريح الغازولين، حاويات النقل البحري، المقاعد	نحو سنتين نحو ٣٠ سنة
بوليثيلين منخفض الكثافة (PE-LD, PE-LLD)	الرقائق اللدائنية شفافة للتغليف، رقائق اللف، حقائب التغليف، الأغطية، اللعب، الطبقات الخارجية الحاويات المرنة، مد الأنابيب أنابيب الري	نحو سنتين نحو ٥ سنوات ٢٠ سنة
البوليستر (PEP)	الزجاجات، رقائق لدائنية الشفافة للتغليف، أربطة، أشرطة تسجيل، سجاد، ألياف، أحبال، إطارات المركبات	حتى ٥ سنوات حتى ١٠ سنوات
بوليبروبيلين (PP)	أكواب البلاستيك للزبادي والسمن، رقائق تغليف الحلويات، رقائق شفافة للتغليف أكواب/زجاجات صناديق بطاريات المحركات الآلية، أجزاءها ومكونات جسمها، المكونات الكهربائية، ظهارات السجن ودعاماته	حتى ٥ سنوات حتى ١٠ سنوات حتى ١٥ سنة
البوليستيرين (PS)	استخدامات التغليف، حاويات منتجات الألبان، أكواب وأطباق أدوات كهربائية، شرائط كاسيت	حتى ٥ سنوات حتى ١٠ سنوات
بوليستيرين مُمدد (EPS)	التغليف الماص للصدمات، الأكواب، الأطباق العزل الحراري، مكونات البناء	حتى ٥ سنوات حتى ٣٠ سنة
الايثيلين متعدد رباعي الكلور (PTFE)	عزل الكابلات، الطبقات الخارجية الصامدة للحرارة، المكونات الكهربية، التركيبات، السدادات المقاومة للتآكل	حتى ٣٠ سنة
الكلوريد متعدد الفينيل (غير ملدن PVC-U) (رغاوي PVC-E) (ملدن PVC-P)	PVC-U، حلوق الشبابيك والأبواب، عمل القنوات، أنابيب المياه والصرف، سلع مياه المطر، واجهات البناء ومكونات البناء المصنوعة من PVC-E عزل الكابلات والأسلاك، أنابيب تصنيع الجعة واللبن، وتجهيز الغذاء، مواد التغليف الكيميائية المركزة	حتى ٥٠ سنة حتى ٥٠ سنة حتى ٥٠ سنة حتى ٥ سنوات

ولتلبية الاحتياجات المتعددة لاستخدامات البوليمر، توجد مجموعات فرعية من البوليمر داخل هذه التصنيفات العادية – فهناك قليل جداً من البوليمرات الأساسية (المعروفة كذلك بالراتجات) يتم تجهيزها أو استخدامها وحدها، ومعظم اللدائن خليط ممزوج من البوليمرات والمضافات من أجل إعطاء الخصائص المطلوبة لاستخدام بعينه وبدقة (أنظر أيضاً التذييل الثاني):

اللدائن = بوليمرات + مضافات

وفي هذا الصدد، فإن البوليمرات لا تختلف عن الصلب أو الزجاج حيث الاسم العام يغطي العديد من التركيبات المختلفة. وقد أدرجت مختلف أنواع وكميات المضافات في مصفوفة البوليمرات. إن استخدام المضافات مثل العوامل المثبتة ضد السخونة، والضوء أو الأكسجين الموجود في الهواء يتيح عمراً مديداً للمنتج أو لاستخدامات محددة (مثل الرقائق الشفافة لتغليف الأغذية، وإطارات النوافذ والأنابيب الخ). وترد المضافات النموذجية في الجدول ٢.

الجدول ٢: مضافات لدائنية مطابقة

المواد (أنظر المسرد-التذييل ٦ لإيضاح الغرض)	
مضادات التآكسد	حتى ١٪
مواد مالئة	حتى ٤٠٪
عوامل رغاوى	حتى ٢٪
مقاومة الارتطام	حتى ١٠٪
ألوان ومواد صباغة	حتى ٥٪
ملونات	حتى ٤٠٪
عوامل تثبيت الحرارة/الضوء	حتى ٥٪
مؤخرات الاشتعال	حتى ١٥٪

تظهر بعض المضافات أو اللدائن/بوليمرات (أنظر الجدول ٣) بين أنواع المواد الواردة في المرفق الأول للاتفاقية.

الجدول ٣: مكونات اتفاقية بازل

المكون	الاسم الكيميائي	ملاحظات	المحتوى
Y13	نفايات إنتاج و تركيبات واستخدامات الراتنجات والثنى والملدنات	الراتنجات (اللدائن الخالية من المضافات)	١٠٠٪ راتنجات
Y21	مركبات الكروم سداسي التكافؤ	مكون أقل رتبة في الملونات	الكروم حتى نسبة ٣٪
Y23	ستيرات الزنك	شحومات/مواد تثبيت	زنك > ٢٪
Y26	سلفيدات الكاديوم أو ستيرات الكاديوم		
Y27	أكسيد الأثمد	مثبت للهب	أثمد حتى ٢٪
Y31	سلفات الرصاص أو سلفيت الرصاص	مثبتات اللون أو الضوء	رصاص > ٢,٥٪
Y45	مركبات الهالوجين أورغانو من غير المواد المشار إليها في هذا المرفق في الخانة التالية	بوليمرات مهلجنة	محتوى الهالوجين المحتوى في مصفوفة البوليمر/اللدائن تتفاوت بتفاوت الشكل

يعتبر الـ PVC هو البولمر الذي يستخدم الحيز الأكبر من أنواع وكميات المضافات والتي تعتبر المقرات والملدنات أكثرها أهمية.

تعتبر المقرات الرصاصية هي الأكثر شيوعا وتستخدم مقرات الكادميوم في تطبيقات عديدة ولكن جرى استبدالها الآن على نحو متزايد وأصبحت بدائل المقرات الرصاصية متاحة أيضا وبكثرة وتعتبر البطاريات والمراكم هما الاستخدام الأكثر أهمية لكلا من الرصاص والكادميوم ومع ذلك لا تزال المقرات في الـ PVC أحد استخدامات الرصاص الهامة.

تمثل الافتالات ٩٠% تقريبا من ملدنات الـ PVC كما أن ٩٠% من استخدامات الافتالات تكون في الـ PVC.

تحتوى بعض اللدائن على مثبطات لهب كمادة مضافة و المنتجات المعرفة هي أكاسيد الانتيمون، استيريات الفوسفات، الـ MCCP (السلسلة المتوسطة للبارافينات الكلورة)، أو الـ BFRs (مثبطات اللهب المبرومة) وتعتبر الكيماويات المبرومة هي الأكثر استخداما كمثبطات لهب لللدائن وذلك لتوافق معايير أمان الحريق الخاصة بـ UL194 وتستخدم مثبطات اللهب المبرومة على وجه الخصوص في الأجهزة الكهربائية والإلكترونية، طبقات الطلاء، وقطع غيار السيارات، والمنسوجات المصقولة، والأثاث، ومواد البناء، والتغليف.

ويقدر إجمالي الطلب للكيماويات المبرومة المثبطة للهب بـ ١٥٠٠٠٠٠ طن في العام.^(١) تم في حزيران/يونيه ١٩٩٥ وضع التزام صناعي طوعي بين نتجي كل من الولايات المتحدة وأوروبا تبعا لبرنامج الحد من المخاطر الخاص بمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وكانت الثلاث مجموعات الأكثر دراسة في عائلات مثبطات اللهب المبرومة هي الـ PBBs، PBDOs، و TBBPA.

والمضافات المدرجة متضمنة في مصفوفة البولمرات. ويمكن تحليل هذه المصفوفة على سبيل المثال في درجات حرارة عالية (كالترميز الموجه) أو بالضغط. يمكن أن تتطلق مضافات معينة مدرجة بجدول ٢ من مصفوفة البولمرات أثناء استخدامها وأثناء التخلص منها.

ولا يعتمد تركيب النفايات اللدائنية على التركيب الأصلي لللدائن المختلفة المتضمنة فقط ولكن يمكن أيضا أن تحتوى على شوائب أو ملوثات معينة. ويعتمد ذلك على نوع الاستخدام الخاص باللدن، وعملية تولد النفايات أو الطريقة التي تجمع بها النفايات اللدائنية. وعلى سبيل المثال يمكن أن تظل مغلفات الطعام اللدائنية محتوية على بقايا طعام كما يمكن أن تحتوى الأغذية الرقيقة المستخدمة في الزراعة على نسبة عالية من التربة، ويمكن أن تحتوى النفايات اللدائنية الناتجة من الكابلات على بقايا معدنية. عند تسليم النفايات اللدائنية لعملية معالجة فانه من الضروري أن يوضع في الاعتبار كلا من التركيب الخاص باللدن بالإضافة إلى التلوث بعوامل خارجية (أنظر الفرع ٦ أيضا). قد يؤثر وجود هذه الشوائب والملوثات على احتمالات إدارة النفايات بطريقة سليمة بيئيا لذلك يجب بحثها بطريقة ملائمة.

٣- مصادر النفايات اللدائنية

يعتبر إجمالي الكمية المتولدة من النفايات اللدائنية أقل إلى حد بعيد من كمية اللدائن المنتجة. ويعزى ذلك إلى تلك الاستخدامات التي تحتاج فيها اللدائن إلى عدد كبير من المتطلبات قبل التخلص منها بينما لا يحدث ذلك مطلقاً لمجاري النفايات ذات الكميات الكبيرة.

تأتي معظم النفايات اللدائنية من سوق ما بعد المستهلك. توجد نفايات ما بعد المستهلك في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي غالباً في النفايات البلدية الصلبة MSW بالإضافة إلى القطاعات الاقتصادية الآتية: التوزيع ودوائر الصناعة الكبيرة، الزراعة، البناء والتدمير، السيارات، القطاعات الإلكترونية والكهربائية (أنظر التذييل ١٣، حالة أوروبا الغربية، ١٩٩٩). وتختلف الخصائص وبالتالي المعالجة لنفايات ما قبل المستهلك عن نفايات ما بعد المستهلك.

تتولد النفايات اللدائنية لما قبل المستهلك والتي عامة ما توازي أقل من ١٠٪ أثناء تصنيع اللدن البكر من المواد الخام (البترول، الغاز الطبيعي، الملح، الخ) ومن تحويل اللدائن إلى منتجات لدائنية. أن المعايير المذكورة بأسفل بخصوص إعادة الاستخدام أو إعادة التدوير لللدائن ليست هناك للكشف عن الأخطار ولكن في الواقع لتعزز كلا من الاستعادة وإعادة التدوير السليم. أنظر التذييل ٢ من أجل الكشف الخاص بالخطوات المتتالية لإنتاج وإعادة تدوير اللدائن.

٣-١ النفايات اللدائنية لما قبل المستهلك

تعتبر النفايات المتولدة عن مُصنعي الراتنجات قابلة للاستخدام في الغالب. حيث يمكن استعادتها وبيعها على الرغم من إنها قد تحتاج إلى طحن متوسط أو عمليات أخرى. ومع ذلك توجد مصادر من النفايات اللدائنية التي تعتبر غير مناسبة كمادة خام في أي عملية وقد يكون هذا هو الحال مع:

- المواد المركبة
- اللدائن المتحللة بشدة و التي لا تستطيع تحقيق الخواص الخاصة أما بالمعالجة أو كمنتج ثانوي
- النفايات الملوثة (مثال كمناسفة الأرضيات)

وتعتبر الصناعات التحويلية هي المصدر المعتاد لهذه النفايات. يعدد التذييل ١٢ الأصناف والكميات المطابقة من النفايات اللدائنية لعمليات التصنيع المختلفة. وعموماً تميل النفايات اللدائنية لما قبل المستهلك لأن ينتفع بها جيداً. ويبدو أن القيد على إعادة تدوير هذه النفايات يكون في جودة المادة نفسها وليس نقصاً في التقنيات المتاحة لمناولتها.

إنتاج البوليمر

بينما تعمل دوائر الصناعة بجد لإنتاج مواد درجة أولى فقط، إلا أنه من المحتمل أن تكون نسبة صغيرة من قاعدة البوليمر خارج المواصفات وغير مناسبة للعميل المقصود. ومع ذلك فأنه قد يجد البوليمر استخداماً أفضل في تطبيقات محددة أخرى حيث أنها:

- توافق القيود المنظمة للمركبات غير المتبلرة و/أو الملوثات
- تخلط مع مضافات مناسبة لتتوافق مع القواعد المحلية
- تحتوى مضافات ضرورية لتوائم التطبيق النهائي

تركيب البوليمر

أن عملية تركيب البوليمرات مع المضافات يمكن أن تخرج المادة عن المواصفات المطلوبة من عميل ولكنها يمكن أن تكون مناسبة لتطبيقات أخرى. من الممكن فلا تحترم الصيغة أو الوصفة الدقيقة لكميات الراتنج (الراتنجات) والمضافات المختلفة، وقد تستخدم مادة غير موصّفة. وينتج عن ذلك خطأ في الخصائص الخاصة باللون، بالصلادة أو بالمعالجة. ومن المهم قبل إعادة التدوير لمثل هذه المركبات البوليمرية:

- أن تكون لها صيغة معروفة، مناسبة للاستخدام الجديد
- أن تكون قد تم معالجتها طبقاً للشروط الملائمة لهذه الصيغة
- أن توافق متطلبات التركيب المنظمة و الخاصة بالاستخدام المقترح
- أن تكون من درجات واحدة أو من خليط معروف من درجات متصلة بأحكام

تحول (تحويل) اللدائن

يمكن أن ينتج من مصانع القولية بالسبك وبالبيثق مواد نفايات من إجراءات بدء، نهاية وأثناء التشغيل والتي لا يمكن إعادة استخدامها بالموقع بسبب قيود الجودة أو المواصفة. يمكن أن تحتاج مواد النفايات تلك أن تُمزق قبل إعادة استخدامها وعلى الرغم من ذلك يمكن أن تستخدم مثل هذه المواد في تطبيقات أخرى.

ومن المهم التأكد من أن مثل هذه النفايات:

- لها صيغة معروفة
- تستخدم في الاستخدام المناسب
- تعالج طبقاً للشروط الملائمة لهذه الصيغة
- غير ملوثة أو متحللة بما يجعلها غير مناسبة للمعالجة
- من درجات واحدة أو من خليط من درجات متصلة بأحكام ومشروطاً بالمقاييس المطلوبة للمادة البكر المعنية

تجميع أو تركيب مكونات اللدائن

يتم توريد بعض اللدائن كسلع نصف مشغولة. عندما تتم معالجتها ينتج خردة وبقايا يمكن إعادة تدويرها إلى نفس التطبيقات أو تطبيقات بديلة. كمثال، البقايا الناتجة من تجميع إطار نافذة من الـ PVC-U يمكن إعادة تدويرها إلى إطارات نوافذ أو إلى مواسير وأنابيب تصريف. كما يمكن إعادة تدوير البقايا الناتجة عن تشكيل الأكواب من ألواح الـ PS إلى أكواب أو إلى علب أشرطة التسجيل على سبيل المثال. إن تركيب مواسير،

أنابيب التصريف أو سلع مياه الأمطار المصنعة من الـ PVC أو الـ PE قد ينتج عنة أيضا بقايا مواد قابلة لإعادة التدوير حيث يمكن إعادة تدويرها إلى مواسير وأنابيب تصريف.

وسوف تؤدي مواد إعادة التدوير تلك افضل عندما:

- يتم فرز النفايات إلى أنواع منفردة خالية من الأوساخ
- فصل المواد الرغوية جانبا عن الدرجات الصلدة
- اختيار إجراءات المعالجة التي تراعى تاريخ معالجة النفاية .

٢-٣ النفايات اللدائنية لما بعد المستهلك

تصل مكونات اللدائن في الغالب لنهاية استخدام العمر الأول بدون تغير جوهري في خصائص مادة اللدائن. تكون نفايات ما قبل المستهلك نظيفة إلى حد كبير، وتصل عن الراتجات الأخرى، وتكون قريبة جدا فيزيقياً من النقطة التي يمكن عندها إعادة تدويرها وتكون ذات خصائص جيدة بالنسبة لخواصها الأصلية والفيزيقية، وعمامة لا يكون هذا هو الحال بالنسبة للنفايات اللدائنية لما بعد المستخدم. بالإضافة إلى ذلك فإن نفايات ما بعد المستهلك تكون غالبا في صورة مواد مركبة، في مخاليط خاصة من لدائن مختلفة، و/أو نفايات لدائنية وغير لدائنية. ولإعادة التدوير يجب أولاً تنظيف اللدن (اللدائن) وفصلها إلى مواد متجانسة. وتساهم هذه العوامل في زيادة صعوبات وتكاليف إعادة تدوير نفايات ما بعد المستخدم عند مقارنتها بتلك الخاصة بنفايات ما قبل الاستخدام.

ويقوم الآن عدد متزايد من البلدان بسن القوانين المطلوبة لاستعادة لدائن في نهاية العمر لإعادة التدوير. ويمكن أيضا أن يشكل إعادة مكونات نهاية العمر للموردين جزءا من الصفقات التجارية كما أن استخلاص اللدائن من الأجهزة عند نهاية عمرها قد يكون صعبا ومكلفا ولكن يمكن إعادة تدوير مثل هذه المواد.

في التذييل ١٣، مثال من أوروبا الغربية في ١٩٩٤ معطى عن توليد نفايات لدائنية ما بعد المستهلك بواسطة مصدر نفايات وراتجات بالإضافة إلى نفايات مواد التغليف اللدائنية (النوع).

ولكل مصدر للنفايات المواصفة الخاصة به مثل:

- تكون النفايات البلدية الصلبة (MSW) والنفايات اللدائنية الزراعية أكثر تشتتا من الناحية الجغرافية من نفايات التوزيع
- يكون تجانس المادة في نفايات قطاع الزراعة أو نفايات التوزيع أفضل من النفايات البلدية الصلبة أو نفايات السيارات
- تعتبر نفايات البناء/التدمير أو النفايات البلدية الصلبة أكثر ثلوثا من النفايات اللدائنية الكهربائية والإلكترونية

وتمثل الأربعة لدائن الرئيسية (PE،PP ،PVC ،PS) في أوروبا الغربية ٨٠٪ من إجمالي مجارى نفايات اللدائن. وتمثل منتجات التغليف ٥٥٪ من إجمالي النفايات اللدائنية المتولدة في أوروبا الغربية في ١٩٩٤ (التذييل ١٣).

النفايات البلدية/المحلية

ترد النفايات البلدية/المحلية بالفئة Y46 للمرفق الثاني لاتفاقية بازل وينظر إليها (كنفايات تحتاج إلى بحث خاص). للنفايات البلدية الصلبة (MSW) تركيز منخفض من اللدائن (حول ٨٪). وهي ليست الاهتمام المباشر لهذه المبادئ التوجيهية ولكن لبعض الأطراف في هذا الصدد قوانين نفايات تتطلب أن تقوم المنازل ووحدات التجارة والصناعة مفصل وتجميع اللدائن لإعادة التدوير والتي تعتبر بطريقة أخرى جزء من النفايات البلدية الصلبة. وتعتبر هذه المواد قابلة لإعادة التدوير ويمكن بالتالي نقلها عبر الحدود لإعادة التدوير. سوف تحتاج فرزها إلى مجارى بولمرات منفصلة وتطهيرها قبل التمكن من إعادة تدويرها بطريقة مرضية.

ومن لدائن النفايات البلدية الصلبة يقدر ٤١٪ منها PE، ١٨٪ PP بينما يقدر كلا من PS/EPS والـ PVC بـ ٩٪ و ٧٪ PET (أرقام ١٩٩٣ لأوروبا الغربية، التذييل ١٣). عموما تتكون اللدائن المنزلية من خليط من مواد مختلفة يصعب تحديد هويتها.

أمثلة على لدائن نهاية العمر تتضمن:

PVC-U ،HD-PE	مواسير مياه الشرب والصرف
PE-LD،PE-HD،PVC-P ،PTFE	كابلات/عزل كابلات
PVC-U ،PVC-E	بقايا أطر النوافذ والبناء
PVC-U ،PS	محتويات الحاسب، أطر لوحات المفاتيح
PET ،PE-HD ،PVC-U	زجاجات
PP،PE-LD،PE-HD ،PVC-U ،PVC-P	رقائق التغليف

النفايات اللدائنية التجارية والصناعية الكبيرة

ينتج هذا القطاع كميات من النفايات الدائنية تؤول فقط إلى نفايات بلدية صلبة وتتضمن أكياساً، براميل وأوعية الصناعات الغذائية والكيمياوية، رقائق التغليف، المعدات الصناعية المهملة، صناديق، الخ. وتتضمن اللدائن الرئيسية المستخدمة PE ،PP ، PS والـ PVC، ويعتبر تجميع مواد معروفة جيداً في هذا القطاع أسهل من الناتجة عن المنازل.

النفايات اللدائنية الزراعية

يستخدم القطاع الزراعي في أوروبا الغربية لدائن PE ،PP والـ PVC والتي عادة ما يكون لها فترة عمر قصيرة إلى متوسطة. ومن أمثلة المنتجات قصيرة العمر رقائق اللدائن المستخدمة في تغطية الدفيئات وأكياس السماد. ومن المنتجات ذات فترة العمر المتوسطة مواسير وصمامات الري، الأوعية، البراميل والخزانات.

النفايات اللدائنية الخاصة بالبناء/التدمير

تستخدم صناعة البناء في أوروبا الغربية لدائن الـ PE والـ PVC على مدى واسع (التذييل ١٣). ويستخدم قطاع البناء اللدائن بصورة نموذجية في تطبيقات أطول أجلا من أي من القطاعات الصناعية الرئيسية الأخرى، مما يجعل من الصعب تقدير النفايات المتولدة على أساس الاستهلاك وقد حددت مصادر صناعة البناء ١٠% من الاستهلاك الجاري كتقدير معقول للنفايات المتولدة.

٤- عمليات المناولة، الكبس، النقل، التخزين والنقل البحري الآمنة والسليمة بيئيا للنفايات اللدائنية

يمكن إعادة تدوير جميع نفايات اللدائن. تزيد احتمالات إعادة التدوير والقيمة (أي اقتصاديا وعند استخدامها) لللدائن إذا تم فرز النفايات اللدائنية طبقا لأنواع اللدائن. وعلى الرغم من ذلك، فإنه يمكن إعادة تدوير اللدائن المختلطة ولكن استخداماتها أقل في الوقت الحاضر ونادرا ما يمكن أن تكون بدائل لللدائن البكر.

٤-١ المناولة الآمنة والسليمة بيئيا

تحتاج مواد النفايات من كل الأنواع سواء كانت خطرة أو غير خطرة إلى مناولتها بطريقة تتوقى الخطر على صحة الإنسان. ويتم في الغالب النقل البحري للنفايات الناجمة عن عمليات تصنيع البولمرات والخط وهي في صورة مساحيق أو حبيبات معبأة في أكياس كبيرة أو سائبة في حاويات الشحن. تكون النفايات الناتجة من تطبيقات نهاية العمر غالبا في صورة شحنات سائبة وبالتالي تحتاج إلى تضامها ألي مواد معبأة في بالات أو أكياس كما يتم في العديد من الأنشطة الصناعية. يجب أن يتم إمداد العاملين بملابس الوقاية الملائمة، كما يجب تدريبهم على المناولة الآمنة للحاويات الكبيرة/الثقيلة كما يجب أن يتم تجهيزهم بمعدات المناولة مثل عربات ذات النقالات والعربات ذات المرفاع الشوكية. يوضح التذييل ١٣ نوع التوجيه التفصيلي الخاص بالمناولة الآمنة والسليمة بيئيا والذي تم تلقينه لمديري مصانع فرز وإعادة تدوير اللدائن في المملكة المتحدة .

٤-٢ الكبس

يمكن أن تكون البقايا اللدائنية الناتجة عن تحويل المنتجات نصف المشغولة ونفايات التغليف ونفايات نهاية العمر ضخمة جدا وقد تحتوي على أكثر من نوع واحد من النفايات اللدائنية. قد يكون ضروريا عمل بعض الكبس من أجل النقل والتخزين الاقتصادي. ويعتبر الكبس في بالات والتفتيت هما أكثر عمليات التضام شيوعا.

ويمكن أن تكون عملية التفتيت جافة أو مبللة. يستخدم التفتيت المبلل ليس فقط لتحقيق التضام ولكن أيضا للبدء في عملية تطهير بقايا اللدائن من الملصقات الورقية، الغراء والأوساخ. وحيث أن كلا من الكبس في بالات والتفتيت هما عمليتان أساسيتان، فإن كلا منهما تحتاج إلى عاملين مدربين ومجهزين جيدا. يجب القيام بالفرز إلى مجارى ذات منتج واحد قبل عملية التضام كلما أمكن.

يمكن تفتيت مجارى نفايات اللدائن المختلطة والوحيدة اللدن ولكن يجب وضع الآتي بعد في الاعتبار من أجل عمليات آمنة وسليمة بيئياً:

- قد لا تقبل بعض الأسواق المواد المفتتة بسبب الحاجة إلى مقاييس جودة لما بعد عمليات الفرز العامة
- يجب إنشاء وتركيب معدة التفطيت بطريقة تحمي المشغل من الشظايا الطائرة ونفايات الرقائق المتشابكة والوضوءاء
- يجب أن تتم حماية معدة التفطيت من التلوث المعدني باستخدام أنظمة كشف/إزالة المعادن
- يجب فقط تفطيت بقايا اللدائن المختلطة إذا كان هناك استخدام أكيد للمنتج المختلط أو إذا توافر نظام فرز ما بعد التفطيت لإنتاج مجارى ذات مادة واحدة ذات جودة مقبولة
- قبل إعادة معالجة المادة المفتتة يجب تجفيفها وضبطها على المواصفات المستخدمة للمادة البكر

يعتبر الكبس في بالات مناسبة للمكونات، الرقائق ونفايات الزجاجات. حيث أن لها ميزة أن الفرز لما بعد التضام تكون عملية ذات تقنية بسيطة وقليلة. يحتاج الكبس في البالات بطريقة آمنة وفعالة إلى مراعاة الآتي:

- الكبس المفرط لنفايات اللدائن في البالات يمكن أن يؤدي إلى التحام النفايات ببعضها صفي كتلة صلدة يكون فصلها ثانية صعب جدا
- تحتوى البالات المتضامة لكمية كبيرة من الطاقة، لذلك يجب أن تكون الأربطة الخاصة بها والمصنوعة من الصلب المقاوم للصدأ أو البوليستر قوية بما يكفي لتحمل الحمل طويل المدى من المواد المتضامة
- يجب العناية عند فتح البالات لتحاشى الإصابات الناجمة عن الإطلاق المفاجئ للطاقة
- تكون البالات ذات التضام المنخفض غير مستقرة
- يجب أن يتم مناولة البالات بواسطة العربات ذات النقلات أو العربات ذات المرفاع الشوكية فقط

٣-٤ النقل

تحتاج عملية نقل بقايا اللدائن الموضوعه في بالات أو الممزقة إلى اهتمام كبير باتزان وحماية الحمل. يجب ألا يتم تكديس البالات والأكياس على ارتفاع أكبر من اثنين ونصف متر، ويجب تأمين الحمل بحبال قوية ومشمعات. يجب حماية الأحمال من الظروف الجوية ومن التخريب المتعمد أثناء النقل. يجب أثناء تفرغ نفايات اللدائن مراعاة العناية الخاصة لتأكيد أمان العمال.

٤-٤ التخزين

وتقضي أفضل الممارسات بتخزين كل اللدائن لإعادة التدوير سواء كانت في صورة ممزقة أو بالات على أرضية خرسانية نظيفة. إذا تم تخزين النفايات اللدائنية بالداخل فأنه يجب توافر نظام مرشات للوقاية من الحريق وذلك لمنع الحرائق الكبيرة أو تسهيل مكافحتها في حالة حدوثها. إذا تم تخزين النفايات اللدائنية في الهواء الطلق فأنه يجب بالتالي حمايتها من التلوث أو الأضرار الجوية وذلك بواسطة قماش المشمعات أو رقائق البوليثلين السوداء. يمكن تحاشي التلوث من الغبار والأرض باستخدام البالات. يجب تقييد حدود التكديس في الارتفاع (مثلا، لا يزيد عن ٣ بالات) وذلك لتحاشى الخطر على العاملين إذا سقطت بالة. تتحلل البولمرات بالتعرض الطويل للأشعة فوق بنفسجية مما يؤدي إلى تدهور الخواص الفيزيكيائية لللدن.

