

Distr.
GENERAL

UNEP/CHW.6/22
8 August 2002

ARABIC
ORIGINAL: ENGLISH



برنامج الأمم المتحدة للبيئة



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

الاجتماع السادس

جنيف، ٩ - ١٣ كانون الأول/ديسمبر ٢٠٠٢
البند ٦ (هـ) '٢٤' من جدول الأعمال المؤقت*

النظر في تنفيذ اتفاقية بازل

المسائل التقنية: إعداد المبادئ التوجيهية التقنية

المبادئ التوجيهية التقنية للإدارة السليمة بيئياً لنفايات بطاريات الرصاص الحمضية

مذكرة الأمانة

أولاً- معلومات أساسية

١ - حدد الفريق العامل الفني، خلال دورته الحادية عشرة في أيلول/سبتمبر ١٩٩٦ عملية إعداد المبادئ التوجيهية الفنية بشأن نفايات العيادات ونفايات البطاريات وإطارات الهواء المضغوط المستعملة كجزء من برنامج عمله. وخلال الدورة الثالثة عشرة للفريق العامل الفني في ١٩٩٨، أبلغت البرازيل الاجتماع أنها ستدرس المساعدة في بدء الأعمال الخاصة بنفايات البطاريات. واعتمد الاجتماع الخامس لمؤتمر الأطراف في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٩، برنامج عمل الفريق العامل الفني الذي شمل إعداد مبادئ توجيهية فنية بشأن نفايات البطاريات.

UNEP/CHW.6/1

*

051102

K0262233

لدواعي الاقتصاد في النفقات يوجد عدد محدود من هذه الوثيقة ويرجى من المندوبين التفضل باصطحاب نسخهم إلى الاجتماعات وعدم طلب نسخ إضافية.

ثانيا - التنفيذ

٢ - وخلال الدورات السادسة عشرة والسابعة عشرة والثامنة عشرة للفريق العامل الفني في نيسان/أبريل ٢٠٠٠ وتشرين الأول/أكتوبر ٢٠٠٠ وحزيران/يونيه ٢٠٠١ على التوالي قدمت البرازيل باعتبارها الفريق القائد مشروعات مبادئ توجيهية فنية بشأن إدارة النفايات المحتوية على رصاص وحامض. وقد استندت نصوص هذه المشروعات إلى الاتفاق الذي تم التوصل إليه والتعليقات التي وصلت من الأطراف والبلدان الموقعة والمنظمات غير الحكومية.

٣ - ودرس الفريق العامل الفني خلال دورتها التاسعة عشرة في كانون الثاني/يناير ٢٠٠٢ النسخة المعدلة المدمجة للمبادئ التوجيهية واعتمد المبادئ التوجيهية على أساس مؤقت. وخلال دورته العشرين في أيار/مايو ٢٠٠٢، اعتمد الفريق العامل الفني المبادئ التوجيهية الفنية ووافق على تقديم هذه المبادئ إلى الدورة السادسة لمؤتمر الأطراف للنظر والموافقة عليها في نهاية الأمر.

ثالثا - الإجراء المقترح

٤ - إن المؤتمر،

إذ يرحب بإعداد المبادئ التوجيهية الفنية للإدارة السليمة من الناحية البيئية لنفايات بطاريات الرصاص الحمضية والجهود التي بذلتها البرازيل في قيادة هذا العمل،

وإذ يراعي أن المبادئ التوجيهية الفنية للإدارة السليمة من الناحية البيئية لنفايات بطاريات الرصاص الحمضية قد اعتمدها الفريق العامل الفني وترد في الوثيقة UNEP/CHW.6/22،

١ - يعتمد المبادئ التوجيهية الفنية للإدارة السليمة من الناحية البيئية لنفايات بطاريات الرصاص الحمضية على النحو الوارد في الوثيقة UNEP/CHW.6/22؛

٢ - يشجع الأطراف وغيرهم على استخدام المبادئ التوجيهية الفنية المعتمدة، حسب مقتضى الحال، لضمان الإدارة السليمة من الناحية البيئية لهذه النفايات.

مرفق

المبادئ التوجيهية التقنية للإدارة السليمة بيئياً
لنفايات بطاريات الرصاص الحمضية

بيان المحتويات

٧	مقدمة
٧	لماذا إعادة التدوير؟
٩	١ - معلومات أساسية تاريخية
١٠	٢ - البيانات الفنية عن بطاريات الرصاص الحمضية
١٠	١-٢ المفاهيم والتعاريف
١٢	٢-٢ الوصف
١٤	٣-٢ التشغيل
١٥	٤-٢ الأنواع والاستخدامات
١٥	٥-٢ مدة البقاء
١٧	٣ - إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية - خطوات ما قبل إعادة التدوير
١٧	١-٣ خطوات ما قبل إعادة التدوير
١٧	٢-٣ الجمع
١٩	٣-٣ النقل
٢٠	٤-٣ التخزين
٢١	٤ - إعادة دوران بطاريات الرصاص الحمضية
٢١	١-٤ تقطيع البطاريات
٢٢	٤-١-١ معلومات تاريخية أساسية عن تقطيع البطاريات
٢٣	٤-١-٢ عملية تقطيع البطاريات الحديثة
٢٤	٤-١-٣ تقطيع البطارية: المصادر المحتملة لتلوث البيئي
٢٥	٢-٤ اختزال الرصاص
٢٦	٤-٢-١ طرق التحليل المعدني الحراري
٢٨	٤-٢-٢ طرق المعالجة بالسوائل لاستخلاص المعادن
٢٩	٤-٢-٣ اختزال الرصاص: المصادر المحتملة لتلوث البيئة
٣١	٤-٣ تكرير الرصاص
٣١	٤-٣-١ التكرير بطرق المعالجة بالحرارة
٣٣	٤-٣-٢ تكرير الرصاص: المصادر المحتملة لتلوث البيئة
٣٤	٥ - مراقبة البيئة
٣٤	٥-١ التخطيط لإقامة معمل تدوير الرصاص - تقييم الأثر البيئي
٣٦	٥-٢ التحسينات التكنولوجية
٣٦	٥-٢-١ معالجة مصدر التلوث ومنع التلوث
٣٦	٥-٢-١-١ الالكتروليت الحمضي والمخلفات
٣٧	٥-٢-١-٢ جمع الغبار وتنقية الهواء
٣٧	٥-٢-١-٣ الانبعاثات الهارية
٣٨	٥-٢-١-٤ التخلص من ثاني أكسيد الكبريت
٣٨	٥-٢-١-٥ استخدام الأكسجين
٣٨	٥-٢-١-٦ اختيارات عامل الصهر وتشبيث الخبث
٣٩	٥-٢-١-٧ إعادة تدوير المواد العضوية الثقيلة
٣٩	٥-٢-١-٨ إعادة تدوير البوليبيروبيلين
٣٩	٥-٢-١-٩ الوجهة السليمة للنفايات غير القابلة للاستعادة
٤٠	

- ٤٠ ٣-٥ رصد البيئة
- ٤٢ ١-٣-٥ تدابير المراقبة
- ٤٢ ٢-٣-٥ تدابير الرصد
- ٤٤ ٣-٣-٥ الديوكسين
- ٤٤ ٦ – الجوانب الصحية
- ٤٤ ١-٦ اعتبارات عامة
- ٤٥ ٢-٦ دينامية السموم
- ٤٥ ١-٢-٦ الامتصاص والتوزيع والإنهاء
- ٤٧ ٢-٢-٦ السمية والآثار الصحية
- ٤٨ ٣-٦ حدود التعرض
- ٤٨ ١-٣-٦ الحدود المهنية
- ٤٩ ٢-٣-٦ الحدود القصوى البيئية
- ٥٠ ٤-٦ الوقاية والمراقبة
- ٥٠ ١-٤-٦ التدابير المقترحة للوقاية والمكافحة
- ٥١ ٢-٤-٦ المراقبة الطبية المقترحة
- ٥١ ٣-٤-٦ فترة المراقبة
- ٥٢ ٧ – عوامل النجاح: الخطوات الرئيسية لتنفيذ برنامج لإعادة تدوير الرصاص
- ٥٢ ١-٧ رصد وتحديد الأولويات القطرية
- ٥٣ ١-١-٧ إعادة التدوير الخارجي
- ٥٣ ٢-١-٧ إعادة التدوير الداخلي
- ٥٣ ٣-١-٧ الحمول القطرية
- ٥٤ ٢-٧ إقامة نظم للتجمع: أطر السياسات
- ٥٦ ١-٢-٧ نظام مبسط للتوزيع – الإرجاع
- ٥٧ ٢-٧ شبكة التجميع
- ٥٨ ٣-٢-٧ نظام إعادة الإعادة الذي تدعمه جهة التصنيع
- ٥٩ ٤-٢-٧ نظام التوزيع – الإعادة
- ٥٩ ٣-٧ تحسين الاتصال
- ٦١ ٨ – بطاريات الرصاص الحمضية والبيانات الاحصائية عن الرصاص
- ٦١ ١-٨ الرصاص الأولي
- ٦١ ١-١-٨ الرصاص الأولي: الانتاج العالمي من المراكز
- ٦٢ ٢-١-٨ الرصاص الأولي: الانتاج العالمي من الرصاص المعدني
- ٦٣ ٣-١-٨ الرصاص الأولي: الاستهلاك العالمي من الرصاص المعدني
- ٦٣ ٤-١-٨ الرصاص الأولي: استخدامات الرصاص المعدني
- ٦٤ ٢-٨ الرصاص الثانوي
- ٦٤ ١-٢-٨ انتاج الرصاص الثانوي
- ٦٤ ٢-٢-٨ الرصاص الثانوي: نسبة الرصاص الثانوي في الانتاج القطري
- ٦٥ ٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية
- ٦٥ ١-٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية: الانتاج السنوي
- ٦٦ ٢-٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية: الاستخدامات
- ٦٧ ٣-٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية: مدة البقاء
- ٦٧ ٤-٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية: التركيبة
- ٦٨

٩ - اعتبارات أخيرة

٧٠	المرفق الأول - تقييم الآثار البيئية: الهيكل المقترح
٧٣	المرفق الثاني - الآثار السامة للرصاص على الإنسان
٧٥	قائمة المختصرات
٧٧	البليوغرافيا

مقدمة

١ - تعاد في معظم البلدان هذه الأيام بطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة لإعادة استخدام الرصاص. غير أنه نظرا إلى أن البطاريات العادية تحتوي أيضا على حامض الكبريت والعديد من أنواع البلاستيك، فإن عمليات إعادة الاستخدام قد تكون عملية خطيرة محتملة إذا لم يتم التحكم فيها بصورة سليمة. ولذا فإن الغرض من هذه المبادئ التوجيهية الفنية هو توفير إرشادات للبلدان التي تخطط لتحسين قدراتها على إدارة نفايات بطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة. وقد اتبع نهج شامل وقدمت معلومات واضحة عن العديد من القضايا ذات الصلة بهذه النفايات ومن المتوقع أن يكون البلد الذي يستخدم هذه المبادئ التوجيهية قادرا على تحسين إجراءاته ذات الصلة بالجوانب التالية:

- (أ) حماية وتحسين نوعية البيئة؛
- (ب) حماية صحة سكانه؛
- (ج) تطبيق تكنولوجيات نظيفة للتقليل لأدنى حد ممكن من توليد النفايات؛
- (د) تطبيق تدابير إعادة الاستخدام أو إعادة التدوير كوسيلة لحماية الموارد الطبيعية غير المتجددة والتقليل من استهلاك الطاقة؛
- (هـ) تطبيق الإدارة السليمة من الناحية البيئية لبطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة؛
- (و) إقامة نظام مستدام ومنظم لاستخدام الرصاص؛
- (ز) تطبيق خطط إدارة لنفايات الرصاص؛
- (ح) تحقيق منافع اجتماعية واقتصادية وبيئية من خلال الإدارة السليمة من الناحية البيئية لنفايات الرصاص.

٢ - كما أنه يتعين على المرء أن يلاحظ أن هذه الخطوط لم تشمل أية تكنولوجيات. وبدلا من ذلك فسوف يطبق نهج عريض لدى مناقشة الموضوعات العامة ذات الصلة بإعادة تدوير الرصاص ويطلب من القارئ، للحصول على معلومات نوعية عن التكنولوجيات، الإطلاع على قائمة المراجع الواردة في نهاية هذا النص.

لماذا إعادة التدوير؟

٣ - تعتبر عملية إعادة التدوير عنصرا أساسيا في التنمية المستدامة وتوفر استخدامات معقولة للموارد الطبيعية الشحيحة أو التي يحتمل أن تصبح شحيحة مثل الرصاص. وهناك مزايا قوية في عملية إعادة التدوير:

(أ) **تمديد فترة حياة الموارد الطبيعية** – فعلى الرغم من أن هناك ترسيبات للخم غير مكتشفة في جميع أنحاء العالم، فإنها سوف تنتهي في نهاية الأمر ويرتبط هذا الحد بمعدل استخدامها. ولذا فإن عملية إعادة التدوير تمد من فترة حياة هذه الترسبات؛

(ب) **الحد من التكاليف النقدية** – فالمواد الثانوية توفر وسيلة للاقتصاد النقدي من خلال: (أ) أنها عمليات أقل تكلفة لاستعادة المعادن الرئيسية؛ (ب) التقليل من الاعتماد على المواد المستوردة؛ (ج) الحد من التكاليف الاستثمارية للمعدات؛ (د) التقليل من إنتاج النفايات ولاسيما نفايات المستخلصات الأولية؛

(ج) **الحفاظ على الطاقة** – ونظرا لأن القليل من المعادن الموجود في الطبيعة هو الذي يتخذ أشكالا جاهزة للاستعمال، فإن عمليات إعادة التدوير تتيح إنتاج المعادن بنسبة نقل بنحو ٢٥ في المائة أو أقل^(١) من ذلك من الطاقة المستخدمة في العمليات الرئيسية. وعلاوة على ذلك، فإنه نظرا لأن معظم عمليات المعادن الرئيسية يتطلب إجراءات كثيفة الطاقة تعتمد عادة على الوقود الأحفوري كما هو الحال في الأفران مثلا، فإن عملية إعادة التدوير توفر وسيلة للحد من التلوث.

٤ - وعلاوة على هذه الجوانب التي تنطبق على جميع عمليات إعادة تدوير المعادن، فإن الرصاص نفسه ينطوي على بعض العوامل الهامة التي تجعل من إعادة تدويره أمرا أكثر سلامة من الناحية البيئية:

(أ) **السمية الموجهة إلى البيئة وصحة الإنسان** – من المعروف جيدا العواقب الوخيمة من التعرض للرصاص سواء كان تعرضا من جانب الإنسان أو البيئة. وعلى ذلك، فإن من المعقول التفكير في أن انعدام نظام إعادة تدوير الرصاص سيؤدي إلى حدوث زيادة كبيرة في مخاطر التعرض بالنظر إلى أن نفايات الرصاص سوف تتخذ مسارات غير سليمة من الناحية البيئية.

(ب) **قابلية التدوير على نطاق واسع** – فالواقع أن حقيقة أن الرصاص يتميز بانخفاض نقطة الانصهار فيه وأن من السهل تنقيته من الشوائب يزيد من قابليته لإعادة التدوير أي الحالة الفنية النسبية أو إمكانية عزل الرصاص عن الشوائب وإعادة إدخاله في مسار المواد الخام؛

(ج) **السوق الكبير** – فالرصاص يتمتع بسوق كبيرة واعتمادا على البلد ينطوي على نظام للجمع حسن التنظيم بصورة معقولة تصل إلى ٩٦ في المائة من المنتج المعين الذي يتسم بفترة حياة قصيرة وقابلة للتنبؤ: بطاريات التشغيل والإضاءة والإشعال.

٥ - ويصبح من الواضح، مما تقدم، أن بعض وجهات هذه المواد مثل مقالب القمامة والمحارق وغير ذلك لا يمكن أن تعتبر إدارة سليمة من الناحية البيئية لنفايات الرصاص ولا يتعلق ذلك بأسباب اقتصادية فحسب بل وكذلك لأسباب صحية وبيئية.

٦ - وما أن يتم الاعتراف بذلك، فإن عمليات إعادة التدوير تصبح ردا سليما من الناحية التكنولوجية للمشكلة بالنظر إلى أن بوسع هذه العملية، إذا ما طبقت بصورة سليمة وبطريقة محكمة أن توفر حلا سليما

(١) هينستوك، دراسة المجلس الدولي للمعادن والبيئة.

من الناحية الاقتصادية وصالحا من الناحية البيئية. ولذا ينبغي تطبيق عملية إعادة تدوير الرصاص باعتبارها حلا أمثل للإدارة السليمة من الناحية البيئية لنفايات بطاريات الرصاص الحمضية.

١ - معلومات أساسية تاريخية

٧ - تعرف الخصائص الفيزيائية والكيمائية للرصاص وقابليته للطرق ومقاومته للتآكل منذ الحضارات القديمة. فالرصاص يتم استخراجة وصهره في الواقع منذ ما لا يقل عن ٨ آلاف سنة. وتؤكد ذلك الأعمال الفنية الموجودة في مختلف المتاحف والقصص القديمة وغير ذلك من الكتابات بما في ذلك سفر الخروج الإنجيلي. وخرز الرصاص الذي عثر عليه فيما يعرف الآن باسم تركيا يعود تاريخه إلى نحو عام ٦٥٠٠ قبل الميلاد، وذكر أن المصريين استخدموا الرصاص مع الذهب والفضة والنحاس في تاريخ مبكر يرجع إلى عام ٥٠٠٠ قبل الميلاد مما يشير إلى أن تكنولوجيا إنتاج الرصاص المعدني من خلال الصهر المختزل في وجود مصادر الكربون قد انتشرت ببطء من الصين إلى الشرق الأوسط ومن هناك إلى أفريقيا في الألفية السادسة والخامسة قبل الميلاد. وفي مصر الفرعونية، استخدمت مركبات الرصاص لتلميع الأواني وعمل السبائك فضلا عن تحويله إلى مشغولات للزينة. ويوجد في المتحف البريطاني تمثال من الرصاص وجد في معبد أوزوريس في مدينة أبيدوس القديمة في غربي الأناضول يرجع تاريخه إلى عام ٣٥٠٠ قبل الميلاد.

٨ - وكانت أنابيب المياه في روما من أهم الاستخدامات التاريخية للرصاص. وقد تم تصنيع الأنابيب من الرصاص بطول ثلاثة أمتار وبأعداد كبيرة من الأقطار وصلت إلى ١٥ قطرا معياريا. وما زال الكثير من هذه الأنابيب في حالة ممتازة وقد اكتشف في روما الحديثة وفي إنجلترا. ويرجع أصل الكلمة الرومانية *plumbum* التي تعني وصلات المياه المصنوعة من الرصاص إلى كلمة *plumbing* باللغة الإنكليزية. وكان هناك في حكم قسطنطين نحو ٨٠٠٠ طن من الأنابيب المصنوعة من الرصاص في روما. وتشير التقديرات التقريبية إلى أن إنتاج الرصاص في الإمبراطورية الرومانية قد بلغ ١٥ مليون طن خلال ٤ قرون.

٩ - وقد حذر ماركوس فيتروفياس فوليو، وهو معماري ومهندس روماني يعود إلى القرن الأول قبل الميلاد من استخدام أنابيب الرصاص في نقل المياه وأوصى باستخدام الأنابيب المصنوعة من الفخار بدلا من ذلك. كما أشار فيتروفياس في كتاباته إلى اللون الشاحب للعمال الذين يعملون في مصانع الرصاص في ذلك اليوم ولاحظ أن الدخان المتصاعد من الرصاص المنصهر يدمر "حيوية الدم". ومن ناحية أخرى كان هناك الكثير من الأشخاص الذين كانوا يعتقدون أن للرصاص خصائص طبية مفيدة. وكتب بليني وهو باحث روماني في القرن الأول بعد الميلاد عن استخدام الرصاص لإزالة الندبات في شكل مراهم أو كعنصر في شكل لصقات لعلاج القرحة وغير ذلك من الاستخدامات الصحية. كما كان الرومان يعلمون بمقاومة الرصاص للتآكل وكانت البحرية الرومانية مستخدما كبيرا لهذا المعدن. وقد اكتشفت بحوث الغواصات في البحر المتوسط سفن شراعية رومانية مطلية بالرصاص من جميع الجهات.

١٠ - وبعد الفترة الرومانية وخلال العصور الوسطى استمر استغلال الرصاص واستخدامه في النمو. وفي هذه الفترة أخذت صناعة الأنابيب في التطور وبدلا من لف صفائح الرصاص بدأ المصنعون في إسقاط سلندر بارد بحجم القطر الداخلي المطلوب في المعدن السائل. غير أن الأنابيب لم تكن هي المستخدم الرئيسي لهذا المعدن في العصور الوسطى. إذ كان يستخدم أيضا في تغطية الأسقف في الكاتدرائيات والمباني وفي تصنيع

وصلات اللحام وفي تركيب النوافذ المصنوعة من الزجاج الملون كما أنه وجد استخداما جديدا مع اكتشاف الطباعة.

١١ - وفي عام ١٨٥٩، اكتشف عالم الطبيعة الفرنسي جاستون بلانتين أن زوجين من أكسيد الرصاص والالكترود من معدن الرصاص ينتجان، لدى غمرهما في الكتروليت حامض الكبريت طاقة كهربائية ويمكن بعد ذلك إعادة شحنها. وأدخلت بعد ذلك سلسلة من التحسينات الفنية بواسطة باحثين آخرين مما أدى إلى إنتاج بطاريات تخزين الرصاص الحمضية في عام ١٨٨٩. وكان الارتفاع ضخم في أسواق البطاريات في القرن العشرين (ساهم في نهاية الأمر بنحو ٧٥ في المائة من إنتاج الرصاص في العالم) يوازي إلى حد كبير الارتفاع في إنتاج السيارات التي تستخدم فيها البطاريات للتشغيل والإضاءة والإشعال (بطاريات التشغيل الإضاءة الإشعال).

١٢ - وثمة منتج بارز آخر من الرصاص هو رصاص التترافيل الذي هو عبارة عن مادة مضافة إلى البنزين اخترع عام ١٩٢١ لحل مشكلات "المفرقات" التي كانت شائعة مع اختراع آلات الضغط العالي التي تعمل في درجات حرارة مرتفعة. وبعد أن وصل استخدام الرصاص إلى ذروته بعد ذلك بخمسين عاما انخفض استخدام مركبات الرصاص هذه بعد أن أصبح تركيب المحولات الحفازة أمرا إلزاميا على شبكة العادم الخاصة بسيارات الركوب وكذلك بسبب قوانين حماية البيئة.

١٣ - وعلى الرغم من الزيادة المستمرة في استخدامات الرصاص خلال الخمسة آلاف عام الأخيرة، لم يتخذ استهلاك واستغلال مناجم هذا المعدن وتيرة صناعية إلا بعد القرن التاسع عشر. وتشير التقديرات إلى أن استهلاك الرصاص منذ عصر ما قبل التاريخ لم يتجاوز إلا بالكاد ٣٠ مليون طن حتى ذلك الوقت وكان الاستهلاك الفعلي نحو ٥ ملايين طن سنويا.

٢ - البيانات الفنية عن بطاريات الرصاص الحمضية

١-٢ المفاهيم والتعاريف

البطارية: جهاز كهربائي كيميائي يوفر طاقة كهربائية من خلال الاستخدام المحكوم للتفاعلات الكيميائية. وتستخدم بعض البطاريات التفاعلات الكيميائية العكسية ويمكن إعادة شحنها مثل بطاريات الرصاص الحمضية في حين أن البعض الآخر يستخدم تفاعلات غير عكسية وله فترة حياة مفيدة واحدة فقط.

سعة البطارية: كمية الكهرباء التي يمكن أن تطلقها البطارية قبيل أن ينخفض الفولت دون الحد النهائي لفترة شحن تبلغ ١٠ ساعات. وتحسب السعة على أساس أمبير/سعة.

الصندوق أو الغلاف: العبوة المقسمة تقسيمات فرعية بجدران وسيطة حيث يتم إدراج العناصر المختلفة جنبا إلى جنب مع الالكتروليت.

الغطاء: الجزء المتوخي أن يغلق صندوق البطارية.

الخلية أو الخلية الكهربية الكيماوية: مولد كهربائي يتكون مما لا يقل عن تفاعلين كهربائيين كيماويين (يطلق عليه اسم تفاعلات شبه خلوية) أحدهما ذات طابع مختزل والأخر ذات طابع مؤكسد.

الشحن: عملية يتم من خلالها التزود بطاقة كهربائية من خلال مصدر كهربائي خارجي وتحويلها إلى طاقة كيماوية في البطارية.

الموصلات: موصل رصاصي معدني يستخدم لا في ربط الصفائح الفردية معا فقط في تكوين العناصر ولكن أيضا لربط العناصر بعضها ببعض مما يكون دائرة كهربائية داخلية.

المركم الكهربائي: جهاز يتكون بواسطة الالكتروليت وعنصر ووعاء لضمهما. وهو قادر على تخزين الطاقة الكهربية في صورة طاقة كيماوية وإطلاق هذه الطاقة عندما توصل بدائرة استهلاك خارجية. ومركم الرصاص الحمضي أو بطارية الرصاص الحمضية عبارة عن مرقم كهربائي تتكون المادة الفعالة في الصفائح الموجبة من مركبات الرصاص وتتكون المادة الفعالة في الصفائح السالبة من الرصاص أساسا حيث أن الالكتروليت عبارة عن محلول حامض الكبريت المخفف.

الالكتروليت: موصل أيوني يتم غمر الصفائح في الالكتروليت في بطاريات الرصاص الحمضية عبارة عن محلول مخفف من حامض الكبريت يمثل ٣٦ في المائة من حيث الوزن (٤٠٠ غرام من حامض الكبريت لكل لتر من الماء المقطر). ويتحدد شحن البطارية على أساس الجاذبية النوعية أو كثافة الالكتروليت فيها: فالبطارية كاملة الشحن تشمل الالكتروليت بكثافة قدرها ١,٢٧٠ كيلو غرام^(١).

العنصر: عبارة عن سلسلة من الصفائح السالبة والموجبة توضع بصورة متوالية وتعزل عن بعضها البعض بعازل للصفائح. ويتم ربط الصفائح التي من نفس القطب كهربيا ببعضها البعض. ولذا فإن العنصر قد يعتبر مجموعة من الخلايا الكيماوية الكهربية في اتصال متوازن.

الصفائح السالبة أو الأنود: الصفائح التي تحدث فيها التفاعلات المؤكسدة.

الفولت الأسمي: هناك نوعان من الفولت الأسمي:

(أ) **الفولت الأسمي الخلوي:** وهو الفولت الذي يستطيع أن توفره التفاعلات الكيماوية المستخدمة في البطارية ويعمل ذلك في حالة بطاريات الرصاص الحمضية 2V.

(ب) **الفولت الأسمي المركم:** وهو دالة على الطريقة التي يتم بها توصيل الكثير من الخلايا في شكل سلاسل: يوجد عادة في بطاريات السيارات في الخلايا في تسلسل ومن ثم توفر (2V في ست خلايا) 2V ١ من الفولت الأسمي.

عازل الصفائح أو الفاصل: مكون يدرج بين الصفائح الكهربية المتتابعة في بطارية ويتكون من البوليفيلين والبي سي الذي كان شائعا في السابق وورق من الكرتون أو غير ذلك من المواد المسامية التي يمكن أن

يتسرب منها الألكتروليت. ومن الضروري لتلافي الاتصال المعدني بين الصفائح ذات القطبين المختلفين ضمان وجود فاصل بينها.

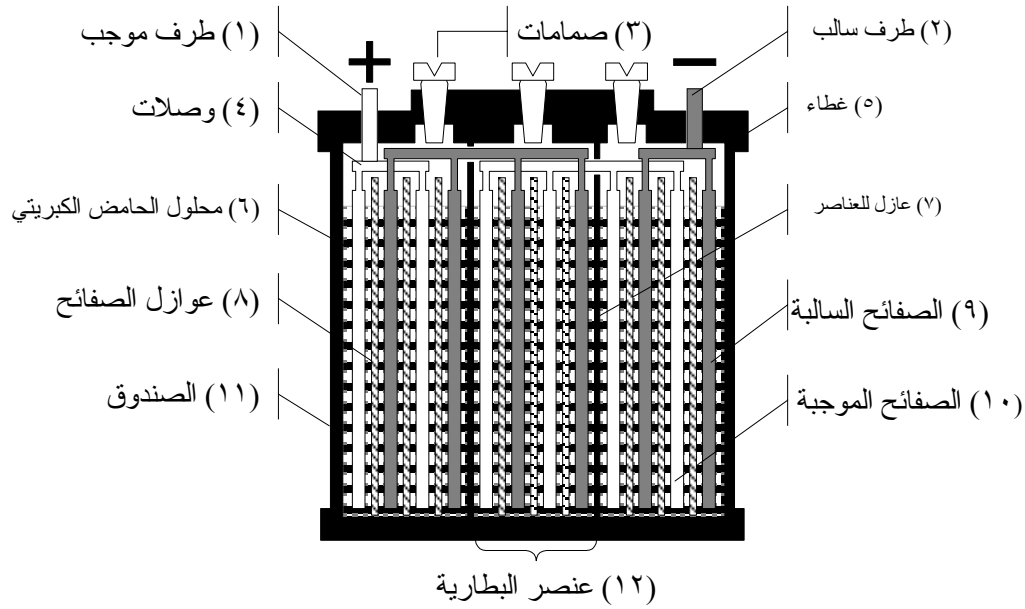
الصمام أو غطاء التهوية: جزء متحرك يهدف إلى إتاحة خروج الغازات وفحص مستوى الألكتروليت والمحافظة عليه.

الصفائح الموجبة أو الكاثود: صفائح تحدث فيها التفاعلات المختزلة.

مانع التسرب: مادة تستخدم لإغلاق غطاء صندوق البطارية.

٢-٢ الوصف

١٤ - بصرف النظر عن مهمة البطارية المقررة، تتكون بطارية الرصاص الحمضية من المكونات التالية:



الشكل ١: مكونات بطارية الرصاص الحمضية وهيكلها الداخلي

(أ) الطرفان الموجب نمرة ١ والسالب نمرة ٢: مصنوعان من الرصاص وهما المكان الذي يتم بها توصيل أجهزة المستهلك الكهربائية الخارجية.

(ب) الصمامات (٣): عنصر من عناصر كل بطارية حيث يمكن تغيير المياه المقطرة/ الخالية من التآين عندما يحتاج الأمر إلى ذلك وكذلك لتوفير منفذ لخروج الغازات التي تتكون في الخلايا؛

(ج) المصولات (٤): وهي مصنوعة من الرصاص والتي تصنع الوصلة الكهربائية بين الصفائح التي من نفس القطب وكذلك الوصلة الكهربائية عن العناصر المنفصلة عن بعضها البعض؛

(د) **الغطاء (٥) والصندوق (١١):** كانت تصنع في الأصل من الأبونايت ولكن من الشائع الآن صنعها إما من البروبلين أو الكوبوليمير؛

(هـ) **محلول الحامض الكبريتي (٦):** وهو الكتروليت البطارية؛

(و) **عوازل العناصر (٧):** وهي عادة جزء من الصندوق وتصنع من نفس المواد. وتوفر العزل الكيماوي والكهربي فيما بين العناصر الكهربائية. ويتم الوصل بينها في شكل متسلسل من أجل زيادة الفولت النهائي للبطارية؛

(ز) **عوازل الصفائح (٨):** وهي مصنوعة من مادة البي في سي أو غير ذلك من المواد المسامية وهي تحول دون الاتصال المادي بين صفيحتين متجاورتين ولكنها تتيح في نفس الوقت حرية حركة الأيونات في محلول الإلكتروليت؛

(ح) **الصفائح السالبة (٩):** وتتشكل بواسطة حزام من الرصاص المعدني يغطيه معجون من ثاني أكسيد الرصاص؛

(ط) **الصفائح الموجبة (١٠):** وتتشكل من صفائح من الرصاص المعدني؛

(ي) **عنصر البطارية (١١):** سلسلة من الصفائح السالبة والموجبة توضع على التوالي ويتم الفصل بين كل منها بعوازل الصفائح. ويتم ربط للصفائح التي بنفس القطب كهربائياً.

١٥ - وتتشكل صفائح البطارية من هياكل من الرصاص المعدني تعرف باسم الأحزمة ويغطيها معجون ثاني أكسيد الرصاص في حالة الصفائح السالبة أو بمعجون الرصاص المعدني ذي المسام في حالة الصفائح الموجبة. وقد يحتوي الرصاص المستخدم في كلا النوعين من الصفائح على العديد من العناصر الكيماوية الأخرى مثل الأنثومين والزرنيخ والبيزموث والكريوم والنحاس والكالسيوم والفضة والقصدير وبعض العناصر الأخرى في بعض الأحيان. وتستخدم عملية تصنيع الصفائح أيضاً مواد توسيع مثل كبريتات البريوم والسناج واللجنين المضاف لمنع الصفائح من الإنكماش خلال الاستخدام. وما أن يتم إعداد هذه الصفائح حتى يجري تجفيفها ومعالجتها وتشكيلها لتكون جاهزة للتجميع في عناصر البطارية.

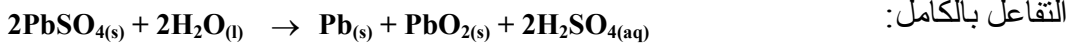
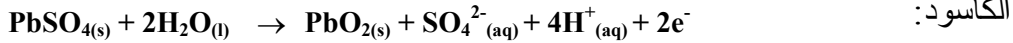
١٦ - وبعد أن يتم تشكيل الصفائح يجري وضعها على أساس أن كل صفيحة سالبة تتبعها صفيحة موجبة مع فصلها بعازل للصفائح يصنع من مادة البوليولفين والبي في سي أو الأوراق الليفية. وتستخدم لتجنب حدوث دوائر مغلقة فيما بين كل صفيحتين متتابعتين. وتستمر هذه العملية إلى أن يصبح هناك ما يتراوح بين ٦ إلى ٢٠ زوج من الصفائح السالبة والموجبة مرتبة ومعزولة كهربائياً. ويتم بعد ذلك وصل الصفائح التي من نفس القطب كهربائياً ثم توضع سندويشات الصفائح التي يطلق عليها الآن عناصر البطارية في أماكنها من البطارية. ويضم كل عنصر من عناصر البطاريات القياسية ما بين ١٣ إلى ١٥ صفيحة ويستطيع كل عنصر أن ينتج ٢ فولت بأمبير مرتفع. ويتم ربط العناصر بعد ذلك في سلاسل بموصل من سبيكة تحتوي على

الرصاص والأنتومين من أجل تجنب الفولت المرتفع. فكلما ارتفع الفولت، زاد عدد العناصر التي يتم ربطها: ويوجد في بطارية السيارات المعيارية ستة عناصر في سلاسل تنتج (2V في ست عناصر) ١٢ فولت.

١٧ - وأخيراً، يتم تجميع البطارية وتحصل على الألكتروليت الخاص بها. ثم يتم إحكام الغطاء عليها ويتم فحص المنتج للتأكد من عدم وجود تسرب ثم تحصل بعد ذلك على أول شحن لها.

٣-٢ التشغيل

١٨ - عندما توصل البطارية طاقة كهربائية لجهاز خارجي، تحدث العديد من التفاعلات الكيماوية في نفس الوقت. ففي الصفائح الموجبة (الكاسود) يحدث تفاعل اختزالي عندما يتحول ثاني أكسيد الرصاص (PbO_2) إلى كبريتات الرصاص ($PbSO_4$). ومن ناحية أخرى يحدث في الصفائح السالبة تفاعل مؤكسد ويتحول الرصاص المعدني إلى كبريتات الرصاص. ويوفر الألكترولايت (الحامض الكبريتي) (H_2SO_4)، الأيونات الكبريتية لكل من شبه التفاعلات وبعض الأعمال كوصلة كيماوية فيما بينهما. وهناك لكل إلكترون يتولد في الأنود إلكترون يتم استهلاكه في الكاسود وتصبح المعادلة على النحو التالي:



١٩ - ويتم أثناء تفريغ البطارية خلال تشغيلها لآلات تشغيل مثلاً يأخذ تركيز الحامض الكبريتي في الانخفاض من محلول الألكتروليت بالنظر إلى أن أيونات الكبريتات تصبح مدمجة في كبريتات الرصاص الذي يكون كلا الألكترود. ومع انخفاض تركيزات الحامض الكبريتي من الألكتروليت، تأخذ كثافة المحلول في الانخفاض من القيمة البالغة ١,٢٥ كيلوغرام. Dfl والتي هي الكثافة الخاصة بالبطارية المشحونة شحناً كاملاً ومن ثم نتيج تحديد مستوى الشحن في البطارية وذلك بقياس كثافة المحلول فيها. ومع استمرار العملية، تصبح المواد الفعالة مستنفدة وتتخفف سرعة التفاعل إلى أن تصل البطارية إلى مرحلة لا تستطيع معها توفير الطاقة الكهربائية. وعندئذ يصبح معظم أكسيد الرصاص والرصاص ذو المسام في شكل كبريتات الرصاص.

٢٠ - وعندما يتعين إعادة شحن البطارية يتم وصل مصدر خارجي للطاقة الكهربائية بأطراف البطارية ولكن مع قطب معكوس في العلاقة بينها حتى يمكن استعادة التفاعل وتتحول كبريتات الرصاص بصورة كيماوية كهربائية إلى رصاص وأكسيد رصاص مرة أخرى.