يجب تغطية البولمرات المخزنة بالخارج بمادة واقية من الأشعة فوق البنفسجية. تختلف الحاجة للوقاية تبعاً للبولمر البكر. كما هو موضح بالجدول ٤. يمكن إضافة مضافات للبولمرات البكر لجعلها أكثر مقاومة للتعرض للأشعة فوق البنفسجية.

الجدول ٤ - تعرض اللدائن/البولمرات البكر وتدهورها بسبب الأشعة فوق البنفسجية

الحد الأقصى للتخزين الغير محمي بالخارج	راتنجات/بولمرات بكر
٦ شهور	PET
١ شهر	PE-HD
٦ شهور	PVC
١ شهر	PE-LD
١ شهر	P
٦ شهور	S
غير محدد	PTFE

يجب ألا يتم شغل حيز التخزين بالنفايات اللدائنية بالكامل. يجب أن يكون هناك مداخل لكل الأماكن لمعدات مناولة المواد وكذلك لسيارات خدمات الطوارئ. يجب أن يكون هناك العديد من ممرات الخروج الواسعة من منطقة التخزين للعاملين حيث يجب أن تكون معلمة جيداً ويسهل العثور عليها. يجب تأمين منطقة التخزين ضد الدخول الغير مخول، ويجب أن تكون معدات مكافحة الحريق متاحة بسهولة. (أنظر الفرع ٧: أمان الحريق). وتتشابه هذه الاحتياطات مع تلك الخاصة بالعديد من المواد الأخرى.

٥-٤ النقل البحري لإعادة التدوير

يجب فقط نقل النفايات اللدائنية المقرر إعادة تدويرها سلفاً:

- عندما تغلف بطريقة ملائمة مثل البالونات للمواد المتضامة أو الحاويات أو الأكياس للمواد المفتتة، لحماية المواد أثناء النقل. يجب أن توافق المواد المغلفة متطلبات المناولة الآمنة للطرف المستقبل
- عندما تكون معلمة بوضوح بملصقات تبين نوع المادة، نقطة الأصل (المنبع) واسم مسؤول الاتصال بالهيئة المرسلة
- عندما يتسلم العميل وثيقة تتضمن نوع أو أنواع النفايات اللدائنية المنقولة والتعليمات الملائمة لمناولتها
- عندما يتم التغليف والنقل تبعاً للمبادئ التوجيهية للجنة الخبراء المعنية بنقل البضائع الخطرة والتابعة للأمم المتحدة. لا تحتاج اللدائن ومواد التغليف اللدائنية إلى تعليمها تبعاً للمبادئ

التوجيهية للجنة الخبراء المعنية بنقل البضائع الخطرة والتابعة للأمم المتحدة وذلك لأنها لا تعتبر بضائع خطرة

٥ - قضايا الصحة والأمان

للتأكد من أن نفايات اللدائن يتم التعامل معها بأمان وبفاعلية فإنه يجب على كل من موردي ومستقبلي المواد التأكد من أن المعلومات التالية تكون متاحة عند الحاجة إليها:

- هوية، جودة والصورة التي عليها الشحنة
- تعليمات المناولة الآمنة الملائمة لهذا المواد
- الملابس الواقية التي يجب ارتدائها بواسطة العاملين متضمنة واقبات العين والأذن، قفازات، أحذية واقية، أقنعة الترشيح والقبعات الصلبة والتي تعتمد على المعالجة التي تتعرض لها المادة
- التخزين الآمن للمواد المتضامة متضمنا معدات المناولة الميكانيكية، ارتفاعات الأكداس/اتزانها والمسافات بين الأكداس
- الوقاية من الحريق، مكافحة الحريق، نفايات الحريق، الانبعاثات من النفايات المحترقة، نصائح لمكافحة الحريق، طرق التعامل مع بقايا الحريق

يمكن أن تكون النفايات اللدائنية الملوثة ذات خطر أكبر أو أقل ويعتمد ذلك على الملوث. يجب ألا تنقل النفايات اللدائنية الملوثة بمواد خطرة مثل المبيدات (Y4)، إلى أطراف أخرى للاستعادة ولكن يجب أن تبقى في بلد المنشأ للمعالجة بها أن أمكن. ينطبق نفس الشيء على التغليف الخاص بالمواد الخطرة الأخرى.

لتحسين المعلومات الخاصة بالخطر المحتمل نتيجة للتلوث فان منشأ النفاية والمعلومات الخاصة عن كيفية تولدها سوف تساعد في تحسين إعادة التدوير وتقلل من الخطر على العاملين أثناء مناولة التغليف القادم من قطاع الزراعة فأنه يجب أن يولى وجود المبيدات اهتمام خاص. يجب في حالة عدم توافر معالجة آمنة في بلد المنشأ أن يتم النقل إلى طرف آخر لديه المرافق الملائمة ويجب أن يسمح بذلك فقط حين يكون مقبولا تبعا لقواعد محلية أو دولية.

يجب مناولة اللدائن الملوثة مثل مواد تغليف المبيدات أو الكيماويات الخطرة الأخرى بعناية خاصة. حيث يمكن أن تنشئ نفايات خطرة ويعتمد ذلك على نوع ومقدار التلوث، وفي هذه الحالة يجب معالجة النفايات تبعا للمتطلبات الخاصة بالنفايات الخطرة.

يمكن أن يشمل ذلك تغليف وتعليم كاف تبعا للمبادئ التوجيهية للجنة الخبراء المعنية بنقل البضائع الخطرة والتابعة للأمم المتحدة. يمكن ألا يتم نقل هذه النفايات إذا كانت متضمنة في المرفق التاسع لاتفاقية بازل، ويجب اتباع الإجراءات الملائمة في حالة النقل بين الحدود.

قد يكون من المحتمل في حالات معينة أن يتم إزالة التلوث عن طريق عملية تطهير. بعد عملية تطهير كافية يمكن معالجة النفايات اللدائنية بتقنيات مشابهة لتلك المناسبة للنفايات اللدائنية غير الملوثة، مع مراعاة التأكد

من إن عملية التطهير كانت فعالة. يجب معالجة أو التخلص من البقايا الناتجة من عملية التطهير والتي تكون فيها الملوثات مركزة بطريقة ملائمة. قد تحتاج المياه المستعملة الناتجة عن هذه العمليات إلى معالجتها تبعاً للقوانين المحلية.

تمثل النفايات اللدائنية الملوثة فقط وبدرجة خفيفة بآثار مواد غير خطيرة مثل الأغذية والمشروبات مثلاً خطراً مشابهاً للناجم عن كل الشحنات التجارية الأخرى. وعندما تكون ملوثة بكميات أكبر من بقايا الأغذية فإنه يمكن أن تحدث مشكلات من الكائنات الحية المجهرية، ومن الرائحة الكريهة وجذب الآفات.

يمكن أن تتم إعادة المعالجة في بلد آخر بأمان إذا توفرت المعدات والخبرات الملائمة وإذا كانت القواعد المحلية تسمح بذلك. تكون مسؤولية كل من الطرفين المورد والمستقبل التأكد من أنه تم إعلامهم جيداً عن نوع المادة وطبيعة التلوث.

يجب ملاحظة الأتي كلما أمكن:

- يجب ألا يتم نقل نفايات العناية بالصحة ونفايات الطب الإحيائي لإعادة التدوير ولكن يجب أن تبقى في بلد المنشأ للتخلص النهائي الآمن بواسطه الترميد أو تقنيات تدميرية أخرى مرخص بها⁽²⁾
- يمكن إعادة تدوير الأوعية اللدائنية المستخدمة في توريد الحياة المعقمة والمحاليل المائية للمستشفيات بأمان مع مراعاة أن يتم فصلها عن النفايات الطبية/السريرية
- يمكن أن تصبح النفايات اللدائنية النظيفة ملوثة بالماء، الحشرات الضارة والأوساخ أثناء النقل والتخزين إذا لم يتم حمايتها كما ينبغي
- يجب ألا يتم معالجة النفايات اللدائنية التي يشك الطرف المستقبل في تلوثها بمواد خطيرة ولكن يجب إعادتها بطريقة آمنة إلى الطرف المورد أو الطرف آخر لديه المرافق الملائمة المرخص لها

عند مناقشة النفايات اللدائنية الناجمة عن مرافق العناية بالصحة فإنه يجب أن يوضع في الاعتبار أيضاً المبادئ التوجيهية التقنية عن الإدارة السليمة بيئياً لنفايات الطب الإحيائي ونفايات العناية بالصحة (Y1,Y3).

٦ - أمان الحريق

اعتبارات عامة

تحترق بعض البولمرات أو اللدائن بسهولة ويكون لها قيمة حرارية عالية بينما لا يحترق البعض الآخر بسهولة (مثل الـ PVC). تحتوى بعض اللدائن على مثبطات للهب كمضافات.

من غير المرجح جدا أن تنتشب الحرائق تلقائيا في مواد اللدائن المخزنة والمعدة للنقل أو إعادة التدوير ولكنها يمكن أن تكون هدفا سهلا للإهمال والتخريب. لذا يجب عادة تطبيق القواعد الآتية:

- يجب تخزين مواد اللدائن الخاصة بإعادة التدوير بالخارج إلا إذا كانت مناطق التخزين بالداخل مزودة بأنظمة مرشات للمياه
- يجب أن يكون التدخين ممنوعا في مناطق تخزين ومعالجة النفايات اللدائنية، كما يجب حماية هذه المناطق بسياج واقى
- يجب المحافظة على وجود مداخل جاهزة لكل أجزاء منطقة التخزين بالتنظيم الجيد والمراقب لمجسمات الأكدياس من أجل تأكيد إجراءات عمل فعالة، طرق نجاه سهلة للعمال في الطوارئ ومداخل جاهزة لسيارات خدمة الطوارئ
- يجب أن تتوافر طفايات الحريق المناسبة بسهولة في منطقة التخزين ولكن يجب على المختصين محاولة إطفاء الحرائق فقط في مراحلها المبكرة جدا
- ان إعداد قائمة بكميات وأنواع النفايات بالمنشأة يمكن أن تكون وسيلة مفيدة لفريق الطوارئ لتقدير مدى اتساع الحريق حيث أن العديد من اللدائن لها قيمة حرارية عالية حيث أنها تحترق بسرعة بمجرد اشتعالها
- يعتبر إعداد خطط طوارئ وسيلة مفيدة أيضا لزيادة استعداد فريق الطوارئ في حالة الحريق أو أي مواقف طارئة أخرى

في حالة حدوث حريق (في أي عملية صناعية):

- يجب إخلاء جميع العاملين بالمنشأة في الحال وتجميعهم في مناطق محددة وعدم
- يجب استدعاء فريق الطوارئ في الحال ويجب تذكيرهم بـ:
 - ◀ السرعة التي يمكن أن ينتشر بها الحريق في اللدائن المحترقة
 - ◀ أن اللدائن المحترقة يمكن أن تشكل مصدر جوال لمادة محترقة يمكن أن تنقل الحريق لمناطق أخرى ويمكن أيضا أن تعوق المخارج
 - ◀ الحاجة ألي أجهزة التنفس الشخصية عند الدخول لمبنى به أي مواد تحترق

الدخان والغازات السمية

تبين أن السبب الرئيسي للوفيات في الحرائق العارضة هو استنشاق أول أكسيد الكربون والدخان^(٣). وتنتظر فرق الإطفاء إلى الدخان والأبخرة المتولدة من أي حريق عارض كسميات وتستخدم أجهزة التنفس الخاصة عند الدخول لمبنى محترق أي كانت المواد بداخله.

ينبعث من الـ PVC وبولمرات الفلور المحترقة غازات أحماض ولكنها أصعب جدا في اشتعالها من اللدائن الأخرى واحتراقها بطيء جدا. يعتبر رجال الإطفاء أن الهيدروجين المنطلق من الـ PVC المحترق له آثار مشابهة لأول أكسيد الكربون. يكون فلوريد الهيدروجين المنطلق من بولمرات الفلور المحترقة أكثر سمية من أول أكسيد الكربون ولكنها على الأرجح لا توجد بأي كميات ذات قيمة.

يحتوى السناج الناجم من المواد المحترقة، سواء كانت هذه المواد طبيعية أو صناعية على تركيزات قليلة من مواد أكثر سمية ولذلك يجب مناولتها بعناية باستخدام ملابس الوقاية الملائمة^(٤). تظل المواد السمية محجوزة بشدة على سطح جزيئات السناج ولذلك فهي غير نشطة جداً إحيائياً.

للحصول على المزيد من البيانات عن النيران في مصانع إعادة التدوير التذييل الرابع.

٧ - استخدامات العمر الثاني للمواد اللدائنية

تعتبر الحاجة إلى وقاية صحة الإنسان والبيئة وحفظ الموارد الطبيعية واحدا من الأهداف الأساسية لاتفاقية بازل. وفي هذا الصدد تبنت حكومات عديدة السياسات الخاصة بالإدارة السليمة بيئياً للنفايات، وتدنية كميات مواد النفايات التي سيتم التخلص منها بالطمر والتأكيد على أهمية إعادة التدوير ميكانيكياً. حيث أن إعادة تدوير اللدائن لا تحقق الطريقة الأسلم بيئياً في استخلاص القيمة من النفايات فأنه يجب كخيار بديل استخدام المواد في إعادة تدوير المواد الوسيطة أو في استعادة الطاقة، بحيث لا تفقد اللدائن قيمتها الفعلية.

تم تطوير اتجاهين تكنولوجيين لاستعادة النفايات اللدائنية في البلدان الصناعية على مدى واسع. الترميد مع استعادة طاقة وإعادة التدوير ميكانيكياً. بينما يظل طمر النفايات اللدائنية هو السائد جدا بالمقارنة بهذين الاتجاهين. وحديثاً تم استهلاك مليون طن من نفايات لدائن ما بعد المستهلك في صناعة اللدائن المعاد تدويرها في أوروبا في ١٩٩٤، وفي نفس السنة كان توزيع كل مجارى النفايات اللدائنية داخل الاتحاد الأوروبي كالتالي:

٦٪	إعادة التدوير الميكانيكي
١٣ر٤٪	استعادة طاقة
٣ر١٪	ترמיד بدون استعادة طاقة
٧٦٪	طمر

(١) تقرير بشأن ترميد نواتج محتوية على مثبطات لهب مبرومة، منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ١٩٩٨.

نفايات صدرت لخارج أوروبا الغربية ١٢٪
إعادة التدوير الكيميائي لا يذكر

١-٧ التجميع الانتقائي للنفايات اللدائنية

يعتبر تجميع وفرز النفايات اللدائنية هما أول خطوتين بالقطع متضمنتان في إعادة تدوير النفايات اللدائنية لما بعد المستخدم . يمكن فرز اللدائن عن اللدائن قبل التجميع أو يمكن فصلها من مجرى نفايات مختلطة بعد التجميع برامج تجميع النفايات اللدائنية المنزلية.

خطط تجميع النفايات اللدائنية المستخدمة في المنازل

يتم استعادة نفايات التغليف اللدائنية المنزلية من خلال برامج تجميع ترتكز على نظامي السقط (صناديق الشوارع) أو جانب حافة الطريق (في صناديق خاصة أو أكياس). تختلف التعليمات المعطاة للأسر وكذلك مجال النفايات اللدائنية التي يتم تجميعها من حالة إلى أخرى. تقتصر برامج السقط عامة على الزجاجات. قد يقتصر التجميع من جانب حافة الطريق في بعض بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي على الزجاجات فقط وقد يغطي جميع نفايات التغليف اللدائنية (الجافة والنظيفة). يظل تجميع اللدائن بنظام السقط بسيط جدا ومتجانس من وجهة النظر التقنية. ويكون التجميع من جانب حافة الطريق أكثر تنوعا ويختلف في معدل التكرار (أسبوعيا، شهريا)، وفي المعدات المستخدمة من الشاحنات التقليدية لتجميع النفايات البلدية الصلبة، الشاحنات المقسمة إلى أقسام منفصلة، وفي التعليمات التي تعطى للأسر، مثل التجميع المنفصل لللدائن أو تجميع مواد إعادة التدوير مختلطة (أنظر الجدول ٥).

جدول ٥ : مقارنة بين التجميع بالسقط وجانب حافة الطريق (المصدر: عناصر تكلفة الإدارة الفعالة للنفايات اللدائنية في الاتحاد الأوروبي والجماعة الأوروبية ١٩٩٧)

المبادئ	السقط	جانب حافة الطريق
المبادئ	تقوم الأسر بإحضار الزجاجات إلى صناديق التجميع بالشوارع	يتم تجميع اللدائن بانتظام من إمام كل منزل
المجال	الزجاجات اللدائنية فقط	زجاجات أو جميع المغلفات اللدائنية
التقنيات	موحدة في الغالب: صناديق + شاحنات التجميع	متعددة الأشكال: • التجميع في حزم أو أكياس • تجميع اللدائن منفصلة أو مع مواد إعادة التدوير الأخرى • التجميع المنفصل أو المترامن لمواد إعادة التدوير • النفايات المختلفة
العوامل	(شاحنات مقسمة إلى أقسام مستقلة) معدلات التكرار مختلفة	

	<ul style="list-style-type: none"> ● لدائن منخفضة الكثافة ● مشاركة السكان ● البيئة المحلية ● (حضرية، ريفية) 	الرئيسية التي تؤثر على التكاليف
<ul style="list-style-type: none"> ● معدل تكرار التجميع ● تجميع اللدائن منفردة أو مختلطة مع مواد إعادة التدوير الأخرى 	كثافة صناديق التجميع	
<ul style="list-style-type: none"> ● جودة عالية للخدمة ● معدل استعادة عالي 	<ul style="list-style-type: none"> ● تبدأ عملية تكرير اللدائن بواسطة الأسر وبالتالي تجعل التجميع أسهل ● تتوقف التكاليف في الأساس على توفير صناديق التجميع 	المزايا
تكاليف تجميع عالية	معدل استعادة منخفض صدمة للنظر	القيود

وقد أظهرت الخبرة في البلدان النامية أن هناك عوامل عديدة تؤثر في تكلفة التجميع الانتقائي. يعتبر تفرق كميات التجميع والكثافة المنخفضة لللدائن هما أكثر العوامل أهمية حيث يفسران التكاليف المرتفعة لتجميع النفايات اللدائنية بالمقارنة بمواد إعادة التدوير الأخرى مثل الورق والزجاج. كما تبين أيضا التأثير الشديد لمستوى مشاركة السكان وتجاوبهم مع برامج التجميع الانتقائي. سوف تؤثر المشاركة الشعبية في برامج تجميع النفايات اللدائنية من النفايات البلدية الصلبة على كل من كمية وجودة النفايات اللدائنية المتجمعة وبالتالي التكلفة لكل طن يعاد تدويره من مواد إعادة التدوير. تشكل حملات التوعية الشعبية عنصر مهم في تأكيد مشاركة السكان. يمكن أن تختلف تكاليف التجميع كلية من حالة إلى أخرى.

سيتم في المستقبل القريب اكتساب خبرات في التكاليف والمزايا لكل طريقة، بينما ستظل البرامج في الغالب متنوعة جدا بسبب القيود الخاصة بكل منطقة والملاحظات المختلفة للخدمة من البلديات والسكان. تعتمد احتمالية تنظيم برامج التجميع الانتقائي أساسا على كميات المواد القابلة لإعادة التدوير والتي تم تجميعها منفصلة وعلى معدل التكرار الخاص بتجميع النفايات البلدية الصلبة. تكون برامج التجميع بأنظمة السقوط أكثر صعوبة جدا من أنظمة جانب حافة الطريق و في المناطق الريفية منها في المناطق الحضرية أو النصف حضرية. قد يكون التأثير الظاهر في المناطق الريفية لأنظمة السقوط مثير قلق. عندما يتم التجميع الانتقائي باستخدام الشاحنات المقسمة إلى أقسام منفصلة فإنه يتم تجميع كلا أجزئين (مواد إعادة التدوير، البقايا) في وقت واحد.

برامج تجميع النفايات اللدائنية الصناعية والتجارية

يتم عادة تنظيم عملية تجميع النفايات الصناعية والتجارية بواسطة صناديق تجميع كبيرة للسقوط يتم استئجارها بواسطة منتجي النفايات ويتم تجميعها بانتظام بواسطة مشغلين خصوصيين. ويتم تطبيق نفس النظام على أنواع النفايات المختلفة. النفايات الصناعية، نفايات التغليف التجارية، وحتى النفايات الزراعية (بوضع

مستودع صناديق تجميع السقط في الجمعيات التعاونية على سبيل المثال). وتكون تكلفة التجميع لكل طن اقل غالبا من النفايات المنزلية. وعادة تكون جودة المواد المتجمعة عالية.

٢-٧ الفرز لإعادة التدوير الميكانيكي

يجب فصل مواد اللدائن الناجمة من استخدامات نهاية العمر عن المواد غير لللدائنية، وأن يتم فرزها إلى أنواع أحادية لللدائن عندما يكون ذلك هو أفضل والمعقول وذلك قبل معالجتها وتحويلها إلى استخدام العمر الثاني. ويعتبر ذلك إلزاميا لإعادة تدوير اللدائن اقتصاديا. تحتوي مواد اللدائن الناجمة عن المغلفات في نهاية العمر على مواد مختلفة يمكن فرزها يدويا لأنها تحمل علامات تحديد هوية المادة للأنواع المبينة في التذييل ٧ ب، على الرغم من العامل المقيد والخاص بان بعضها قد لا يكون معلما. تتطلب شروط العمل الخاصة بالعمال المتضمنين في الفرز اليدوي اعتبارا خاصا.

تحتاج عملية فصل المكونات اللدائنية إلى مجارى مواد أحادية اللدن إلى خبرات كبيرة إلا إذا كانت المكونات اللدائنية عليها علامات واضحة بنوع اللدن. قد تكون عملية فصل المكونات اللدائنية الصغيرة لإعادة تدويرها غير مجد ولكن يمكن استخدامها في استعادة الطاقة. يعطى جدول ٦ نظرة عامة للتقنيات المتاحة للفصل وتحديد الهوية وبعض خصائصها.

جدول ٦: مختصر تقنيات فصل وتحديد هوية اللدائن، اللدن المتماثل طبقا لاتحاد مصنعي اللدائن في أوروبا APME

الطريقة	المبدأ الأساسي	تقييم الفاعلية
الفصل بـ يطفو - يغوص ^(٥) (التذييل ١١)	ثقل المادة المنفصلة	يكون فعالا في فصل من ٢-٣ لدائن، فاعلية فصل منخفضة، التعكر بمواد الحشو
الفصل باستخدام فرازة الطرد المركزي	ثقل المادة المنفصلة	تتراوح النقاوة بين ٩٥ - ٩٩,٩ %
التقويم (التذييل ١١)	إضافة منتقاة لفقاقيع هواء في وسط مائي	إضافة الكواشف ضروري، فاعلية منخفضة، التعكر بالمضافات أو مواد الحشو
الفصل بطفو اللدائن من استخدام مهبطات منتقاة ^(١) (التذييل ١١)	يمكن فصل ٤ لدائن وهي PVC, PC, POM, PPE مخاليطها الصناعية باستخدام عوامل تربيط مشتركة مثل	النقاوة ٨٧ - ٩٠ %
	سلفونات خشبية الصوديوم، وحامض	

تقييم الفاعلية	المبدأ الأساسي	الطريقة
	التنبيك وايروسول الـ OT والصابونية	
نقاوة فوق ٩٠%، التعكر بالتلوث وطبقات الطلاء للسطح	استخدام الشحن الكهربائي في مجال كهربائي لفصل الـ PVC و PE من الاسلاك والكابلات	الفصل الكهربائي (الفرز)
تحديد جيد لهوية اللدائن الفنية، إعداد عينة شاملة، غير إلى، تكاليف زمنية عالية (أكبر من أو يساوي ٢٠ ث/ التحليل)	التمييز بين ١١ درجة من اللدائن: PE, PP, PVC, ABS, PC, PA, PBT, PPE, EPDM. الانعكاس الطيفي ٢٥ - ٥٠ ميكروميتر، محاكاة ذبذبات المجموعة	التحليل الطيفي باستخدام الأشعة تحت الحمراء (المتوسطة) ^(٧)
تحديد جيد لهوية لداين التغليف، التعكر بمواد الحشو (السناج)، طبقات طلاء السطح، التناسق الهندسي للعينات غير قادر على تحديد هوية البولمرات السوداء بالإضافة إلى المضافات	فصل الـ PET, PVC, PP, PE, PS الانعكاس الطيفي ٨٠٠ - ٢٥٠٠ نانوميتر، محاكاة الذبذبات المتناغمة والذبذبات المتحدة)	التحليل الطيفي باستخدام الأشعة القريبة من تحت الحمراء)
	تركيز شعاع ليزر نبضي على اللدائن حيث ينتج الشعاع وهاجا للكثافة عالية القدرة. يولد الوهج تيار تأيين عالي الكثافة والذي يقوم بإثارة جميع العناصر الذرية في المحيط البؤري.	التحليل الطيفي باستخدام التأيين المستحث بالليزر والمستكمل بالتحليل الطيفي بالأشعة القريبة من تحت الحمراء) ^(٨)
تقييم الفاعلية	المبدأ الأساسي	الطريقة
تعمل لجميع اللدائن ولكن تحتاج لأزمة قياس طويلة للداين السوداء بسبب إعداد العينة والقياس		التحليل الطيفي باستخدام تحول فورييه للأشعة تحت الحمراء) ^(٧)
تحديد منخفض لهوية البولمرات، تأثير شديد للمضافات (الصبغة)، دون الآلية	الانعكاس الطيفي ٢٠٠ - ٤٠٠ نانوميتر، محاكاة الذبذبات والإلكترونات	التحليل الطيفي باستخدام الأشعة فوق البنفسجية - إشارة شديدة التركيز
تحديد منخفض لهوية البولمرات، تحديد هوية المخاليط ذات الذرات المتباينة آلية في الأساس	فصل الـ PS, PVC, PP, PE و الـ PET التحليل الطيفي باستخدام تايين الانبعاث الذري للليزر/الاستجابة للدفع الحراري/الرسم الحراري بالأشعة تحت الحمراء	التحليل الطيفي باستخدام الانبعاث للليزر ^(٥)

الطريقة	المبدأ الأساسي	تقييم الفاعلية
استخدام البريق الناتج عن الأشعة السينية ^(٩)	اختبار استدلالى للعناصر باستخدام أطراف خطية من الأشعة السينية حيث تستخدم كوسيلة استشعار	تحديد منخفض لهوية عناصر البولمر دون الآلية. فعالة فقط لفصل الـ PVC عن لدائن الـ PETE
المسح البصري ^(٩)	تستخدم كوسيلة استشعار. الفحص البصري باستخدام الصمامات الثنائية الضوئية أو جهاز مزدوج الشحنة (CDD)، رؤية آلة.	مفيد في حالة فرز اللدائن طبقا للشفافية واللون ولكن غير قادر على تحديد التعريف الكيميائي للبولمرات
التحليل الطيفي – الكتلي ^(٥)	الكشف الطيفي الكتلي عن النواتج الحرارية	تكاليف زمنية عالية (أكبر من أو تساوى ١ دقيقة)، فاعلية فصل منخفضة، صعوبة الميكنة
الفصل الإلكترونيستاتيكي	فصل زغب اللدائن الخاص بالـ PVC والـ PE المتصل عريضا عن الأسلاك والكابلات. فصل رقائق الـ PVC والـ PET المختلفة عن نفايات الزجاجات الـ PVC	

تكون البضائع الكهربائية والإلكترونية في الغالب مخاليط من الفلزات واللدائن. يعتبر فصل اللدائن عن الفلزات عملا كثيفا ولكنه بسيط تماما.

يمكن فصل بعض مخاليط المواد المفتتة بسهولة باستخدام خزانات فصل بنظام غوص/طفو. وقطع الـ PVC المفتتة التي تغوص في الماء يمكن فصلها عن قطع البوليثلين أو البوليبيروبيلين التي تطفو. يمكن فصل قطع الـ PET عن قطع البوليثلين والبوليبيروبيلين بنفس الطريقة. لا يمكن فصل الـ PVC والـ PET بهذه الطريقة لأن كثافتهما متشابهة جدا ونصل المكونات الأصلية لللدائن هو الطريقة العملية الوحيدة. تكون مخاليط الرقائق المفتتة أكثر صعوبة لفصلها بوسائل غوص/طفو.

وحيث استخدام أي تقنية يتضمن تكاليف فأنه يمكن أن تكون هناك قيود اقتصادية في تطبيق هذه التقنيات في حالات معينة. بعض هذه التقنيات متاحة بالفعل وجيدة التأسيس بينما البعض الآخر مازال في مراحل التطوير المبكرة.

٣-٧ إعادة التدوير الميكانيكية

يمكن إعادة تدوير جميع البولمرات بنجاح إلى استخدامات العمر الثاني بدون تأثير ملحوظ على البيئة. يعطى التذليل ٧ نظرة عامة عن البولمرات والبولمرات المشتركة.