٢١ - ويمكن تكرار عملية التفريغ والشحن عدة مئات من المرات مع استجابة جيدة من البطارية. ولكن صفائح أكسيد الرصاص تصبح ملوثة بصورة مطردة بكبريتات الرصاص مما يحول في نهاية الأمر دون التفاعل الكيماوي في صفائح أكسيد الرصاص. وعلاوة على ذلك تبدأ طبقة من السناج (55-60% $PbSO_4$; 20-25% PbO ; 1-5% PbO ; 1-5% metallic Pb) في التكون في قاع البطارية. وفي نهاية الأمر

تأتي لحظة في عمر البطارية يتعذر فيها إعادة شحنها نتيجة لارتفاع مستوى التلوث وعند هذه اللحظة "تتطفئ" البطارية وتصبح بطارية "رصاص حمضية مستهلكة".

٤-٢ الأنواع والاستخدامات

٢٢- لبطاريات الرصاص الحمضية استخدامات عديدة يمكن أن تستخدم فولتات مختلفة و أحجام مختلفة وأوزان مختلفة تتراوح بين ٢ كيلوغرام من البطاريات القابلة للكسر إلى البطاريات الصناعية التي قد تزن أكثر من ٢٠٠٠ كيلوغرام أو أكثر. ويمكن تصنيف البطاريات على النحو التالي:

(أ) **بطاريات السيارات** – وتستخدم هذه البطاريات باعتبارها مصدرا رئيسيا للطاقة لعمليات التشغيل والإضاءة والإشعال في المركبات مثل السيارات والشاحنات والجرارات والدراجات البخارية والقوارب والطائرات وغير ذلك؛

(ب) **البطاريات العامة:** وهي بطاريات تستخدم في الأدوات والأجهزة المتنقلة وشبكات الإنذار المنزلية والإضاءة في حالات الطوارئ وغير ذلك؛

(ج) **البطاريات الصناعية:** وهي البطاريات الخاصة بالاستخدامات الكبيرة مثل الاتصالات بعيدة المدى وإمدادات الطاقة المتصلة ورفع الأحمال وشبكات الإنذار والأمن والاستخدامات الصناعية العامة وتشغيل موتورات الديزل.

(د) **بطاريات النقل:** وهي البطاريات التي تستخدم في عمليات نقل الأحمال أو الناس وفي الرافعات وعربات الجولف ونقل الأمتعة في المطارات والكراسي المتحركة والكراسي الإلكترونية والشاحنات وغير ذلك.

٥-٢ مدة البقاء

٢٣- تعرف فترة بقاء البطارية بأنها الفترة التي تكون فيها البطارية قادرة على أن تقبل عملية الشحن وأن تحتفظ بالشحن المطبق عليها. وما أن تصبح البطارية غير قادرة على أن تستقبل إعادة الشحن أو تستطيع الاحتفاظ بهذا الشحن بصورة سليمة، تصل فترة حياتها إلى نهايتها وتصبح "بطارية مستهلكة" بالنسبة للاستخدامات التي كانت مقصودة لها. ويرجع السبب الرئيسي لهذا "الموت" إلى عملية الكبريتة حيث أنه كما يعتقد المرء فإن انعكاسية العملية بأكملها كانت تحول دون أن يكون للبطارية حدود لمدة بقائها. وتبدأ هذه العملية عندما تغطي كبريتات الرصاص على صفائح البطارية وتصل في نهاية الأمر إلى النقطة التي لا يمكن بعدها للأيونات أن تنتقل إلى الصفائح أو الكتروليت أو منها نتيجة لتغطيتها بكبريتات الرصاص والتفاعلات التي تؤدي إلى توقف الطاقة الكهربائية.

٢٤- وفي ظل الظروف المثالية يمكن أن تستمر فترة بقاء بطارية السيارة حتى ست سنوات إلا أن هناك العديد من العوامل التي تسهم في خفض مدة البقاء المثالية:

- (أ) عدم اكتمال عملية الشحن؛
- (ب) بقاء البطارية فترة طويلة جدا دون استخدام أو طول فترة بقائها دون شحن؛
- (ج) الطقس الحار: فهذا الطقس يزيد من معدل عملية الكبريتة؛
- (د) عملية التفريغ العميقة فكلما زادت عملية التفريغ هذه انخفضت فترة بقاء البطارية؛
- (هـ) انخفاض مستوى الالكترولايت: حيث أن الصفائح المعرضة للهواء تصاب بالكبريتة على الفور.

٢٥ - وعندما تؤخذ جميع هذه العوامل في الاعتبار، فإن فترة بقاء البطارية تتراوح ما بين ستة و ٤٨ شهرا ومع ذلك فإن ٣٠ في المائة فقط من جميع البطاريات هو الذي يصل إلى حد الـ ٤٨ شهرا. غير أن هناك بعض الإجراءات التي يمكن تطبيقها لإطالة فترة بقاء البطارية:

(أ) ينبغي أن تتناول البيانات المدونة على البطارية الإجراءات الصحيحة لإطالة عمر البطارية مثل إضافة مجرد ماء مقطر أو معلومات الاستخدام ومن ثم توفير المعلومات للمستهلكين من أجل تجنب المشكلات المشار إليها أعلاه؛

(ب) وضع مواد مضافة من أجل الحد من تراكم الكبريتات على السطح الفعال للصفائح على الرغم من حقيقة أن استخدام المواد المضافة قد يشكل مشكلات لإعادة تدوير حامض الكبريتات؛

(ج) إتباع عمليات إعادة شحن جديدة ومحسنة مما يؤدي إلى زيادة فترة بقاء البطارية.

٢٦ - وفي نهاية فترة بقاء البطارية تصنف على أنها نفايات خطرة بمقتضى اتفاقية بازل وينبغي تناولها وفقا لهذا الوصف من أجل تلافي الأضرار التي تلحق بصحة الإنسان أو بالبيئة.

٣- إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية - خطوات ما قبل إعادة التدوير

١-٣ خطوات ما قبل إعادة التدوير

٢٧ - قبيل الوصول إلى معمل إعادة التدوير، لا بد من جمع البطاريات المستهلكة ونقلها وتخزينها بالعناية الملائمة من أجل تجنب التأثيرات المعاكسة على الصحة وتلوث البيئة. ونظرا لأن هذه الإجراءات لا تتم داخل مرفق إعادة التدوير، فإنها تسمى خطوات ما قبل إعادة التدوير في هذه الوثيقة.

٣٠ لا بد أن يكون لمكان التخزين غطاء أرضي ويفضل أن يكون من الأسمنت المقاوم للأحماض أو أي مواد أخرى مقاومة للأحماض حيث يمكن أن تحتفظ بأي انسكابات وتوجيهها إلى عبوات التجميع حيث يمكن إزالتها منها بعد ذلك؛

٤٠ لا بد أن يكون لمكان التخزين شبكة تهوية العادم أو مجرد شبكة لإعادة دوران الهواء بسرعة لتجنب تجمع الغازات الخطرة؛

٥٠ لا بد من تقييد الدخول إلى مكان التخزين ووضع علامات عليه تشير إلى أنه مكان تخزين مواد خطرة؛

٦٠ ينبغي تعبئة وتخزين أية مواد أخرى من الرصاص التي قد تظهر بعد ذلك مثل الرصاص الخالص بصورة مناسبة طبقاً لخصائصها

وعلى الرغم من أن هذه الاعتبارات العامة والمشكلات والطلبات النوعية قد تنشأ في داخل كل منشأة، فإنها تشكل مجموعة أساسية من التدابير التي تقلل من فرص حدوث حوادث كبيرة وتوفر بيئة محمية لتخزين البطاريات المستهلكة.

(ج) **ينبغي عدم تخزين كمية كبيرة من البطاريات المستهلكة في نقاط التجميع:** حتى بعد توفير مكان تخزين محمي، ينبغي عدم تخزين عدد كبير من البطاريات المستهلكة في مكان التجميع وينبغي عدم اعتباره مكاناً للتخزين الدائم. وتتوقف كمية المخزونات السليمة بالطبع على معدل التجارة في المنشأة ولا بد من تحديد مكان التخزين بطريقة توفر مكاناً كافياً للطلبات النوعية. ومع ذلك، فإن تخزين كميات كبيرة من البطاريات المستهلكة أو لفترة طويلة يزيد من مخاطر حالات الإنسكاب أو التسرب العارضة وهو الأمر الذي ينبغي تجنبه.

(د) **ينبغي للقائمين على تجميع البطاريات عدم بيعها لجهات صهر الرصاص غير المرخصة:** بالنظر إلى أن جهات الصهر غير المرخصة تشكل أحد المصادر الرئيسية للتلوث بالرصاص سواء بالنسبة للبشر أو للبيئة، ينبغي التشديد على ضرورة عدم قيام نقاط التجميع ببيع أو إرسال بطارياتهم المستهلكة إلى المنشآت التي لا تطبق معايير حماية ريفية.

٣-٣ النقل

٣١- ينبغي اعتبار بطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة نفايات خطرة لدى نقلها. ومرة أخرى تتمثل المشكلة الرئيسية المرتبطة بنقل البطاريات في الالكتروليت الذي قد يتسرب من البطاريات المستهلكة ويتطلب تدابير رقابة من أجل التقليل لأدنى حد ممكن من مخاطر التسرب وتحديد الإجراءات النوعية التي تتخذ في حالة وقوع حادث في هذا المجال:

(أ) **لا بد من نقل البطاريات المستهلكة داخل عبوات:** بصرف النظر عن طريقة النقل المستخدمة، سواء كانت قوارب أو قطارات أو غير ذلك، لا بد من نقل بطاريات الرصاص الحمضية

المستهلكة داخل عبوات محكمة الإغلاق نتيجة لاحتفال التسرب منها وهو أمر محتمل للغاية حتى إذا كانت البطاريات تنقل بصورة ملائمة وفي وضع مستقيم. فقد يؤدي النقل إلى تغيير أماكن البطاريات من وضعها الأصلي وذلك بتحطم الصناديق في بداية الأمر أو قلبها رأساً على عقب الأمر الذي يؤدي بالتأكيد إلى تسرب المحتوى من الألكتروليت ومن ثم يقتضي توفير عبوات محكمة الإغلاق مقاومة للصدمات والأحماض؛

(ب) **ينبغي رص العبوات بصورة جيدة في الشاحنات:** فلا بد من عدم ترك العبوات تتحرك أثناء عملية النقل. ولذا لا بد من ربطها ولفها بعناية أو رصها بصورة سليمة لتجنب هذه المشكلة؛

(ج) **لا بد من وضع علامات على وسائل النقل:** فسواء كانت وسيلة النقل سفينة أو شاحنة أو حتى سيارة نصف نقل لا بد من وضع علامات أو ألوان عليها بصورة سليمة للتعريف بحقيقة أنها تنقل منتجات تحاتية وخطرة؛

(د) **المعدات النوعية:** ينبغي التزويد بمجموعة دنيا من المعدات اللازمة لمواجهة أية مشكلات بسيطة تتعلق بالتسرب أو الإنسكاب وتدريب فريق النقل على طريقة استعمالها؛

(هـ) **ينبغي تدريب السائقين والمساعدين:** لا بد دائماً من تدريب الأشخاص الذين يتعاملون مع النفايات الخطرة على إجراءات الطوارئ بما في ذلك الحرائق والتسرب وغير ذلك وطريقة الاتصال بأفرقة التصدي للطوارئ. وبالإضافة إلى ذلك لا بد أن يكونوا على وعي بالأنواع المحددة الخطرة التي ينقلونها وطريقة التعامل معها؛

(و) **معدات الوقاية الشخصية:** ينبغي توفير معدات الوقاية الشخصية لفريق النقل وينبغي تدريبهم على طريقة استعمالها في حالة وقوع أية حوادث؛

(ز) **الجدول الزمني للنقل وخريطة السير:** إذ أمكن ينبغي لعملية نقل النفايات الخطرة أن تختار دائماً الطرق التي تقلل إلى أدنى حد ممكن من مخاطر وقوع حوادث محتملة أو غير ذلك من المشكلات النوعية. ويمكن أن يتحقق ذلك إذا اتبعت عملية النقل طرق معينة محددة مسبقاً والالتزام بجدول زمني معروف.

٣٢ - والنقاط المشار إليها أعلاه ليست قائمة قاطعة. إذ يمكن بل وينبغي في الحقيقة توفير قدر كبير آخر من التدريب والتعليمات النوعية لأفرقة النقل نظراً لأن عملية النقل قد تشمل أو تمر من خلال مناطق كثيفة بالسكان أو غير ذلك من المواقع الحساسة التي يمكن أن تتضرر بصورة سيئة من تأثيرات التسرب في حالة وقوع حادث.

٤-٣ التخزين

٣٣- ينبغي أن تصل الآن البطاريات بعد نقلها إلى معمل إعادة التدوير. وعلى الرغم من أن بعض الإجراءات الوقائية تتماثل بصدد درجة كبيرة مع متطلبات التخزين في نقاط التجميع، فإن الفرق المهم فيما

بينهما أن كمية البطاريات التي يجري تخزينها في هذه المرافق قد تصل بسهولة إلى عدة آلاف من الأطنان. ولذا فينبغي تطبيق نهج مختلف هنا:

(أ) **ينبغي تفريغ البطاريات وإعدادها لعملية إعادة التدوير:** فمعدلات إعادة التدوير تكون أفضل وانخفاض المشكلات البيئية تحدث عندما يتم إعادة تدوير البطاريات الفارغة. ولذا ينبغي تفريغها وتوجيهه الإلكترونيات إلى معمل معالجة المخلفات السائلة وتخزين البطاريات فارغة جاهزة لإعادة التدوير؛

(ب) **ينبغي وضع علامات على البطاريات وفصلها عن المواد الأخرى:** فالبطاريات المختلفة قد تتطلب أساليب إعادة تدوير مختلفة. ولذا ينبغي تحريكها بصورة سليمة ووضع البيانات عليها وتخزينها في أماكن مختلفة؛

(ج) **لا بد من تخزين البطاريات في مباني أو أماكن مغطاة:** لا يعتبر تخزين العبوات أمرا عمليا في معمل إعادة التدوير ما لم يتطلب ذلك بعض الشروط النوعية وذلك بالنظر إلى أن من الضروري وصف البطاريات وتحديدها وفصلها بعناية. ولذا لا بد من إقامة منطقة مغطاة بصورة سليمة أو في أسوأ الحالات منطقة غير مغطاة لتخزين البطاريات ولا بد من أن تستوفي مجموعة الخصائص الدنيا التالية:

١٠٠ ' لا بد من أن تكون أرضيتها مانعة للتسرب ومقاومة للأحماض؛

٢٠٠ ' لا بد أن يكون بها شبكة تتسم بالكفاءة لتجميع المياه توجه المحاليل المتسربة نحو معمل معالجة المخلفات السائلة أو الإلكترونيات الحمضية؛

٣٠٠ ' لا بد أن يكون لها مدخل واحد ومخرج واحد يظللان مغلقتين ما لم تتطلب الضرورة ذلك من أجل تجنب إطلاق الغبار؛

٤٠٠ ' ينبغي أن يكون لها شبكة خاصة لجمع الغازات ترشيح تصفية الهواء وإزالة غبار الرصاص وفي نفس الوقت تجديد الهواء داخل المخازن من أجل تجنب تركيز الغازات السامة؛

٥٠٠ ' لا بد من تزويده بمعدات ملائمة لإخماد الحرائق^(١). وعلى الرغم من أن من غير المحتمل أن يحدث حريق نتيجة للبطارية ذاتها، لا بد من أن نتذكر من أن الحوادث الكبيرة التي قد تحدث نتيجة لأسباب أخرى قد تشغل النار في البطاريات نتيجة لارتفاع محتواها من مركبات الكربون مثل الصناديق البلاستيك. ولذا لا بد من توافر معدات إخماد الحرائق؛

٦٠٠ ' لا يسمح إلا للأشخاص المرخص لهم فقط بالدخول إلى منطقة التخزين؛

٣٤- ومرة أخرى فإن ما ذكر أعلاه ليس سوى اعتبارات عامة ينبغي مواءمتها لتصلح للظروف الخاصة بكل معمل من معامل إعادة التدوير. وتشجع هنا الأساليب الأكثر تقييدا ودقة. وعلى وجه الخصوص وحيثما

(٢) لا للمياه من أجل تلافي تولد الغازات السامة مثل الزرنيخ والسيتيين.

يكون ممكناً، ينبغي لمنطقة التخزين أن تكون مقاومة للأحماض وتحت مستوى الأرض حتى لا يتسرب الحمض من منطقة التخزين. وتتطلب منطقة التخزين هذه نظاماً لجمع السوائل في أحواض وضخها لإزالة السوائل الزائدة من الموقع وإقامة حواجز سلامة لمنع الشاحنات من الوقوع في الحوض عندما تقوم بتفريغ حمولتها. وتعتبر التهوية التي تتسم بالكفاءة عنصراً رئيسياً في هذا التصميم.

٤ - إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية

٣٥- تنتهي خطوات ما قبل التدوير عندما تصل البطاريات وتخزن بطريقة سليمة في مكان التخزين في معمل إعادة التدوير. وبعد ذلك تدخل البطاريات المستهلكة في عملية إعادة التدوير التي يمكن تقسيمها من الناحية المثالية إلى ثلاث عمليات رئيسية:

(أ) تقطيع أو تحطيم البطارية؛

(ب) اختزال الرصاص؛

(ج) تكرير الرصاص.

١-٤ تقطيع البطاريات

٣٦- بصرف النظر عن التكنولوجيا المستخدمة في إعادة التدوير، لا بد من تفريغ البطاريات قبيل دخولها هذه العملية نظراً إلى أن الألكتروليت الحمضية تتسبب في العديد من التعقيدات في عملية صهر واختزال الرصاص. ويمكن بعد تفريغ البطاريات تقطيعها أو لا يتم ذلك اعتماداً على عملية إعادة التدوير النوعية المستخدمة.

٣٧- فالمنهجيات الكلاسيكية لعمليات إعادة تدوير الرصاص بما في ذلك أفران النسف ذات الجدار المائي والأفران العاكسة والأفران الكهربائية القوسية والأفران الدوارة القصيرة والطويلة لا تتطلب تقطيع البطاريات قبيل عملية الصهر. فالبطاريات المفرغة تدخل بصورة مباشرة إلى عملية إعادة التدوير بالنظر إلى أن تقنيات تحويل المعادن تقبل المواد العضوية وغير ذلك من المواد التي تحترق أو تدخل في الخبث.

٣٨- غير أن العمليات التي يتم فيها تقطيع البطاريات قبيل إعادة التدوير تفضل للأسباب الآتية:

(أ) زيادة إنتاج الرصاص وخفض تكوين الخبث؛

(ب) إمكانية إنتاج رصاص لين^(٣) بالإضافة إلى رصاص أنتيموني؛

(ج) إمكانية استعادة البوليبيرولين؛

(٣) الرصاص منخفض الأنتيمون أو الخالي من الأنتيمون.

(د) تبسيط عملية معالجة دخان الأفران؛

(هـ) تقنيات تحليل المعادن لا تستطيع أن تقبل الأحماض من الكتروليت البطاريات.

٣٩- وعلاوة على ذلك، فإن التحسينات التي أدخلت على صناعة إنتاج البطاريات أدت في نهاية الأمر إلى إنتاج بطاريات محكمة الإغلاق وغير ذلك من النظم التي لم يعد من السهل تفريغها. ولذا يتعين تقطيع كميات متزايدة من البطاريات قبيل دخولها عملية إعادة التدوير.