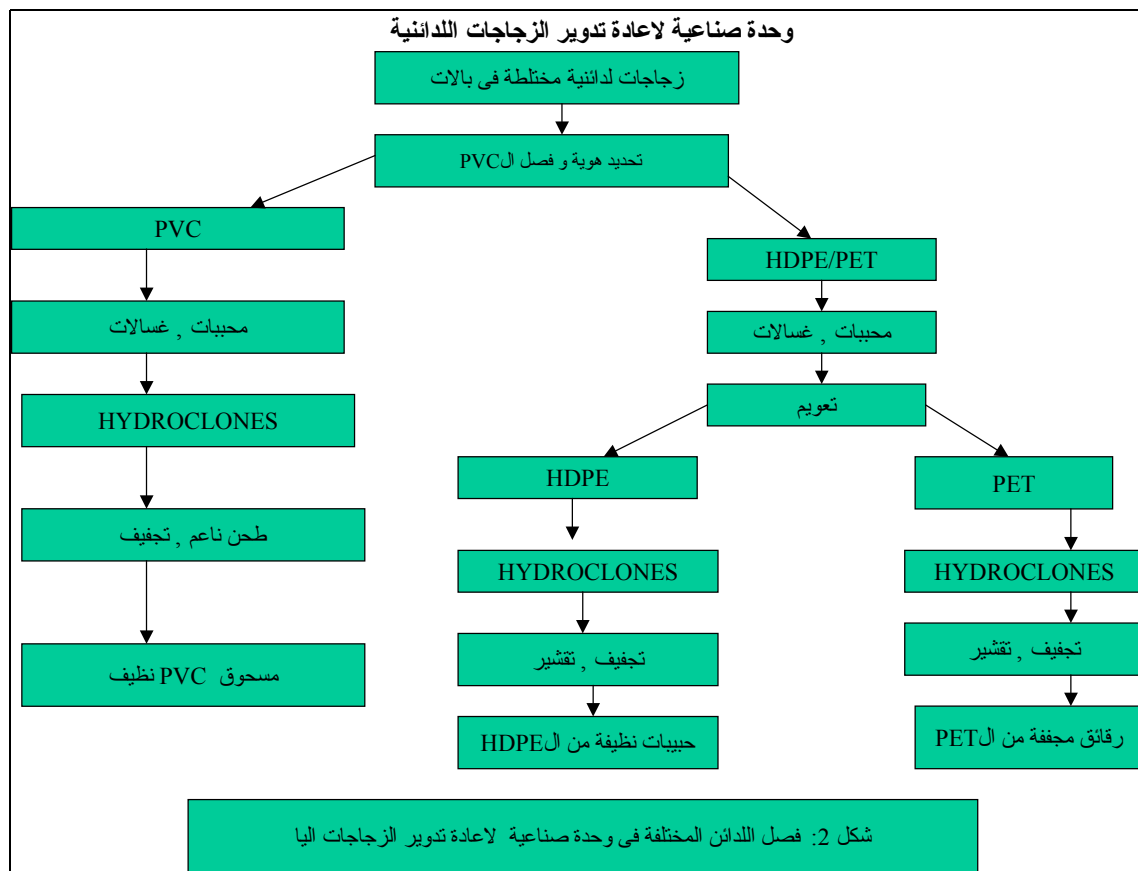
بمجرد تنظيف وتفتيت اللدائن فان عملية إعادة التدوير تكون مشابهة جدا لتلك الخاصة بإنتاج اللدائن. تكون معدلات إعادة التدوير الأعلى حيثما وجد مورد منتظم لمجرى نفايات أحادي المادة نظيف. يمكن فقط معالجة

نفايات البولمرات بطريقة مرضية بواسطة شركات لها خبرات في خلط البولمرات مع المضافات. يمكن معالجة بعض مخاليط البولمرات مع بعضها بينما يكون البعض الآخر غير متوافق.

٤-٧ إعادة تدوير اللدائن عملياً

إعادة تدوير الزجاجات اللدائنية

تنتج الزجاجات اللدائنية عادة من واحد من ثلاث بولمرات مختلفة: PVC، PET، HD-PE. لتحقيق عملية إعادة تدوير قابلة للاستمرار لملايين الزجاجات الموجودة في مجارى النفايات فإنه يجب وضع عملية الفصل الآلي إلى أجزاء البولمرات كل على حدة كهدف لتطوير العمل. توجد حالياً مثل هذه العمليات الآلية للفصل في عدد



من المواقع بأوروبا. يبين الشكل (٢) مثالا لفرازة لأنواع مختلفة من اللدائن:

البوليثلين عالي الكثافة (PE-HD)

يستخدم الـ PE - HD على سبيل المثال في عمل الرقائق والزجاجات والبراميل. يعاد تدوير رقائق الـ HD - PH الناتجة عن التغليف التجاري والصناعي ولكن لا يعاد تدوير الرقائق المستخدمة في أكياس التجزئة. يعاد تدوير مادة الزجاجاة أو الوعاء إما إلى زجاجات جديدة مشكلة بالنفخ أو إلى أوعية أكبر كثيرا مثل براميل مياه الأمطار وصناديق السماد. وتستخدم أيضا المادة المطحونة جيدا والمعاد تدويرها في عملية التشكيل بالدوران لعمل أوعية كبيرة أو صغيرة. يمثل الـ PE - HD ١٨٪^(١٠) من إجمالي نفايات لدائن ما بعد المستخدم التي تم إعادة تدويرها ميكانيكيا، تعادل ٣٢٩ ٠٠٠ طن وذلك في أوروبا الغربية في ١٩٩٩.

البوليثلين منخفض الكثافة (PE-LD ، PE-LLD ، PE-X)

يستخدم الـ PE- LD كثيرا في رقائق التغليف والرقائق الزراعية. تستخدم رقائق الـ PE-LD المستعادة من أغلفة التوزيع عموما في صناعة رقائق جديدة. فعلى سبيل المثال تجد النفايات النقية ذات الجودة الأعلى استخداما في أكياس التسوق. بينما تستخدم المواد الأقل جودة في أكياس القمامة. تستخدم النفايات اللدائية الناتجة عن الاستخدامات الزراعية في عمل رقائق جديدة للمزارع. تستخدم بعض رقائق الـ PE-LD في إنتاج لدائن مختلطة بديلة للخشب للمحفات، للحواط العازلة للصوت ولأسطح جراجات السيارات. كان ٤٥٪^(١٠) أو ٨٢٣ ألف طن من لدائن ما بعد المستخدم التي تم إعادة تدويرها في أوروبا الغربية في ١٩٩٩ عبارة عن PE-LD أو PE-LLD (بوليثلين خفي منخفض الكثافة).

كما يستخدم الـ PE-LD كعزل وتغليف للكابلات. يمكن فرز كابلات نهاية العمر^(١١) أو النفايات الناتجة عن إنتاج الكابلات إلى أنواع بولمرات وفلزات موصلات. يمكن إعادة خلط الـ PE- LD المستعاد بالأصباغ والمضافات واستخدامه في الحواجز العازلة للصوت، قطع الأثاث الجانبية، الأوعية الصغيرة وسلال الزهور على سبيل المثال.

يتم في بعض الأوقات معالجة عزل وتغليف الكابلات المصنوع من الـ PE- LD كيميائيا أو بالإشعاع لربط جزئيات البولمر معا لتحسين مقاومتها للتآكل. ويطلق على المادة بعد ذلك اسم بوليثلين مرتبط عرضيا (PE-X) ولا يمكن إعادة تدويرها ميكانيكيا. يمكن أن تستخدم في توليد الطاقة في المرمدات المرخص لها أو في عمليات إعادة تدوير المواد الوسيطة.

يستخدم الـ PE- LLD في الأغلب في المغلفات الصناعية ومغلفات التوزيع. يمكن إعادة تدويرها في استخدامات مشابهة في العمر الثاني عندما تكون متاحة كمجرى مستقل. يمكن أن تستخدم أيضا في المنتجات المصنوعة من اللدائن المختلطة.

البوليستر (PET - تيرافثالات أو تيرافثالات البوليثلين)

يعتبر الاستخدام الغير ليفي الأكثر شيوعا في الزجاجات للمياه، للمشروبات الغازية وللمواد الغذائية. تتوفر بعض المواد من إنتاج البولمرات والعمليات التحويلية، لكن نستخلص معظم لدائن الـ PET لإعادة التدوير من مجارى النفايات البلدية. توجد عمليات جيدة التأسيس في عدد من الأطراف لاستخلاص وفرز زجاجات الـ

PET من النفايات الأخرى ولتنظيف وتحبيب النفايات لإعادة التدوير. يعتبر المنفذ الرئيسي للـ PET المعاد تدويره في إنتاج الألياف سواء كانت خيوط ليفية مبرومة رفيعة للاستخدام في النسيج أو الألياف الأكثر سمكا للاستخدام في الحشو العازل.

يكون الـ PET الملوث ببولمرات أخرى غير مناسب لإعادة التدوير الميكانيكية، ولكن يمكن استخدامه في إعادة تدوير المواد الوسيطة. كان ١٢٪^(١٠) أو ٢١٩ ألف طن من نفايات تغليف لدائن ما بعد المستخدم التي أعيد تدويرها في أوروبا الغربية في ١٩٩٩ عبارة عن PET.

البوليبروبيلين (PP)

يستخدم البوليبروبيلين على سبيل المثال في المسبوكات الصناعية ومسبوكات السيارات، المواسير، الأوعية الكبيرة والصغيرة، صناديق البيرة وفي رقائق التغليف. بينما لا يمكن استعادة الرقائق عادة من مجارى النفايات العامة فان الأوعية، صناديق البيرة، المسبوكات والمواسير يمكن إعادة تدويرها ثانية بسهولة إلى استخدامات مشابهة أو بديلة مثل شبكات مواسير الصرف الزراعية. ثم إعادة التدوير ميكانيكيا لحوالي ١٦٩ ألف طن^(١٠) من نفايات البوليبروبيلين لما بعد المستخدم في أوروبا الغربية في ١٩٩٩.

البوليستيرين (PS)

يستخدم البوليستيرين في كلا من صورتيه الصلبة والممددة يستخدم الـ PS في الصورة الصلبة كمغلفات، أكواب وأطباق وفي الأجهزة الكهربائية وشرائط الكاسيت. ويستخدم في الصورة الممددة كمغلفات مقاومة للصدمات، أكواب وأطباق وكعزل حراري ومادة بناء. يمكن العادة تدوير كلا من صورتي الـ PS:

- يمكن إعادة تدوير مكونات البوليستيرين الصلبة مثل أكواب القهوة ثانية إلى استخدامات بديلة مثل علب شرائط الفيديو والمعدات المكتبية الخ
- تقعد نفايات رغاوى البوليستيرين الممدد خصائصها الرغوية كجزء من عملية الاستعادة. يمكن إعادة تغويز المادة المستعادة ولكن المنتج في هذه الحالة يكون أعلى من المادة الخام البكر. وبدلا من ذلك فهي تستخدم في الصورة الصلبة في استخدامات السبك العادية مثل شرائط الفيديو أو حمالات السترات
- تم إعادة تدوير كلا من نفايات البوليستيرين الممددة والصلبة بنجاح في وحدات بثق لدائنية خام/مصنعة

بلغ إجمالي الكمية التي أعيد تدويرها ميكانيكيا من نفايات التغليف ما بعد المستخدم من الـ PS في أوروبا الغربية في ١٩٩٩ حوالي ١٠٧ ألف طن^(١٠).

بولمرات الفلور

تستخدم الـ PTFE وبولمراتها المشتركة عادة في أجزاء صغيرة في استخدامات نوعية مركبة مثل المعدات الإلكترونية، وسائل المواصلات (سيارات، قطارات وطائرات) أو كطبقة رقيقة جدا من الطلاءات على النسيج والفلزات الملقوفة. تستخدم الـ PTFE بكميات أكبر في تطبيقات وحدات الصناعية الكيميائية ويمكن

إعادة تدويرها إذا كانت غير تالفة. حيثما يمكن استعادة كميات كافية من الـ PTFE المناسب والتي قد تكون كافية لإعادة تدوير مبررة فإنه يجب نقلها بحريا إلى وحدات إعادة تدوير مختصة (أنظر التذييل ٥). يمكن إعادة تدوير بولمرات الفلور في عدد محدود^(١٩) من وحدات إعادة التدوير المختصة ولكن مثل غالبية البولمرات الأخرى فأنه يمكن إعادة معالجتها بالثيق العادي وبواسطة شركات سبك بتقنيات إضافية قليلة أكثر من تلك المستخدمة مع اللدائن البكر.

يوجد سوق واقعي جدا للـ PTFE المستعاد كجزء بسيط مضاف للمواد الأخرى. يجب ترميد بولمرات الفلور فقط في المرممات المرخص لها. من الأفضل إرسال المواد الغير قابلة لإعادة التدوير إلى المرممات المرخص لها مع استعادة طاقة. يجب عند طمرها أن يتم ذلك في حفر طمر مرخص لها حيث لن تمثل خطراً لأنها خاملة.

بوليفينيل الكلوريد (PVC)

تنتج هذه المادة في نطاق واسع من الدرجات التي يكون لجميعها فرص إعادة التدوير. بما أن للكثير من استخدامات الـ PVC فترة عمر طويلة جدا لذلك فإن كميات قليلة فقط، حتى الآن، هي المتاحة لإعادة التدوير ولكن سيكون هناك كميات متزايدة في المستقبل. في ١٩٩٩ قامت أوروبا الغربية بإعادة تدوير ميكانيكي لحوالي ٥٤٠ ألف طن من نفايات الـ PVC منهم ١٠٠ ألف طن ناتجة عن بعد الاستخدام تمثل ٣ % من نفايات الـ PVC ما بعد المستهلك.

ونعطي هنا عدد محدود من أمثلة العمل:

- يمكن دمج نفايات زجاجات الـ PVC-U إلى PVC-E متمد جاسئ بدرجات حتى ١٠٠% في المستوى وذلك إذا تم ضبط مستويات عامل التمدد، المقر، الصبغة إلى مستوى الاستخدام
- يمكن أيضا سبك نفايات زجاجات الـ PVC-U إلى مواسير وأجزاء شبكات المجارى ويمكن دمجها إلى القلب الرغوي الخاص بالمواسير ذات الثلاث طبقات لاستخدامات الصرف
- تستخدم نفايات زجاجات الـ PVC-U في عملية غزل بالمذيبات لعمل خيوط ألياف مبرومة للاستخدام في الأثاث المحاكة
- يمكن إعادة تدوير المواسير والقطاعات الجانبية للنوافذ المصنوعة من الـ PVC-U إلى استخدامات مشابهة طالما تم ضبط مستوى مقر الحرارة على نفس المستوى المستخدم في استخدامات العمر الأول. يكون الاستخدام الأفضل لمواد نهاية العمر القطاعات الجانبية للنوافذ كقلب داخلي للقطاعات الجانبية للنوافذ الجديدة، مغلفا بالمادة البكر. يمكن استخدام نفس المادة بدون تعديل في أنابيب وقنوات دفن الكابلات المصنوعة بالثيق
- يمكن استخدام الـ PVC-U المستخدم في الصناديق الحاوية لمكونات الحاسبات وأطر لوحات المفاتيح في استخدام مطابق في العمر الثاني طالما تم فصل الـ PVC-U كلية عن باقي مواد الحاسب وتم إعادة ضبط اللون
- يمكن إعادة تدوير الـ PVC-E الجاسئ الرغوي ثانية إلى استخدامه الأصلي إذا تم خلطة مع مادة بكر

- يمكن نزع نفايات إنتاج عزل الكابلات المصنعة من الـ PVC-E الملدن عن الكابلات الكاملة. يمكن تحبيب كابلات نهاية العمر وفرزها إلى أجزاء فلز وبولمر. يعاد تدوير جزء الـ PVC إلى أرضيات صناعية، ابسطة أرضيات السيارات، نعال الأحذية، دلايات واقية من الطين في السيارات، حواجز مانعة للصوت وخرائط الحرائق يمكن ترميد خردة الكابلات للحصول فقط على المعدن الموصل وذلك باستخدام مرمدات مرخص لها. القليل فقط من مثل هذه المرمدات هو المرخص له في العالم:
 - يمكن إعادة تدوير أرضيات الـ PVC إلى أرضيات جديدة^(١٣) أو إلى طبقات دعم أو سجاجيد وذلك بعد الغسل والطحن
 - يمكن أيضا إعادة تدوير مشمعات السقف من الـ PVC عند نهاية عمرها إلى مشمعات جديدة بعد الغسل والطحن
- وتعتبر الكميات التي يمكن إعادة تدويرها من النفايات الـ PVC إلى استخدامات جديدة للـ PVC محدودة، ويرجع ذلك إلى قيود تقنية، اقتصادية وإدارية^(١٤). تتحدد القيود التقنية بحقيقة أن:

- كل استخدام للـ PVC له تركيبة الجزئية الخاصة
- لكل استخدام يمكن أن تختلف المكونات ويعتمد ذلك على المنتج أو المعالج والوقت الإضافي (على وجه الخصوص في استخدامات العمر الطويل مثل أطر النوافذ والمواسير)

ترجع القيود الاقتصادية إلى تكاليف التجميع، قبل المعالجة وإعادة التدوير، وتتعدى هذه التكاليف بالأخص في نفايات ما بعد المستهلك الخاصة بالخيارات البديلة لإدارة النفايات مثل الترميد والطمر نتيجة التكاليف العالية نسبيا للتجميع وقبل المعالجة. يجب ملاحظة أنه تحدث أيضا قيود اقتصادية مشابهة مع أنواع النفايات اللدائنية الأخرى.

ترجع القيود الإدارية إلى حقيقة إن بعض هذه المواد وعلى وجه الخصوص نفايات ما بعد المستهلك والتي تتولد بكميات صغيرة من مصادر متفرقة. يمكن أن يغير ذلك في الوقت الإضافي عندما يصبح متاحا نفايات أكثر من الـ PVC نتيجة تحول منتجات الـ PVC ذات فترات العمر الطويلة إلى نفايات متاحة في السنوات القادمة.

تتتمي هذه القيود عامة إلى نفايات ما بعد المستهلك. يكون من الأسهل التغلب على هذه القيود بالنسبة لخردة الإنتاج، كما تبين بمعدلات إعادة التدوير الحالية والتي هي أعلى من تلك الخاصة بنفايات ما بعد المستهلك.

يجب من الأفضل إعادة تدوير نفايات الـ PVC الملدنة والغير ملدنة منفصلة وذلك للحصول على منتجات عالية الجودة. في حالة استخدامات اللدائن في منتجات بديلة للأخشاب أو الخرسانة فأنه قد يكون مقبولا استخدام مخاليط من نفايات الـ PVC ومن نفايات الـ PVC مع البولمرات الأخرى.

لا يؤثر وجود كميات صغيرة من البولي أو ليفينات (مثل PE en PP) كثيرا على جودة المادة المعاد تدويرها. يمكن أن ينتج عن وجود الـ PET أو المطاط في النفايات الدائنية الغنية بالـ PVC منتج قليل الجودة.

اللدائن المحتوية على اثيرات ثنائي الفينيل متعدد البروم (PBDE)

يجب إبعاد النفايات اللدائنية التي تحتوي على تأثيرات ثنائي الفينيل متعدد البروم (PBDE) عن مواد إعادة التدوير بسبب احتمال انبعاث الديوكسينات والفيديرات. بدلا من ذلك يجب معالجة مثل هذه النفايات اللدائنية في مرافق إعادة تدوير المواد الوسيطة أو في مرمرات استعادة طاقة مراقبة (أنظر أيضا الفصل ٨).

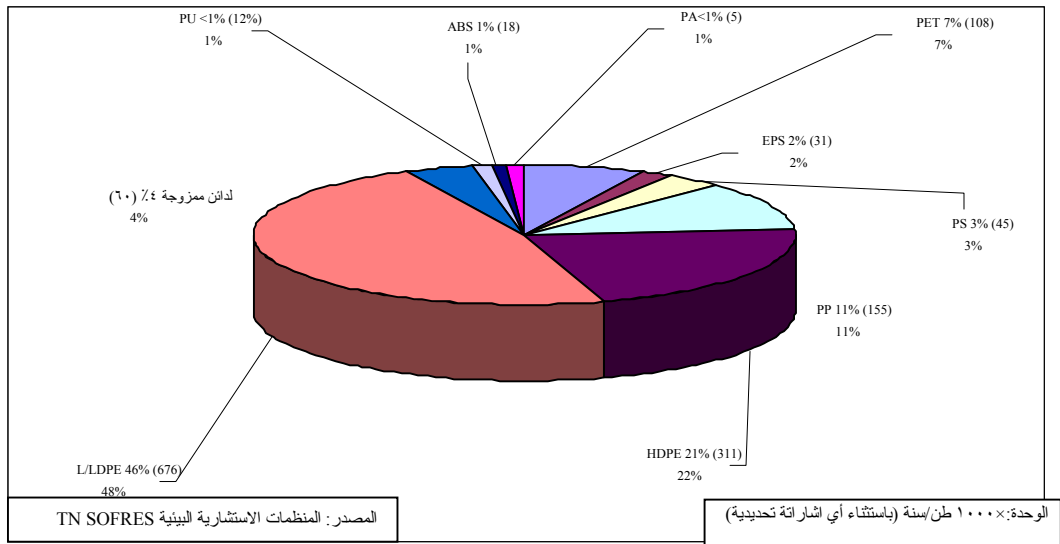
إعادة تدوير نفايات البولمرات المختلطة

يكون من المفضل فرز النفايات اللدائنية المختلطة إلى أجزاء مختلفة باستخدام عمليات كافية، مع الوضع في الاعتبار الطاقة المستهلكة والجهود التقنية. يجب إعادة تدوير الأجزاء التي تم فرزها كل على حدة.

من الصعب فرز نفايات اللدائن المختلطة المنفصلة عن مجارى النفايات البلدية إلى لدائن منفردة ولكن ثبت احتمال إنتاج خليط مغسول يمكن تشكيله بالبتق أو السبك إلى عناصر مختلفة بديلة للأخشاب والخرسانة. ولهذه الاستخدامات مثل فصد الرحلات، حواجز عازلة للصوت، مصدات جانب الرصيف والأسوار الخ. حيث يكون مقاومة الظروف الجوية، التآكل والتعفن هاما.

يعطى الشكل (٣) نظرة عامة عن كميات اللدائن التي تم إعادة تدويرها في أوروبا الغربية.

الشكل (٣): إعادة التدوير الميكانيكية للنفايات اللدائنية لما بعد المستخدم بالراتنج، أوروبا الغربية، ١٩٩٧



٥-٧ إعادة تدوير المواد الوسيطة والمواد الكيميائية

تستخدم إعادة التدوير الميكانيكية البوليمار كما هو لإنتاج نواتج بلمرية جديدة، ومن الممكن إدخال اللدائن داخل مجموعة من العمليات لاستخدام الكيمياء الأساسية لللدائن النفايات المختلطة لاستعادة القيمة، ويشار عادة

إلى هذه العملية بأنها إعادة تدوير المواد الوسيطة والمواد الكيميائية، ومع ذلك فإن بعض هذه العمليات توصف أفضل ما توصف بأنها استعادة للطاقة. أما التقنيات المستخدمة فتشمل البثق الإنحلالي أو الإنحلال الحراري والهدرجة والتقوير والترميد مع استرداد HCL (حمض الهيدروكلوريك) كمدخل يمثل عامل اختزال في الأفران العالية، وتحلل الغليكول، والإنحلال المائي والإنحلال الميثانول، وقد تم تطوير نحو ٧٠ مبادرة حتى الآن^(١٥). وفي هذه الوثيقة سوف تساق الإشارة إلى جميع التقنيات المختلفة. على أنها إعادة تدوير كيميائي والمبدأ الأساسي للإنحلال الحراري موضح في الشكل ٤.

ويجري الآن تطوير معظم هذه التقنيات تناول طائفة واسعة من اللدائن في عملية واحدة تنتج نواتج ذات نفس النوعية كنواتج بكر. وتركز هذه التقنيات عادة على استعادة المركبات العضوية الموجودة في اللدن وقد صممت بعض التقنيات خصيصاً لمعالجة نفايات بولي فينيل الكلوريد (PVC). وتركز هذه التقنيات بصفة رئيسية على استعادة الكلور في شكل مفيد وتسمح بعض هذه العمليات بالفصل بين الفلزات^(٢) الثقيلة ولا تزال هذه العمليات تمر بمراحلها المبكرة من التطوير والترويج التجاري. وفي هذا الصدد فإن بعض المصاعب ذات الطبيعة الاقتصادية قد واجهت القائمين بإعادة تدوير النفايات باستخدام أحدث التقنيات لإعادة التدوير الكيميائي للنفايات اللدائنية المحتوية على الـ PVC.

إعادة التدوير والاسترداد الكيميائيين يمكنهما اتخاذ شكل نوعين مختلفين من العمليات:

◀ النوع الأول هو إعادة التدوير الكيميائي حيث يكون الهدف هو استعادة المكونات الكيميائية الأساسية من المواد اللدائنية لإعادة استخدامها في الصناعات الكيميائية. وتتم إزالة بلمرة النفايات اللدائنية إما إلى مركبات غير متبلرة حيث يمكن استخدامها ثانية في عمليات البلمرة (التحلل الكيميائي) أو إلى مواد كيميائية وسيطة أقل في الوزن الجزيئي (التحلل الحراري أو التأكس) والتي يمكن أن تستخدم مثل الزيت الطبيعي في التفاعلات الكيميائية المتضمنة إنتاج البلمرات.

◀ النوع الثاني في إنتاج الحديد حيث يتم استخدام النفايات اللدائنية كإضافة بجانب فحم الكوك في أفران النسف وذلك بسبب خواصها الكيميائية المنخفضة. ويتضح حجم استخدام النفايات اللدائنية في أفران النسف من ١٠٠ ٠٠٠ طن تم استخدامها في هذه العمليات في ألمانيا خلال عام ١٩٩٦. وقد تم استعراض طريقة أكثر حداثة في اليابان بسعة ٥ ٠٠٠ - ٨ ٠٠٠ طن سنوياً. يمكن تحليل اللدائن المخلوطة ببولي فينيل الكلوريد حرارياً في قمين مملوء بالنيتروجين. يمكن تطبيق عملية تحليل حراري مشابهة في صناعة الأسمنت. يتم اختبار وحدة الصناعة التجريبية وتشغيلها لتزود عملية الكلورة الأكسدة باستخدام الفينيل والكلور والميثيل VCM oxi-chlorination process.

يمكن أن تكون إعادة التدوير الكيميائي هي الاختبار السليم لتلك المجموعات من النفايات التي ينطوي فيها إعادة التدوير الميكانيكي على مشاكل بسبب الشوائب أو عندما تحتاج عملية إعادة التدوير إلى خطوات فرز إضافية مكلفة^(١٥).

(٢) لمزيد من المعلومات الرجوع (الدراسة المرجعية الدانمركية).

لا يجب أن يتم تصدير النفايات اللدائنية إلى طرف آخر لإعادة تدوير المواد الوسيطة قبل قيام الطرف المستورد بإنشاء وحدة صناعية مطورة بالكامل ومعتمدة طبقاً للقواعد المحلية.

شكل ٤ - إعادة التدوير الكيميائي (التحلل الحراري) للنفايات اللدائنية - مبادئ أساسية



تتولد عن تقنيات التدوير الكيميائية عامة كميات منخفضة نسبياً من المخلفات. كما أن إنتاج المواد الوسيطة لعمليات الإنتاج الكيميائي يتولد عنها عادة قدر من الخبث في شكل مواد خاملة توجد في النفايات اللدائنية وأفراس الفلترة في حالة علاج المياه المستخدمة. ولبعض العمليات معايير قبول محددة من حيث ما يتعلق بمحتوى الرماد في النفاية نظراً لتقليل الخبث.

إن الفلزات الثقيلة الموجودة في النفايات اللدائنية، مثال تلك المستخدمة في عمليات تثبيت PVC سوف ينتهي بها المطاف إلى مجاري النفايات السائلة أو، في حالة إنتاج الصلب سوف تدمج في الصلب. فبالنسبة لإنتاج الصلب فإن تلك الفلزات الثقيلة الناشئة من النفايات اللدائنية لا تكون بصفة عامة هي مصدر الفلزات الثقيلة في تلك المخلفات وذلك نظراً للانخفاض النسبي في النسبة المئوية للذوائن المستخدمة كمدخل للعملية.