٤-١-١ معلومات تاريخية أساسية عن تقطيع البطاريات

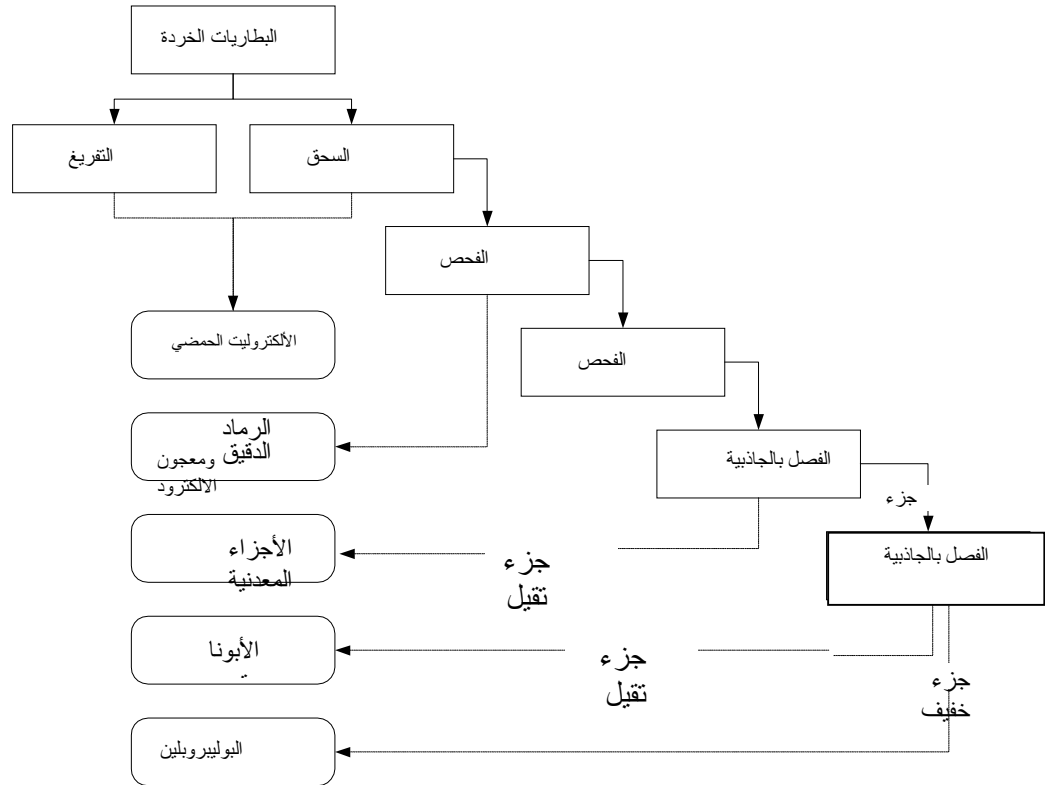
٤٠- كانت البطاريات تفتح أساساً قبيل الستينات بالفؤوس عندما كانت عملية إعادة التدوير تتطلب خفض المحتوى العضوي في الفرن وإلا فإنها كانت تدخل إلى الفرن مباشرة. وعلى الرغم من أن هذا الوضع قد تغير في معظم البلدان وخاصة في البلدان المتقدمة، فإنه ليس كذلك للأسف في معظم البلدان النامية. غير أنه ينبغي التأكيد هنا على ضرورة تجنب تقطيع البطاريات يدوياً بأي ثمن لا لأنه مصدر رئيسي لتلوث صحة الإنسان فقط بل كذلك لأنه يمثل إدارة غير سليمة من الناحية البيئية لهذه النفايات. ومع ذلك، فإن بعض معامل الصهر الحديثة مازالت تتطلب التقطيع اليدوي للبطاريات الصناعية الكبيرة التي لا يمكن تقطيعها بالأجهزة العادية نتيجة لحجمها. فإذا تطلب الأمر مثل هذه التقنيات، ينبغي اتخاذ جميع التدابير الملائمة لتوفير الحماية للعمال والبيئة.

٤١- وخلال عقدي الستينات والسبعينات، تحول تقطيع البطاريات إلى عملية تقطيع أو نشر ميكانيكية مما أدى إلى الحد من اتصال الإنسان بعملية التقطيع. وكانت هذه العملية تستكمل أيضاً بتغذية أوتوماتيكية وكانت تمثل أول نماذج للنظم الميكانيكية الكاملة والتي مازال بعضها يستخدم حتى الآن.

٤٢- وإبتداءً من عام ١٩٨٠ فصاعداً، كانت معظم معامل الصهر الحديثة تستخدم نظاماً ميكانيكياً كاملاً يتم من خلاله استقبال البطاريات ونقلها وتقطيعها إلى قطع صغيرة بصورة كافية من أجل فصل مكونات البطارية:

٤-١-٢ عملية تقطيع البطاريات الحديثة

٤٣- تبدأ عملية تقطيع البطارية الحديثة (الشكل ٢) بوصول البطاريات المستهلكة إلى مرفق إعادة التدوير. ويصبح اتصال الإنسان في أدنى حد ممكن عادة حيث يتم استقبال البطاريات المستهلكة وتوجيهها إلى جهاز التقطيع بواسطة أدوات ميكانيكية وآلات صغيرة حيثما يكون ذلك ممكناً.



الشكل ٢: عملية تقطيع البطارية

٤٤- وعندما تصل البطاريات إلى آلة التقطيع، يجري تجهيزها بالكسارة المطرقية أو غير ذلك من آلات السحق التي تقطعها إلى أجزاء صغيرة. وتضمن عملية التقطيع هذه سهولة فصل جميع المكونات مثل صفائح الرصاص والموصلات والصناديق البلاستيكية والالكتروليت الحمضي في الخطوات التالية.

٤٥- وبعد التقطيع، يتم فصل أكسيد الرصاص والكبريت عن المواد الأخرى بواسطة الجاذبية في المياه من خلال نظام الناقلات الشبكية المتحركة. وبعد الفصل توجه إلى الأفران في حالة تقنيات تحويل المعادن أو إلى العمليات الأخرى مثل تقنيات معالجة المواد بالسوائل لاستخلاص المعادن.

٤٦- وبعد عملية التقطيع الأولية الأولى، يحدث في بعض الأحيان تمريرها من خلال آلات السحق الأخرى التي تزيد من نقص حجم المواد المتبقية. ويجري بعد ذلك فصل الأجزاء المعدنية بما في ذلك صفائح الرصاص والأحزمة والموصلات والأطراف عن الأجزاء العضوية التي تشمل الصناديق والبوليبيرويلين أو الأبونيت أو البي في سي في شكل عازلات الصفائح وغير ذلك بواسطة فروق الكثافة في العازلات الهيدرولوجية التي تختلف من عملية لأخرى.

٤٧- وتتولى عمليات أخرى من خلال استخدام خصائص الكثافة والآليات الهيدرولوجية بفصل قطع البطاريات المقطعة إلى ثلاث طبقات مختلفة: الأولى تتألف من أجزاء خفيفة مثل البلاستيك والثانية تتألف من أجزاء حبيبية دقيقة مثل أكسيد الرصاص والكبريت والثالثة طبقة ثقيلة تتألف من الصفائح الرصاصية والموصلات وغير ذلك. ولذا فإن هذه الطريقة تفتقر إلى خطوة الترشيح لإزالة مركبات الرصاص قبيل استعادة البلاستيك. غير أن التعقيدات التي تتسم بها هذه النظم تجعلها صعبة على التنظيم والاستخدام.

٤٨- وبعد أن تتم خطوات الفصل هذه، يجري مرة أخرى فصل الطبقة العضوية إلى نفايات من البروبولين (ومن ثم المواد العضوية الخفيفة) والعوازل والأيونيت (وتسمى المواد العضوية الثقيلة). ويجري بعد ذلك تصويل المواد العضوية الخفيفة لإزالة آثار أكسيد الرصاص ويجري سحقها إلى قطع صغيرة وفقا لاستخداماتها في المستقبل في حين يجري تخزين الأيونيت والعوازل بصورة ملائمة. وما لم يكن نظام التقطيع متصلا في الفرن في عملية مستمرة، تخزن مركبات الرصاص والأجزاء المعدنية إلى أن يتم تجهيزها مرة أخرى.

٤٩- وتختلف طرق تقطيع البطاريات من طريقة لأخرى في التفاصيل المتعلقة بالعمليات وتتطور مع توافر التكنولوجيا الجديدة. وتعتمد عملية ملائمة كل طريقة من الطرق لمعمل معين لاستعادة الرصاص على العديد من العوامل النوعية مثل الاقتصاد المحلي وكمية المواد الخام فضلا عن الطلب على مرفق الصهر. وتتمثل بعض نماذج هذه النظم في **Metaleurop, Bunker Hill, Engitec and MA Engineering**، التي يمكن فهمها بالتفاصيل من خلال الإطلاع على المراجع المتخصصة. ومع ذلك، فإن كل جهد يبذل للقضاء على استخدام عملية تقطيع البطاريات يدويا وتلافي المخاطر الصحية والخاصة بالسلامة المرتبطة بهذه الممارسة. وإذا لم تتوافر معدات تقطيع البطاريات ميكانيكيا، لأي سبب من الأسباب، فإن أسلم طريقة لإعداد البطاريات للصهر هو الآتي: إحداث ثقب في الألكتروليت وتفريغه من البطارية ومعالجتها وفقا لذلك، إزالة الجزء العلوي من البطارية بالكامل مع الصفائح والمواد العازلة باستخدام منشار دائري وملاحظة الاستخدام السليم للاحتياطات ومعدات الوقاية وإرسال الصفائح والأحزمة مع الجزء العلوي من البطارية إلى مكان الصهر وإعادة صندوق البطارية إلى المصنع لإعادة استخدامه.

٤-١-٣ تقطيع البطارية: المصادر المحتملة للتلوث البيئي

٥٠- لا يهدف هذا القسم، بالإضافة إلى القسمين الآخرين المعنيين باختزال الرصاص وترشيحه وصف أو وضع قائمة مطولة لجميع المصادر المحتملة للتلوث التي قد تنشأ عن عمليات استعادة الرصاص بالنظر إلى أن ذلك يعتبر مهمة مستحيلة تقريبا. وبدلا من ذلك، فإن هذا القسم يهدف إلى تحديد مجرد قائمة قصيرة ويمكن التنبؤ بها لمصادر التلوث الشائعة والمكان الذي يمكن الإطلاع فيه عندما يجري البحث فيها. سوف يتعين تحديد المصادر النوعية للتلوث في ضوء العملية المستخدمة. وسوف تعالج طرق تلافي التلوث في الفصل الخاص بحماية البيئة. وما أن ننتهي من ذلك، فإن المصادر الشائعة للتأثيرات البيئية الناجمة عن عملية تقطيع البطاريات هي:

(أ) إنسكاب البطاريات - الألكتروليت الحمضية ومصادر التلوث بغبار الرصاص: قد يكون إنسكاب البطاريات مصدرا شائعا للتلوث البيئي فضلا عن الأضرار التي تصيب صحة الإنسان حيث أن الألكتروليت لا يعتبر فحسب محلولاً تحتاتيا قويا بل وكذلك حاملا جيدا للرصاص السائل وجزيئات الرصاص ولذا فإنه إذا حدث إنسكاب لهذا المحلول في منطقة غير محمية، فقد يلوث التربة أو يحدث أضرارا بالعمال. وبجانب ذلك، وبعد حدوث الإنسكاب على التربة غير المحمية، فإن التربة ذاتها تصبح مصدرا لغبار الرصاص عندما يتبخر المحلول ويصبح الرصاص مدمجا في جزيئات التربة التي قد تبعثرها الرياح أو يثيرها النقل بالمركبات.

(ب) التقطيع اليدوي للبطاريات – مصدر للإضرار بالصحة البشرية والبيئة من خلال الإنسكابات القوية وتكون الغبار الملوث بالرصااص: يعتمد التقطيع اليدوي عادة على أدوات بدائية وعمال تعوزهم الحماية الجيدة وعدم وجود حماية للبيئة بأي شكل من الأشكال. ويتزايد تقاوم الموقف في حالة البطاريات المحكمة الإغلاق التي لا يمكن تفريغها بسهولة مما يزيد بدرجة كبيرة من مخاطر الانسكابات والأضرار الثقيلة بصحة الإنسان. ولذا ينبغي تجنب ذلك بكافة الطرق.

(ج) التقطيع الميكانيكي للبطاريات – مصدر جزئيات الرصااص: قد تؤدي عملية تقطيع البطاريات من خلال السحق بالكسارات المطرقية إلى انتشار جزئيات الرصااص. غير أن تكوين هذه الجزئيات يتم تلافيه بالنظر إلى أن هذه الكسارات محكمة الإغلاق وتستخدم كميات ضخمة من المياه.

(د) عمليات العزل الهيدرولوجية – تسرب المياه الملوثة: تتم عمليات الفصل الهيدرولوجية سواء كانت المعدنية من المواد العضوية والعضوية الثقيلة أو من المواد العضوية الخفيفة داخل آلات محكمة الإغلاق وبنظام مياه مغلق. غير أنه إذا حدث تسرب من هذه المياه، فسوف تكون ملوثة بشدة بمركبات الرصااص.

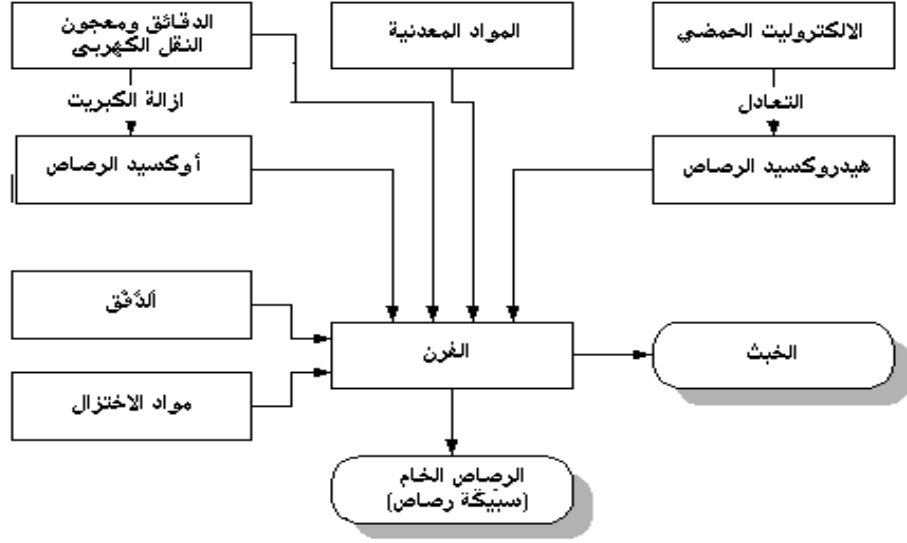
(هـ) شرايح البلاستيك والأبونايت – نفايات ملوثة: فالمواد الخردة المصنوعة من الأبونايت والمزالة من عملية التقطيع قد تشكل مشكلة حيث تكون عادة ملوثة بمستويات تصل إلى ٥ في المائة (w/w) من الرصااص. ولذا فإن من المهم إزالة الآثار النهائية للرصااص بواسطة عملية تصويل ثانية ويفضل أن يكون ذلك بمحلول قلوي يتبعه شطف آخر قبيل معالجة المادة مرة أخرى أو التخلص منها.

٢-٤ اختزال الرصااص

٥١- تعتبر خردة البطاريات التي يتم الحصول عليها من عملية التقطيع مزيجا من العديد من المواد: الرصااص المعدني وأكسيد الرصااص وكبريتات الرصااص وغير ذلك من المعادن مثل الكلسيوم والنحاس والأنتومين والزنرخ والقصدير وفي بعض الأحيان الفضة. ومن أجل عزل الرصااص المعدني عن هذا المزيج، يمكن استخدام طريقتين: عمليات الفصل المعدني والمعروفة أيضا بطرق الاندماج والاختزال وعمليات المعالجة بالسوائل لاستخلاص الغازات أو طرق التحليل الكهربائي. ويمكن أيضا الجمع بين العمليتين واستخدام عملية توليفية.

١-٢-٤ طرق التحليل المعدني الحرارية

٥٢ - الهدف من طرق التحليل المعدني الحرارية أو طرق الاندماج والاختزال هو الاختزال الكيماوي لجميع المركبات المعدنية للوصول بها إلى أشكالها المعدنية أو المختزلة عن طريق الحرارة وتوفير مواد انصهار واختزال كافية (الشكل ٣).



الشكل ٣: شكل بياني لعملية صهر الرصاص

٥٣- وقبيل عملية الصهر، يمكن استخدام بعض الطرق لإزالة الكبريت من معجون الرصاص الكبريتي من خلال تفاعله مع مزيج كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الصوديوم مثلما الحال في CX وما يتصل بذلك من عمليات وتحويل كبريتات الرصاص إلى أكسيد رصاص. وفي بعض الأحيان قد يكون عامل إزالة الكبريت هو أكسيد الحديد والحجر الجيري. ويقال هذا الإجراء من كمية تكوين الخبث وكذلك كمية ثاني أكسيد الكبريت الذي يطلق في الهواء وإن كان ذلك يعتمد على طريقة الصهر. غير أن الطرق الأخرى تضيف ببساطة كميات محكومة من كبريتات الرصاص فضلا عن عامل إزالة الكبريت بصورة مباشرة في الفرن.

٥٤- ويتعين أيضا معالجة الأليكتروليت الحمضي قبيل إرسال محتواه من الرصاص إلى أفران الصهر. ويتم ذلك من خلال إبطال مفعول محلول الأليكتروليت باستخدام هيدروكسيد الصوديوم الذي يرسب الرصاص الحالي ليصبح هيدروكسيد الرصاص $[Pb(OH)]$ ويزال هذا المركب بعد ذلك بالترويق أو الترشيح وتوجيهه إلى الأفران. ويمكن تنقية المحلول المتبقي وهو كبريتات الصوديوم المخففة بالماء (Na SO) ، مرة أخرى، وعزل الملح في درجة عالية من النقاوة (حتى نوعية درجة الطعام) كما هو الحال في عملية PCX Engitec Impianti .

٥٥- ويضاف بعد ذلك الجزء المعدني ومركبات الرصاص المستخلصة من عمليات نزع إزالة الكبريت وإبطال المفعول إلى الأفران وصهرها مع عناصر الصهر والاختزال. وتوفر الحرارة اللازمة من العديد من المصادر اعتمادا على الطريقة النوعية المستخدمة وهل هي الزيت، أم الغاز أم فحم الكوك أم الكهرباء وغير ذلك. كما أن هناك العديد من الوسائل المختلفة التي يمكن أن تتم فيها عملية الصهر: الفرن الدوراني، والفرق الانعكاسي والفرن شديد الحرارة أو العامل بالكهرباء أو القمينات الدوارة وغير ذلك. ومرة أخرى تعتمد الطريقة الفضلى على العديد من العوامل التي من بينها الإقتصاديات المحلية والكمية المقرر إعادة تدويرها وغير ذلك، ويمكن العثور على المعلومات النوعية في المراجع الموجودة في نهاية هذه المبادئ التوجيهية.