٦-٧ عوامل الحصر الرئيسية لجمع النفايات اللدائنية وإعادة تدويرها

ثمة عدد من العوامل يعوق تطوير قطاع إعادة تدوير النفايات اللدائنية لدى كل من البلدان النامية والبلدان المتقدمة ويوضح الجدول ٧ عوامل الحصر الرئيسية لجمع وإعادة تدوير كل مصدر من مصادر النفايات اللدائنية في أوروبا الغربية. ويكشف الجدول عن أن أكبر مصدر للنفايات اللدائنية التي هي نفايات صلبة بلدية يواجهه هو الآخر عوامل حصر رئيسية.

الجدول ٧ - عوامل الحصر الرئيسية المعوقة لجمع النفايات اللدائنية وإعادة تدويرها

عوامل الحصر	١	٢	٣	٤	٥	٦
التشتت الجغرافي للنفايات	ألف	جيم	جيم	باء	باء	ألف
صعوبة التعرف على البولمرات	ألف	جيم	باء	جيم	باء	ألف
صعوبة التفكيك	جيم	جيم	ألف	جيم	ألف	ألف
التلوث	ألف	جيم	باء	باء	باء	باء
منتجات لدائنية متعددة	ألف	جيم	باء	جيم	باء	جيم
محتوى المضافات	جيم	جيم	جيم	جيم	باء	باء

١- نفايات بلدية صلبة
٢- التوزيع
٣- خردة السيارات
٤- الكهرباء والإلكترونيات
٥- والتشييد/والهدم

ألف- عامل إعاقة حرج
باء- عامل حصر رئيسي ولكن لا ينطبق بالضرورة على جميع أنواع النفايات في المصدر محل النظر
جيم- الحصر الثانوي (أو القليل)

المصدر: عناصر الإدارة ذات الفعالية التكاليفية لإدارة النفايات اللدائنية لدى الاتحاد الأوروبي. أهداف وصكوك عام ٢٠٠٠.

منظورات تكنولوجية

وكما سبق إيجازه في الأفرع السابقة، فإن تطوير تقنيات مناسبة سوف يبسر دعم قطاع استعادة النفايات اللدائنية. ويوجز الجدول ٨ هذه الآثار.

الجدول ٨ - استعراض تقنيات إعادة تدوير النفايات اللدائنية

التقنيات	أولاً - مجالات التجديد	ثانياً - نوع النفاية	ثالثاً - التأثيرات الواقعة على صناعة إعادة التدوير
إعادة تدوير الآلية			
<i>التحديد والفرز</i>	طريقة التحديد: الأشعة تحت الحمراء، الكشف البصري، الأشعة السينية، التصوير اللوني. طريقة الفصل: الكثافة، الاختيار الحراري والكهربية الاستاتيكية	نفايات لدائنية نظيفة (أحادية الراتجات أساساً) ناتجة عن مجموعات انتقائية	النهوض بفرز النواتج ونوعية النواتج المفروزة
<i>التجهيز</i>	تكنولوجيا البثق، المستخدمة في إعادة تدوير وتحسين نوعية الراتجات المعاد تدويرها	نفايات اللدائنية النظيفة (أحادية الراتجات أساساً) الناتجة عن مجموعات انتقائية	تحسين نوعية الراتجات المعاد تدويرها يعني تحسين منافذ النواتج المعاد تدويرها (كيفاً وكماً) وانخفاض في تكاليف التجهيز
إعادة التدوير الكيميائية			
إعادة تدوير المواد الوسيطة	التحلل الحراري السابق للتجهيز، الهدرجة والتغويز	لدائن مختلطة (انخفاض مستوى التلوث)	منافذ غير محدودة لللدن المفروز حسب الراتج وإنتاج مركب غير متبلر عالي الجودة
التحلل الكيميائي (إنتاج مركبات غير متبلرة)	تحلل الميثانول، تحلل الغليكول، التحلل المائي، والتصبين	نفايات لدائنية نظيفة (مركبات غير متبلرة أساساً) ناتجة عن مجموعات انتقائية	
استخدام الطاقة			
	احتراق أحادي أو مشترك مع إمكانية جمع إعادة التدوير الكيميائية واستخدام الطاقة الناتجة عن العملية	نفايات لدائنية ذات مستوى منخفض من التلوث أو ملوثة	زيادة إمكانيات استعادة الطاقة

المصدر: عناصر إدارة نفايات لدائنية ذات فعالية تكاليفية EU, EC، ١٩٩٧

٨ - استعادة الطاقة من النفايات اللدائنية

بينما يمكن أن ينتج عن إعادة تدوير بعض النفايات اللدائنية فوائد بيئية، فإن الكثير من النفايات اللدائنية تتكون من أنواع قليلة تنتشر بين المواد الأخرى للنفايات، وتشكل عمليات فرز وتنظيف هذه النفايات لإعادة التدوير عبئاً على البيئة أكبر من العائد من عملية التدوير ذاتها، ناهيك عن التكلفة الاقتصادية.

وقد توجد أيضاً مخلفات من عملية إعادة التدوير لا يمكن تبريرها فإن، استعادة الطاقة^(١٦) هي الطريقة الفعالة تكاليفياً لاستعادة القيمة الذاتية للمورد في النفايات اللدائية. ومع ذلك ينبغي ملاحظة أنه إذا طبقت عملية استعادة الطاقة، فإن الطاقة التي كانت ضرورية لإنتاج اللدائن تكون قد فُقدت. وبالنسبة لأنواع معينة من اللدائن فإن القدر من الطاقة اللازم لإنتاج المادة التي لها نفس الأهمية التي لقيمة الطاقة الموجودة في اللدائن عند ترميدها.

وتتطوي اللدائن بصفة عامة على قيم طاقة عالية (أنظر الجدول ٩)، حتى أن تلك اللدائن التي تحتوي على هالوجينات لها نفس القيمة من الطاقة التي للورق وللورق المقوي. ومن ناحية أخرى يمكن للترميد أن يؤدي إلى توليد كميات ضخمة من مخلفات تنظيف غاز المداخن (أنظر الجدول ١٠) وعند مزج اللدائن بنفايات أخرى فإنها تساعد على ترميد النفايات المبللة أو الخضرية.

أشارت البحوث والممارسات^(١٨) التي طُورت خلال السنوات العشر الأخيرة في ظروف التشغيل الصارمة إلى أن النفايات اللدائية، حتى إذا كان المزيج غنياً بالـ PVC، يمكن ترميدها في أمان وبفاعلية (أنظر أدناه). إن الاحتراق المنتظم ودرجات الحرارة العالية تؤدي إلى استعادة أكبر قدر ممكن من الطاقة من الوقود وتضمن التكسر الكامل للمركبات العضوية السمية. وتتم أكثر عمليات استعادة الطاقة فاعلية ٨٥٪ عند ترميد النفايات للحصول على بخار ذي ضغط عالي لتوليد الكهرباء، وعلى بخار ذي ضغط منخفض للاستخدامات الصناعية، وعلى ماء ساخن للتدفئة المنزلية. ولا تحاول معظم مصانع إنتاج الطاقة من النفايات القيام بهذه الأشياء الثلاثة. ويتم تشغيل مصانع التغويز ذي القاعدة المميعة في اليابان. فيتم حرق الفحم غير المحروق، والرماد المتطاير والغاز عند درجة حرارة مرتفعة فتولد خبثاً منصهراً وغاز مداخن بصورة منفصلة.

أعدت المبادئ التوجيهية التقنية المتعلقة بالترميد على الأرض^(٢) طبقاً لاتفاقية بازل. حيث تبين أن التأثير البيئي من عملية استعادة الطاقة بالترميد يتوقف على أربع عوامل دالة هي:

- طبيعة النفايات التي سيتم ترميدها
- مراقبة ظروف الترميد
- تنظيف غاز المداخن
- التخلص من النفايات

طبيعة مصادر النفايات المستخدمة في استعادة الطاقة

يمكن أن توجد اللدائن في أربع أنواع مختلفة من النفايات المستخدمة في عمليات استعادة الطاقة لكل منها قيمة للطاقة المستعادة الخاصة بها.

النفايات البلدية الصلبة (MSW) هي نفايات مدرجة في المرفق ٢ لاتفاقية بازل حيث تحتاج إلى بحث خاص. وهي نفايات الأدوات المنزلية غير المعالجة والنفايات الناتجة من الورش والمطاعم والتي يتم احراقها في أوروبا وأمريكا واليابان في مرافق واسعة "إحراق كمي". وللنفايات البلدية الصلبة قيمة طاقة تساوي ١٠ مج/كجم وكثافة منخفضة جداً. ويساعد محتوى اللدائن بالمواد الرطبة أو المتعفنة الموجودة بمصادر النفايات على ترميدها.

الوقود المستخرج من القمامة (RDF) ينتج بنزع كل المكونات غير القابلة للاحتراق مثل الفلزات والزجاج والمواد المتعفنة من النفايات البلدية الصلبة ثم تكوير خردقة المواد القابلة للاحتراق. حيث انه يوجد بالنفايات البلدية الصلبة المعالجة وبالوقود المستخرج من القمامة تركيزات أعلى من النفايات اللدائنية أكثر من تلك الموجودة بالنفايات البلدية الصلبة وبالتالي قيمة طاقة أعلى. يمكن أن يكون مقبولاً بيئياً نقل الوقود المستخرج من النفايات لمسافات قصيرة من مكان تصنيعه إلى الوحدات الصناعية المخولة لاستعادة الطاقة.

الوقود المستخرج من التغليف (PDF) يتكون أساساً من الورق ونفايات اللدائن بعد فصلها عن باقي النفايات وتجهيزها على شكل كريات مصممة لكي تعطي أقل قيمة من الطاقة. ويمكن أن يكون النقل البيئي للوقود المستخرج من مواد التغليف بين الأطراف مقبولاً بيئياً إذا توافرت وحدات الترميد المخولة وإذا كانت هذه العمليات مسموحاً بها في القواعد المحلية لدى الطرفين.

وقود البوليمر (PF) يتكون من نفايات اللدائن وحدها الناتجة عن عمليات إعادة التدوير أو التي تم فصلها من مجموعة النفايات العامة، ثم تتم معالجتها لتنتج وقوداً ذا محتوى معين من البوليمرات ومستوى الطاقة. وقد يكون النقل البحري بين الحدود لوقود البوليمر مقبولاً إذا توافرت وحدات ترميد مخولة^(٢) وإذا كانت القواعد في كلا الطرفين تسمح به. وقد يكون عدد من وحدات الترميد المنشأة غير مصمم لتحمل درجات الحرارة المتولدة من استخدام هذا الوقود ذي القيمة الحرارية العالية وحده، لذلك يجب تخفيف الوقود بمادة ذات قيمة حرارية أقل.

قد يكون كل من الوقود المستخرج من مواد التغليف ووقود البوليمر ناشئاً عن وحدات الصناعة أو التوزيع أو البلديات من خلال أنظمة تجميع الفوائض والمخلفات.

الجدول ٩: قيم الطاقة المتولدة من وقود نفايات اللدائن والوقود الممزوج والوقود التقليدي

أحاديات البوليمر/أنواع الوقود	صافي القيمة الحرارية (م.ج/كجم)
PE-LD/PE-HD	٤٥
PP	٤٥
PS	٤١
ABS, oil	٤٠
cool	٢٥
PET	٢٣
PCV	٢٢
PDF	٢٠
RDF	١٧-١٥
MSW, wood	١٠-٨
مخاليط (وقود البوليمر PF)	
PE-LD/PP/PE-HD (مواد تغليف الأغذية)	٤٥
PP/ABS/PE-HD (أجهزة الحاسب)	٤٣
PE-LD/PP/PVC (مواد تغليف مختلطة)	٣٧
PP/PE-LD/PVC (مواد تغليف لغير الأغذية)	٣٧
PU/PP/PVC/ABS (مخفضات الصدمة/خزانات الوقود)	٣٣

مراقبة ظروف الترميد

يعتبر تصميم الوحدة ورصد العوامل المؤثرة هما العاملان الأساسيان المحددان للترميد منخفض الانبعاثات. وتعتبر عوامل التشغيل مثل مستويات الأوكسجين ومدة البقاء في الاحتراق ودرجة حرارة الاحتراق هي أساس العمليات الآمنة والفعالة.

شروط الترميد النموذجي للمواد هي:

- درجة حرارة عالية ٨٥٠ م – ١١٠٠ م للنفايات الهيدوكربونية، ١١٠٠ م - ١٢٠٠ م للنفايات المهلجنة
- زمن بقاء كاف (غاز) بوحدة الترميد (بالنسبة لقانون الاتحاد الأوروبي يحتاج إلى ٢ ثانية على الأقل
- قوة دفع جيدة
- زيادة في الأوكسجين

يعتبر الدور الذي تلعبه البولمرات المكورة في تكوين الديوكسينات في وحدات ترميد النفايات موضوعاً مثيراً للجدل. حيث تبيّن أن نزع البولمرات المكورة من النفايات المختلطة لن يؤدي إلى انخفاض متناسب في تكوين الديوكسينات، حتى أنه إذا تم نزع PVC من النفايات المختلطة فإن الكلور المتبقي يعتبر كافياً لتكوين مستويات من الديوكسينات تيرر عمل معالجة لغاز المداخن^(١٨).

بعملية حرق نفايات اللدائن باستخدام BFRs (مثبطات اللهب المبرومة) اهتمام خاص. يعتبر التكون المحتمل للديوكسينات والفورانات أثناء احتراق كل من BFRs نفسها أو المواد المثبطة للهب واحد من الأسباب الرئيسية للجدل الحالي المثار حول BFRs وعلى وجه الخصوص PBBs و PBDOs.

يجب أن نولي اهتماماً كبيراً للواجبات والمسؤوليات الواردة في اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة (POPs) فيما يخص هدف منع التكون غير المقصود لـ POPs من عمليات الترميد.

تنظيف غاز المداخن الناتج عن مرافق الترميد

تحتوي غازات الترميد المنبعثة من غرفة الاحتراق على بعض المواد مثل ثاني أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، وكلوريد أو فلوريد الهيدروجين، والغبار. يمتص سطح جزيئات الغبار في الغالب أي مواد عضوية سمية تتكون في غازات المداخن المبردة. ومن الضروري ترشيح الغبار الناجم عن هذه الغازات. وتتم عملية الترشيح عادة بواسطة مرشحات ذات مصافي ضيقة المسام. ويمكن للمرمدات الحديثة أن تعمل جيداً وبانتظام مع انبعاثات ديوكسينات أقل من ١ ر ٠ نانوجرام/م^٣ (أنظر المسودة) للمستوى المحدد المطلوب بواسطة بعض الحكومات (أنظر التذييل ٨ بخصوص معايير الانبعاث المطلوبة في الاتحاد الأوروبي). وذلك يحتاج في الغالب معدات أخرى لتنظيف الغاز التي تعمل بالكربون المنشط أو الفحم المنشط أو محفزات خاصة.

وللوفاء بمستويات الانبعاثات الحديثة ينبغي إزالة ثاني أكسيد الكبريت وفلوريد الهيدروجين وكلوريد الهيدروجين من غازات المداخن (أنظر المرفق ٨). ويتم ذلك عن طريق جعل الغازات تتفاعل مع القلويات

أو مع الماء فقط تبعاً لموقع مرفق التبريد. إن تحديد الحامض بالطباشير ينتج نفاية صلبة يجب وضعها في حفر طمر مرخص بها^(١٩). إن تحديد أحماض بيكربونات الصودا يعطي محلولاً ملحياً يمكن للأملح الناتجة عنه أن يعاد تدويرها في ظروف معينة. كما أن امتصاص الغازات الحمضية في الماء ينتج عنه محلول يمكن للغازات الخارجة منه أن تُصنَّع للاستخدامات التجارية. ولا يوجد إلا عدد قليل من مصانع الاسترداد هذه.

يعتبر الـ PVC مصدراً مهماً للكlor في النفايات البلدية الصلبة. ففي الاتحاد الأوروبي تأتي ٥٠٪ في المتوسط من الكlor الداخل في معاملة ترميد النفايات الصلبة البلدية من الـ PVC (النطاق ما بين ٣٨ - ٦٦٪)^(٢٠). ويتحول الكlor أثناء عملية الترميد (بما في ذلك الكlor الموجود في الـ PVC) إلى حامض هيدروكلوريك، يجب تحييده للوفاء بمعايير الانبعاثات، وكمثال، فإن معيار الانبعاث بالنسبة لحامض الهيدروكلوريك في دول الاتحاد الأوروبي هو ١٠مجم/نم^٣ (أنظر التذييل ٨). وبعد التحديد تشكل مخلفات التفاعل بقايا لتنظيف غاز المداخن. ولتفادي المشاكل المرتبطة بطمر هذه المخلفات ينبغي بذل جميع الجهود لضمان أن نفايات الـ PVC تُقرز كل ما أمكن من النفايات المتدفقة، وترسل إلى عملية معالجة أخرى، ويعطي الجدول ٨ نظرة شاملة لمقدار عنصر التحديد لكل كيلوغرام من مادة الـ PVC اللازمة، ولمقدار المخلفات المتولدة داخل نظم تنظيف غاز المداخن المختلفة العاملة^(٢٠).

الجدول ١٠: استخدام عامل التحديد وإنتاج المخلفات الناتجة من ترميد نفايات الـ PVC

شبه مبل - مبل	مبل	شبه جاف	جاف		جهاز تنظيف غاز المداخن	
			الجبر	بيكربونات	عامل التحديد	جانب
٠.٢٩	٠.٢٩	٠.٤٤	٠.٦٢	٠.٥٢	الحد الأدنى	عامل التحديد بالكيلو
٠.٦١	٠.٦١	٠.٩٤	٠.٣٢	١.١١	الحد الأقصى	لكل كيلو
٠.٥٢	٠.٥٢	٠.٧٩	٠.١٢	١.٩٤	المتوسط	PVC
٠.٥٤	صفر	١.٧٠	٠.٤٦	١.٧٨	الحد الأدنى	مخلفات بالكيلو
١.٥١	صفر	١.٤٨	٠.٩٧	١.٦٥	الحد الأقصى	لكل كيلو
٠.٩٨	صفر	١.٢٦	٠.٨٢	١.٤٠	المتوسط	PVC
صفر	٠.٨٨-٠.٤٢	صفر	صفر	صفر		النفايات السائلة (مادة جافة) (كغ لكل كغ من الـ PVC)

تُبنى هذه الأرقام على أساس متوسط تركيب الـ PVC. يولد الـ PVC اللين مخلفات أقل من تلك التي يولدها الـ PVC الصلب، وذلك بسبب المحتوى المنخفض من الكlor.

يتضمن كلٌّ من تبرير التحديد ومعالجة مخلفات عملية تنظيف غاز المداخن، تكاليف التخلص من مخلفات الترميد.

التخلص من مخلفات الترميد

يحتوي الغبار المتطاير من تنظيف غاز المداخن عادةً على مواد مثل مركبات الفلزات الثقيلة والتي يمكن أن تضر بالبيئة في حالة إطلاقها. ويجب دائماً اعتبار هذه المخلفات خطرة، وإن يتم التخلص منها فقط في حفر طمر مرخص بها^(١٩) وذلك بعد إجراء اختبارات الترشيح. وفي بعض الأوقات، وجد أن من الأجدى أن توازن المخلفات بالأسمنت قبل ترسيبها. قد يكون غبار القاع الناتج من المرممات حامل بما فيه الكفاية ليكون بديلاً تاماً في عملية بناء الطرق ولكن يجب التثبيت من حموله قبل استخدامه بهذه الطريقة.

في سياق الحديث عن ترميد النفايات اللدائنية من المهم أيضاً بحث المبادئ التوجيهية التقنية المختصة بالترميد على الأرض (D10)^(٢٠). ومن المهم أيضاً بالنسبة للتخلص من مخلفات الترميد بحث المبادئ التوجيهية التقنية عن الطمر ذي التصميم الهندسي الخاص (D5).

٩ - التخلص النهائي من النفايات اللدائنية

حيث أنه لا يوجد احتمال لتنفيذ عملية الاستعادة المدرجة عالياً، يمكن أن يتم التخلص من مخلفات اللدائنية في حفر طمر مرخص بها^(١٩). ويستخدم الترميد بدون استعادة الطاقة لتقليل حجم المخلفات المتخلص منها في حفرة الطمر ولكن أساساً يجب أن تكون وحدة الترميد مرخصاً بها^(٢٠) وأن تقي بنفس المقاييس البيئية كالمرممات الخاصة باستعادة الطاقة.

الترميد بدون استعادة طاقة

يعتبر استخدام النفايات كمصدر محتمل للحرارة من خلال البخار أو الكهرباء وذلك بتحول البخار. وهذا هو الفرق الرئيسي بين المرممات أو التركيبات مع استعادة طاقة وتلك التي بدون استعادة طاقة. بينما يمكن أن يفي كل من نوعي التركيبات بمعايير الانبعاث.

وتكون نفس العوامل الأساسية هامة:

- طبيعة النفايات المطلوب ترميدها
- التحكم في ظروف الترميد
- تنظيف غاز المداخن
- التخلص من المخلفات

وحيث أن الترميد بدون استعادة طاقة لا يساهم في حفظ الموارد أو التقليل من إنتاج غازات تغير المناخ لذا يجب استبدال هذه العملية كلما أمكن بعمليات فيها استعادة طاقة.

الطمر

يعتبر الطمر هو الاختيار الأقل تفضيلاً لإدارة النفايات اللدائية حيث أنه لا يوجد أي استخدام لأي من الموارد التي تمثلها اللدائن. وعلى الرغم من أنها تحتاج لفضاء فإنها ما زالت الطريقة الأكثر شيوعاً لعملية التخلص من النفايات في معظم البلدان. ونظراً لانخفاض تكاليف عملية طمر النفايات المتحولة فإن الاختيارات الأخرى للإدارة في الغالب غير مشجعة من وجهة النظر الاقتصادية.

وضعت اتفاقية بازل مبادئ توجيهية تقنية^(١٩) لإنشاء حفر طمر ذات تصميم هندسي خاص والمستخدمة للنفايات التي لها واحدة أو أكثر من الخصائص الخطرة. وتتناول هذه المبادئ التوجيهية أيضاً القضية الخاصة بالمواقع الموجودة والتي تحتاج إلى تحكم مقيد. وفي الغالب تحتاج إلى معالجة كافية. ويجب الاقتصاد على استخدام حفر الطمر التي تفي بمتطلبات المبادئ التوجيهية لاتفاقية بازل.

وتسبب حفر الطمر قلقاً عندما تتحلل المواد العضوية الموجودة بها أحياناً منتجةً غاز الميثان القابل للاشتعال. ويوجد بعض القلق من إمكانية تسرب بعض الإضافات (إفثالات) المستخدمة في اللدائن إلى المياه الجوفية في حفرة الطمر. وقد تم توثيق فاقد الملوثات من الـ PVC اللين على مدى واسع في نشرات^(٢١). حيث يمكن الكشف عن الإفثالات ونواتج تفسخها في ماء نص حفرة الطمر.

تم تصنيف مادة الـ DEHP والأكثر شيوعاً في استخدامها كملدن في الـ PVC بواسطة الوكالة الدولية لأبحاث السرطان كمجموعة ٣ (غير مصنفة طبقاً لطبيعتها المسرطنة للإنسان). وبوليمر الـ PVC في حد ذاته يعتبر عاملاً صامداً في ظروف الدفن في باطن التربة أو الطمر^(٢١). وعوامل التثبيت في الـ PVC الجاسئ تكون عادةً مرتبطة في مصفوفة البوليمرات ولا يحدث عنها نض بسهولة. ولا يسهم الـ PVC بصورة كبيرة في كميات الفلزات الثقيلة المخزونة داخل حفرة الطمر بغض النظر عن أي إطلاقات محتملة^(٢١).

وعلى الرغم من الأهمية القليلة المفترضة للإطلاقات المبلغ عنها من الكاديوم وأورغانوتين الرصاص والإفثالات من حيث الكميات الداخلة في حفر الطمر والمنطلقة فيها، أو بسبب قدرة مصفوفة النفايات على الاحتفاظ والتحلل البيولوجي داخل حفرات الطمر، فإن السبيل الوحيد للتحكم فيها هو تزويد حفرات الطمر ببطانة واقية وبنظام لجمع المواد المتسربة^(٢١) ومعالجتها.

من المهم أيضاً مراعاة المبادئ التوجيهية التقنية التي تتحكم في الإستعادة والتخلص من النفايات السليمة بيئياً مثل المبادئ التوجيهية التقنية للترميز على الأرض (D10)، والمبادئ التوجيهية التقنية للطمر ذي التصميم الهندسي الخاص (D5).

١٠ - استنتاجات

تعرف اتفاقية بازل الإدارة السليمة بيئياً بأنها إتخاذ جميع الخطوات العملية لضمان إدارة النفايات الخطرة أو غيرها من النفايات (الملحق الثاني) بطريقة تحمي صحة الإنسان والبيئة من الآثار الضارة التي قد تنجم عن مثل هذه النفايات. وينبغي للإدارة السليمة بيئياً أن تتسحب على جميع النفايات سواء كانت خطرة أو غير ذلك.

إن هذه المبادئ التوجيهية التقنية تعطي توجيهات عامة بشأن تحديد النفايات اللدائنية والتخلص النهائي منها واستعادتها وإدارتها وإدارة سليمة بيئياً. وقد أدرجت جميع أنواع البولمرات عن عمد، وليس فقط تلك النفايات المشتملة على المكونات الواردة في المرفق الأول (Y1 إلى 45).

ويمكن أن تسهم إعادة استخدام اللدائن مساهمةً كبيرة في الحفاظ على الموارد الطبيعية والحد من استهلاك الطاقة وتدنية توليد النفايات. وللكتير من اللدائن عمر عملي طويل، ويمكن لللدائن التي إنتهى عمرها أن يعاد تدويرها لتستخدم في عمر ثانٍ. ومع ذلك فإن إنتاج وتصنيع واستخدام اللدائن لا يولد نفايات ومن الضروري أن تخضع تلك النفايات لإدارة سليمة وآمنة وذلك لحماية الصحة البشرية والبيئة.

ويمكن لجميع نفايات اللدائن أن يُعاد تدويرها في ظروف سليمة بيئياً. غير أن عدداً من المشاكل يواجه إعادة تدوير نفايات اللدائن:

- أن الكثير من أنواع اللدائن تدخل في الاستخدام
- أن اللدائن تحتوي على طائفة واسعة من المضافات
- أن أشياء كثيرة تحتوي على لدائن ومواد أخرى
- أن فرز اللدائن قد يمثل عملية صعبة وباهظة التكاليف

إن التخلص النهائي من نفايات اللدائن يمثل شأغلاً كما هو الحال بالنسبة لأي نفاية تتولد قطرياً. فإذا تعذر إعادة تدوير نفايات اللدائن فيمكن طمرها في الأرض أو ترميدها تحت ظروف معينة. إن ترميد اللدائن، مع أو بدون استرداد طاقة، تحت درجة حرارة عالية وباستخدام التقنيات المناسبة للتقليل من غازات المداخن يمكن أن يتم في ظروف سليمة بيئياً. وينبغي أن يكون الترميد بأسلوب سليم بيئياً مع استعادة طاقة هو الخيار المفضل على الطمر أو الترميد بدون استعادة طاقة.

ثانياً - المبادئ التوجيهية التقنية للإدارة السليمة بيئياً لخردة الكابلات المغلفة باللدائن

نظراً لما ينتاب الأطراف من قلق إزاء الكابلات التي بلغت نهاية العمر أثناء عملية استعادة الفلزات، فإنه يعتبر من المهم أن يدرج في المبادئ التوجيهية التقنية بشأن الإدارة السليمة بيئياً للنفائات اللدائنية مبادئ توجيهية بشأن خردة الكابلات المغلفة باللدائن.

١ - مقدمة

إن خردة الأسلاك والكابلات المعزولة (التي يشار إليها فيما بعد بخردة الكابلات) تتولد في جميع أنحاء العالم. وتشمل هذه الخردة في المتوسط نحو ٦٠٪ فلزات و ٤٠٪ لدائن. وفلز التوصيل في هذه الخردة هو النحاس في المقام الأول على الرغم من أن كابلات نقل الطاقة الكهربائية يدخل فيها الألمونيوم كمعدن للتوصيل. وتستخدم المرافق كابلات كهربائية مصنوعة من الألمونيوم ومعزولة تستخدم كابلات توزيع خارجية، وأسلاك نحاس معزولة وذلك لتوزيع الطاقة داخلياً. وعادة ما تستخدم أسواق البناء والاتصالات والإلكترونيات والسيارات النحاس كمعدن للتوصيل.

٢ - نقل خردة الكابلات فيما بين البلدان

تمثل خردة الكابلات قضية داخلية لدى جميع البلدان سواء كانت تابعة أو غير تابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ويتم إعادة تدوير معظم خردة الكابلات داخل بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ولا يصدر منها سوى ما يقدر بـ ١٥٪ من خردة الكابلات هذه. ولا يرجع ذلك إلى نقص القدرات المحلية بل يرجع إلى قوى السوق وتصدر الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا الغربية، واليابان، وكندا، وسنغافورة، وأستراليا خردة الكابلات بحراً إلى الدول النامية وبصفة خاصة الصين، وفيت نام، وكوريا الجنوبية، والمكسيك، واندونيسيا، وماليزيا، وتايلند، وتايوان، والهند، وباكستان، والأرجنتين، والبرازيل وشيلي. وتدخل نسبة ٣٠٪ تقريباً من خردة الكابلات التي تصدرها سنوياً الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وأوروبا إلى البلدان النامية في إعادة الاستخدام بدلاً من إعادة التدوير. ويتم نقل خردة الكابلات بحراً طبقاً لتصنيفات ومواصفات تجارية مقبولة على نطاق واسع، أنظر التذييل ١٠.

والمواد اللدائنية الرئيسية التي تستخدم في الكابلات المعزولة هي الـ PVC والبوليثلين. وتستخدم هذه اللدائن داخل الولايات المتحدة تكاد تكون متساوية. أما في أوروبا الغربية واليابان فإن استخدام الـ PVC يزيد عن استخدام البوليثلين. ويرد في الجدول ١١ أدناه تفصيل تقريبي على مستوى العالم للكابلات المغلفة حسب المادة المغلفة:

الجدول ١١ : استخدام المواد اللدائنية في عزل الكابلات

استخدام اللدائن لعزل الكابلات، ١٩٩٧ (الوحدة: ١٠٠٠ طن)			
اليابان	غرب أوروبا	أمريكا الشمالية	اللدن
٣٣٠	٤٥٥	٢٠٥	PVC
١٥٥	٢٣٠	٢٠٥	PE
١٥	١٠	٣٠	أشكال أخرى للبلاستيك
٥٠٠	٦٩٥	٤٤٠	المجموع

٣ - مصادر الخردة

تتولد خردة الكابلات في مصانع الكابلات وجهات الاستخدام النهائي مثل مرافق أو شركات الهاتف ومصانع الإلكترونيات والأجهزة الكهربائية، ومقاولو الأعمال الكهربائية. وهذه هي خردة ما قبل المستهلك. ومن ناحية أخرى فإن خردة الكابلات المستعادة أثناء استبدال خطوط الكابلات القديمة بخطوط جديدة أو من المعدات الإلكترونية التي وصلت إلى نهاية عمرها فتسمى خردة ما بعد المستهلك. والمرافق التي هي المصدر الرئيسي للخردة تولد خردة ما قبل المستهلك أثناء عملية تركيب الخطوط الجديدة وأطراف البكرات، إلخ. وخردة ما بعد المستهلك من فك الخطوط القديمة. وتنشأ هذه الخردة لدى جميع البلدان سواء كانت تابعة لمنظمة التعاون والتنمية في المجال الاقتصادي، وهكذا فإن كل بلد سيتطلب شكلاً من أشكال المعالجة المحلية لخردة الكابلات المغلفة هذه. وحيث أن مواد الخام قد ارتفعت أسعارها، وغدت الشركات أكثر وعياً بالمشاكل البيئية خلال السنوات العشر الماضية فقد بدأ العديد من برامج التحسين المستمر في تحقيق تخفيض في إنتاج النفايات.

وتفضل جهات تصنيع خردة الكابلات ما قبل المستهلك، لأنها "معروفة" كمادة نفايات. فإن مُصنّعي كابلات الطاقة تتولد عنهم مجاري نفايات سائلة تشتمل عادة فقط على معدن الألمونيوم والبوليثيلين، بينما مُصنّعي كابلات الاتصال فتتولد عن أعمالهم غالباً نفايات سائلة تشتمل معدن النحاس والـ PVC. وخردة ما بعد المستهلك هي نفس مادة خردة ما قبل المستهلك، غير أن النفايات تكون أكثر تشتتاً وتحتاج إلى تفكيك. وتحتاج هذه النفايات إلى النقل والتنسيق من أجل إعادة التدوير الفعال تكاليفياً والسليم بيئياً.

٤ - استخدام اللدائن في صناعة الكابلات

كما ذكر آنفاً، فإن النوعين الرئيسيين من اللدائن والمستخدمين في تغليف الكابلات هما الـ PVC والبوليثيلين. وكلاهما يعتبر من اللدائن الحرارية وبالتالي يمكن إعادة صهرهما أثناء إعادة التدوير.

ويحتوي الـ PVC على مضافات مثل كربونات الكالسيوم وأنواع الصلصال بالإضافة إلى المادة الملونة وأسود الكربون (أساسية في التغليف) وعادة ما يتكون مثبت الرصاص (Y31). ومثبتات الرصاص هي أوفثالات رصاصية ثنائية القاعدة وكبريتات الرصاص ثلاثية القاعدة وكربونات الرصاص وإستيرات وهي تقل عادةً

عن ٢,٥٪ من وزن تركيبة الـ PVC. وتوجد مثبتات الرصاص داخله في مصفوفة البولمرات وغير متوافرة في الظروف العادية للتعرض البيئي أو البشري. وقد تم في الآونة الأخيرة صنع مادة الـ PVC المعلقة بإضافة مثبتات غير رصاصية له (فلزات غير ثقيلة)، مثل الكالسيوم/الزنك والباريوم/الزنك الخ.

يشمل البوليثيلين كلاً من الكثافة المنخفضة والكثافة العالية. وتصنع بعض الكابلات ببوليثيلين ذي عناصر مختلفة، الأمر الذي يعني أن الشكل الكيميائي قد تغير بصورة تحول دون إعادة تدوير اللدائن عبر عملية صهر. فالمضافات للبوليثيلين قد تشمل مثبتاً للحرارة وللضوء وعناصر تأخير الاشتعال.

٥ - النقل البحري لإعادة التدوير

إن خردة النحاس ذات قيمة كبيرة لسبب رئيسي هو أنها تشتمل على النحاس والألمونيوم. على الرغم أن لللدائن أيضاً قيمة ويمكن إعادة تدويرها وإعادة استخدامها. وقد تم تطوير صناعتها خصيصاً لاستعادة هذه الفلزات والمشاركين في هذه الصناعة هم: (١) مصنعو الكابلات، (٢) المتعاملون في الخردة المعدنية الذين يصنعون جميع أنواع الفلزات إلى جانب أولئك الذين يصنعون فقط الفلزات غير الحديدية، أولئك الذين يقتصر عملهم على تصنيع خردة الكابلات، (٣) المتعاملون في خردة المعادن الذين يقتصر عملهم على تجميع خردة الكابلات، (٤) الوسطاء أو التجار الذين لا يمتلكون خردة الكابلات بل يتعاملون مع منتجي الخردة ومع مصنعي خردة الكابلات.

يضاف إلى ذلك أن بعض مصنعي خردة الكابلات يقومون بتصنيع الخردة المتولدة عن مصنعي الأسلاك والكابلات وشركات المستخدم النهائي وكذلك الخردة من أولئك الذين يجمعون خردة الكابلات. ويقوم بعض المصنعين بالتصنيع بموجب ترتيب فرض رسوم.

يقوم أي متعامل في الخردة المعدنية وبيع خردة كابلات معزولة إلى أحد المصنعين، يقوم غالباً بفرز خردته قبل بيعها وذلك لرفع قيمة الجزء المعدني والجزء اللدائني. وأكثر الخردة قيمة هي خردة الكابلات لما قبل المستهلك التي سبقت الإشارة إليها سالفاً والتي تتكون من معدن واحد (الألمونيوم أو النحاس) وتحتوي هذه الخردة غالباً بالدرجة الأولى على الـ PVC أو العزل بالبوليثيلين أو التغليف.

٦ - عمليات إعادة التدوير السليمة بينياً

١-٦ القدرات

أن الطريقة الرئيسية لاستعادة الفلز من خردة الكابلات لدى البلدان المتقدمة هو التقطيع الآلي للكابلات ويمكن الحصول على معلومات عن هذا النوع من المعدات من منظمات مثل ISRI وBIR، أنظر التذييل ٩. وهذه التكنولوجيا متوافرة في جميع أنحاء العالم. وتقوم معظم مصانع تقطيع الكابلات بتصنيع خردة الكابلات النحاس فقط وتقوم مصانع قليلة بتصنيع خردة الكابلات الألمونيوم، وبعضها يخصص خطأ لخردة الكابلات الألمونيوم وخطاً لخردة كابلات النحاس.

وتتفاوت النظم من حيث الحجم من ٢٢٥ - ٦٨٠ كجم/ساعة إلى ٧٧٠ - ٤٥٥ كجم/ساعة وتتفاوت التكاليف، محسوبة بأسعار ١٩٩٧ من ١٥٠.٠٠٠ دولار للآلات الصغيرة إلى ٨٠٠.٠٠٠ دولار للمكينات

الأكبر حجماً. وينحو مصنعو الكابلات في أوروبا نحو إنشاء خطوط صغيرة إلى متوسطة الحجم تتفاوت طاقتها من ٠,٥ - ٣ طن/ساعة والتي ترمي إلى إنتاج طحين للقطع أكثر نعومة بصفة عامة عما يفعله مصنعو الكابلات في الولايات المتحدة الأمريكية. وعادة ما تستخدم مصانع تقطيع الكابلات في الولايات المتحدة الأمريكية. وعادة ما تستخدم مصانع تقطيع الكابلات الأمريكية خطوطاً أكبر تصل قدراتها إلى ما لا يقل عن ٥ أطنان/ساعة. وكثير من هذه النظم مناسب للبلدان النامية.

وفي أمريكا الشمالية يقوم نحو مائة مصنع بتشغيل خطوط تقطيع أسلاك يبلغ إنتاجها السنوي ٥٥٠.٠٠٠ - ٦٥٠.٠٠٠ طن. وتقوم خطوط تقطيع الكابلات في اليابان بتشغيل ٥٠٠.٠٠٠ طن من خرده الكابلات في نحو مائة مصنع من بينها ١٠ مصانع كبرى وتوجد أيضاً خطوط تقطيع كابلات في أوروبا الغربية، المغرب، تونس، استراليا، البرازيل، الأرجنتين وشيلي. وتوجد لدى الصين من ٦ - ٧ مصانع لتقطيع الكابلات، وحصلت روسيا مؤخراً على مصنعين من مصنع أمريكي.

٢-٦ توصيف عملية تقطيع الكابلات

تشتمل عملية استعادة الكابلات السليمة بيئياً عن طريق تقطيع الأسلاك على الخطوات التالية (أنظر الشكل ٥):

- ← قبل الفرز
- ← تقطيع الكابلات
- ← التحبيب
- ← الفرز
- ← الفصل حسب الكثافة

قبل الفرز

تتضمن عملية قبل الفرز، فصل الأجزاء الطويلة من الكابلات، ونوع العزل، وقطر الموصل وكون الموصل مطلي أو غير مطلي بمعدن آخر، الكابلات الملفوفة على بكرات، وقطع الفلزات الحديدية وغير الحديدية من الكابلات المفكوكة. والتي يمكن دفعها مباشرة إلى معدات التكسير. والأكثر أهمية فيما قبل الفرز هو فصل النحاس عن الكابلات المحتوية على ألومنيوم.

يعتبر عنصر قبل الفرز هو العنصر الأكثر أهمية في عملية الإدارة السليمة بيئياً لخرده الكابلات حيث تتيح الحصول على أكبر قيمة - لخرده الفلزات المستعادة وتسهل من العمليات الأخرى الخاصة بفصل اللدائن. تقصي الأجزاء الطويلة من الكابلات إلى أطوال في حدود متر واحد حيث يمكن دفعها إلى جهاز التحبيب، بينما يجب فك الكابلات الملفوفة على بكرات إلى مجموعات مفكوكة. وتعالج هذه الآلات أي كابلات يتراوح قطرها من ٨ سم إلى الكابلات الرفيعة القطر في حدود ٢٦ - جيج. يمكن فصل المواد التي لا تلائم هذه النظم الآلية سلفاً وكمثال لذلك الأسلاك الفائقة الدقة "أسلاك شعيرية" والكابلات المملوءة بالشحم أو القطران والتي يمكن أن تعوق الآلة. (يمكن فصل هذه الأشياء يدوياً).

كان يتم في الماضي إضافة الـ PCB والـ PVC لأنظمة معينة من الكابلات لتطبيقات الجهد العالي لتحسين العزل ولكابلات معينة للجهد المنخفض كمؤخر للاشتعال^(١٤). يجب تحديد وجود هذه الأنظمة من الكابلات قبل بدء عملية إعادة التدوير.

تقطيع الكابلات

يعتبر التقطيع أساسياً في المصانع الأكبر واختيارياً في المصانع الأصغر، ويوصي به لمعالجة الأجزاء الطويلة من الكابلات. وهي الخطوة الأولى لتقليل مقاس قطعة الكابل. بالمقارنة بالتمزيق فإنه ينتج عن تقطيع الكابلات كمية قليلة أو لا تذكر من غبار الفلاتر.

التحبيب

ففي جهاز التحبيب الأولي تتم عملية إزالة العازل أو التغليف ولو جزئياً. وحيث أن قطع الكابلات يتراوح طولها عادة من ٧ - ٨ سم. وينتج جهاز التحبيب الثانوي أطوالاً قصوى تصل إلى نحو ٠,٦ سم. وعملية التقطيع إلى قطع دقيقة هذه تحرر عادة معظم المواد العازلة من الكابل وإن كان يظل بالحتم مقادير قليلة من المعدن ومغروسة في اللدائن.

الفرز

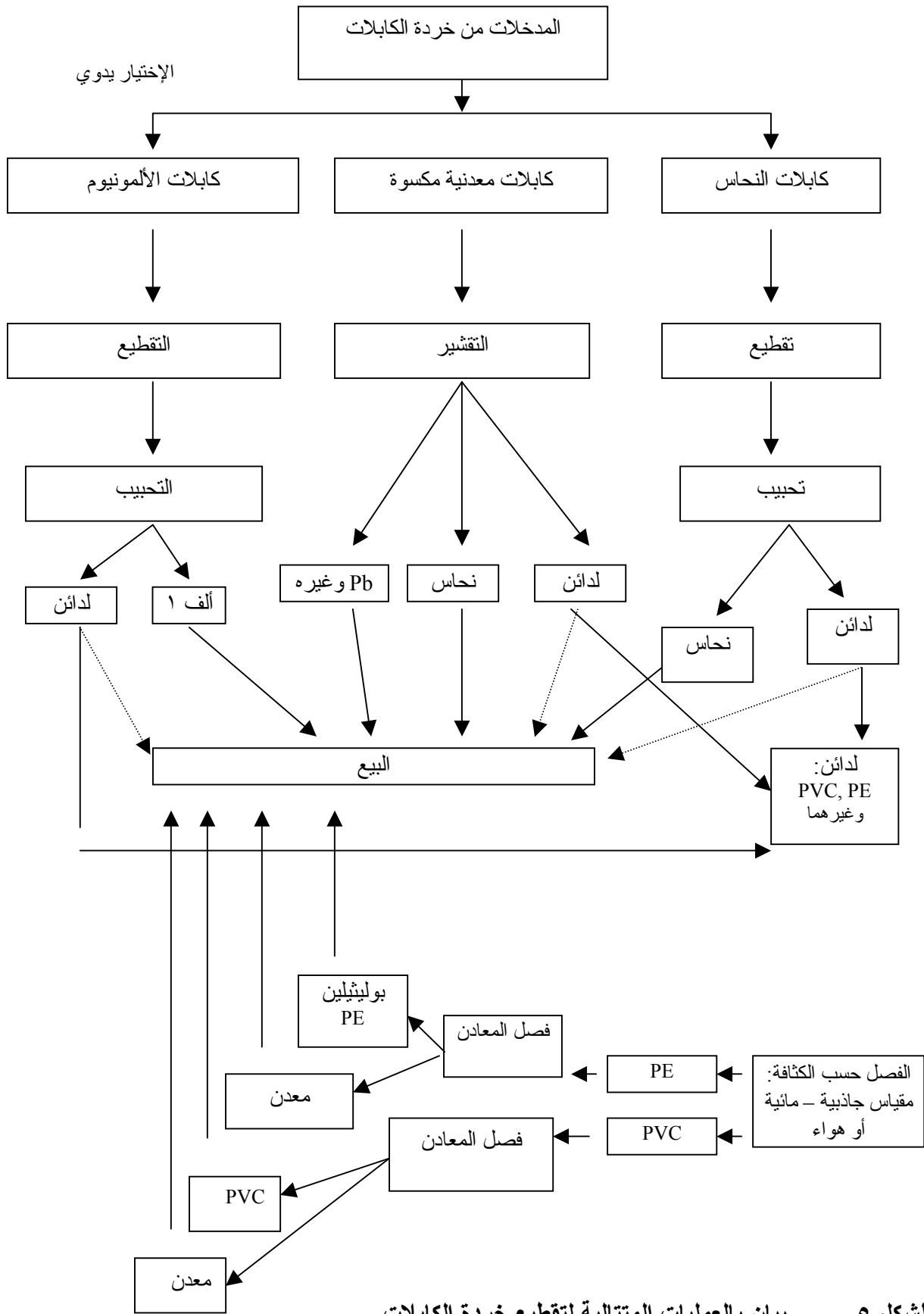
ولتحسين عملية استعادة الفلزات، تستخدم بعض خطوط التقطيع كذلك عملية الفرز للحصول على أحجام التقطيع المرغوبة. وكلما صغر حجم القطعة ازدادت كفاءة إزالة المعدن. وتستخدم بعض الأنظمة الفرازات الهزازة التي تعد القطع المقطعة للفصل النهائي للمعادن. وبالنسبة للقطع "الصغيرة جداً" المشتملة على المعدن واللدن والألياف والأوساخ المتساقطة من قاع جهاز الفرز، فيتم استعادة الفلز بينما يقوم شفاط بشفط الأجزاء غير المعدنية. إن جمع الغبار باستخدام جهاز جمع شفاط يوجد عند نقاط عديدة خلال النظام ويقوم نظام تصفية بمواصلة تنقية الجو قبل إخراج العادم.

فصل المواد حسب الكثافة

أما الشظايا ذات الحجم المماثل من القطع الصغيرة التي تتجمع داخل جهاز الفرز فيتم طردها أو وضعها في طاولة هوائية مائلة من الجانبين. حيث تدخل القطع الصغيرة من مؤخرة الطاولة ويتم تسيير المزيج بواسطة الهواء - فترتفع الجسيمات الأخف أعلى من الجسيمات الأثقل. ونتيجة لذلك فإن الجسيمات المعدنية الأصغر تتحرك إلى أعلى الطاولة بينما جسيمات مخلفات اللدائن الأقل وزناً تطفو أسفل المنحدر. وينتج جهاز الفصل ذو القاعدة المميعة شبيئين: منتج معدني نظيف ومخلفات خالية من المعادن أساساً. وعادة ما يعاد تصنيع القُطَع "الوسيطه" داخل النظام أو يعاد وضعها على الطاولة.

وعلى الرغم من أن جميع مصانع تصنيع الكابلات تسعى إلى أفضل استعادة للمعادن، فإن بعض المعادن سواء كانت سائبة أو مغروسة - تستعصي على الإمساك. ويمكن لمجاري محتويات المخلفات أن تتفاوت من أقل من ١٪ إلى أكثر من ١٥٪. وقد ركب بعض مصنعي الكابلات نظاماً الكترولستاتيكية جافة - فمثلاً، يمكن

لأجهزة الفصل الألكتروستاتيكية أن تخفض المحتوى المعدني للمخلفات من ٥ - ١٥٪ إلى أقل من ١,٠٪. كما أن استخدام أجهزة الترسيب الألكتروستاتيكية أو أجهزة الفصل يؤدي إلى تخفيض المحتوى المعدني للمخلفات مما يزيد من قيمة اللدائن المستعادة.



الشكل ٥ - بيان بالعمليات المتتالية لتقطيع خردة الكابلات
٣-٦ تعرية الكابلات

تعرية الكابلات هي عملية أقل تكلفة وسليمة من الناحية البيئية، وإن كانت عملية ذات ناتج نهائي أقل. فمعدات مصممة لمناولة قطع فردية طويلة من نفايات الكابلات بمعدلات تصل إلى ٦٠ م/دقيقة أو ١٠٠ كجم/دقيقة من الكابلات التي يبلغ سمكها من ١,٦ مم - ١٥٠ مم وفي عام ٢٠٠٠ بلغ سعر الآلات تعمل ٢٤ م/دقيقة نحو ٥ ٠٠٠ دولار بينما بلغ سعر الآلات الصغيرة التي تعمل بمعدلات لا تزيد عن ٨ م/دقيقة، ١ ٨٠٠ دولار في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا. ويتم تصنيع هذه الآلات لدى العديد من البلدان (يمكن الحصول على المعلومات من ISRI، BIR). ويستخدم الكثير من البلدان النامية هذه الآلات بدلاً من استخدام آلات تقطيع الكابلات الأعلى سعراً. فمثلاً تستخدم قبرص والهند وإسرائيل والأردن ولاتفيا ولبنان والاتحاد الروسي والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وفيتنام وباكستان والصين وغيرها هذه الآلات. وتستخدم معظم الآلات. وتتم تعرية الكابلات لدى معظم البلدان المتقدمة حيث تقوم المرافق وشركات تقطيع الكابلات باستخدامها، وكذلك تجار الخردة المعدنية.

ومن مزايا تعرية الكابلات، على عكس التقطيع، هو نقاء العبوة المستعادة ومواد العزل المستعادة أيضاً وعملية التعرية خالية تماماً من التعامل مع المعادن وإذا كان المستخدم حريصاً عند فصل خردة الكابلات قبل تصنيعها فإن المخلفات يمكن أن تتكون من نوع واحد من البوليمرات. وبهذه الطريقة فإن المخلفات سواء المعدنية أو البوليمرية تصبح أكثر سهولة ويسراً عند إعادة تدويرها.

وجد المصنعون في البلدان النامية أن عملية التقصير عملية جذابة لأنها تمكنهم من إعادة تدوير مخلفات التصنيع مثل PVC المملدن بسهولة نسبية. كما أن المال اللازم لذلك وتكاليف التشغيل لهذه الآلات في متناول اليد إلى حد كبير. يضاف إلى ذلك أن بعض المصنعين في تلك البلدان النامية التي بها أيد عاملة رخيصة يجرّون عمليات تقشير نفايات الكابلات يدوياً. فمثلاً يقوم المصنّع في هونغ كونغ بذلك ثم يعيد تدوير الأجزاء المقشرة من مادة PVC المستعادة وذلك ببيعها إلى أشخاص آخرين أو إعادة استخدامها داخل مصنعه.

٧ - الإدارة السليمة بيئياً للشظايا اللدائنية في خردة الكابلات

يقوم مصنعو خردة الكابلات الكابلات باستعادة المعدنين القيمين وهما النحاس والألمونيوم اللذين يستخدمهما مصنعو الكابلات وغيرهم. ثم تظل عندهم مخلفات التصنيع المؤلفة من البوليمرات التي تستخدم كمواد عازلة أو لتغليف الكابلات. يضاف إلى ذلك أن بقايا عمليات التصنيع هذه الناتجة عن التقطيع يمكن أن تشمل على مقادير قليلة من الورق، و/أو مقادير صغيرة من المعدن التي تكون منغرسه في اللدائن وفي المعادن الدقيقة السائبة. ويمكن لهذه البقايا التصنيعية أن تصنف أكثر من ذلك قبل البدء في إعادة تصنيعها.

ومن ناحية أخرى فإن بقايا التصنيع المتبقية من عمليات التقشير والخالية في معظم الأحيان من المعدن تشمل غالباً على نوع واحد من البوليمرات. وفي عملية استعادة المواد المتبقية من التصنيع لإعادة استخدامها، فإن ذلك ينجم عنه وجود جيل ثان من النواتج. فمثلاً يعاد تدوير الـ PVC في شكل كريات أو يعاد استخدامه مباشرة لتصنيع مادة عازلة للكابلات الكهربائية وشرائط عازلة ودواسات السيارات وظهارات السجاجيد والأرضيات والأحذية إلى غير ذلك.

١-٧ الفصل الميكانيكي لبقايا التصنيع

يتطلب الفصل الميكانيكي السليم بيئياً أن يفصل المُشغَّل كلاً منهما طبقاً لنوع المعدن ولنوع المادة العازلة المغطية للكابل قبل تصنيعهما. وهذا صحيح بغض النظر عن عملية الفصل المستخدمة. وينبغي للتكنولوجيا المستخدمة أن تسخر لجميع أنواع الكابلات.

يعتبر المُشغَّلون الذين يستعيدون بقايا التصنيع من عمليات تقشير الكابلات في وضع مميز لإعادة تدوير هذه البقايا التي تشتمل عادة على الـ PVC أو البوليثلين. وتسمح عمليات التقطيع ليس فقط بفصل الكابلات المغلفة بل وأيضاً الكابلات المغلفة المعزولة بورقة ولدائن، الأمر الذي يعني خطوة فصل إضافية لإزالة الورق من اللدن. إن الخواص المادية لمادة الـ PVC المستعادة، وسوء إعادة الاستخدام، تعتمد إلى حد بعيد على نقاء المادة. ذلك أن بقايا التصنيع من الـ PVC الملوثة بنسبة ضئيلة تكون لها خصائص مادية جيدة. واستخدامات العمر الثاني الشائعة هي أغشية الأرضيات، وخراطيم ري الحدائق، ونعال الأحذية، وبلاط الأرضيات، والمواد الماصة للصوت، والقطع التي تحافظ على صدمات السيارات وأقماع المرور. كمثال لذلك فإن خواص ومظهر المادة العازلة للكابلات التي تحتوي على نسبة تصل إلى ٣٠٪ من المادة المعاد تدويرها قد ثبت أنها مساوية للعزل للمادة البكر العازلة للكابلات.

وعادة ما تستخدم عملية التقشير مادة وسيطة سابقة الفصل تمكن مجري نفايات محدد من لدن واحد. وبناء عليه ففي البلدان النامية حيث تتم عمليات تقشير الكابلات على نطاق واسع، فإن الـ PVC الملدن أو العزل اللدائي الآخر لا ينبغي أن يمثل مشكلة تخلص، إذا تمت إدارته بصورة سليمة بيئياً. فهو نقي غالباً بنسبة تزيد عن ٩٩,٥٪ ويمكن إعادة تدويره إلى صفائح بلاستيكية وإلى بلاط للأرضيات الصناعية ونعال أحذية وأبواب ميثوقاً بثقاً مشتركاً.

وإذا ما استخدم مقطع الكابلات مادة وسيطة سابقة الفصل من نفايات الكابلات مثل الكابلات المغلفة بالـ PVC فيقوم أساساً بإزالة جميع المعادن المتخلقة باستخدام عملية كهربية استاتيكية، ويمكن لهذه العملية أيضاً أن تنتج مادة PVC عالية النقاء نسبياً (٩٠ - ٩٥٪ نقاء) ويمكن بالمثل إعادة تدويرها.

٢-٧ التصنيع بالتجميد البارد

يبيع بعض مقطعي الكابلات مادة PVC عالية النقاء نسبياً وبوليثلين إلى الشركات التي تشغل معدات التجميد البارد التي يمكنها أن تزيد تنقية اللدائن وتصل بها إلى مستويات نقاء تزيد على ٩٩٪. وإذا كانت الشوائب هي الـ PVC أو البوليثلين في مزيج من المعدن واللدائن فإنه يسهل إزالتها في عملية تجميد بارد. إن الـ PVC عند درجات حرارة النيتروجين السائل يتكسر إلى جسيمات صغيرة عند صدمه، على حين لا يحدث ذلك للبوليثلين وبعض اللدائن الأخرى. وهكذا فإن فرز شظايا الملوثات الكبيرة نسبياً من الشظايا الصغيرة للـ PVC يمكن أن تنتج PVC أكثر نقاءً. وعادة تكون اللدائن المختلفة الناتجة عندئذ مركبة مع PVC بكر، وتستخدم كمادة عازلة للصوت في السيارات أو في استخدامات أخرى عالية القيمة.

وعلى الرغم من أن هذا التكنيك هو أحدث صيحة في هذا المجال فإنه مكلف جداً (الطاقة والتركيب) وغير مستخدم على نطاق واسع حتى داخل البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي.

٣-٧ التجهيز بالغوص والطفو (hydrogravimetric)

يجري اليوم إعادة تدوير بقايا لدائنية ممتزجة إلى حد ما إما كما هي أو بعد فصلها.