٥٦- ولا يضاف عامل الصهر، الذي ينصهر في درجة حرارة أقل من تلك الخاصة بمركبات الرصاص، لخفض درجة حرارة انصهار الرصاص فحسب بل وكذلك لتوفير المذيب السائل الذي يحجز العديد من المركبات غير المطلوبة خلال عمليات الصهر والاختزال. فعندما يبدأ عامل الصهر في التلوث بجميع الشوائب من عملية الصهر، يبدأ الخبث في التكون وتعتمد الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذا الخبث، والتي تعتبر خواصا هامة تراعى في عملية معالجة لاحقة، اعتمادا كاملا على التركيبة الكيميائية لعامل الصهر المستخدم.

٥٧- ومن ناحية أخرى فإن عامل الاختزال يضاف بغرض اختزال أكسيد الرصاص (PbO) وهيدروكسيد الرصاص [Pb(OH)] إلى رصاص معدني. وهو عادة مركب يعتمد على الكربون مثل فحم الكوك وذرات الفحم وغير ذلك من مصادر الكربون الطبيعية.

٥٨- وينبغي مراقبة جودة عامل الصهر وعامل الاختزال المضافين بعناية:

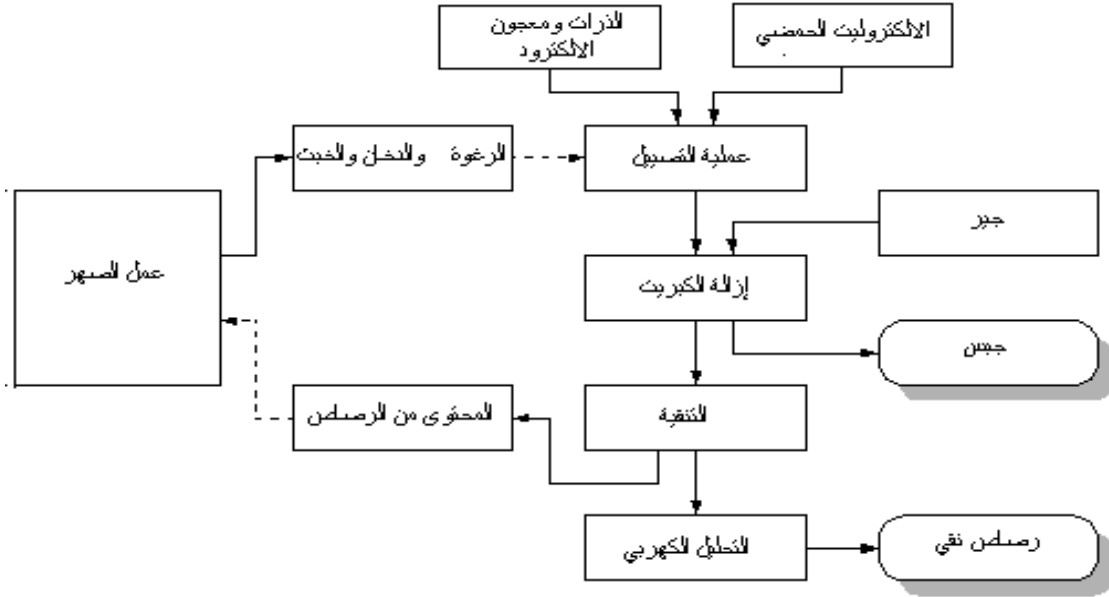
(أ) فالكمية غير الكافية من عامل الصهر لن تحجز جميع المواد الكبريتية وغيرها من المواد الموجودة في الخردة وقد يحدث اطلاق كمية كبيرة من أكسيد الكبريت؛

(ب) والكمية غير الكافية من عامل الاختزال، من ناحية أخرى، لن تختزل أكسيد الرصاص الموجود في الخردة وسيكون الخبث ملوثا بدرجة كبيرة بالرصاص ويحتمل أن يكون مصدرا للخطر على البيئة.

٥٩- وبعد أن تتم موازنة العملية بصورة سليمة، يبدأ الرصاص المعدني المنصهر في التراكم في قاع الوعاء. غير أنه، كما أشير أعلاه، يكون في بعض الأحيان ملوثا بشدة بمعادن أخرى ذات قيمة اقتصادية. ولذا لا بد وأن تخضع سبيكة الرصاص هذه لعملية تكرير قبيل استخلاص الرصاص النقي منها.

٢-٢-٤ طرق المعالجة بالسوائل لاستخلاص المعادن

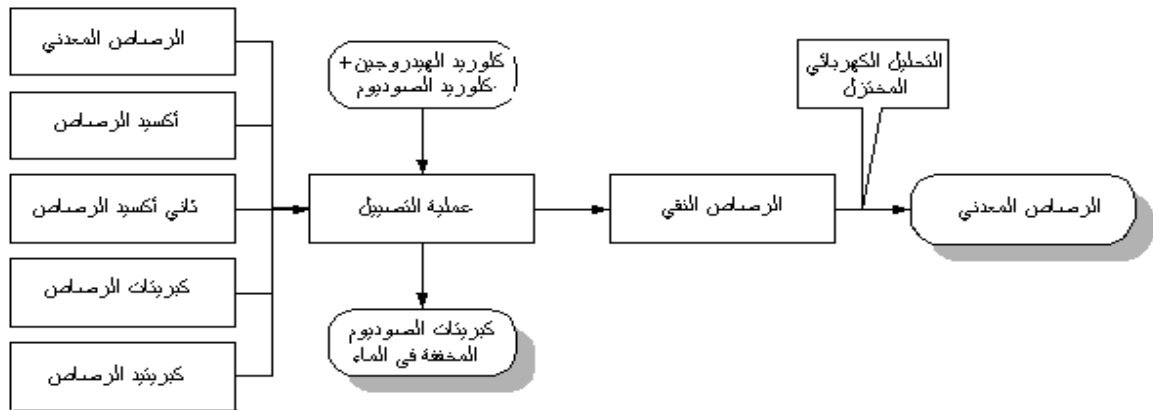
٦٠- الغرض من طرق المعالجة بالسوائل لاستخلاص المعادن أو طرق الالكتروليزية هو اختزال جميع مركبات الرصاص بالطرق الكهربائية والانتقائية وتحويلها إلى رصاص معدني مثلما الحال في تكنولوجيا الـ PLACID (الشكل ٤).



الشكل ٤: شكل بياني لعملية الرصاص الألكتروليت

٦١- وعلى الرغم من أن هذه العملية تكون باهظة التكاليف في بعض الأحيان عند النظر إليها كعملية منفصلة، فإنها تحقق نتائج طيبة لدى ربطها بمعمل للصهر منخفض الحرارة حيث أنها تشكل، من خلال الفصل الملائم للمواد الخام، تكنولوجيا للتغلب على عمليات تكرير الرصاص.

٦٢- ويتمثل المفهوم الكيماوي للعملية الألكتروليتية في تحويل جميع مركبات الرصاص إلى نوع كيماوي واحد وهو الرصاص في حالة أكسدة Pb^{II} (أو الرصاص النقي) في هذه الحالة الذي يجري بعد ذلك معالجته كترولييتا لاختزاله لإنتاج الرصاص المعدني (الشكل ٥).



الشكل ٥: العملية الكهربائية الكيماوية لإنتاج الرصاص عن طريق المعالجة بالسوائل.

٦٣- ويؤدي التحليل الكهربائي إلى ترسب الرصاص في شكل زوائد أو اسفنجية يجري بعد ذلك هزها وتجميعها على حزام ناقل وضغطه لتشكيل حبيبات من الرصاص النقي (٩٩,٩٩ في المائة) يمكن تحويله بعد ذلك إلى وعاء للصهر لتحويله إلى قوالب ويمكن تشغيل عملية الاستخلاص بصورة مستمرة طوال الأربع والعشرين ساعة دون توقف.

٤-٢-٣ اختزال الرصاص: المصادر المحتملة لتلوث البيئة

٦٤- والمصادر الشائعة للأثار البيئية لعملية استخلاص الرصاص بطريقة الاستخلاص بالحرارة هي:

(أ) مركبات الرصاص المستخلصة من عملية التقطع - الرصاص ومركبات الرصاص في الغبار والمياه: فالمواد المفصولة والدقيقة من عملية التقطع تكون عادة مبللة حيث أن العمليات الرئيسية للفصل تعتمد على التقنيات المائية. غير أنها إذا لم تدرج في عملية كاملة الأتمتة، سيتعين نقلها من مرفق التقطع إلى مرفق الاختزال، وقد تتسكب بعض الأوحال و/أو المواد المشبعة بالماء وتسقط من شبكة النقل. وتتحول هذه المواد، بعد جفافها، إلى مساحيق وقد تلوث المصنع والمناطق المحيطة به في شكل غبار دقيق من الرصاص؛

(ب) خبث المعادن - المواد الملوثة بالرصاص: وتتمثل وظيفتها في إزالة المواد التي لا يمكن أو لا يراود إدراجها بسهولة في الرصاص الخام. غير أن هذا الخبث يظل يحتوي رصاصاً يمكن استعادته وإعادة تدويره في عملية الاندماج. وبغية القيام بهذه العمليات، ينبغي إزالة الخبث ونقله إلى المنطقة التي توجد بها أفران غير أنه نظراً لأنها تتخذ عادة شكل مواد من الغبار بل وتحتوي على مساحيق في بعض الأحيان (خبث النحاس) قد تكون مصدراً للتلوث بالرصاص أثناء نقلها؛

(ج) المرشحات - الغبار الملوث بالرصاص: تحتاج الأفران إلى مرشحات للامسك بغبار الرصاص الذي يتشكل خلال عملية الصهر ويعاد تدويره، بعد استخدامه، في نفس عملية الصهر بالنظر إلى أنها قد تحتوي على كمية تصل إلى ٦٥ في المائة من الرصاص. غير أن عملية العناية بهذه المرشحات

وصيانتها قد تكون مصدرا هاما للغبار الملوث الذي يمكن أن يشكل خطراً على صحة الإنسان والبيئة. وعلاوة على ذلك، فإن المصافي التي يفرض في استعمالها لا تعد قادرة على الإمساك بغبار الرصاص كما كان متوخياً أصلاً، وتصبح انبعاثات الغبار من فرن الاندماج مصدراً هاماً للتلوث. وأخيراً، يتعين على المرء أن يدرك أيضاً أن منافذ الأفران ذاتها تعتبر مصدراً لغبار الرصاص في البيئة بالنظر إلى أنها قد تكون شبكة مفتوحة. كذلك فإن الدخان مرتفع درجة الحرارة الذي يغادر منافذ الأفران ومنطقة الإمساك يحتوي على كمية عالية من الرصاص، سوف تمتص بسهولة في جسم الإنسان؛

(د) انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO₂): تعتمد نسبة الكبريت في كمية معينة من خرقة الرصاص التي تنتقل من نظام الاختزال في شكل ثاني أكسيد الكبريت اعتماداً كبيراً لا على أحوال الأفران فحسب بل وعلى نوع المواد الرغوة التي يجري تشكيلها. وكقاعدة عامة، قد يتراوح هذا الرقم بين صفر و ١٠ في المائة، وينخفض انخفاضاً كبيراً إذا ما كان عامل الصهر المستخدم عبارة عن مركبات معتمدة على مزيج من الحديد والصدويوم ينتج رغوات الصدويوم والكبريت. كذلك فإن معدن الالبونايت يحتوي على ما بين ٦ و ١٠ في المائة من الكبريت الذي قد يسهم في انبعاثات ثاني أكسيد الرصاص إذا أضيف إلى حمولة الفرن؛

(هـ) احتراق المواد العضوية: تكوين القطران: لا يحتاج معمل التكرير حسن التنظيم والمراقبة إلى القلق من تكوين القطران حيث أن عملية الاختزال فيه تستهلك جميع المواد العضوية. ومن ناحية أخرى، فإنه كلما كانت عملية الاختزال أقل خضوعاً للمراقبة، زادت انبعاثات القطران وخاصة في المسابك الحرفية. فإذا كان فرن الاختزال مزوداً بمرشحات، تشكل انبعاثات القطران مشكلة أكبر بالنظر إلى أنها تخضع بشدة للحرارة وقد تحدث حرائق في معمل الترشيح ومن ثم زيادة مخاطر وقوع حادث واحتمال حدوث انبعاثات عشوائية. وإدخال أجهزة المعالجة بعد الحرق لاستعمال عملية حرق الغازات المنبعثة من الأفران هو الحل المعتاد لهذه المشكلة، إلا أن إعادة هيكلة العملية بأكملها وإزالة المواد العضوية مثلاً قد يشكل منظورات أفضل؛

(و) انبعاثات الكلورين (Cl₂) ومركبات الكلورين: تؤدي عملية فصل أولية للمواد التي أتاحت لها فرصة الدخول إلى عملية الاختزال إلى تقليل انبعاثات الكلورين بدرجة كبيرة. غير أن تزايد كميات كلوريد البولوفينيل PVC في الفرن يزيد من فرص انبعاثات الكلورين. ويجري امتصاص الجزء الأكبر منه من جانب رغوة الكالسيوم أو الصدويوم، ومع ذلك فإن جزءاً من الكلورين يتحول كيميائياً إلى كلوريد الرصاص الذي يتطاير في ظل ظروف الفرن إلا أن مصافي الغبار تلتقطه مع انخفاض درجة الحرارة؛

(ز) إنتاج الخبث: هذا هو الجزء الأكبر من انتاج النفايات خلال عملية الاختزال. ويتم في المتوسط، انتاج نحو ٣٠٠-٣٥٠ كيلوغرام من الخبث في كل طن من الرصاص المعدني اعتماداً على العوامل النوعية للعملية ونوع المخلفات التي تتكون (الكالسيوم أو رغوة الصدويوم) ويتألف نحو ٥ في المائة من هذا الخبث من مركبات الرصاص. ولذا ينبغي إسناد اهتمام خاص للسوائل بعد الصهر التي قد تنتج إذا حدث تلامس بين الخبث المحلول بالمياه غير المستقرة والماء أو الهواء الرطب. ولذا ينبغي التخطيط لإقامة مكان في موقع التخزين المغطى لتخزين هذه المادة بصورة مسبقة لتجنب حدوث مشاكل للصحة البشرية والبيئة.

٣-٤ تكرير الرصاص

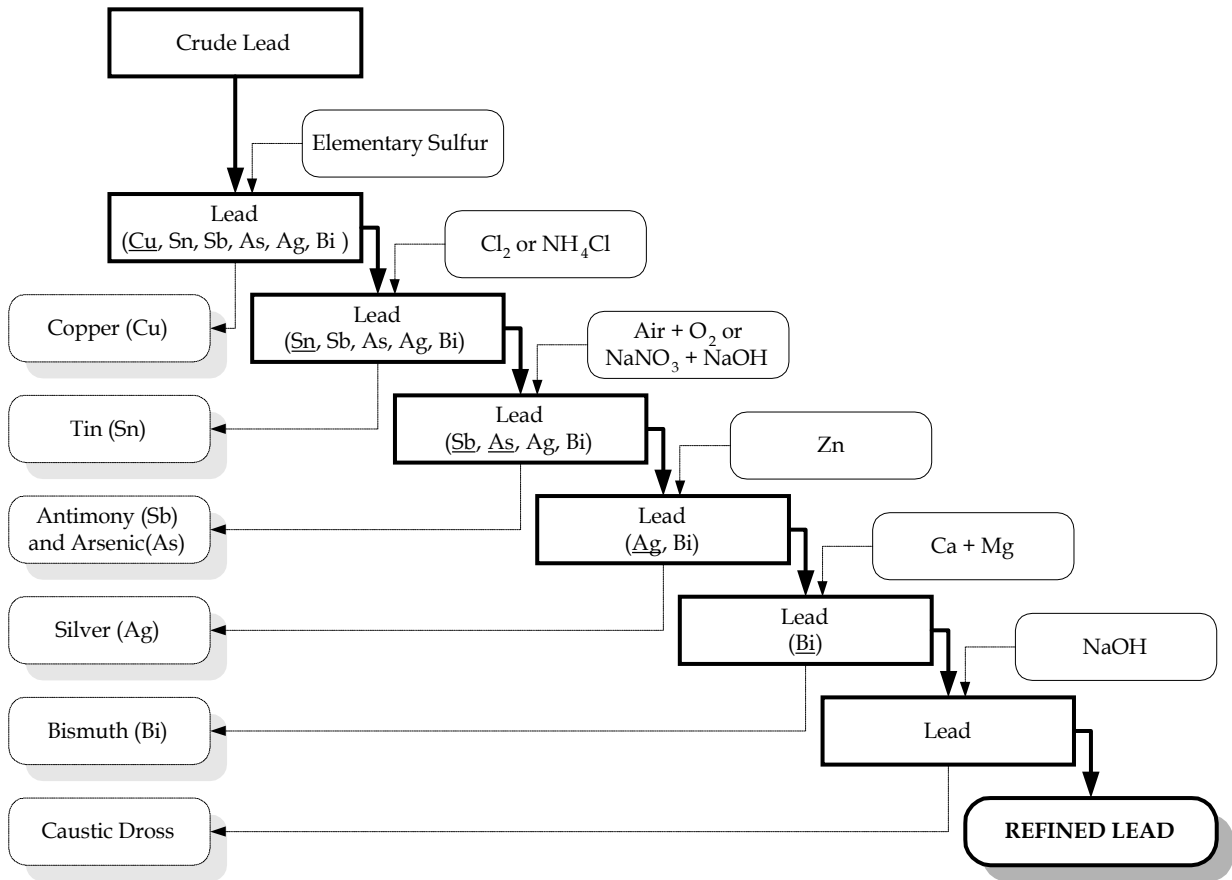
٦٥- كما أشير سلفاً فإنه إذا توقف معمل الصهر عند مرحلة الصهر والاختزال، فسوف ينتج ما يعرف بالرصاص الصلب أو الرصاص الانتيقوني. فإذا كان المتوخى من المعمل إنتاج الرصاص اللين، لا بد من أن تخضع سبيكة الرصاص الخام لعملية تكرير. والهدف من هذه العملية هو إزالة جميع النحاس (Cu) والانتيمون (Sb) والزرنيخ (As) والقصدير (Sn) نظراً لأن معايير الرصاص اللين لا تسمح بأكثر من ١٠ غرامات للطن الواحد من هذه المعادن.

٦٦- وثمة طريقتين لتكرير الرصاص هي طريقة المعالجة بالسوائل لاستخلاص المعادن التي جرى وصفها بالفعل في القسم الخاص باختزال الرصاص، والثانية هي طريقة الاستخلاص بالحرارة أو العمليات الحرارية التي يرد وصف لها هنا.

١-٣-٤ التكرير بطرق المعالجة بالحرارة

٦٧- تجري عملية التكرير الحرارية في مرحلة السيولة مما يعني أنه لا بد من صهر الرصاص الخام في درجة حرارة تزيد على ٣٢٧° مئوية (نقطة صهر الرصاص) إلا أنها تقل عن ٦٥٠° مئوية (نقطة غليان الرصاص). وتجري العملية، عموماً، في أحجام تتراوح بين ٢٠ و ٢٠٠ طن وفقاً لسعة معمل التكرير.