ويمكن للقائمين على تقطيع الكابلات بيع بقايا تصنيع لدائنية مختلطة إلى الشركات التي تستخدم حوض الغوص/الطفو الذي يوجد به ماء لعزل البوليثلين النظيف (الذي يقل ثقله النوعي عن ١,٠) فهو يطفو، وقطع الـ PVC (التي يزيد ثقلها النوعي على ١,٠) وهو يغوص. وتستخدم القطع الطافية للتشكيل بالحقن لمنتجات مثل أصص الزهور، الخ، بينما الأجزاء التي تغوص فتستخدم في قلابات الطين لعربات النقل المشكّلة بالحقن، وفي أغشية الأرضيات وفي منتجات مُشكّلة أُخرى.

وقد أنشأ بعض مقطعي الكابلات أحواض الغوص/الطفو مليئة بالماء لإجراء عملية الفصل وبيع المواد "الغائصة" والمواد "الطافية" إلى غيرهم ممن يقومون بعملية التشكيل وتسويق المنتجات المشكّلة. ففي اليابان مشروع بشأن تقنيات الفصل عن طريق تحسين عمليات الغوص والطفو.

وفي السنوات الأخيرة في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية تستخدم شركات تقطيع الكابلات وشركات تصنيع اللدائن بقايا اللدائن المخلوطة هذه "كما هي" دون فصل اللدائن وذلك داخل ماكينات تشكيل بالحقن تحت الضغط المنخفض. وتكون النواتج من هذه الماكينات عبارة عن أشياء سميكة ذات شكل قطاعي مثل قواعد إشارات المرور، والمطبات الصناعية في الشوارع، وعارضات منع الاصطدام أثناء ركن السيارات لتحل محل الخشب والخرسانة. وقد استخدمت شركة أمريكية تقوم بقطع الكابلات بقايا اللدائن هذه لصناعة أحواض زراعة كبيرة تحل محل الخرسانة.

٨ - الترميد

إن الحرق في مكان مفتوح ليس الحل المقبول بيئياً لأي نوع من النفايات. وينبغي إيلاء اعتبار خاص إلى الالتزامات والمسؤوليات التي ترتبها اتفاقية بازل بشأن الملوثات العضوية الثابتة فيما يتعلق بهدف منع تكوين الملوثات العضوية الثابتة غير المقصودة من عمليات الترميد.

في حالة الكابلات المغلفة بأغشية لدائنية وحتى في ظروف الغلاف الجوي المتحكم فيه تحكماً شديداً فإن الحرق يغير اللدائن القابلة لإعادة الاستخدام إلى رماد وله تأثير مباشر أيضاً على المعدن لأن المعدن يتأكسد بالنار. ومن ثمّ تتخفض قيمته بدرجة كبيرة. ولا ينبغي استخدام الحرق في مكان مفتوح في عملية تصنيع خردة الكابلات. وهكذا، فمع تطوير تقنية الفرز المسبق وزيادة القدرة على تقطيع الكابلات واتباع تقنية أفضل لفصل بقايا التصنيع، فإن استعادة المعدن واللدائن بطريقة التقشير و/أو التقطيع تسود الآن في جميع أنحاء العالم بصفتها عملية التصنيع الأكثر اقتصاداً في النفقات، والأوفق من الناحية البيئية. وكحالة استثنائية، فإن الأسلاك الدقيقة المعزولة والتي عليها تلوث مثل الشمع، يجري تصنيعها في أفران ذات جو متحكم فيه بتفصيل على النحو الوارد في الجزء الأول.

والحرق في الأفران ذات الجو المتحكم فيه يمكن أن تدار بطريقة سليمة بيئياً باستخدام أحدث صيحة في مجال تنظيف غاز المداخن الذي يفي بمعايير الانبعاثات الصارمة (معايير الاتحاد الأوروبي للتذييل ٨). وفي هذه العملية ينبغي استعادة الطاقة بأكبر قدر ممكن.

أما حرق اللدائن لاستعادة المعدن فتترتب عليه تأثيرات من حيث الانبعاثات ومن حيث نوعية المعدن. ولا تحصل جهات إعادة التدوير دائماً على نفس القيمة للنحاس المجهز بهذه الطريقة إذا كان مؤكسداً، لأن بعض الأفران القديمة لا يمكنها تفادي تأكسد المعدن. والأفران الحديثة جداً المستخدمة لميكروبروسيسور يمكنها التحكم في ظروف الفرن بطريقة أفضل.

والمصانع الرئيسية المنتجة للأفران تزود شركات استعادة الكابلات بها في جميع أنحاء العالم. ومنذ ١٩٦٩ تم توريد العديد من الأفران لتجار الخردة المعدنية وإلى العديد من شركات تقطيع الكابلات. وكان أكثر من سبعمائة فرن من هذه الأفران تعمل بأعلى طاقتها في جميع أنحاء العالم ولا تزال مستخدمة حتى الآن. وهذه الأفران يمكنها أن تستخدم الغاز الطبيعي والبروبين أو زيت الوقود.

يمكن توصيل الأفران بنظم تنظيف الغاز المناسبة بالنسبة لجميع اللدائن مثل المكنسات التي تزيل حامض الهيدروكلوريك الذي يتولد أثناء حرق الـ PVC. للحصول على تفاصيل تنظيف غاز المداخل بالرجاء الرجوع إلى الفرع "٨ استعادة الطاقة من نفايات اللدائن" في الجزء الأول. واستناداً إلى أرقام عام ٢٠٠٠ فإن تكلفة النظام الكلية تقدر بما يتراوح من ١٥٠.٠٠٠ إلى ٢٥٠.٠٠٠ ألف دولار، وبدون المكنسات تتراوح بين ٧٠.٠٠٠ و ١٣٠.٠٠٠ ألف دولار. وأجهزة الكنس هي التكلفة الرئيسية في مثل هذه المنشآت.

أدى تطوير تقنية الفرز المسبق وزيادة طاقة التقطيع وتحسين تقنية فصل مخلفات التصنيع والتشكيل إلى استعادة المعادن واللدائن عن طريق النزاع أو التقشير و/أو التقطيع حيث تسود العالم أجمع بصفتها عملية التجهيز الأقل تكلفة والأوفق من الناحية البيئية.

تنظيف غاز المداخن من مرافق الترميد

تشتمل غازات التبريد من غرفة الاحتراق على طائفة من المواد مثل ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وكلوريد الهيدروجين والغبار. كما أن أي مواد عضوية سمية تتشكل في غازات تنظيف غازات المداخن المبردة من المرجح أن يتم استيعابها فوق سطح جسيمات الغبار. ومن الضروري تصفية الغبار من الغازات ويتم ذلك بواسطة فلاتر قماشية دقيقة المسام. وباستخدام مثل هذه الوسائل، تمكنت مرافق الترميد الحديثة من التشغيل المنتظم مع انخفاض انبعاثات الديوكسين إلى أقل من ٠,١ نانوغرام/م^٣ (أنظر المسرد) وهو المستوى الذي تشترطه السلطات البيئية.

وللالتزام بمعايير الانبعاثات الحديثة ينبغي إزالة ثاني أكسيد الكبريت وفلوريد الهيدروجين وكلوريد الهيدروجين من غازات المداخن (التذييل ٨) ويتم ذلك عن طريق إحداث تفاعل بين الغازات مع مادة قلوية صلبة مبللة بالماء مع محاليل قلوية أو مع الماء تبعاً لمكان مرفق الترميد. وفي حالة البولمرات المهلجنة يكون من المهم التأكد مما إذا كان تصميم مرفق الترميد يستطيع مناولة قدر أكبر من الغازات الحمضية. وهذا التفاعل يخلق أملاحاً ينبغي طمرها في الأرض إذا كانت لن يعاد تدويرها.

إن تحييد الحامض بالطباشير ينتج نفاية صلبة ينبغي دفنها في موقع طمر مرخص بها⁽¹⁹⁾. وتحييد الأحماض بيكربونات الصوديوم تنتج محلولاً ملحياً يمكن استخراج أملاح منه يعاد تدويرها. أما استيعاب الغازات الحمضية في الماء فينتج محلولاً يمكن منه استعادة تلك الغازات في استخدامات تجارية ولا يوجد إلا القليل من مصانع الاستعادة التي من هذا القبيل.

ويتم تطوير عملية في اليابان لاستخدام بقايا التصنيع الممزوجة مزجاً كاملاً والمحتوية على الـ PVC كعامل اختزال في صناعة الصلب. وفي هذه العملية يتم استعادة الكلور كحامض هيدروكلوريك لتنظيف أو تلميع أسطح النواتج الفولاذية.

أما اليوم فتستخدم بقايا تصنيع البوليثلين كوقود في كل من أمريكا الشمالية وأوروبا.

٩ - الطمر في الأرض

ينبغي طمر فوائض التصنيع والتشغيل التي لا يمكن استعادتها وذلك في حفر طمر في الأرض بالنسبة للنفايات الصناعية غير الخطرة. وفي هذا الصدد من المهم مراعاة المبادئ التوجيهية التقنية التي تعكس الاستعادة السليمة بيئياً والتخلص من النفايات مثل المبادئ التوجيهية التقنية بشأن حفر الطمر ذات التصميم الهندسي الخاص (D5).

التذييل ١

المراجع

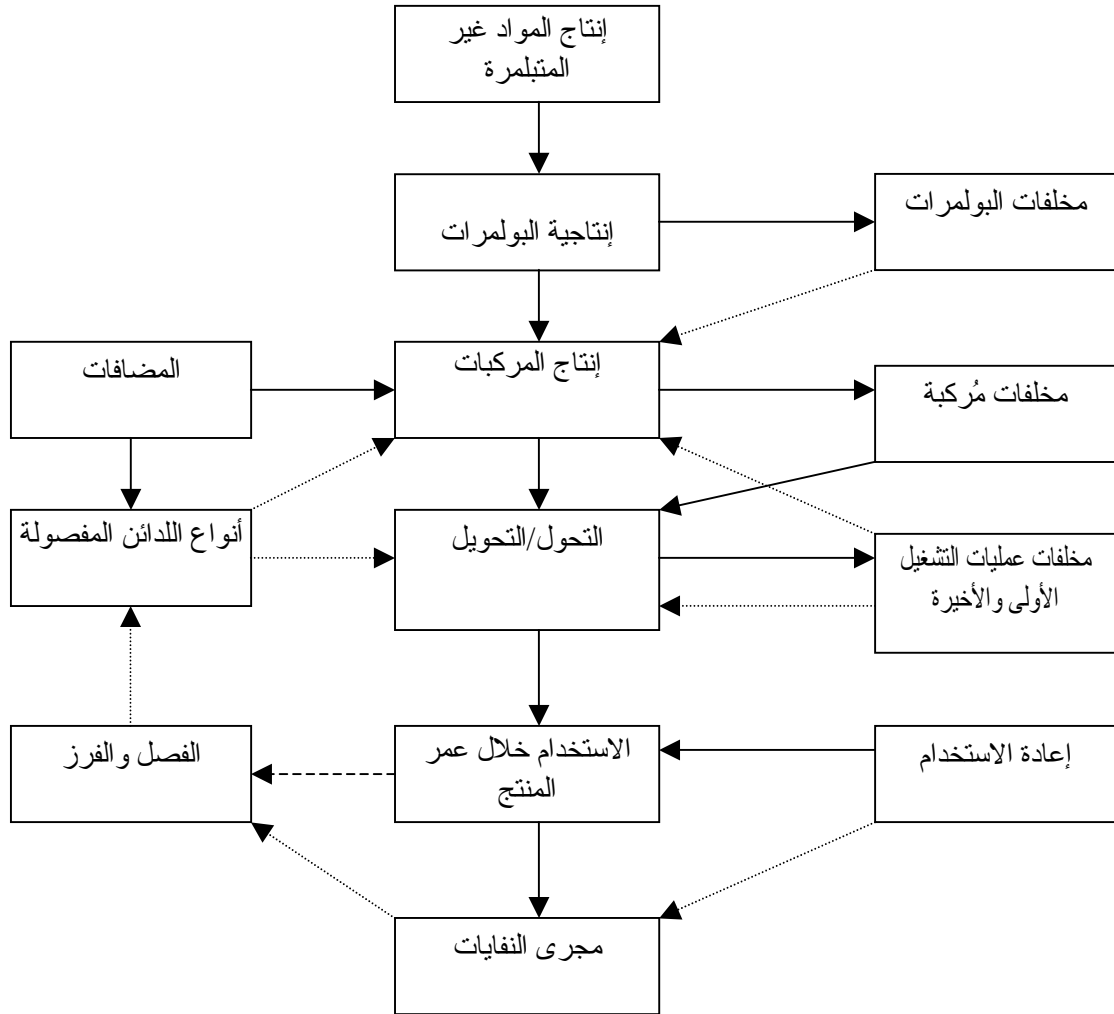
الجزء الأول

1. 'Report on incineration of products containing brominated flame retardants', OECD, 1998
2. 'Technical Guidelines on Incineration on Land (D10)', published by a Technical Working Group of the Basel Convention.
3. Fardell. P., 1993, 'Toxicity of plastics and rubber in fire', RAPRA Review `Reports - No. 69.
4. 'Recommendations for cleaning buildings after fires', German Federal Health Gazette 1/90, 32-43.
5. I. Burmester, H. Haferkamp, 'Fast And Automatic Thermographic Plastic-Identification For The Recycling Process, Laser Zentrum Hannover, Hollerithallee 8, 30419 Hannover, Germany
6. 'Outline Of Separation Technology', Akira Miyake, speech 27-28 October 1998, IdentiPlast Brussels, Sumito Chemical Co. Ltd/ Japanese Plastics Waste Management Institute.
7. 'MIR: A Proven Technology For Identification Of Engineering Plastics', Bernd Willenberg, Bruker Analytische Messtechnik and Klaus Vornberger BMW, speech 27-28 October 1998, IdentiPlast Brussels.
8. **'Laser Spectroscopy Plastics Analysis/A Supplement To NIR –Systems', Hartmut Lucht, speech 27-28 October 1998, IdentiPlast Brussels, Laser Labor Adlerhoff/LLA, Berlin.**
9. 'Techniques For Rapid identification And Sorting Of Plastics', Edward J. Sommer, Jr., speech 27-28 October 1998, IdentiPlast Brussels, National Recovery Technologies, Inc.,
10. SOFRES/APME. 1995, 1997
11. 'Method to recover and recycle telephonic and electric cables', Technometal paper presented at international conference of M.E.I.E., Paris, 1996.
12. 'Guide to the safe handling of fluoropolymer resins', Association of Plastics Manufacturers in Europe (APME) publication, Brussels, 1995.
13. 'The recycling of PVC floorings and roofing membranes', APME publication, 1997.
14. Prognos, 'Mechanical recycling of PVC wastes', Study for the European Commission, DG Environment, 2000.

15. TNO, 'Chemical recycling of plastic waste' study for the European Commission, DG Industry, 1999.
16. 'A Fuel for the Future', APME publication, 1996.
17. Mark F.E., 'Energy recovery through co-combustion of mixed plastics waste and MSW', APME report, 1994.
18. UN-ECE Expert meeting on Best Available Techniques to control dioxin and furan emissions, Rome, 1997.
19. 'Draft Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill (D5)', published by the Technical Working Group of the Basel Convention, March 1994.
20. Bertin Technologies, 'The influence of PVC on quantity and hazardousness of flue gas residues from incineration', study for the European Commission, DG Environment, 2000.
21. Argus, 'The behaviour of PVC in Landfill', study for the European Commission, DG Environment, 1999.

التذييل ٢

تصنيع واستخدام اللدائن وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها



← طريقة التصنيع، الاستخدام أو إعادة الاستخدام

← طريقة إعادة التدوير

← طريقة التخلص من النفايات

التذييل ٣

معلومات الصحة والسلامة

لمرفق استصلاح المواد (MRF)

(هذه المعلومات تستخدم على نطاق أوسع وليس فقط بالنسبة للدائن)

١ - معلومات عن السلامة

ينبغي أن تشكل المعلومات التالية جزءاً من دليل الصحة والسلامة في الموقع. وتشير هذه المعلومات بصفة خاصة إلى تشغيل المعدات التي تقدم للتخزين والفرز وعمل بالآلات نفايات اللدائن. ويوصى باستعراض التدابير الموجزة في دليل السلامة بصفة منتظمة لضمان أن تكون المعلومات مناسبة ومهمة للمعدات وممارسات العمل داخل مرفق استصلاح المواد.

ويُوصَى بأن تشكل المعلومات الواردة في دليل السلامة جزءاً من تدريب الموظفين العاملين في مرفق استصلاح المواد والأجزاء من المعلومات متاحة للأنشطة المرتبطة بمرفق استصلاح المواد مثل نقل المواد إلى مرفق استصلاح المواد ومنه واستقبال الزائرين.

١-١ قد يكون من الضروري تنسيق بعض هذه التوصيات مع القواعد القائمة للموقع واللوائح المحلية.

٢-١ تنطبق تعليمات السلامة هذه على أولئك المشتغلين في مرفق استصلاح المواد وعلى الزائرين.

٣-١ ينبغي أن يدرك جميع المشتغلين في مرفق استصلاح المواد بما في ذلك أولئك العاملون في تسليم المواد وإرسالها لضرورة الالتزام بتعليمات السلامة المبينة في دليل السلامة الخاص بالموقع

٢ - الحريق

١-٢ ينبغي لخدمات الطوارئ أن تكون مدركة لأنواع وكميات المواد المعاد تدويرها التي يجري تخزينها.

٢-٢ خطر احتمال إندلاع حريق، عند مناولة النفايات اللدائنية يكون مرتفعاً. ويجب تخزين المواد فقط في مناطق متفق عليها ومحددة.

٣-٢ ينبغي وضع سياسة "ممنوع التدخين" وإنفاذها داخل مرفق استصلاح المواد لكل فرد بما في ذلك الزوار والمتعهدون.

٤-٢ ينبغي تحديد طرق النجاة في حالة الطوارئ والخروج إلى نقطة تجمع محددة خارج المبنى أو الموقع وذلك بإيضاح ذلك على لوحات الإعلان وينبغي الحفاظ على هذه الطرق خالية.

- ٥-٢ ينبغي تزويد الآلات إطفاء حريق مناسبة داخل مرفق استصلاح المواد وفي مناطق التخزين. وينبغي تدريب الموظفين على استخدام معدات مكافحة الحريق.
- ٦-٢ ضرورة "ممارسات التشغيل الجيدة" أمرٌ مهم للغاية وذلك للحفاظ على ظروف عمل طيبة وعلى مستويات صحة عالية، وتلافي التخزين غير الضروري لمواد ونفايات قابلة للاشتعال.
- ٧-٢ ينبغي ألا يتم تخزين الغازات والسوائل القابلة للاشتعال داخل مرفق استصلاح المواد أو في مناطق التخزين.
- ٨-٢ ينبغي أن يكون هناك نظام إنذار طوارئ الحريق ويجري اختبارها مرة كل أسبوع وبصورة منتظمة.
- ٩-٢ ينبغي لطرق الإخلاء أن تعرف وتدابير الإخلاء أن تمارس.
- ١٠-٢ ينبغي لجميع العاملين أن يكونوا على دراية بتدابير الطوارئ في حالة اندلاع حريق. ويُوصى بمعرفة مكان هاتف الطوارئ داخل مرفق استصلاح المواد، وإظهار أرقام خدمات الطوارئ المحلية بصورة واضحة.

٣ - الحوادث العارضة

- ١-٣ في أماكن الآلات و/أو كثير من حركة المركبات تزداد احتمالات وقوع الحوادث العارضة. والتمسك بممارسات العمل السليم، والصيانة المنتظمة للمعدات والتدريب المناسب للعاملين يساعد على تذبذبة الحوادث.
- ٢-٣ والعاملون في مرفق استصلاح المواد عليهم واجب التأكد من عدم تعريض أنفسهم أو غيرهم للخطر. وينبغي مراعاة عناية خاصة عندما يكون هناك زائرون في الموقع.
- ٣-٣ ينبغي الامتثال لممارسات العمل السليمة وتعليماته في جميع الأوقات. ولا يسمح إلا للعاملين ذوي التدريب الجيد أن يشغلوا آلات مرفق استصلاح المواد.
- ٤-٣ ينبغي تدريب سائقي عربات النقل والتحميل المزودة بجواريف، وأن يحملوا الشهادات أو الترخيصات المناسبة لذلك.
- ٥-٣ ينبغي تدريب إثنين من العاملين على الأقل على تدابير الإسعافات الأولية. وينبغي توفير صناديق الإسعافات المجهزة بصورة مناسبة والقريبة من أحد الأحواض.
- ٦-٣ ينبغي أن يرتدي العاملون الملابس المناسبة. وينبغي تقديم الوقاية الإضافية لظروف معينة الموضحة أدناه:

- حماية الرأس لازمة في مناطق العمل التي تتساقط فيها مواد، والتي يمكن أن تسقط فيها المواد من مستويات أعلى.
- يلزم وقاية الوجه والعيون إذا كان هناك خطر من المواد الأكلالة أو المهيجة أو الصدمية بسبب الأشياء المتحركة.
- يلزم ارتداء كمادات واقية للجهاز التنفسي إذا كان العمال معرضين للغبار والأبخرة وما إلى ذلك.
- يلزم وقاية الأيدي للوقاية من المواد الحادة المهيجة أو الأكلالة.
- يوصى أن يرتدي أفراد الإدارة المراقبين داخل مرفق استصلاح المواد ملابس واقية مناسبة لكي يحتذي بهم العاملون الآخرون ولتأكيد المعايير المطلوبة.
- ٧-٣ ينصح العاملون الذين يقومون بفرز المواد المعاد تدويرها بالتطعيم ضد الإصابة بمرض التيتنوس.
- ٨-٣ ينبغي صيانة المعدات على النحو الذي توصي به جهة التوريد بالمعدات ويتم ذلك بواسطة فنيين مدربين، ولا ينبغي بأي حال من الأحوال إزالة وسائل التأمين الواقية إلا للصيانة المرخص بها.
- ٩-٣ ينبغي إجراء اختبارات كل أسبوع لنظم السلامة الخاصة بإيقاف التشغيل التي تعمل على المعدات.
- ١٠-٣ ينبغي على العاملين عدم التسلق فوق الأسوار الواقية.
- ١١-٣ ينبغي عدم السماح بأي سلوك أخطر.

٤ - البالات وماكينات صنع البالات

- ١-٤ ينبغي التقيد بتعليمات التشغيل لدى المصنعين. كما أن الاستخدام غير السليم لمعدات البالات يمكن أن يؤدي إلى مواقف خطيرة جداً محتملة.
- ٢-٤ إذا لم يتم إزالة أغلفة البالات بصورة سليمة، أو كان هناك عيب في ربط المواد فإن أحزمة الربط يمكن أن تقع. وفي حالة حدوث ذلك يمكن للبالة أن تتمدد سريعاً فإذا حدث ذلك قبل أو أثناء فتح باب الباللة فإن قوة تمدد الباللة يمكن أن تتسبب في انفتاح باب سائق ماكينة نقل البالات بأن ينفث بسرعة خطيرة.
- ٣-٤ ينبغي استخدام المواصفات المعتمدة للحزم.
- ٤-٤ عمل الصيانة لخدمة آلة عمل البالات ينبغي أن تتم بواسطة مهندس صيانة مرخص له.

- ٥-٤ لا ينبغي عمل أي تغييرات في آلة عمل البالات بدون ترخيص.
- ٦-٤ ينبغي تزويد جميع ماكينات عمل البالات المستخدمة في عمل بالات زجاجات اللدائن ذي الباب الهيدروليكي المزود بوسيلة للتحكم في سرعة فتحه.
- ٧-٤ ينبغي عمل منطقة مقيدة ذات خطوط صفراء حول ماكينة عمل البالات. وينبغي عدم دخول أي أحد إلى هذه المنطقة إلا للمشغلين داخل مرفق استصلاح المواد المشتغلين بربط أو إزالة الأحزمة من المواد المحزومة كبالات.
- ٨-٤ إذا كان من الضروري قطع الأحزمة الفولاذية عالية الشد، فينبغي إيلاء عناية كبيرة لذلك والاقتصار فقط على استخدام أدوات القطع المعتمدة المضمنون سلامتها.
- ٩-٤ تزن البالات عادة ما بين ٢٠٠-٤٠٠ كليوغرام تبعاً لكثافة المواد المربوطة ومن الضروري توفير معدات مناولة كافية. وينبغي نقل البالات من آلة التحويل يدوياً بواسطة عربات نقل البالات، أو عربات رافعة ذات شوكات رفع. وينبغي للعربة ذات شوكة رافعة أن تُستخدم في النقل المحلي أو في رفعها.
- ١٠-٤ لا ينبغي تخزين البالات أكثر من ثلاث بالات فوق بعضها البعض. أما عربات النقل المزودة بالشوكات فينبغي أن تكون لها وحدات إغلاق جانبية لشوكاتها من أجل سلامة حركة البالات ورفعها.
- ١١-٤ الزائرون في الموقع لا يجب السماح لهم دخول المناطق التي رُصت فيها البالات.

٥ - صيانة ماكينات عمل البالات (التنظيف وإزالة المواد)

- ١-٥ قبل القيام بأي أعمال صيانة لماكينات عمل البالات ينبغي فصل التيار الكهربائي وعزل الماكينة الكهربائية.
- ٢-٥ تحتاج ماكينات عمل البالات من حين إلى آخر إلى تنظيفها من الداخل نتيجة للاستخدام المستمر أو نتيجة للتلوث. ولا يجب السماح لأي عامل تشغيل الدخول إلى داخل ماكينة عمل البالات دون الحصول على موافقة من المشرف.
- ٣-٥ يجب على المشرف أن يضمن أن الكهرباء قد عُزلت وأغلقت بنظام ذي قفل. وعلى المشرف أن يحتفظ بالمفتاح معه. وأي قوة هيدروليكية متبقية ينبغي التخلص منها في حالة استخدام مراكز هيدروليكية داخل الدائرة الهيدروليكية لماكينة عمل البالات.
- ٤-٥ ينبغي وضع إعلان على الماكينة تحدد بوضوح أن عامل تشغيل موجود بداخلها ليقوم بتنظيفها وصيانتها. ولا يسمح بإزالة هذه العلامة أو إعادة الكهرباء إلا بواسطة المشرف بعد أن يكون عامل التشغيل قد ابتعد عن الماكينة وأصبحت الماكينة في حالة سليمة لدخولها الخدمة.

٥-٥ ينبغي اتخاذ الحيطة عند تشغيل الباب الذي يغلق تلك الماكينة وذلك لتفادي الإصابات الشخصية.

٦-٥ ابتعد بكامل الجسم عن آلية غلق الباب.

٦ - عربات التخزين النقالة الوسيطة

١-٦ ينبغي إيلاء الاعتبار لعربات التخزين النقالة عند تحركها لضمان أن يكون السائق/المشغل مرئيين بطريقة واضحة.

٢-٦ العربات النقالة الموجودة في الموقع لا ينبغي لها أن تسد طرق مداخل أو مخارج الطوارئ أو مناطق العمل.

٣-٦ ينبغي تخزين عربات التخزين النقالة الوسيطة كل إثنين فوق بعضهما.

٤-٦ التأكد من أن الدخول إلى أي موقع تحميل عربة نقل البالات مغلق ومأمون عقب عمليات صنع البالات.

٧ - المشرف

١-٧ يوصى بأن يكون المشرف على مرفق استصلاح المواد شخصاً نشيطاً داخل المرفق على أساس يومي.

٢-٧ ينبغي للمشرف أن يسمح فقط للأشخاص المدربين تدريباً كاملاً بالعمل في مرفق استصلاح المواد.

٣-٧ بالإضافة إلى سلامة عامل التشغيل يتحمل المشرف المسؤولية التالية.

٤-٧ قبل تشغيل معدات مرفق استصلاح المواد ينبغي للمشرف أن يضمن أنها غير معاقة وأن الأشخاص بعيدين عن جميع الأجزاء المتحركة. وينبغي لآلات التنبيه أن تتركب لإعطاء تحذير مسبق ببداية عمل الآلات.

٥-٧ ينبغي للمشرف أن يكون متدرباً تدريباً تاماً على عملية الإطفاء وتدابير الإسعافات وطرق الاتصال بخدمات الطوارئ، وطرق الدخول والخروج أثناء الطوارئ، وأن يضمن أن تكون معدات الإسعافات الأولية في حالة تخزين نظيفة ومنظمة. ينبغي أن يكون هناك كتاباً للحوادث العارضة التي تقع في الموقع واستخدامه كسجل لأي حوادث أو مواقف محتملة الخطورة. وينبغي التفتيش على طرق النجاة في حالة الطوارئ بصورة منتظمة لضمان أنها خالية.