٦٨- ويتمثل المفهوم الكيماوي الأساس لعملية التكرير هذه في إضافة عوامل نوعية لصهر الرصاص في درجات الحرارة الملائمة. وستقوم بعد ذلك هذه العوامل بإزالة المعادن غير المطلوبة في ترتيب نوعي مثلما تضاف بصورة انتقائية (الشكل ٦).



الشكل ٦: تكرير الرصاص بالمعالجة الحرارية

٦٩- والنحاس هو أول معدن تتم إزالته مع الكبريت الأولي في إجراء من مرحلتين. ففي الخطوة الأولى، يزال جميع النحاس تقريباً في شكل رغوة من كبريتيد النحاس (CuS) عندما يضاف الكبريت الأولي إلى الرصاص المذاب عند درجة حرارة ٤٥٠° مئوية. وتستهدف الخطوة الثانية إزالة جميع ما تبقى من النحاس بإضافة كميات صغيرة من الكبريت الأولي إلى الرصاص المنصهر في درجة حرارة ٣٣٠° إلى أن تتوقف التفاعلات الأخرى. ونظراً لأن استخدام الكبريت يتطلب اشتراطات صارمة تتعلق بالصحة والسلامة لتجنب حدوث حرائق والاختناق من الدخان الحمضي، فإن البديل الأكثر سلامة هو استخدام بيريت الحديد وبذلك يتم تلافي مخاطر الحريق والدخان الحمضي.

٧٠- ويزال القصدير عادة في عملية الصهر ولا يحتاج إلى إزالته في مرحلة التكرير إلا إذا أضيفت الخردة من الأحزمة الرصاصية وغير ذلك من مواد الرصاص الصلبة إلى غلاية الصهر، وتترك للانصهار مع المعادن المنصهرة. والقصدير غير مستقر لدرجة أن مجرد تحريك المعادن وإضافة بعض نترات الصوديوم يكفي عادة لإزالته. فإذا ظلت هناك بعض المخلفات من القصدير فإن من الممكن إزالتها باستخدام ريشة هوائية في الغلاية.

٧١- وتجري إزالة الزرنيخ (As) والأنتيمون (Sb) بصورة انتقائية من خلال كمية الأكسدة سواء باستخدام المدعم بالأوكسجين (Q2) أو مزيج من نترات الصوديوم (NaNO₂) وهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) وترفع درجة حرارة صهر الرصاص إلى ٥٥٠ مئوية ويجري دفع تدفق الأوكسجين إلى داخله. ويكون التفاعل دائما شديد الحرارة، وتصل درجة الحرارة بسهولة إلى ٦٥٠ مئوية. وبعد ذلك تكون الرغوة الناجمة عبارة عن مزيج من الأكسيد (٢٥ في المائة والأنتيمون ١٠ في المائة والرصاص ٦٥ في المائة).

٧٢- وتأتي الفضة (As) بعد ذلك، ويتم إزالتها من خلال عملية باركس التي تتغير من المحلولة المفضلة للفضة في الزنك المنصهر (Zn) بدلا من الرصاص المنصهر (Pb). ولذا يضاف الزنك المعدني إلى الرصاص المنصهر عند درجة حرارة ٤٧٠ مئوية، ويترك المزيج ليبرد حتى درجة حرارة ٣٢٥ مئوية. وبعد ذلك تنفصل سبيكة من الفضة والرصاص والزنك وتشكل قشرة على السطح. وتزال القشرة، ويفصل الزنك عن الفضة باستخدام مقطر هوائي. وتجري بعد ذلك عملية تكرير للفضة الخام باستخدام الأوكسجين لانتاج الفضة النقية. ويزال الزائد من الزنك من الرصاص المنزوع الفضة من خلال عملية التقطير الهوائية ثم بواسطة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH).

٧٣- وأخيرا يزال اليزموث من خلال معالجة ما تبقى من الرصاص بمزيج من الكلسيوم (Ca) والمغنسيوم (Mg) والمعروفة أيضا باسم عملية كرول-بيترتون. وتتكون سبيكة من الكلسيوم والمغنسيوم واليزموث في شكل رغوة على سطح الرصاص المنصهر وتزال بعد ذلك بقشطها. وتجري بعد ذلك أكسدة الرغوة وتكريرها مرة أخرى لانتاج اليزموث النقي.

٧٤- ويعالج الرصاص النقي بعد ذلك بهيدروكسيد الصوديوم (NaOH) لإزالة أية شوائب متبقية وأخيرا يصب في كتل أو سبائك. ويجري عادة صهر الدخان والرغاوي والليثارج والمواد الأخرى، التي تتكون خلال عملية التكرير، في أفران الدفع الهوائي لانتاج سبيكة من الرصاص الخام تجرى إعادة إدخالها في دورة الصهر.

٢-٣-٤ تكرير الرصاص: المصادر المحتملة لتلوث البيئة

٧٥- يمكن أن تصبح عملية التكرير عملية تلويث إذا لم تتخذ بعض تدابير المراقبة. وفيما يلي بعض مصادر التأثيرات البيئية في عملية تكرير الرصاص:

(أ) الرصاص المفرط التسخين - دخان الرصاص: يوجه الرصاص الناجم عن عملية الاختزال مباشرة إلى غلاية التكرير التي قد تكون في درجة حرارة ١٠٠٠ مئوية. ولذا فإنه ليس من غير الشائع أن تنتج عملية تكرير الرصاص كميات كبيرة من بخار الرصاص. وينبغي من الناحية المثالية استخراج الرصاص من الفرن مباشرة إلى حمام الرصاص أو يترك ليبرد قبيل الصب؛

(ب) انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (SO₂): قد تؤدي إزالة النحاس بإضافة الكبريت الأولي إلى إنتاج كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكبريت بالنظر إلى أن الكبريت يتأكسد بسهولة في حضور الأوكسجين في درجة حرارة الفرن. غير أن استخدام بيريث الحديد ينهي هذه المشكلة؛

(ج) انتاج الخبث المعدني- التلوث المعدني: قد يشكل انتاج الخبث المعدني وإزالته من غلاية التكرير أثناء تكرير بعض المعادن غير المطلوبة من الرصاص الخام مخاطر على صحة الإنسان والبيئة نتيجة للخصائص الفيزيائية للخبث المعدني. وتتخذ هذه الرغوة في بعض الأحيان شكل غبار دقيق للغاية وجاف يحتوي على كمية كبيرة من الرصاص والمعادن الأخرى، ولذا فإن من المهم توفير وسائل نقل أو تخزين لهذه المنتجات الثانوية المحتملة الخطورة مغطاة أو محكمة الإغلاق بصورة كافية مع تحديد وجهة سليمة لها؛

(د) إزالة كلورين القصدير واستعادته - اطلاق غاز الكلورين: إذا أزيل القصدير بغاز الكلورين لاستعادته في وقت لاحق، فستكون هذه العملية دقيقة للغاية. ويجري التخطيط للمتحصل من الغاز لتجنب اطلاق الكلورين أي أن الغاز يتفاعل مع القصدير قبل الوصول إلى سطح الرصاص المنصهر. غير أن إضافة الكلورين دون رقابة قد يطلق غازا ساما في البيئة. وعلاوة على ذلك، فإن مناولة الكلورين تعتبر في حد ذاتها عملية دقيقة نتيجة لخاصيته التحاتية والسمية؛

(هـ) إزالة القصدير الهوائي المدعم بالأكسجين - دخان الرصاص: أثناء مرور الهواء داخل المعادن المنصهرة، لا يتفاعل النتروجين الموجود في الهواء. وينتج عن ذلك أن الغاز يحدث فقايع شديدة على سطح المعادن التي تطلق الغبار والدخان المعدني.

٥ - مراقبة البيئة

٧٦- حتى هذه النقطة يكون قد تم وصف العديد من الجوانب المتعلقة بإعادة تدوير الرصاص بما في ذلك جمع البطاريات ومناولتها وتخزينها ونقلها وتقطيعها، واختزال الرصاص وتكريره. ومع ذلك، ما زال يتعين مناقشة بعض المسائل الهامة وخاصة تلك المتعلقة بتدابير مراقبة البيئة.

٧٧- يمكن تقسيم عملية مراقبة البيئة إلى ثلاثة موضوعات رئيسية وفقا لمدى تقدم معمل إعادة التدوير: (أ) قد لا يكون معمل إعادة التدوير قد حصل بعد على ترخيص؛ (ب) أن يكون معمل إعادة التدوير قد بني منذ بعض الوقت ويحتاج إلى تحسينات تكنولوجية وتوجيهات بشأن الرصد؛ و(ج) معمل إعادة التدوير يتبع أفضل التكنولوجيات المتاحة ولا يحتاج إلا إلى توجيهات بشأن الرصد.

١-٥ التخطيط لإقامة معمل تدوير الرصاص - تقييم الأثر البيئي

٧٨- تقييم الأثر البيئي عبارة عن دراسة تجرى قبيل التنفيذ لأي مصدر عبارة عن دراسة تجرى قبيل التنفيذ لأي مصدر محتمل للتلوث والهدف منه هو تقييم العواقب البيئية لتنفيذ مشروع صناعي خلال فترة إعداده. ولذا فإن هذه الدراسة توفر عناصر لتحسين المشروع وكذلك بيانات لتوجيه واضعي القرارات والمستثمرين والحكومات وتوعيتهم بعواقب المشروع. وتتسم دراسات تقييم الأثر البيئي بالطابع الإلزامي عادة في العديد من البلدان في مختلف أنحاء العالم، ولا يفرج عن تمويل تنفيذ المشروع إلا بعد موافقة الوكالات الحكومية عليها.

٧٩- وهذه هي الخطوة، من الناحية المثالية، التي يتعين أن يقوم بها كل مرفق لإعادة تدوير الرصاص لتلافي تلوث البيئة وتوفير كل جانب من جوانب حماية صحة البيئة والإنسان. كما أنها الخطوة التي توفر أفضل الفرص لإجراء التغييرات في المشروع بأقل حد ممكن من التكاليف، وهي أيضا فرصة للتخطيط للمستقبل من حيث أفضل التكنولوجيات المتاحة والأنسب للتقنية المختارة لإعادة التدوير. وأخيرا، فإن هذه الدراسات توفر التوجيه بشأن كيفية ارتباط معمل إعادة التدوير بالمحيط الذي يقع فيه لا من حيث البنية فحسب بل وكذلك من النواحي الاقتصادية والاجتماعية وغير ذلك.

٨٠- وينبغي أن يشتمل تقييم الأثر البيئي على الأقسام التالية ويمكن الاطلاع على دليل أكثر اكتمالا لعملية تقييم للأثر البيئي في الملحق الأول:

(أ) أهداف ومقاصد المشروع فضلا عن أهميته الاجتماعية والاقتصادية؛

(ب) وصف لموقع التنفيذ والمشروع ذاته والعلاقة بينهما بما في ذلك أقصى حد ممكن من العناصر الكمية المتوافرة؛

(ج) كرونغرام للنشاطات؛

(د) تحديد كمي ونوعي للآثار البيئية، والإجراءات التي ستتخذ لتقليل هذه الآثار قدر المستطاع؛

(هـ) التدابير الممكنة لتجديد الموقع بعد انتهاء المشروع أو إذا انتهى؛

(و) القوانين السارية فيما يتعلق بالمشروع؛

(ز) بدائل تنفيذ المشروع وخاصة المواقع البديلة؛

(ح) الأبعاد والتكنولوجيات المستخدمة ومصادر المواد الخام، ومصادر الطاقة ومنتجاتها؛

(ط) ممرات الطرق والتكنولوجيات المستخدمة؛

(ي) وأخيرا لا بد أن يكون تقييم الأثر البيئي تقريرا موجزا وموضوعيا وينبغي إلى أقصى حد ممكن تجنب إصدار الأحكام على القيم.

٨١- على الرغم من فائدة تقييم الأثر البيئي، فإنه يصبح في بعض الأحيان عائقا صغيرا لأن: (أ) التقييم لا ينشر عادة؛ (ب) قد يعتبر غاية في حد ذاته وليس جزءا من سياق كبير لإدارة البيئة؛ (ج) يعد عادة بواسطة شركاء مستقلين ولا يعكس بالضرورة التزاما من جانب المؤسسة التي طلبت الدراسة؛ (د) قد يستخدم كمصدر للاشتراكات والعوائق المفترضة مما يوفر وسيلة لمراقبة السوق.

٢-٥ التحسينات التكنولوجية

٨٢- وفي حالة عدم إجراء تقييم الأثر البيئي قبيل تنفيذ معمل إعادة تدوير الرصاص، قد يتبين أن المرفق يعاني من بعض المشكلات التكنولوجية والبيئية التي تحتاج إلى حل بالنظر إلى أنه قد حدث نقص أو إغفال لبعض الخطوات الهامة. غير أنه ينبغي التشديد على أن مجرد إغلاق معمل إعادة تدوير الرصاص الذي لا يعمل بصورة جيدة وإقامة مبنى جديد تماما ليس دائما بأفضل الحلول حيث أن هذا العمل يحتاج إلى مقدار كبير من المال. ولذا، فإن تنفيذ التحسينات التكنولوجية والحرص على إجراء عمليات رصد البيئة قد يكونا أفضل الخيارات المطروحة، بل وربما يكونا الخيار الوحيد. وسيرد وصف لهذه التحسينات في هذا القسم في حين سيجري تناول عمليات رصد البيئة في القسم التالي.

١-٢-٥ معالجة مصدر التلوث ومنع التلوث

٨٣- تصل كلفة معالجة التلوث بما في ذلك إزالة المخلفات والدخان والغبار والقضاء على ثاني أكسيد الرصاص، في أحد معامل تدوير الرصاص الحديثة إلى ما يتراوح بين ٢٠ و ٣٠ في المائة من تكاليف الاستثمار.

١-١-٢-٥ الالكتروليت الحمضي والمخلفات

٨٤- يشكل التصريف المباشر لهذه السوائل دون معالجة في البيئة أثارا ضخمة على البيئة. والنهج المقترح لهذه المشكلة هو محاولة تثبيتها قدر المستطاع وفقا للميزانية المتاحة:

(أ) هناك بعض التكنولوجيات المستخدمة لإزالة حامض الكبريت الموجود في الالكتروليت عن طريق استخلاص السوائل بالسوائل. وتوفر هذه التكنولوجيات وسائل لإنتاج الحامض الخالي من الرصاص الذي يمكن استخدامه في صورة الكتروليت البطارية مرة أخرى؛

(ب) يمكن معالجة الكتروليت بكاربونات الصوديوم (Na_2CO_3) ومن أو كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) ومن ثم إنتاج كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) أو الجبس ($CaSO_4$) الذي يمكن، بعد إزالة حبيث الرصاص منه بالتصفية، تنقيته مرة أخرى وبيعه لصناعة الأسمنت أو لتجارة البناء؛

(ج) ينبغي قدر المستطاع تجنب التصريف المباشر للالكتروليت التي أبطل مفعولها؛

(د) تصريف الالكتروليت غير المعالجة عملية غير سليمة من الناحية البيئية وينبغي تجنبها بأي ثمن.

٨٥- ينبغي أن يكون لدى كل معمل لتدوير الرصاص محطة لمعالجة المخلفات لمعالجة المياه التي تغادر مرفق التدوير بما في ذلك تلك القادمة من عملية إبطال مفعول الالكتروليت، ومياه الأمطار، والمياه المنسكبة من مخازن البطاريات وغير ذلك من أجل مراقبة نوعية المياه وحمايتها وتحسينها.

٢-١-٢-٥ جمع الغبار وتنقية الهواء

٨٦- يمكن أن تطلق جميع مراحل معمل تدوير البطاريات نوعاً أو آخر من الدخان أو الغبار الذي ينبغي جمعه وإما إعادته إلى المعمل أو معالجته قبيل إطلاقه في البيئة. وإذا أخذ في الاعتبار أن معمل التدوير المتوسط لا بد أن يصفى نحو سبعين طناً من الهواء مقابل كل طن ينتج من الرصاص، يصبح من الواضح أن هذه عملية مهمة ينبغي مراقبتها.

٨٧- ومن السهل نسبياً ترشيح ما يسمى بالغبار "الميكانيكي" أي الجزيئات من المواد التي تتمتع بخصائص فيزيائية كبيرة، وإزالتها من الهواء. غير أن من الأصعب إزالة الغبار الأكثر نعومة ويتعين استخدام تقنيات خاصة لتنظيف الهواء. وهناك طائفة واسعة من الخيارات التي ينبغي الحكم عليها باعتبارها دالة على اشتراطات مستوى التلوث والميزانية المخصصة لذلك: المصافي النسيجية أم الكيسية، وأجهزة الترسيب الثابتة كهربياً وأجهزة الترسيب الثانية كهربياً والمبللة، والأعاصير، والمصافي السيراميك، وأجهزة الغسيل المبللة. ويجري، بصفة عامة، توجيه جميع الغبار المحكوم إلى معمل الصهر لاستعادة الرصاص.

٢-٥-١-٣ الانبعاثات الهاربة

٨٨- الانبعاثات الهاربة هي تلك الاطلاقات في الجو من المواد الخام و/أو العمليات الصناعية التي تطلق دون المرور على أي جهاز للتنقية أو آلية تحكّم تهدف إلى التقليل أو القضاء على المحتوى الخطر أو كمية المواد التي يجري إنتاجها قبل إطلاقها في البيئة.

٨٩- ويمكن تحديد العديد من المصادر المحتملة للانبعاثات الهاربة من الموضوعات التي تمت تغطيتها في القسم الخاص بتدابير المراقبة التي تتخذ في مرافق التخزين، وعمليات تقطيع البطاريات، وتكرير الرصاص، وما إلى ذلك والتي تنتج أيضاً من الرصاص المنصهر الساخن "الأحمر" لدى صرفه من فرن الصهر، والناجمة عن ضغط البخار العالي من الرصاص ومركباته عند درجة حرارة ١٠٠٠ مئوية وفي نفس السياق، يمكن إنتاج الانبعاثات الهاربة في حالة تحويل سبيكة الفرن من الرصاص في مغرفة أو وعاء عند درجة حرارة ١٠٠٠ مئوية وصبه في غلاية التكرير ثم بعد ذلك خلال المعالجة إذا كان قد تم قشط الرغوة الغبارية يدوياً دون استخلاص أو تهوية.

٩٠- وتوجد، أساساً، وسيلتان للتحكم في الانبعاثات الهاربة:

(أ) استخلاص سبيكة الفرن الخاضعة للتهوية أو التحكم في قالب صب لترك السبيكة لتبرد. ولن يمكن نقل كتلة الرصاص إلى غلاية التكرير إلا بعد أن تتخذ شكلاً صلباً، وبعد ذلك يجري صهرها في حمام سوائل من الرصاص المنصهر. ويجري إزالة أي رغوة تتكون باجراء يؤدي إلى تهوية منطقة العمل واستخلاص واحتواء أي غبار ينتج في نظام للترشيح النقال؛

(ب) استخلاص الرصاص المنصهر الساخن الأحمر من الفرن وصبه في حمام من الرصاص المنصهر حيث يكون الحمام في درجة حرارة عشرين درجة فوق نقطة التجمد إلا أنها أقل بكثير من درجة الحرارة التي يمكن أن تنتج عندها انبعاثات هاربة. وينبغي تغطية حمام الرصاص المنصهر وتهويته حتى

يمكن تحويل أية انبعاثات إلى حجرة المرشحات الكيسية. ونظراً لأن غلاية التكرير تحتوي على حمام الرصاص المنصهر الممتلئ، فإن من الممكن ضخ الرصاص في غلاية أخرى لبدء عملية التكرير.

٥-٢-١-٤ التخلص من ثاني أكسيد الكبريت (SO₂)

٩١- تطبق بعض البلدان معايير تقييدية شديدة ضد انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت، والواقع أن هذه الانبعاثات تعتبر من أهم الملوثات التي ينبغي مكافحتها بالنظر إلى ما تنتجه من آثار شديدة على البيئة. ويمكن التخلص منها بعدة طرق مثل العمليات الجافة وشبه الجافة والرطبة وشبه الرطبة، والبديل البسيط لذلك هو استخدام جهاز تصييل الغاز المبلل مع كربونات الكالسيوم (CaCO₃) كعامل مما يؤدي إلى إنتاج الجبس الكبريتي. ويمكن بيع هذا المركب بدوره أو استخدامه في الأفران كعامل لتكوين الخبث. غير أنه حتى بعد ترشيح الغبار وإزالته، تظل الغازات محتوية على كميات صغيرة من ذرات الغبار، وثاني أكسيد الكبريت.

٥-٢-١-٥ استخدام الأوكسجين (O₂)

٩٢- يستخدم الأوكسجين لتدعيم الغازات التي تستخدم في عمليات التسخين، وله ثلاث نتائج رئيسية أخرى هي:

(أ) بالنظر إلى أن الهواء يحتوي على نسبة كبيرة من النيتروجين [N₂~72%(v/v)] الذي لم يترسب في أي تفاعل كيميائي في درجات الحرارة العادية، بأن استخدام الأوكسجين النقي (CO₂) يقلل بصورة جذرية من كمية تكوين غازات الاحتراق (نحو خمسة أمثال)؛

(ب) خفض الخسارة في الحرارة حيث تقل كمية الغاز البارد التي تتدفق من خلال الفرن؛

(ج) زيادة إنتاج الفرن.

٩٣- ولذا فإن استخدام الأوكسجين النقي لتدعيم إمدادات الهواء في شعلات الفرن يوفر عملية إنتاج أكثر نظافة.

٥-٢-١-٦ اختيارات عامل الصهر وتثبيت الخبث

٩٤- ينتج خبث الكالسيوم، الذي يتكون بإضافة كربونات الكالسيوم إلى الفرن ينتج خبث غير قابل للغسل مما يعني زيادة النفايات السليمة من الناحية البيئية. ومن ناحية أخرى بأنه يزيد من درجة الحرارة العاملة في الفرن، ويطلق المزيد من ثاني أكسيد الكبريت مما يعني زيادة تكاليف الطاقة وحوادث تقلبات في أداء الأفران وخاصة فترة عمر الآجر القادم للصهر. وعلاوة على ذلك، يعتبر الجير ناتجاً طبيعياً من النواتج التي يسهل التعامل معها عن كربونات الصوديوم، وتخفض تكاليف الصهر وغير ذلك من مشكلات التشغيل. ولذا لا بد من التخطيط لاختيار عامل الصهر بصورة جيدة.

٩٥- وسوف يكون تثبيت الخبث، مما يعني في نهاية المطاف التحكم في خطوات الصهر - الاختزال - التكرير بصورة جيدة، خطوة كبيرة على طريق الانتاج الأكثر نظافة حيث أن ذلك هو مكون النفايات الخطرة الرئيسي في العملية بأكملها. ولا يوجد استخدام لخبث الصوديوم الناشئ عن استعمال كربونات الصوديوم نتيجة لخصائصه الفيزيائية والكيميائية ومن ثم فإنه يوجه إلى مقالب النفايات الخطرة.

٩٦- ومن ناحية أخرى، فإنه على الرغم من حدوث بعض الزيادة في التكاليف الخاصة بإعادة التدوير، فقد وجد لخبث الكلسيوم بعض الاستعمالات في شكل مواد خام في انتاج الأسمنت الذي استخدم في تعبيد الطرق وصناعة الطوب وغير ذلك وحقق نتائج واعدة في هذا المجال. ولذا فإن استخدام مواد الصهر المعتمدة على الكلسيوم قد يعتبر خيارا سليما في المستقبل حيث أنه يوفر حلا لاستخدام كميات كبيرة من بقايا المخلفات.

٥-٢-١-٧ إعادة تدوير المواد العضوية الثقيلة

٩٧- يتكون الجزء من المواد العضوية الثقيلة بواسطة العوازل بين الصفائح والايونيت، ويشكل الكربون ٥٠ في المائة من كتلته مما يعني أن من الممكن استخدام المواد العضوية الثقيلة كعامل اختزال في الفرن. وعلى الرغم من حقيقة أنه يتعين اتخاذ قدر أكبر من الحرص الزائد لمنع التلوث، فإن استخدام المواد العضوية الثقيلة كعامل اختزال يقلل من كمية عوامل الاختزال الأخرى فضلا عن خفض كمية النفايات التي لولا ذلك لكانت قد احتاجت إلى إدارة سليمة. غير أن بعض العيوب في العملية مثل انخفاض كمية الخبث السائل، وتكون القطران وغير ذلك لا تؤدي إلى إصدار تقرير قاطع، ويتعين إجراء المزيد من الدراسات، إلا أن ذلك يعتبر وجهة نظر واعدة لهذه النفايات.

٥-٢-١-٨ إعادة تدوير البوليبيروبيلين

٩٨- يعتبر البوليبيروبيلين منتجا قيما يمكن بمفرده، أن يدعم عملية تقطيع بطاريات الرصاص الحمضية. ولذا فإنه ينظر إلى إعادة معالجة العناصر البلاستيكية نشاطا مربحا لا يتخذ وضعا عالميا للأسف.

٥-٢-١-٩ الوجهة السليمة للنفايات غير القابلة للاستعادة

٩٩- لن تجري، مرة أخرى، إعادة تدوير بعض النفايات التي تنتج خلال عملية إعادة تدوير الرصاص أو إعادة استخدامها ولذا ستحتاج إلى تحديد وجهة سليمة للتخلص منها. وينبغي التشديد على أنه يوجد عادة في هذه النفايات محتوى مرتفعا من الرصاص يتراوح بين ٢ و ٥ في المائة، وينبغي التعامل معها على أنها نفايات خطرة حتى إذا كان من الصعب غسل الرصاص ومن ثم يتطلب تحديد جهة في موقع لمقالب النفايات الخطرة المعتمدة.

٥-٣ رصد البيئة

١٠٠- تحتاج التكنولوجيات الأكثر نظافة على رصد دائم حتى بعد تنفيذ أفضل التكنولوجيات المتاحة. فهذه العملية لا توفر فقط صورة نظيفة للأداء البيئي لمعمل إعادة تدوير الرصاص حيث أنها تحدد بصورة سليمة

الخطوات المعيبة في سلسلة إعادة التدوير بل وتوفر بيانات أكيدة تستخدم في تحسين العملية وزيادة درجة حماية صحة البيئة والبشر. وأخيرا فإن رصد البيئة يحافظ على السلامة البيئية لعملية إعادة التدوير.

١٠١- ومن ناحية أخرى، فإن تدابير المراقبة تضمن انخفاض أخطاء التشغيل والحوادث إلى أقصى حد ممكن مع توفير مجموعة بسيطة من التعليمات في نفس الوقت وهي تعليمات إن اتبعت سوف تخفض من مخاطر التلوث البيئي بدرجة كبيرة.

١-٣-٥ تدابير المراقبة

١٠٢- هناك بصورة مستقلة عن تكنولوجيات مراقبة التلوث المستخدمة في معمل إعادة التدوير، بعض تدابير المراقبة المختلفة تستخدم على نطاق واسع لمنع أو التقليل إلى أدنى حد ممكن من التلوث البيئي. والتدابير الواردة أدناه مجرد مجموعة صغيرة من هذه التدابير، وينبغي التشجيع على إجراء المزيد من التحسينات التي يتم تحديدها من خلال إبراز بعض الخصائص النوعية لكل معمل لإعادة التدوير والتعامل معها. وتوفر القائمة رغم قصرها بعض الأفكار المفيدة لتحقيق القدرات الجيدة على مراقبة البيئة:

(أ) **معدات الوقاية الشخصية:** ينبغي أن يكون لجميع العاملين معدات وقاية شخصية، وهي معدات تختلف من قسم لآخر في معمل إعادة التدوير اعتمادا على الاشتراطات النوعية لكل منها. كما ينبغي تدريبهم على طريقة استخدامها بصورة سليمة وفقا للمواصفات التي تحددها جهات التصنيع، وينبغي أن يكون لدى جميع الأقسام في معمل إعادة التدوير تحديدا واضحا وبارزا لمعدات الوقاية الشخصية التي ينبغي أن يستخدمها العامل أثناء وجوده في قسم معين. وتتمثل الاحتياجات الدنيا من معدات الوقاية الشخصية في أجهزة التنفس والقبعات الصلبة وأحذية السلامة؛

(ب) **ممارسات العمل:** ينبغي استخدام بعض سياسات العمل وتدريب العمال على اتباعها للحد من مخاطر التلوث الصحي:

١٠١- حظر التدخين في مكان العمل؛

١٠٢- الفصل بين مناطق العمل وتلك الخاصة بتناول الطعام؛

١٠٣- الاستحمام الإلزامي بالمش في نهاية العمل؛

١٠٤- تغيير ملابس العمل قبل الذهاب إلى المنزل؛

١٠٥- تغيير ملابس العمل وغسلها يوميا؛

١٠٦- فحص وتنظيم أجهزة التنفس يوميا.

(ج) **عمليات التقطيع والاختزال والتكرير داخل المباني المغلقة:** يتيح جمع جميع الغبار من خلال نظام مريح للتنقية وتجنب اطلاق الغبار الملوث في الجو؛

(د) **المناطق غير المغطاة:** ينبغي أن تكون جميع المناطق غير المغطاة في معمل إعادة التدوير ذات سطح صلب وناعم ويفضل تغطيته بمواد مانعة للتسرب يسهل غسلها وتنظيفها. وينبغي جمع جميع

المواد التي تم كنسها وتوجيهها إلى أفران الاختزال من أجل إعادة تدوير الرصاص المحتمل وغيره من الغبار المعدني؛

(هـ) **ضرورة أن تتم عمليات النقل الداخلية في وسائل نقل مغلقة:** مما يؤدي إلى تجنب اطلاق الغبار غير الضروري. وعندما لا يتسنى تحقيق ذلك، ينبغي تغطية حاويات النقل بصورة ملائمة. وينبغي فصل مركبات النقل الداخلي عن المركبات الخارجية؛

(و) **تخزين الحبث:** ينبغي تخزين المواد الخطرة بنفس الدرجة من العناية التي تسند للبطاريات المستهلكة حيث أنها تحتوي على الكثير من المواد والبنود الخطرة التي يمكن غسلها أو تنتج مشكلات صحية وبيئية أخرى. ولذا ينبغي استخدام نفس تدابير المراقبة المستخدمة في تخزين البطاريات (التربة الممهدة والتغطية وغير ذلك) في مناولة الحبث والرغاوي والمواد المقشوفة وغير ذلك من المنتجات الفرعية الخطرة والنفايات والمواد؛

(ز) **نظام تنقية الهواء:** ينبغي أن يكون قريبا قدر المستطاع من منطقة التهوية، وينبغي أن تكون جميع نظم الاستخلاص نظاما مغلقة لتجنب اطلاق الغبار؛

(ح) **ينبغي أن تكون جميع العمليات المفتوحة مبللة:** فالبلل بحول دون تكوّن الغبار. ولذا ينبغي أن تتم جميع العمليات التي تنفذ خارج المباني المغلقة مثل الكنس وتنظيف الطرق، والنقل عبر طرق غير ممهدة، ونقل الحاويات المفتوحة، ودخان حجرة المرشحات الكيسية وإزالة الغبار ونقله وغير ذلك باستخدام مواد مبللة؛

(ط) **ينبغي غسيل الشاحنات ووسائل النقل لدى مغادرة معمل إعادة التدوير:** وخاصة العجلات والأجزاء السفلى لتجنب انتشار غبار الرصاص خارج معمل إعادة التدوير. وينبغي تنظيف الوسائل الخوائية داخل كبائن مغلقة من أن لآخر. وينبغي أن تغادر جميع المركبات معمل إعادة التدوير من منفذ خروج واحد محكوم؛

(ي) **ينبغي حماية مخزونات الفحم:** فإذا كان معمل إعادة التدوير يستخدم الفحم سواء كمصدر للوقود أو عامل اختزال، فينبغي تخزينه بصورة سليمة في منطقة معزولة ومغطاة. كما يتطلب معدات خاصة لمكافحة الحرائق وموظفين مدربين تدريباً مناسباً؛

(ك) **ضرورة جمع مياه الأمطار:** نظراً لأنها يمكن أن تنتج مواد مغسولة خطرة ينبغي استخدام نظام مصمم خصيصاً لجمع المياه السطحية من أجل توجيه جميع المياه إلى محطة معالجة المخلفات.

١٠٣- هناك بصورة مستقلة عن تكنولوجيات مراقبة التلوث المستخدمة في معمل إعادة التدوير، بعض تدابير المراقبة المختلفة تستخدم على نطاق واسع لمنع أو التقليل إلى أدنى حد ممكن من التلوث البيئي. والتدابير الواردة أدناه مجرد مجموعة صغيرة من هذه التدابير، وينبغي التشجيع على إجراء المزيد من التحسينات التي يتم تحديدها من خلال إبراز بعض الخصائص النوعية لكل معمل لإعادة التدوير والتعامل معها. ومع ذلك توفر القائمة رغم قصرها بعض الأفكار المفيدة لتحقيق الممارسات الجيدة لمراقبة البيئة.

٢-٣-٥ تدابير الرصد

١٠٤- قد ينظر إلى رصد البيئة على أنه قياس لتلوث البيئة. وقد يمكن استخدام البيانات المجمعة من خلاله لا كدليل إلى التحسن التكنولوجي وقياس الأداء فحسب بل وكمصدر للموثوقية والمصدقية في العلاقة مع السكان المحيطين، حيث ينظر عادة إلى معمل إعادة تدوير الرصاص على أنه مصدر كبير لتلوث البيئة ولذا لا بد من أن يجريه كل معمل من معامل إعادة تدوير الرصاص.

١٠٥- وفيما يلي بعض أهداف الرصد:

(أ) **المخلفات:** بعد معالجتها في محطة معالجة المخلفات، ينبغي رصد جميع كميات المياه التي تغادر معمل إعادة التدوير من أجل تحديد على الأقل رقمها الهيدروجيني ومحتواها من الكبريتيد والمعادن الثقيلة الممثلة فيها (Pb,Hg,,Cd)؛

(ب) **الغازات:** ينبغي أن يكون هناك رصد مستمر للغازات مثل ثاني أكسيد الكبريت وغاز الرصاص. ومن المستحسن أن تجرى عملية الرصد عند في العديد من النقاط المختلفة داخل معمل إعادة التدوير وخارجه؛

(ج) **التربة والنبات:** ينبغي إجراء تحليل دوري للتربة والنباتات الموجودة داخل مرفق إعادة التدوير، وفي المناطق المحيطة به مباشرة من أجل رصد تلوث الغبار؛

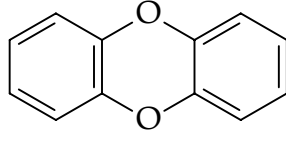
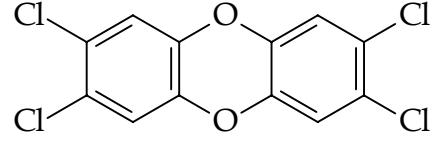
(د) **نوعية الهواء:** لا بد من إجراء عملية رصد مستمرة لنوعية الهواء داخل المباني المغلقة مثل مرفق تقطيع البطاريات وغير ذلك؛

(هـ) **الإشراف الطبي:** يتعين مراقبة صحة جميع العمال والاحتفاظ بسجلات عن ذلك. كما ينبغي توفير الفحص المجاني الدوري للسكان في المناطق المحيطة مباشرة.

١٠٦- وعلى الرغم من أن أنشطة الرصد هذه باهظة التكلفة وتحتاج العديد منها إلى موظفين متخصصين مما قد يشكل مشكلة كبيرة عندما تكون قيود الميزانية عاملاً هاماً، لا بد من الإدراك بأنها توفر معلومات على غاية الأهمية لتحديد سلامة البيئة الخاصة بمعمل إعادة التدوير. ولذا ينبغي الاضطلاع بها حينما يكون ممكناً.

٣-٣-٥ الديوكسين

١٠٧- الديوكسين مركب عضوي معطر قد يتكون نتيجة للتفاعلات الحرارية يطلق عليها اسم عملية "دي نوفو" حيث تتفاعل الشظايا السابقة، التي تكون عادة جزيئات عالية التفاعل، مع بعضها لإنتاج إطار جزيئي من الديوكسين (الشكل ٧).

Dibenzo-*p*-dioxin2,3,7,8-Tetrachloro-dibenzo-*p*-dioxin

٢، ٣، ٧، ٨ - تيتراكلورو - ديبينزو - P - ديوكسين ديبينزو - P - ديوكسين

الشكل ٧ - إطار جزيئيات الديوكسين و ٢، ٣، ٧، ٨ - ت.د.د

١٠٨ - ويبدو أن وجود ذرات الكلورين في المواد السابقة يزيد معدل تكوين الديوكسين ويطلق قدر أكبر بكثير من الجزيئيات الخطرة مثل P, 2,3,7,8 - TDD - مركب قادر على الإصابة بالأمراض السرطانية.

١٠٩ - وعلى الرغم من صعوبة معالجة ورصد تكوين الديوكسين، فإنه موضوع ذو صلة وثيقة بعملية إعادة تدوير الرصاص بالنظر إلى أن المواد الخام الثانوية قد تحتوي على مواد سابقة على الديوكسين، وقد يوفر مناخ الفرن ظروف جيدة لتكوين الديوكسين. كذلك بأن استخدام عوامل الاختزال الكربونية والوقود العضوي قد يسفران عن إنتاج مسحوق الكربون الناعم الذي قد يتفاعل، في ظروف معينة، مع مشتقات الكلورين وينتج مركبات سامة. وأخيرا فإنه يبدو أن وجود النحاس والحديد اللذين يوجدان عادة في عمليات إعادة تدوير الرصاص يحفز على تكوين الديوكسين إلى حد معين مما يؤدي إلى زيادة إدرار الديوكسين، مرة أخرى.