٦-٧ ينبغي للمشرف أن يصر على مستويات جيدة من التدبير. على أن المناطق التي بها مواد مائلة أو ثقالات أو مخارج نجاة من الحريق معروفة وخالية طوال الوقت.

- ٧-٧ يجب للمشرف أن يضمن عدم حدوث أي تصرف أخطر داخل المقر.
- ٨-٧ ينبغي أن تكون هناك إضاءة للطوارئ وأن تخضع لاختبارات منتظمة.
- ٩-٧ وفي نهاية دورة التشغيل ينبغي للمشرف أن يضمن أن جميع الطاقة الكهربائية قد فصلت وأن الأشخاص قد خرجوا من الموقع وأن الموقع مغلق وآمن وذلك قبل رحليه.

٨ - عمال التشغيل

- ١-٨ وضعت التعليمات التالية خصيصاً لعمال التشغيل ومع ذلك ينبغي قراءتها جنباً إلى جنب مع التعليمات الأخرى الخاصة بالموقع المحلي.
- ٢-٨ يقتصر تشغيل ماكينات مرفق استصلاح المواد على الموظفين المدربين تدريباً كاملاً.
- ٣-٨ ينبغي للمشغلين عدم ارتداء الملابس الفضفاضة وألا يطيلوا شعورهم، ويجب وضع أغطية رأس مناسبة على رؤسهم وأن يبتعدوا عن المعدات المتحركة.
- ٤-٨ أثناء العمل على خط الفرز أو حسب الطلب في المناطق الأخرى ينبغي لبس الملابس الواقية.
- ٥-٨ لا ينبغي تحت أي ظرف من الظروف لعمال التشغيل أن يصعدوا فوق السيور المتحركة.
- ٦-٨ لا ينبغي لعمال التشغيل تحت أي ظرف الدخول داخل زلاقات الفرز.
- ٧-٨ لا ينبغي لعمال التشغيل تحت أي ظرف من الدخول في جرابت آبار التغذية بالمواد.
- ٨-٨ لا ينبغي في أي حال من الأحوال لعمال التشغيل أن يدخلوا داخل ماكينات عمل البالات.
- ٩-٨ في حالة حدوث طوارئ ينبغي على عامل التشغيل أن يشغل جهاز عمل الآلات وألا يحاول أن يخلص الآلات المتشابكة إلى أن يتم فصل الكهرباء عن المعدات وفصلها وعزلها.
- ١٠-٨ ينبغي لعمال التشغيل أن يكونوا مدركين في جميع الأوقات لحركات المركبات داخل مرفق استصلاح المواد.
- ١١-٨ ينبغي الإبلاغ عن أي موقف خطير فوراً إلى المشرف.

٩ - الزوار

- ١-٩ ينبغي لمشرف الموقع أن ينظم وأن يشرف على أي زيارة للموقع.
- ٢-٩ يجب لمرشد فوج الزوار أن يكون على دراية كاملة بتعليمات السلامة داخل الموقع.

- ٣-٩ لا يجوز لأي زائر أن يلمس أو أن يشغل آلة من الآلات. وينبغي تحذيرهم وأن يوافقوا على إطاعة جميع تعليمات السلامة مثل إجراءات الإخلاء في حالة اندلاع حريق وقواعد عمل التدخين إلى غير ذلك قبل دخول مرفق استصلاح المواد.
- ٤-٩ أي تحركات للمركبات وأي عمليات أخرى ذات طبيعة خطيرة محتملة لا ينبغي القيام بها أثناء وجود زوار.
- ٥-٩ ينبغي لمشرف مرفق استصلاح المواد أن يتأكد من بقاء الزوار داخل المناطق المحددة من مرفق استصلاح المواد.
- ٦-٩ ينبغي الإمساك بسجل للأفراد الذين يدخلون مرفق استصلاح المواد وذلك باستخدام نظام تسجيل الدخول والخروج.
- ٧-٩ ينبغي تزويد الزوار بوسائل وقاية الأمان المناسبة مثل نظارات الأمان وواقيات السمع وسترات ناصعة الألوان تسهل رؤيتها.

التذييل ٤

ألف - بيانات عن الحرائق التي وقعت في مصانع إعادة تدوير ألمانية

في مولهايم في وادي الروهر، أندلع حريق في مخزن بضائع كبير تابع لمتعهد نقل. والتهمت أسنة النيران ٣٤٠ طناً من الـ PVC و ١٥٠ طناً من البوليثلين. وأجرى المكتب الإقليمي لحماية البيئة تحقيقاً دقيقاً للتلوث الناتج عن هذا الحريق. وقد تم الخلوص إلى نتيجة مؤداها أن الغازات المنطلقة من الحريق كانت تحتوي على مقادير أقل من الديوكسينات عما تطلقه الكثير من معامل ترميد القمامة الأخرى.

وإندلع حريق آخر في عام ١٩٩٢، في لانغيرغ^(٢) في شمال الراين واستيفاليا في مصنع لإعادة تدوير اللدائن، والتهمت النيران ١٥٠٠ طن من اللدائن منها ٥٠٠ طن من الـ PVC. وكان كلٌّ من السلطات المحلية ووزارة البيئة الإقليمية مشتركين في التحقيق في انبعاثات الديوكسين. ونشرت وزارة البيئة الإقليمية بياناً صحفياً أدرجت فيه النتائج الرئيسية التالية:

- أن المكاتب والمسكن التي تبعد نحو ١٠٠ متر من موقع الحريق درست تماماً ولم تعطي سبباً للقلق.
- أما أن يكون مصنع معالجة مياه المجاريير أو المياه الجوفية غير سليمة.
- أعلن أن المحاصيل الجزرية كانت سليمة وأن المحاصيل الورقة هي المعرضة لحظر استهلاك لمدة موسم واحد.
- أن ٢٦ شخصاً على الأكثر من الذين تعرضوا لغازات الحريق لم ترتفع مستويات الديوكسين في دمائهم.
- أجريت دراسة جماعية موسعة وأثبتت عدم وجود تلوث ذي بال.
- استخلصت نتائج مماثلة من ٤ حرائق كبرى أخرى في غروسيفان، أشيم، سيغبور، وإشي.

وتتوافق هذه النتائج مع نتائج دراسة عن مقاومي الحرائق أجرتها الجامعات في بوتشم ودوسيلدورف بناءً على تعليمات من وزارة العمل NRW والصحة والبيئة.

^(٢) الوثيقة الصادرة عن، وزارة البيئة والتخطيط والزراعة شمال الراين، واستيفاليا، ألمانيا، ١٩٩٤

وزارة البيئة والتخطيط والزراعة شمال الراين، واستفاليا، ألمانيا، ١٩٩٤

باء - بيانات من حريق حدث في مصنع إعادة تدوير البلاستيك

كان الحريق الذي وقع في مرفق إعادة تدوير لدائن البلاستيك مدمراً للمجتمع المحلي بأثره في هاملتون. وكان الحريق من النوع الذي يمكن منع حدوثه وتفاديه لو أن المرفق كان قد إنترم بتعليمات الحريق الوطنية التي تحكم تخزين المواد اللدائنية. حيث أن هذه المواد إذا حسب تخزينها ومناولتها تكون سليمة وتعطي فوائد كثيرة للبيئة ومن هذه اللدائن الفينيل.

كانت استجابة وزارة البيئة والطاقة في اونتاريو لحريق البلاستيك ذات توقيت سليم ومناسب وقد استنتجت لجنة الاستعراض الداخلي ذلك، وقد حلل تقريرها الفني نتائج ٨ ٥٠٠ عينة جمعتها وزارة البيئة والطاقة في اونتاريو على ٥٠٠ عينة من الجو (استخدام محلات الغازات الجوية النذرة)، والمياه والتربة والهباب والغطاء الخضري. وتوصل التقرير إلى أنه بعد عدة أيام من إطفاء الحريق كانت مستويات المواد في الجو المحيط قد عادت إلى مستوياتها الطبيعية بإستثناء مواقع كان تلوث التربة وتلوث مياه المجاري موجوداً من قبلها.

استمر الحريق ثلاثة أيام (من الأربعاء حتى الجمعة، من ٩ - ١٢ تموز/يوليه ١٩٩٧). لم يحدث إخلاء للسكان خلال اليومين الأولين نتيجة للظروف الجوية التي سمحت لسحابات الدخان والحريق أن تذهب مباشرة إلى الطبقات العليا من الجو. ولم يحدث قبل الجمعة وهو اليوم الثالث عندما أشارت توقعات الأحوال الجوية حدوث تغير في اتجاه الرياح الأمر الذي يشكل مشكلة للسكان في الأماكن المجاورة، وقد تقرر عندئذ إخلاء ٦٥٠ من السكان القريبين من منازلهم على أساس طوعي كإجراء احتياطي. وازدادت مستويات البنزين. وقد تم ذلك يوم الجمعة ثم سُمح للسكان بعد ذلك للعودة قبل مرور أكثر من ٢٤ ساعة بعد أن كان الحريق قد تم إطفاءه بنجاح.

وجمعت وزارة البيئة والطاقة في اونتاريو عينات من الهواء والهباب المتساقط والتربة والغطاء الخضري لتحليلها. ونصح مسؤول الصحة الطبي السكان عدم أكل الخضر المنزلية التي لا يمكن تقشيرها.

التقرير الفني الصادر عن وزارة البيئة والطاقة في اونتاريو بتاريخ ٣٠ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٧

التذييل ٥

مزيد من البيانات تتعلق ببولمرات الفلور

١ - أسماء بديلة

في الجدول ١ تستخدم PTFE كبولمر فلورو نموذجي. وتشمل المواد الأخرى في عائلة البولمر فلورو الإيثيلين/الإيثيلين رباعي الفلورو (ETFE) والبلمرات المشتركة والإيثيلين رباعي الفلورو (TFE) (أنظر التذييل ٧ أ لمزيد من الأمثلة).

٢ - صفات البولمر

وبلمرات الفلورو (PTFE، ETFE) والبلمرات المشتركة (TFE الأخرى) هي بولمرات عالية الأداء ذات خصائص فريدة. وتشمل هذه الخصائص الثبات الكيميائي (الصمود لمعظم المواد الكيميائية والأحماض والقاعدات) وانخفاض التفاعل (الثبات الحراري والصمود للأشعة فوق البنفسجية، ومقاومة الجو وخصائص عزل الكهرباء). ولا توجد أي من هذه البولمرات مدرجة في تشريع وطني كمواد خطيرة ونفايات البولمر فلورو غير مدرجة كمادة خطرة لدى الاتحاد الأوروبي أو منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي.

٣ - خصائص البولمرات

وبولمرات الفلور هي المكون Y45 ولكن الشكل البولمري يعدل تعديلاً جوهرياً من الخصائص الكيميائية لذلك المكون. وبولمرات الفلورو ليست متفجرة أو قابلة للاشتعال أو تلقائية الاحتراق وليست مواداً مؤكسدة ولا بروكسيدات عضوية أو أكالة. ومن ذلك فإن صفات الخطورة H1، H3، H4، H5، H6.2، H8، H10 لا تنطبق عليها.

ومن الخصائص الخطرة الأكثر إثارة للاهتمام هي H6.1 (حادة السمية). و H11 (ذات سمية مؤخرية أو مزمنة)، و H12 (السمية الأيكولوجية)، و H13 (وهي قادرة على إعطاء مادة كيميائية أخرى مثل النص). ولا تظهر هذه النفايات البولمرية أي سمية حادة تحت أي ظروف معقولة للبولمر الصلب وغياب هذه المواد. ويعني ثباتها وانخفاض تفاعلها أنها لا تظهر سمية إيكولوجية إذا أطلقت في البيئة. ونفايات هذه البولمرات صلبة ذات درجة عالية من الخمول البيولوجي والكيميائي، حتى إذا تُركت تماماً معرضة للبيئة لفترات طويلة جداً من الزمن. فهي تظل ثابتة. ومن غير المحتمل أن أي تفسير معقول لـ H13 ينطبق عليها. وبسبب ثبات البولمرات الفلورية فمن غير المحتمل أن يحدث رشح أو نضد أو ناتج غازي إلى طمرت المادة في الأرض. والحرق في الأماكن المفتوحة أو الحرق غير المتحكم فيه لا ينبغي أن يعتبر وسيلة استرداد سليمة بيئياً.

٤ - إعادة تدوير البولمرات

يمكن إعادة تدوير البولمرات الفلورية بطريقة سليمة بيئياً وقيمتها الاقتصادية العالية (١٢-٤٥ مرة أعلى من اللدائن السلعية) تجعل إعادة تدويرها أمراً جذاباً ومجدياً. وأثناء عمليات إعادة التدوير تصحن البولمرات أو تحرق أو تتشكل بالصهر كاستخدامات عمر ثاني. والعمليات المستخدمة ليست أكثر خطورة من استخدام

البوليمر البكر. وفي أحوال التشغيل العادية يكون من غير المحتمل إنتاج نواتج ضارة. ومع ذلك فإن العمليات المستخدمة عمليات متخصصة وليست متوافرة بسهولة خارج نطاق منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. والنقل عبر الحدود لإعادة التدوير ينبغي أن يتم فقط عندما تكون الأطراف الموردة والأطراف المستقبلة متأكدة من أن عمليات إعادة التدوير المناسبة متوافرة.

التذييل ٦

مسرد المصطلحات

المضافات Additives

وهي مواد مخلوطة ببوليمرات لتيسر تجهيزها صناعياً ولتزويدها بالخصائص اللازمة للاستخدام النهائي، ولحمايتها من تأثيرات الجو.

يمكن القول 'إن البوليمرات + المضافات = اللدائن!'

القلوية/المحلول القلوي Alkali/alkaline solution

وهي المواد أو محاليل المواد القادرة على تحييد الأحماض لإعطاء مواد أكثر خمولاً

مضاد للأكسدة Anti-oxidant

وهو مادة تضاف إلى بوليمر لتجعله صامداً لتأثيرات الجو أو البيئة.

«As is»

خليط/الخلط Blend/blending

وهو نتاج/عملية مزج المواد معاً

رماد القاع Bottom ash

وهو الرماد المتكون أسفل غرفة الإحتراق. وقد يكون في شكل تراب أو كتل أو مخلفات الإحتراق.

ممتزج Commingled

مخلوطة معاً، ممتزجة.

توافق Compatibility

القدرة على خلق مزيج متوائم مثل الكحول والماء، وهو عكس الزيت والماء اللذين يطهران عدم مواءمة.

مركب Compound

في صناعة اللدائن، يكون المركب هو محصلة مزج مواد معاً بقوة وغالباً باستخدام الحرارة. ولا تشكل مواد كيميائية جديدة. وهكذا تختلط البوليمرات مع المضافات لتكون مركبات جديدة.

تحضير المواد المركبة Compounding

وهو عملية بثق يتم خلالها إضافة العديد من المضافات إلى الراتنجات، ثم تمزج بالحرارة أو تضغط ليكون لون. والمضافات ثابتة في المصفوفة.

حقيبة الكمبيوتر Computer enclosure
الصدوق الخارجي أو الغلاف الخارجي للكمبيوتر الشخصي أو PC.

التحويل/التحول Conversion/transformation
وعملية القولية أو البثق للمركبات اللدائنية لتصبح سلعاً أو مركبات تامة الصنع.

بوليمر مشترك Copolymer
وهو بوليمر مشترك مكون من مركب أو من أكثر مركبين غير متبلرين.

طرد الغازات Degassing
وهو عملية تحويل لدن إلى لدن صلب.

البثق Extrusion
عملية إجبار لدائن منصهرة عبر فتحة مُشكلة لإنتاج أنبوب أو شكل جانبي.

الفلتر القماشي Fabric filter
وهو حقيبة أو طبقة من القماش دقيق العيون يجر عبرها غازات المداخن في طريقها إلى خارج المدخنة.

إعادة تدوير المواد الوسيطة Feedstock recycling
وهي عملية تتكسر أثناءها سلسلات البلمرات إلى عناصرها الأساسية. والهيدروكربونات هي الوحدات الأساسية للكثير من البولمرات المشتملة على هالوجين فإن وحداتها الأساسية هي الهيدروكربونات زائد كلوريد الهيدروجين أو الفلوريد. ويُعاد إزالة بلمرة نفايات اللدائن أما إلى مركبات غير متبلرة يمكن استخدامها مرة أخرى مباشرة في البلمرة (التحلل الكيميائي) أو إلى مادة كيميائية وسيطة ذات وزن جزيئي أقل (التحلل الحراري أو التقطير الهدام للبتروال الخام) والتي تستخدم - مثلها مثل النفط الطبيعي، في العديد من التفاعلات الكيميائية بما فيها إنتاج البلمرات.

الحشو Filler
وهو عادة فلز مصحون كالبودرة الناعمة مثل الطباشير أو بودرة التلك، ويكون مركبات مع بلمر إما لتغيير خصائصها أو لتقليل سعره.

غاز المداخن Flue gas
الغازات الناتجة داخل مرمد ويتسرب من مدخنة إلى البيئة.

الرماد المتطاير Fly ash
مادة جسيمات ناعمة تنتج داخل المرمد وتركب غازات المداخن.

لدائن الرغاوي Foamed plastics

وهي لدائن أدخلت فيها غازات عمليتي التشكيل أو البثق لجعلها أخف وزناً وكثافة – وتتولد تلك الغازات بواسطة عوامل توليد الرغاوي.

التركيب Formulation

إختيار المكونات (مضافات مثل عوامل التثبيت، الملونات، المصدات الملدنات، المرشحات، إلخ... كمزيج ناتج لإعطائه أفضل الخصائص النوعية للاستخدام النهائي المرغوب. والتركيب على أيدي تقنيين متمرسين أمر ضروري للمنتجات المراد لها تلبية مواصفات أو ظروف خدمة معينة.

الرتبة Grade

وهي كلمة أخرى لتركيبية أو مزيج. وغالباً ما تكون مرتبطة "بالإشارة" إلى الرتبة التي تكشف عن نوع المادة.

عامل زيادة الصمود للإرتظام Impact resistance enhancer

عادة ما يكون بلمر آخر يضاف إلى مزيج بلمري لزيادة مقاومته للأتلاف الناجمة عن الإرتظام.

التلبيس Jacketing

العزل حول الكابل والأسلاك التي تصنع من اللدائن مثل الـ PVC أو PE، والذي يتم أيضاً بلف الورق الزيتي تبعاً لاستخدام السلك أو الكابل.

الخشب المنشور Lumber

وهي كلمة عامة لألواح الخشب واللوحات الخشبية والألواح المسطحة المصنوعة من الخشب. وتستخدم غالباً كبديل لكلمة خشب.

الشكل/التشكيل Mould/moulding

وهي فجوة مُشكلة تقحم إلى داخلها المواد اللدائنية، وبعد أن تبرد تتصلب المادة على الشكل الذي صبت فيه.

مرفق استصلاح المواد MRF

نفايات بلدية صلبة MSW

نانوغرام Nanogram

واحد على ألف مليون من الغرام (10⁻¹⁰)

فوائض لدائنية Off-cuts

قطع من ألواح اللدائن أو أعمدتها فائضة عن احتياج الشكل أو المكون الذي يجري تصنيعه.

مُلدِّن Plasticiser

وهذه هي مركبات عضوية، تكون في بعض الأحيان ممزوجة بالبلمرات لإنتاج لدائن مرنة. والافتالات هي أكثر الملدنات شيوعاً.

بولمر Polymer

مادة عضوية تتألف من سلاسل جزيئات مكونة من العديد من وحدات المركبات المتبلمرة. ولمعظم اللدائن سلسلة ظهرية من ذرات المربون. وتمزج البلمرات في الغالب الأعم مع المضافات قبل الاستخدام.

Potable water

راتنجات Resin

بولمر عالٍ مصنوع ناتج عن التفاعل الكيميائي بين مادتين أو أكثر، ويتم عادة بالحرارة أو كعامل حفاز.

جهاز تنفس قائم بذاته Self-contained breathing apparatus

اسطوانة هواء مضغوط موصلة بقناع يستبعد الدخان والغازات المنبعثة من النيران عن الهواء الذي يتنفسه عمال إطفاء الحريق.

سَلْع شبه تامة الصنع Semi-finished goods

ألواح، جنبائيات وأعمدة وأنايبب مصنوعة من اللدائن سوف تستكمل تصنيعها قبل أن تصبح جزءاً من السلع تامة الصنع.

التمزيق Shredding

وهو عملية تقطيع قطع اللدائن الكبيرة أو مكوناتها إلى قطع صغيرة صالحة لإعادة التصنيع

مَرْمَد Sintered or Cindered

قد تحول إلى رماد

الهباب Soots

رواسب سوداء تتألف من جسيمات دقيقة ناتجة عن احتراق الوقود.

نفايات الخام الأولى المستعادة Tailings

المادة الناتجة عن المادة المستعادة أولاً (مثل الفلز أو اللدن) بعد فصلها عن النفاية أو الخردة.

مُلدَّن بالحرارة Thermoplastic

بولميريلين عند تعريضه للحرارة (وتعتمد درجة الحرارة على نوع اللدن ثم يعود إلى حالته الأصلية عندما يبرد ويصل إلى درجة حرارة الغرفة.

التصليد بالحرارة Thermosetting

يَلْمَر يتصلد أو "يبقى" على حاله دون ارتداد لحالته السابقة عند تسخينه وهذه الخاصية متصلة بتصلب التفاعلات الناتجة عن التشحيم أو الإشعاع. ومن الضروري في الكثير من الحالات إضافة عوامل معالجة (البيروكسيد العضوي أو الكبريت). ويمكن إعادة تدوير المواد بعد الطحن حيث يمكن إضافتها كمضافات إلى البلمرات الأخرى.

Virgin material مادة بكر

مواد منتجة حديثاً توشك على الدخول في عملية التصنيع للمرة الأولى.

Water sprinkler system جهاز رش الماء

جهاز نفثات رش الماء مركبة في الهيكل أو المبنى يبدأ في العمل تلقائياً عند اندلاع حريق عارض داخل المبنى.

التذييل ٧ أ
 ISO 1043-1: مقتطف من رموز اللدائن
 الجزء الأول: البولمرات الأساسية وخصائصها الخاصة

رموز المواد البولمرية المتماثلة والبلمرات الطبيعية

الرمز	المادة
CA	خلات السيلولوز
CAB	زُبد خلّات السيلولوز
CAP	بروبيونات خلّات السيلولوز
CF	كريسول فورماهد
CMC	كربوكسيل ميثيل سيليون
CN	نيترات السيلولوز
CP	سيلولوز بروونات
CTA	ثلاثي خلّات السيلولوز
EC	سليولوز الإيثيل
EP	أوكسيد
FF	فوران فورمالدهيد
HFP	سداسي فلورو بروبيلين
MC	سليولوز الميثيل
MF	بولياميد
PA	ميتامين - فورمالدهيد
PAI	بولياميد/إيميد
PAN	بولياميدكربونيلوينايل
PAUR	يورينين متعدد أملاح الاسترين
PB	بوليبوتين-١
PBA	بولي (بوتيل اكريليت)
PBT	بولي (بوتيلين ترفثالات)
PC	بولي كربونات
PCTFE	ايتلين ثلاثي الفلور متعدد الكلور
PDAP	بولي (ديالي افتالات)
PE	بوليثيلين
PEEK	بولي ثيرثير كيتون
PEI	بولي (اينثر إيميد)
PEOX	بولي (ايتلين أوكسيد)
PES	بولي (اينثر سلفون)
PET	بولي (ايتلين تريفثالات)
PEUR	بولي (اينثر يورينين)
PF	فينول-فورمالدهيد
PFA	برفلورو الكوسي ألكين
PI	بوليميد

PIB	بولي ايسوبوتان بولي ايسو بوتلين
PIR	بولي ايسوكيانوريت
PMI	بوليمثاكريليميد
PMMA	بولي (ميثاكريلات الميثيل) المتعدد
PMP	بولي-4-ميثيلبنزين
PMS	بولياميثيلسترين
POM	(بولياسيتال) بوليوزيميتلين بوليوفورمالدين
PP	بوليبروبيلين
PPE	(اثير بروبيلين) متعدد
PPO	(اكسيد الفينيل) المتعدد
PPOX	(اكسيد البروبيلين) المتعدد
PPS	(سلفيد بروبيلين) متعدد
PPSU	(بروبيلين سلفون)
PS	بوليسترين
PSU	بوليسلفون
PTFE	بوليتيترافلوروايتلين
PUR	البولي يوريثان
PVAC	(خلات الفينيل) متعدد
PVAL	(كحول الفينيل) متعدد
PVB	(بوتيرال الفينيل) متعدد
PVC	بوليفينيل الكلوريد (متعدد)
PVDC	بوليفينيل الكلوريد (متعدد)
PVDF	(فلوريد الفينيل) متعدد
PVF	(فلوريد الفينيل) متعدد
PVFM	(فورمال الفينيل) متعدد
PVK	كربازول متعدد الفينيل
PVP	بيروليدون متعدد الفينيل
SI	سيليكون
SP	بوليستر مشبع
TFE	رباعي فلوروايتلين
UF	فورمالدهيد اليوريا
UP	بوليستر غير مشبع

رموز المواد متعددة البلمرات

المادة	الرمز
A/B/A	أكرى لونيتريل/بوتادين/اكريلات
ABS	أكرى لونيتريل/بوتادين/ستيرين
A/CPE/S	أكرى لونيتريل/بوليثيلين مكلور بوليثلين/ستيرين
A/EPDM/S*	أكرى لونيتريل/ايتلين-بروبلين-دين/ستيرين
A/MMA	أكرى لونيتريل/ميثيل ميثاكريلات
ASA	أكرى لونيتريل/ستيريبي/أكريليت
E/EA	ايتلين/ايتيل اكريلات
E/MA	ايتلين/حامض ميثاكريليك
E/P	ايتلين/بروبولين
EPDM*	ايتلين/بروبيلين/دايين
E/TFE	ايتلين رباعي فلورو ايتلين
E/VAC	ايتلين/خلات الفينيل
E/VAL	ايتلين/كحول الفينيل
FEP	ايتلين/بروبلين مشبعان بالفلور رباعي فلورو الايتلين/سداسي فلورو بروبيلين
MBS	ميثاكريليت/بوتادين/ستيرين
MFA	الكين الوكسيل مشبع الفلورة رباعي فلورو ايتلين ايثر ميتلفينيل مشبع الفلورة
MPF	ميلامين/فينول-فورمالدهيد
PEBA	بوليثر بلوأميد
PFA	الكين الوكسيل مشبع بالفلور رباعي فلورو ايتلين/ايتير بروبيلين
SAN**	ستيرين/اكريلونيتريل
S/B	ستيرين/بوتادين
SMA	ستيرين/انهيدر ايد المالكثيك
S/MS	ستيرين/أميثيلستيرين
VC/E	كلوريد الفينيل/ايتلين
VC/E/MA	كلوريد الفينيل/ايتلين/اكريلات الميثيل
VC/E/VAC	كلوريد الميثيل/ايتلين/خلات الفينيل
VC/MA	كلوريد الفينيل/اكريلات الميثيل
VC/MMA	كلوريد الفينيل/ميثاكريليت الميثيل
VC/OA	كلوريد الفينيل/اكريليت اوكتيل
VC/VAC	كلوريد الفينيل/خلات الفينيل
VC/VDC	كلوريد الفينيل/كلوريد الفينيلدين

EPDM هي رمز آخر، للاطلاع على التعريفات أنظر ISO 1629 *

الرمز 'SAN' هو are في اليابان والولايات المتحدة الأمريكية **

PVC-U	unplasticised PVC	بوليفيلين غير مُدُن
PVC-P	plasticised PVC	بوليفيلين مُدُن
PVC-E	expanded PVC (foamed)	بوليفيلين موسع (رغاوي)

التذييل ٧ ب

وضع العلامات لتحديد هوية المواد المراد تعبئتها

إن وضع علامات دالة على الهوية تيسر إلى حد بعيد فصل المواد اللدائنية إذا كانت المواد المصنوعة من اللدائن تحمل تلك العلامات. ويسود اتفاق عام الآن على أن أصناف اللدائن المستعملة في التغليف يجب أن توضع عليها علامات باستخدام الرموز التي وضعتها جمعية صناعة اللدائن في أمريكا. وترد أدناه الرموز المستعملة في هذا الغرض.



المواد المتولدة في أوروبا تحمل أشكالاً معدلة من الأشكال الواردة عاليه:

PETE = PET	بوليثيلين عالي الكثافة
HDPE = PE-HD	بوليثيلين منخفض الكثافة
V = PVC	كلوريد البوليڤينيل
LDPE = PE-LD	بوليثيلين منخفض الكثافة
PP = PP	بوليدرويلين
PS = PS	بوليسترين
Other	بوليمرات أو مزائج أخرى

بالنسبة للاستخدامات في غير مجال التعبئة فإن العلامات التي توضع على المكونات اللدائنية من المحتمل أن تحمل علامات طبقاً لنظام التوحيد القياسي ١١٤٦٩، ١٩٩٣ (هـ)، البلاستيك – التحديد العام ووضع العلامات على منتجات البلاستيك.

التذييل ٨

مستويات الانبعاث لدى معامل ترميد النفايات (محسوبة بالـ م^٣/م^٣ عند ١١٪ أكسجين في الحالة الجافة) التي حددها الاتحاد الأوروبي

تعليمات الاتحاد الأوروبي بشأن ترميد النفايات ٧٦/٢٠٠٠/المجموعة الأوروبية			الملوث
بء – متوسط حد نصف ساعة ٩٧٪ ^(١)	ألف – متوسط حد نصف ساعة ١٠٠٪ ^(٢)	متوسط الحد اليومي	
١٠	٦٠	١٠	حامض الهيدروكلوريك HCl
٢	٤	١	حامض هيدروكلوري HF
٥٠	٢٠٠	٥٠	ثاني أكسيد الكربون NO ₂
٢٠٠	٤٠٠	٢٠٠ (> 6t/h) ٤٠٠ (> 6t/h)	أكسيد النيتريك NO _x
٥٠	١٠٠	٥٠	أول أكسيد الكربون CO
١٠	٢٠	١٠	مواد عضوية
١٠	١٠	١٠	Dust غبار
متوسط حد الانبعاث خلال وقت أخذ العينة لكل مادة			فلزات ثقيلة
[½ - 8h]			
المجموع (٠.٣) ^(٣) المجموع (٠.٣) ^(٣) المجموع (٠.٣) ^(٣)	المجموع ٠.٠٥ المجموع ٠.٠٥ المجموع ٠.٠٥	∑	كادميوم Cd و ثنائيوم TI
			الزئبق
		∑	أرسنيك، انتموني، كروم، فاناديوم القصدير، الرصاص، كوبلت، نيكل نحاس، منجنيز
[6 - 8h]			الديوكسينات والفورانات (كقيم سمية مكافئة)
01, x10 ⁻⁶ TE ⁻¹			

$$(١) = ٠.٣ \text{ نانو غرام مكافئ سمية/م}^٣$$

(٢) أما إذا أخذنا من قيم متوسط النصف ساعة تتجاوز أيًا من قيم حدود الانبعاثات الواردة في الخانة ألف، أو حينما يتناسب ٩٧٪ من قيم متوسط النصف ساعة خلال السنة لا يتعدى أيًا من قيم حد الانبعاث الوارد في الخانة باء

(٣) حتى ١ كانون الثاني/يناير ٢٠٠٧ بلغت القيم المتوسطة للمصانع القائمة الحاصلة على تصريح تشغيل قبل ٣١ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٦ والتي يقتصر نشاطها على حرق النفايات الخطرة

التذييل ٩

للمزيد من المعلومات عن إعادة تدوير اللدائن إتصل بـ:

رابطات إقليمية

APME (Association of Plastic Manufacturers in Europe)
Avenue E Van Nieuwenhuyse 4 Box 3
B-1160 Brussels
BELGIUM
Tel: 32 2 675 3258 / Fax: 32 2 675 4002
E-Mail: info@apme.org
Website: <http://www.apme.org>

المعاهد الوطنية

ÖKI-Österreichisches Kunststoffinstitut
Franz grill Strasse 5
A-1030 Wein
AUSTRIA

للمزيد من المعلومات عن إعادة تدوير خرده الكابلات (موردي الماكينات أو المشغلين):

الرابطات الدولية

BIR Bureau of International Recycling
Avenue Franklin Roosevelt, 24
B-1050 Brussels
BELGIUM
Tel: 32 2 627 5770 / Fax: 32 2 627 5773
E-Mail: info@bir.org
Website: <http://www.bir.org>

الرابطات الإقليمية

EUROMETREC
European Metal Trade & Recycling Federation
c/o BIR Avenue Franklin Roosevelt, 24
B-1050 Brussels
BELGIUM

Tel: 32 2 627 5770

Fax: 32 2 627 5772

Website: <http://www.eurometrec.org>

الروابط الوطنية

AUSTRALIA

ACOR Australian Council of Recyclers
Level 11, Elisabeth Towers
418A Elisabeth Street
AUS - Surrey Hills, NSW 2010
AUSTRALIA

Tel: 61 2 9282 6400 / Fax: 61 2 9281 2546

AUSTRIA

BUNDESGREMIUM DES SEKUNDÄRROH- STOFFHANDELS
Wiedner Hauptstraße 63
PO Box 440
A - 1045 WIEN
AUSTRIA

Tel: 43 1 501 05 35 61 / Fax: 43 1 505 38 51

E-Mail: bggr3@wkoesk.wk.or.at

BELGIUM

COBEREC ASBL
Rue des Comédiens, 16/22
Boîte 7
B - 1000 BRUSSELS
BELGIUM

Tel: 32 2 2230801 / Fax: 32 2 2190022

E-Mail: info@coberec.be

Website: <http://www.coberec.be/>

BULGARIA

BAMT Bulgarian Association of Metal Traders
 26 Hristo Botev Boulevard, ap 12, floor 4
 1000 SOFIA
 BULGARIA
Tel: 359 2 52 60 98 or 9533288 / Fax: 359 2 52 60 98
 E-Mail: b_a_m_t@yahoo.com

CHINA

China Environment Protection Industry Development Corporation
 25 Yuetan North Street
 Xicheng District
 100834 BEIJING
 CHINA
 Tel: 86 10 6 8334022 / Fax: 86 10 6 8334099
 E-Mail: mailto:crcc@mx.cel.gov.cn

CHINA

CAMU - CHINA ASSOCIATION OF METAL SCRAP UTILISATION
 3504 No. 17B Xichangan St.
 CN - 100031 BEIJING
 CHINA
Tel: 86 10 6 6085516/6 6013515
Fax: 86 10 6 6085450
 Website: <http://www.sinosteel.com/>

CUBA

UERMP Union De Empresas De Recup De Materias Primas
 Director General: Miguel MACIAS SAINZ
 Av. Primera E/t 16 - 18 No. 1604
 Miramar, Playa
 CU - HABANA
 CUBA
Tel: 55 7 53 24 06 82
Fax: 55 7 53 24 06 8
 E-Mail: casa.compra@uermp.columbus.cu

CZECH REPUBLIC

SPDS - APOREKO SVAZ PRUMYSLU DRUHOTNYCH SUROVIN
 Skrétova ul. 6
 CZ - 120 59 PRAHA 2
 CZECH REPUBLIC
Tel: 420 2 242 32 414 / Fax: 420 2 242 32 414

DENMARK

NRF - NORDIC RECYCLING FED. C/O H.J. HANSEN HOLDING A/S
c/o H J Hansen Holdings A/S
Verstergade 97/101
PO Box 927
DK - 5100 ODENSE C
DENMARK

Tel: 45 63 12 82 00 / Fax: 45 63 12 82 19
E-Mail: nrf@nordic-recycling.org
Website: <http://www.nordic-recycling.org/>

FRANCE

FEDEREC
Rue de Prony 101
F - 75017 PARIS
FRANCE

Tel: 33 1 40 54 01 94

Fax: 33 1 40 54 77 88

GERMANY

VEREIN DEUTSCHER METALL- HÄNDLER EV. - VDM
Ulrich-von-Hassell-Straße 64
D - 53123 BONN
GERMANY

Tel: 49 228 25901 0

Fax: 49 228 25901 20
E-Mail: metallverein@t-online.de
Website: <http://www.metallverein.de/>

GERMANY

BVSE - BUND.SEKÜNDÄRROHSTOFFE UND ENTSORGUNG E.V.
Hohe Strasse 73
D - 53119 BONN
GERMANY

Tel: 49 228 988 49-0

Fax: 49 228 988 49-99
E-Mail: info@bvse.de
Website: <http://www.bvse.de/>

HUNGARY

NATIONAL ASSOCIATION OF RECYCLERS (HOE)

Ajtosi Dürer Sor 5, III. Em1

H - 1146 BUDAPEST

HUNGARY

Tel: 36 1 3430556/3522579Fax: 36 1 3430985E-Mail: hoe@mail.datanet.hu

IRELAND

Metal Merchants Association of Ireland

Nathan House, Christchurch Square

EIR - DUBLIN 8

IRELAND

Tel: 353 1 45 44 333 / Fax: 353 1 45 44 690

ITALY

ASSOFERMET

Corso Venezia 47-49

I - 20121 MILANO

ITALY

Tel: 39 02 760 08807 / Fax: 39 02 781 027E-Mail: marcemas@tin.itWebsite: <http://www.assofermet.it/>

NETHERLANDS

METAAL RECYCLING FEDERATIE

P.O. Box 85645

NL - 2508 CH DEN HAAG

NETHERLANDS

Tel: 31 70 362 46 10 / Fax: 31 70 363 63 48E-Mail: mail@mrf.nlWebsite: <http://www.mrf.nl/>

PORTUGAL

ANAREPRE Associação Nacional Dos Recuperadores De Produtos Reciclavers

Praça das Industrias

P-Lisboa 1300

PORTUGAL

Tel: 351 21 360 1109 / Fax: 351 21 364 1301E-Mail: aip@aip.pt

ROMANIA

FEDERATION PATRONALE RECOMAT

Cal. Victoriei N° 152,
Et. II, Cam 213, Sector 1
RO - BUCHAREST
RUMANIA

Tel: 40 1 3151085 / 6505216

Fax: 40 1 6597797

SWITZERLAND

VERBAND STAHL-UND- METALL-REC. SCHWEIZ (V.S.M.R.)

Konradstrasse 9
PO Box 7190
CH - 8023 ZÜRICH
SWITZERLAND

Tel: 41 1 271 90 90 / Fax: 41 1 271 92 92

E-Mail: gerster@jpg.ch

Website: <http://www.vsmr.ch/>

UNITED KINGDOM

BRITISH METALS RECYCLING ASSOCIATION

16 High Street
Brampton
Huntingdon
Cambs PE28 4TU
UNITED KINGDOM

Tel: 00 44 1480 455249 / Fax: 00 44 1480 453680

E-Mail: admin@britmetrec.org.uk

USA

ISRI

1325 G Street, N.W.
Suite 1000
USA - WASHINGTON, DC 2005-3104
USA

Tel: 1 202 737 1770

Fax: 1 202 626 0900

E-Mail: isri@isri.org

Website: <http://www.isri.org/>

يمكن العثور على رابطات وطنية أخرى عن طريق مواقع الشبكة الإقليمية أو الدولية

مراجع أخرى

آلات إعادة التدوير

Alfred A Nijkerk "Handbook of Recycling Techniques"
3rd edition, ISBN 90-802909-1-2
September 1996

F Johannaber "Kunststoff Maschinen Führer"
3rd edition, Carl Hanser Verlag
München, 1992

Saechtling "Kunststoff Taschenbuch"
25th edition, Carl Hanser Verlag
München, 1989

التذييل ١٠

رتب إفرادية للخردة حسب تعريف ISRI (معهد صناعات إعادة تدوير الخردة) و(المكتب الدولي لإعادة التدوير)

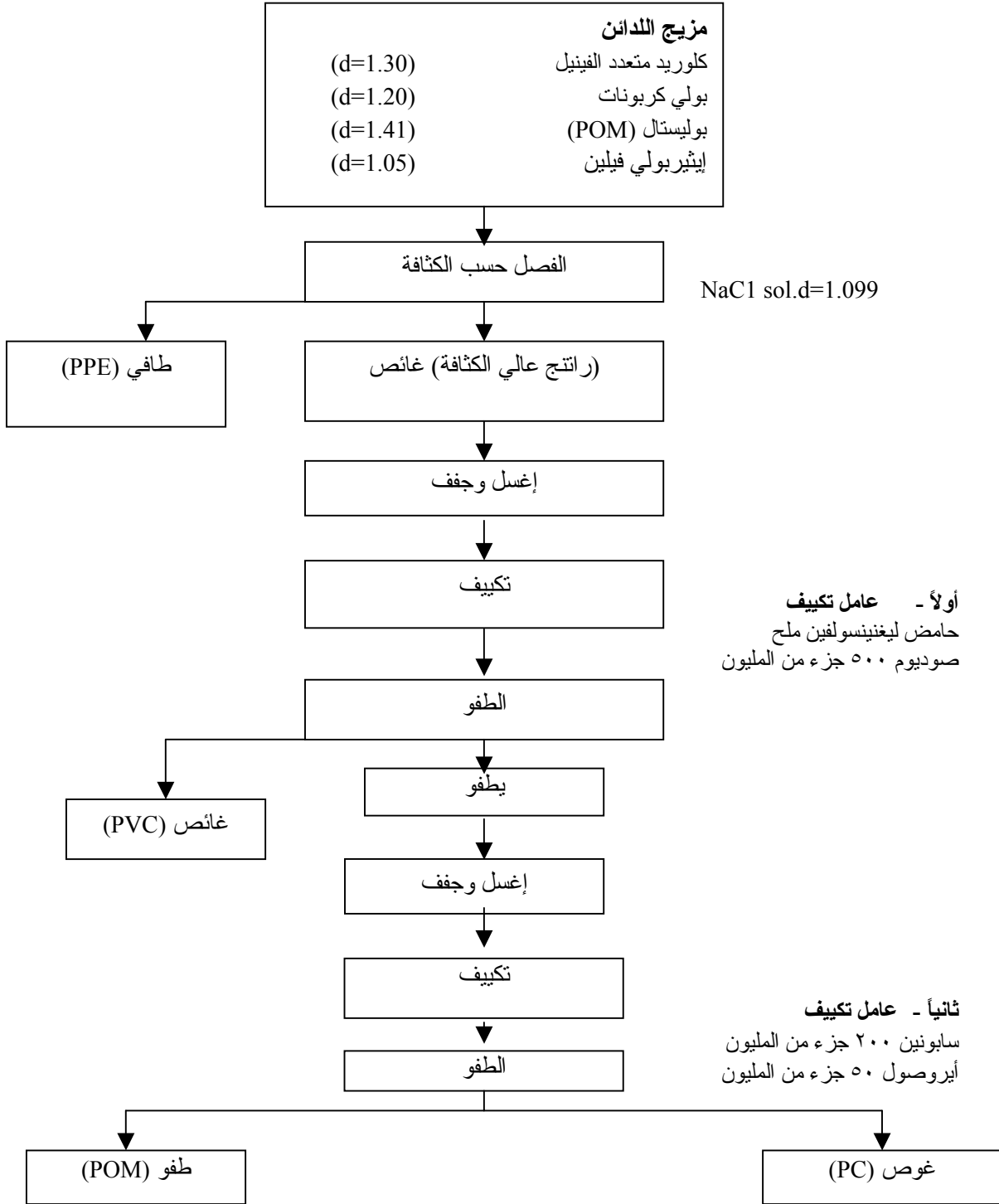
يمكن الحصول على نسخ من التصنيفات الحالية لخردة اللدائن أو الاطلاع عليها على الموقع الشبكي في فرع المطبوعات المعنون "bvse u. BIR - Qualitaten verzeichnis fur www.bvse.de Altkunststoffe"، والكتيبات الأخرى عن إعادة تدوير اللدائن يمكن الحصول عليها على الـ bvse وكل فصل من الفصول التالية من ISRI <http://www.isri.org/specs/index.htm> website ويمكن الحصول على نشرة مواصفات الخردة ٢٠٠١ على الموقع الشبكي:

الفصول:

- المقدمة
- الخردة غير الحديدية
- الخردة الحديدية
- كسارة الزجاج
- رصيد ورقي/عمليات محلية
- رصيد ورقي/عمليات تصدير
- خردة لدائنية
- عمليات الفزات

التذييل ١١

رسم يبين الخطوات المتتالية في فصل لأربعة لدائن



الشكل ٤ - رسم يبين الخطوات المتتالية لفصل أربع مواد لدائنية حسب الكثافة والطفو.

التذليل ١٢

نوع النفاية اللدانية وكميتها لمختلف طرق التجهيز

نوع النفاية وكميتها

كتل المسحوق الناتجة عن تساقط الفرز – عمليات التشغيل الفاشلة
كتل وقضبان طويلة متخلفة عن عملية الغسل بالغاز لنموذج التشكيل بالبتق.
النفايات التي تتولد أثناء التشغيل الخاطئ.
(التسخين أكثر من اللازم أو إدخال الشوائب).
عملية التشغيل حسب المواصفات.
عملية التشغيل الاعتيادية.

فتحات الصب والأجزاء الدوارة – وعادة ما يعاد طحنها وإعادة تصنيفها بكميات
تتفاوت من ١ إلى ١٥ من إجمالي المادة المدخلة في العملية. نحو ١٪ من
المطحونات القذرة، غسل الأرضيات، والكتل التي تغسل بالغاز والأجزاء المشكولة
ولكن ملوثة.

٢ – ٣٪ خردة من عمليات البثق الشائعة.
مقدار يبلغ من ٤٠ – ٥٠٪ خردة من البنود التي تصنع من كمية القضبان الكلية
وبداية التشغيل والأغشية المتبقية والمرفوضة وتنظيف جزء التشكيل بالغاز
توليد الخردة ١٥٪ PVC، ٤٠٪ PP أغشية البروبيلين PP ٦٪ فقدان في التغليف
بالبتق

٩ – ١٠٪ خردة (٢٠٪ في بعض الأحيان) وبيع عادة إلى الصناعات التحويلية
لا ينتج عنه أي خردة في الواقع
مقدار الأجزاء الزائدة المطلوب إزالتها تعتمد على الطول الزائد لأنبوب النفخ
اللداني

إزالة الأقسام المفتوحة ومقادير ضئيلة من الريش
لا تنشأ أجزاء تتطلب الإزالة، وحيث أن المادة تشكل محلولاً صلباً على قالب
وتظل هناك فرصة كبيرة لتلوث البلمرات السائلة plastisol، أو حمام الجوامد على
قاعدة مميعة مما ينتج عنه أجزاء مرفوضة.

الفقدان من ٣ إلى ٥٪
التساقطات من آلة المزج وقضبان الصقل (> ١٪) رايش القص، المقدمة والقشر
والمخلفات (٦-٧٪)

المنشأ/النشاط المولد للنفايات

خلاط بانبري للمزج الجاف
تشكيل المركبات بالبتق

التشكيل بالحقن

بتق المواسير، القضبان والأنابيب
والجانبية ونفخ الرقائق الشفافة،
والصفائح وصنع طبقات التغليف بالبتق

البثق المشترك Coextrusion
القولبة بالنفخ المحقون

Injection blow moulding

القولبة بأنبوب ميثوق

Extrusion blow moulding

القولبة بالتدوير

Rotational moulding

القولبة بالغمس والتشكيل بالتسخين
والتدوير في آن واحد

السبك Casting

الصقل Calendering

نوع النفاية وكميتها

المنشأ/النشاط المولد للنفايات

مقادير كبيرة من الرايش (المادة الدقيقة المتخلفة) تصل إلى ٨٪ في عمليات التصفيح بالضغط العالي

القولبة

Thermoforming

الرايش الجانبي أو شظايا الخردة عند تشكيل علامات، حقائب إلخ ناتجة من الصفائح.

٦ - ١٠٪ خردة، قليل منها يمكن إعادة تدويره

عمل طبقة خارجية بفرش اللدن

Spreader coating

٥ - ١٠٪ في PC المتزايد الحجم

لدائن خلوية

Cellular plastics

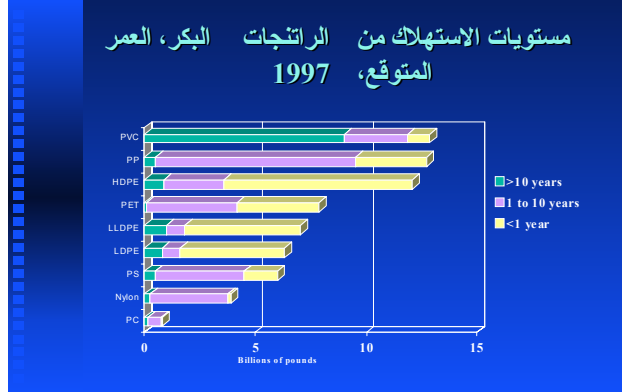
٢ - ٥٪ رايش (مادة زائدة)

القولبة

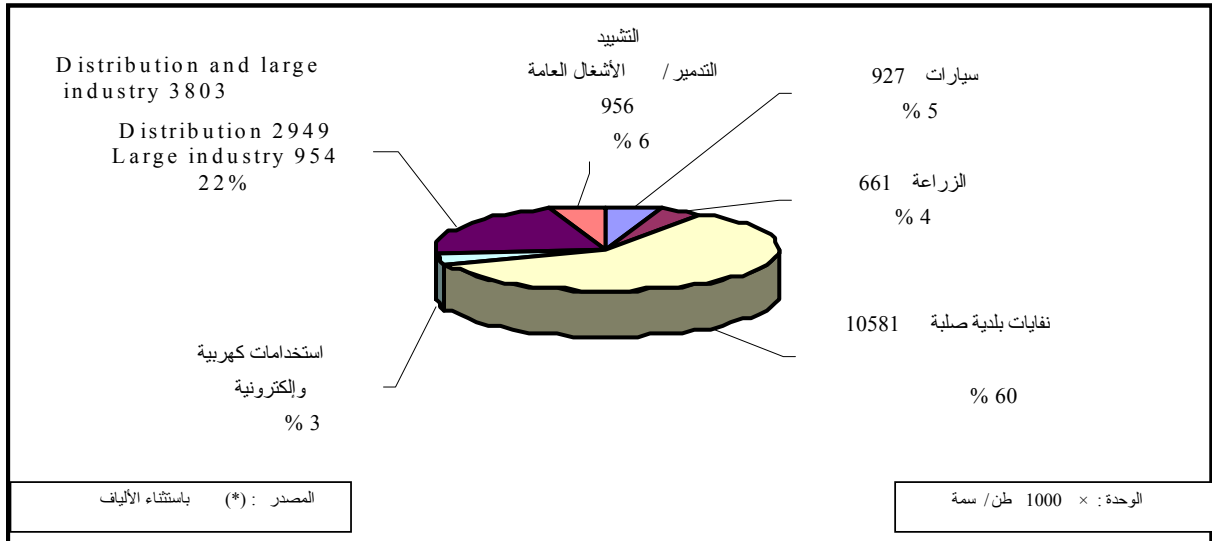
المصدر: مكافحة التلوث في صناعة اللدائن والكاوتشوك الصفحات ١٣٤ - ١٦٣ تأليف (Noyes Data Corp., Park M. Sittig Ridge. N.J. 1975)

التذييل ١٣

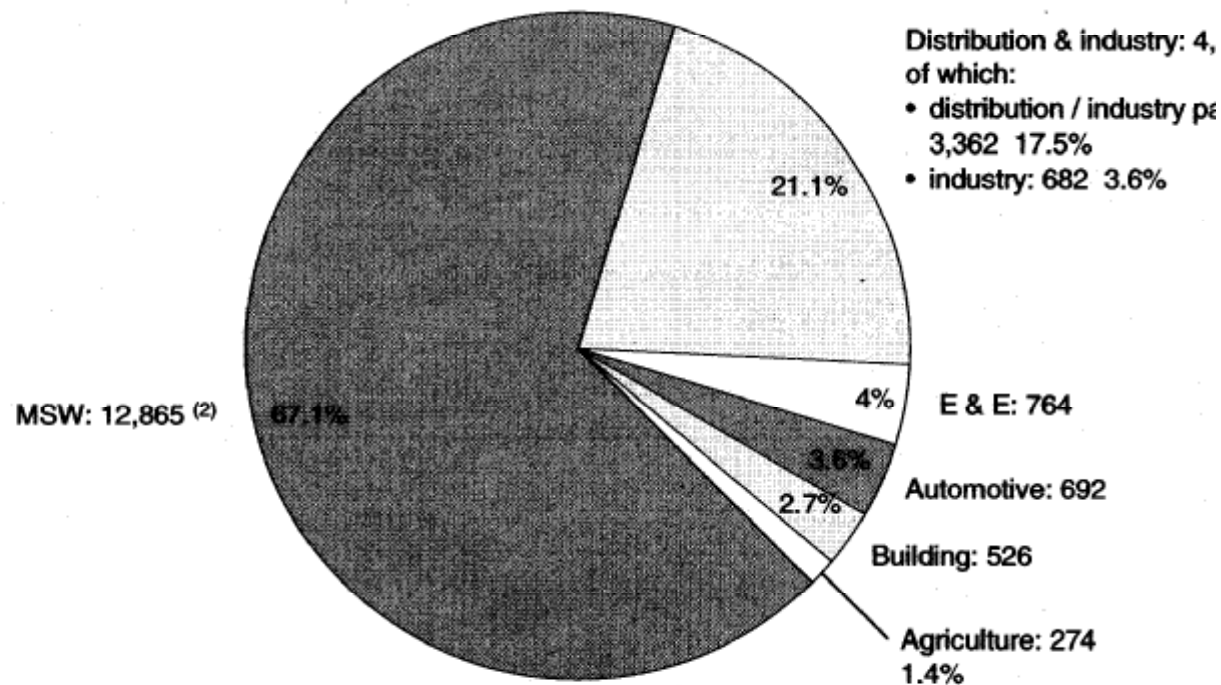
□ مستويات الاستهلاك من الراتنجات البكر، العمر المتوقع، ١٩٩٧



مجموع النفايات اللدانية فيما بعد الاستخدام حسب مصدر النفاية (*) أوروبا الغربية، ١٩٩٤
(نفايات لدانية فيما بعد الاستخدام: ١٧ ٥٠٥ ٠٠٠ طن)



Total: 19,166,000 tonnes (1)



Source: TN SOFRES Consulting, Ministries of environment, waste management organisations

(1) Collectable available waste

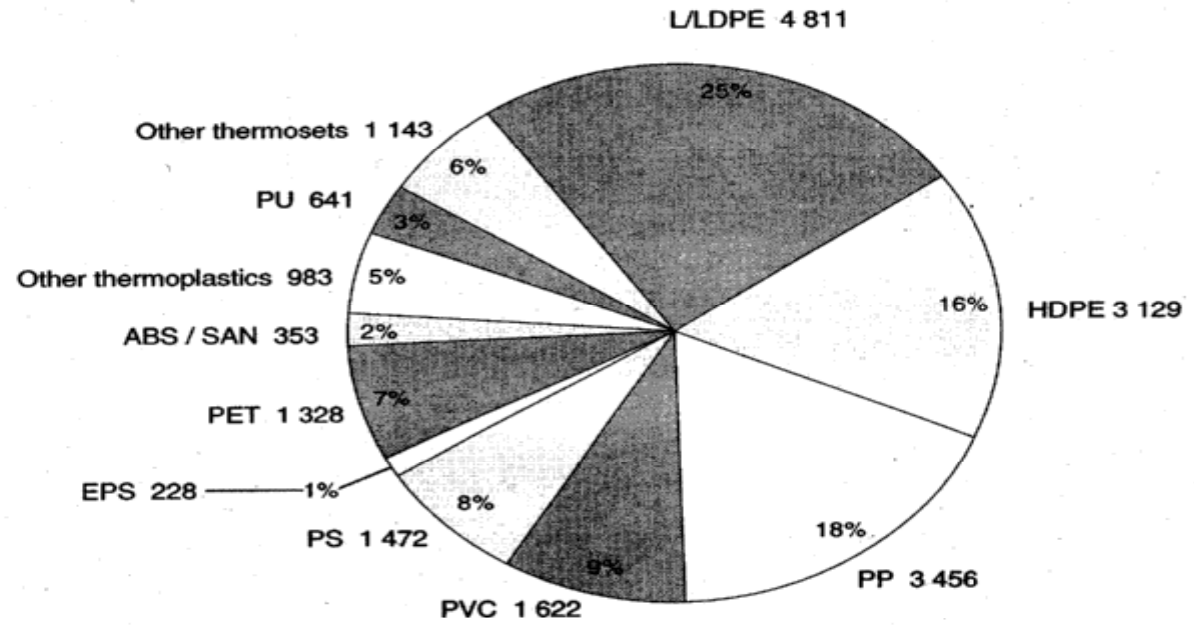
(2) Households: 80/90% / Assimilated: 10/20% (small shops and offices are also included). Distribution / industrial waste is not included

(3) Supermarkets, industries

TAYLOR NELSON SOFRES - Consulting

Information system on plastic waste management in Western Europe - European overview - 1999 Data (January 2001)

Total: 19,166,000 tonnes ⁽¹⁾



Source: TN SOFRES Consulting
(1) Collectable available waste

TAYLOR NELSON SOFRES - Consulting
Information system on plastic waste management in Western Europe - European overview - 1999 Data (January 2001)