١١٠ - ونظراً لأنه يبدو أن الاختيار المسبق للمواد الخام اللازمة لإزالة المواد العضوية والمعادن المحتوية على الكلورين يبدو أمراً غير مرجح إن لم يكن مستحيلاً في معمل إعادة تدوير الرصاص، باستثناء المواد العضوية الخفيفة والثقيلة، فإن تدمير الديوكسين هو النهج الأيسر لحل المشكلة:

(أ) يمكن استخدام الهواء المدعم بالأكسجين أو الأوكسجين النقي في ضمان احتراق المركبات العضوية بصورة كاملة، كما أشير سلفاً، ويمكن أن يؤدي ذلك، من حيث المبدأ، إلى خفض تكوين الديوكسين بدرجة كبيرة؛

(ب) يمكن حقن الكربون المنشط في تيار الغاز لامتناس جزيئيات العضوية ثم ترسيحها بعد ذلك. ولا بد من معالجة الغبار المرشح باعتباره من النفايات الخطرة وينبغي عدم توجيهه إلى الأفران بل حرقه بدلاً من ذلك في مرافق متخصصة أو معالجته بعناية فائقة؛

(ج) أشير إلى أن الأكسدة الحفازة تعتبر طريقة تتسم بالكفاءة لتدمير الديوكسين.

١١١ - ينبغي دراسة هذه التقنيات وغيرها من التقنيات المتوافرة وخاصة التي تحقق الحرق الكامل لجميع مواد الأفران في درجة حرارة عالية، في ضوء القيود والاشتراطات الخاصة بكل معمل من معامل إعادة

التدوير ولا يتطلب الكثير من هذه التقنيات مرافق خاصة ويمكن ادراجه بسهولة في العملية دون مزيد من التحسينات. كذلك فإن أفضل النظم من ناحية مردودية التكاليف سوف يعتمد على جوانب السلامة والقانون والتشغيل، فضلا عن العوامل الاقتصادية. ويمكن تحقيق مستوى انبعاثات دون ٠,٥ ng للمتر المكعب باستخدام تقنية من التقنيات المشار إليها أعلاه، ومن خلال توليفة من التقنيات، ولذا فليس من العسير تحقيق مستويات تقل عن ٠,١ ng لكل متر مكعب وهي المستويات التي تكفي لحماية الصحة والبيئة.

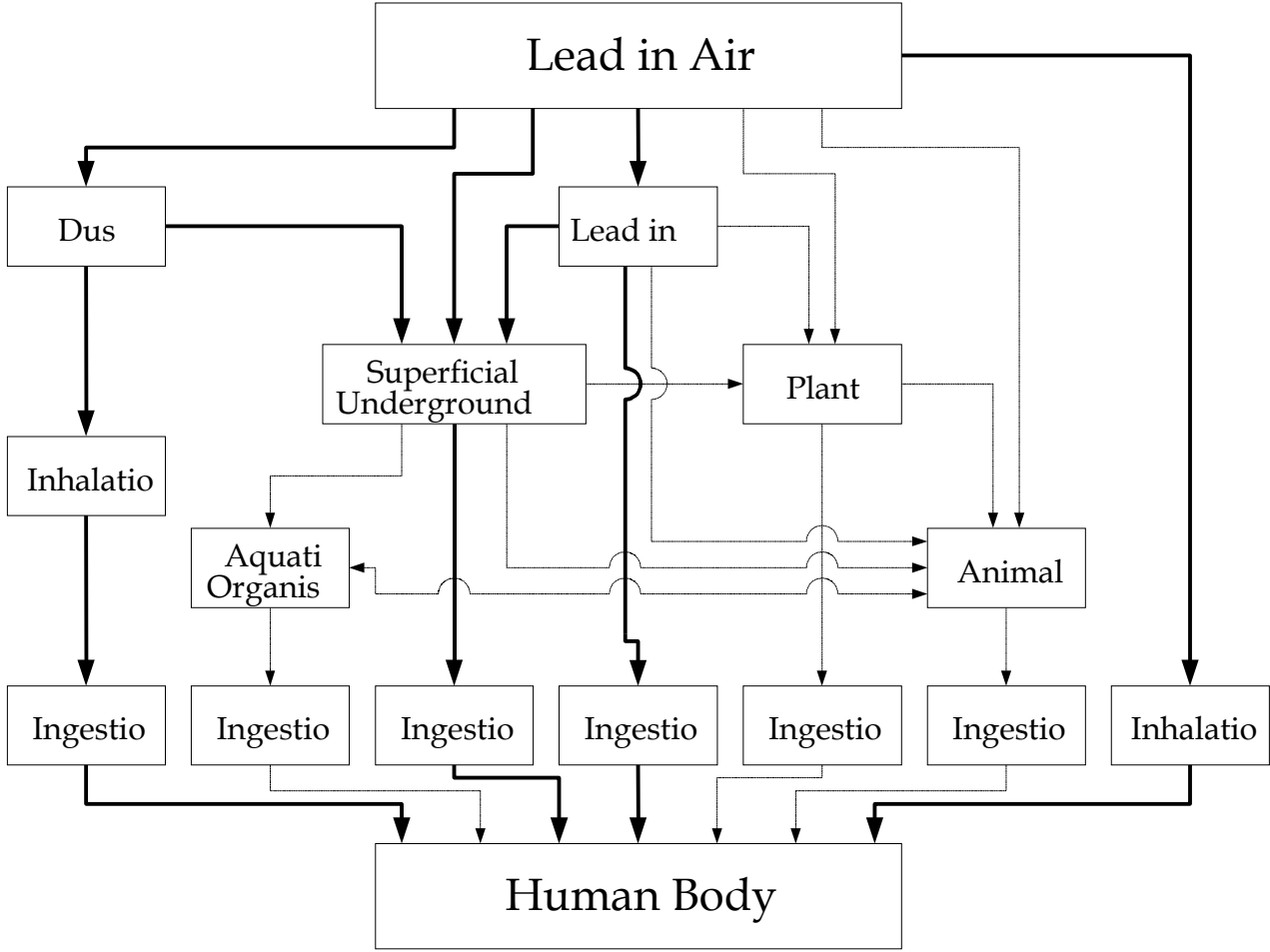
٦ - الجوانب الصحية

١-٦ اعتبارات عامة

١١٢- يوجد الرصاص، وقد كان دائما كذلك، طبيعيا بوفرة كبيرة لا في البيئة فحسب بل وفي الإنسان. ويحدث الحشد الطبيعي للرصاص بواسطة تحلل الرواسب المعدنية والانبعاثات الغازية، وأشارت التقديرات إلى أن هاتين الآليتين معا يطلقان نحو ٢١٠ ٠٠٠ طن من الرصاص في البيئة سنويا، وكانتا، حتى ظهور الأنشطة البشرية، المصدر الوحيد للرصاص في البيئة. ويبلغ متوسط تركيز الرصاص في طبقة ليثوسفير نحو ١٦ ملليغرام في الكيلوغرام إلا أن هذا الرقم يتغير بالنسبة للتركيبية النوعية للمعادن المحلية.

١١٣- وفي مقابل الكميات المعبأة طبيعيا، تطلق الأنشطة البشرية الرصاص من مصادره الطبيعية بصورة أكثر كثافة تصل إلى أكثر من أربعة ملايين طن سنويا، إلا أن نسبة ضئيلة من ذلك تعود إلى البيئة في شكل مصدر تلوث في حين يوجه جزء كبير منه إلى العمليات الصناعية.

١١٤- ونظراً لأن الجسم البشري لا يميز المصدر الذي يأتي منه الرصاص أي أنه يتم امتصاص الرصاص البشري المنشأ والرصاص الطبيعي بمنفس الطريقة، فإن جميع الأنشطة البشرية التي تطلق الرصاص دون قصد بطريقة أو بأخرى في البيئة قد تعتبر تضخيماً للمصادر الطبيعية إلا أن المصادر الكبيرة لا تغير من نفسها ويمكن رصدها كما يتضح من الشكل ٨.



الشكل رقم ٨ - المسارات الرئيسية لمتحصلات الإنسان من الرصاص

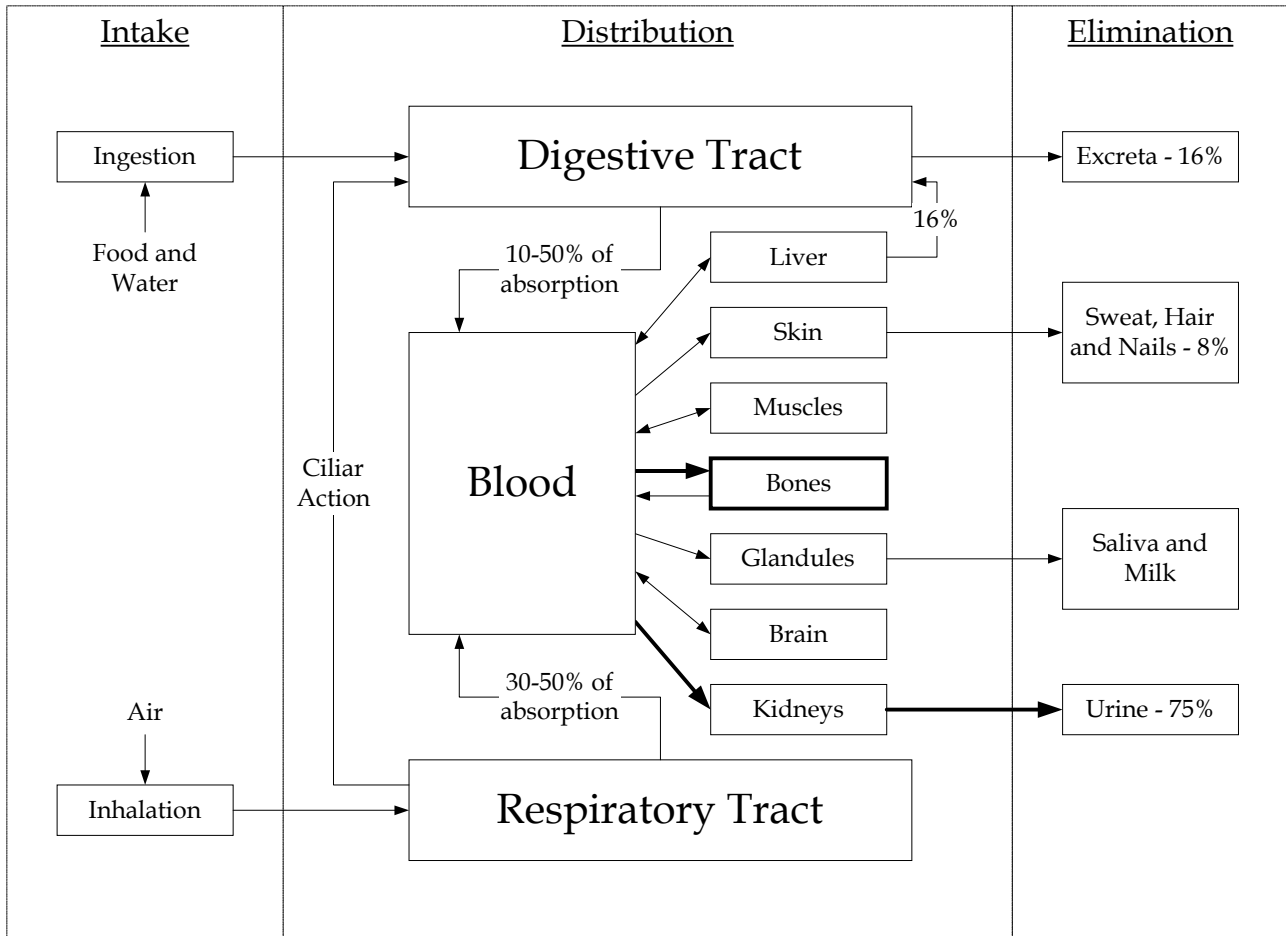
١١٥- وبعد النظر في هذه الملاحظات، قد تعتبر عمليات إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية عملية تضخيم محتملة وقوية للمصادر الطبيعية من الرصاص إذا لم تتخذ الضوابط المناسبة، وقد يلمس تأثيرها في صحة الإنسان من خلال الخطوط الغامقة في الشكل ٨ الذي يمثل أهم مسارات المتحصلات البشرية من الرصاص.

٢-٦ ديناميكية السموم

١-٢-٦ الامتصاص والتوزيع والانهاء

١١٦- يمتص البشر الرصاص من خلال الاستنشاق والابتلاع والجلد على الرغم من أن هذا الأخير لا يحدث إلا في حالات نادرة من التلوث بالرصاص العضوي (مثل المواد المضافة للوقود)، ولن يتم معالجة ذلك أنها لا توجد ولا يعاد تدويرها في معامل الرصاص الفرعية. ولكن نوعية مسار المتحصلات، وحجم الجزيئات ونوع مركبات الرصاص (عضوية أو غير عضوية)، هي التي تفرض ذلك بالإضافة إلى تركيزات المعدن واحتمال انتشاره في الجسم. وعلاوة على هذه الاعتبارات، فإن امتصاص الرصاص يعتمد على خصائص فردية أخرى مثل الحالة الفسيولوجية وسلامة الجلد وكلاهما يتعلق بالسن وغير ذلك من العوامل

مثل الأحوال التغذوية وتلك المتعلقة بالتمثيل الأيضي والخصائص التشريحية. ويمكن رؤية مخطط عام للدينامية السمية للرصاص من خلال الشكل رقم ٩.



الشكل رقم ٩ - الدينامية السمية للرصاص في الجسم البشري

١١٧- ومسار الاستنشاق هو المصدر الرئيسي لامتصاص الرصاص في البيئة الصناعية حيث أنه مسؤول عن الأخطار المهنية التي تلاحظ في معامل التكرير إذا لم تتبع بروتوكولات المراقبة. وعلى الرغم من حقيقة أن آلية الامتصاص ليست مفهومة بالصورة الكاملة، فإن نحو ٢٠ إلى ٤٠ في المائة من الرصاص الذي يدخل الجهاز التنفسي يظل داخل الجسم وينتج الجزء الرئيسي منه، بواسطة حركة الأهداب من الجهاز التنفسي إلى الجهاز الهضمي. ويجري بسرعة امتصاص الكمية المتبقية في الرئتين من خلال عملية منفصلة عن الأنواع الكيماوية للرصاص المعني. وتشير التقديرات إلى أن تركيز ١ وحدة غرام في المتر المكعب من الرصاص في الجو ينتج تركيزاً قدره ١-٢ ug dC₁ في مجرى الدم.

١١٨- ويمثل امتصاص الجهاز الهضمي، الذي يعتبر مسار المتحصل الرئيسي غير الصناعي، أقل من ١٠ في المائة من مجموع الرصاص الذي تم ابتلاعه ولا يتعلق بمركب الرصاص المعني. والواقع أن الأشكال غير العضوية التي تمتص بصورة أقل بالنسبة للمركبات المعدنية الأخرى، هي أكثر الأشكال التي يتم امتصاصها اتساعاً في حالة مركبات الرصاص.

١١٩- غير أنه بصرف النظر عن مسار المتحولات، فإن الأطفال هم الأكثر حساسية لمركبات الرصاص من الأشخاص البالغين وتبين بعض البيانات أن الابتلاع قد يصل إلى كمية مرتفعة تبلغ ٥٠ في المائة أي خمسة أمثال ما يمتصه الكبار.

١٢٠- وينتقل الرصاص الممتص، سواء عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع إلى مجرى الدم حيث تحدث عملية معادلة بين البلازما وخلايا الدم الحمراء بنسبة ١ إلى ١٦. ومن مجرى الدم ينتقل الرصاص إلى جميع الأعضاء وخاصة العظام التي قد تحتفظ بنحو ٩٠ في المائة من محتوى الرصاص في الجسم. ولذا فإنه في حين أن مركبات الرصاص في الدم قد تبين التعرض الذي حدث في وقت قريب، فإن مركبات الرصاص في العظام تعكس التعرض المتراكم.

١٢١- ويتم التخلص من الرصاص المبتلع عن طريق البراز أساسا مما يشير إلى سوء معدل امتصاص المعدة: ومن ناحية أخرى، يجري التخلص من الرصاص الذي يمتصه الجسم ويندمج في مجرى الدم عن طريق البول (٧٥%)، والافرازات المعوية عن طريق الكبد (١٦%) والشعر والأظافر والعرق (٨%). كذلك فإن النساء المرضعات قد يتخلصن من الرصاص عن طريق لبنهن في تركيز يماثل ذلك الخاص بالبلازما.

١٢٢- والفترة الزمنية الضرورية لتحلل مركبات الرصاص في الجسم البشري، طويلة، كقاعدة عامة، إلا أنها تتباين وفقا لنسيج الجسم. وعلاوة على ذلك، فإن من المستحيل تقريبا تحديد معدلات التخلص منه حيث أن العظام قد تحتفظ بكمية كبيرة منه مستعدة للتحويل إلى مجرى الدم. ومع ذلك فإن بعض هذه الفترات الزمنية معروفة بالنسبة للدم (٣-٤ أسابيع) والعظام (٢٠-٢٧ سنة).

٢-٢-٦ السمية والآثار الصحية

١٢٣- يمكن تقسيم الآلية السمية للتسمم بالرصاص إلى ثلاثة أنواع: (أ) من خلال التنافس مع مواد التمثيل الأيضي الأخرى مثل الكالسيوم والزنك؛ (ب) من خلال انجذابه القوي على مجموعات الكيروتيديل (-SH) في البروتينات مما يعني أن العديد من المواد البروتينية قد يتغير كيمائيا ويصبح أكثر أو أقل معقولا، ويظهر بصورة سيئة في العديد من ممرات التمثيل الأيضي؛ (ج) ومن خلال تغيير مسار الأيونات الأساسية في مختلف أنحاء الجسم.

١٢٤- لقد تم وصف وربط طائفة واسعة من الآثار المتجانسة والأعراض العامة وغير المحددة بالتلوث بالرصاص، ويمكن الاطلاع على ذلك في الملحق الثاني. وأكثر أجهزة الجسم البشري تأثرا بالتعرض للرصاص هي:

(أ) جهاز تكوين الجسم: فأخذ الآثار المبكرة والأكثر أهمية للتلوث بالرصاص في الجسم البشري يتمثل في التعبير الذي يحدث في تجمعات المجموعة الدموية مما يؤدي إلى الإصابة بالأنيميا نتيجة للتعديلات التي تحدث في خلايا الدم الحمراء؛

(ب) الجهاز العصبي المركزي: تعتبر آثار الرصاص على الجهاز العصبي المركزي أكثر أهمية بمراحل على الأطفال الصغار وقد تحدث الآثار السيكولوجية العصبية حتى بالنسبة للمستويات التي تعتبر دون السمية مثل 10ug.d/1. وقد يؤدي التعرض للرصاص لفترة طويلة إلى إحداث آثار هامة على الجهاز العصبي المركزي مما يتسبب فيما يعرف باسم الاعتلال الدماغي الناجم عن الرصاص الذي تتراوح أعراضه بين التغييرات السيكولوجية والسلوكية القوية إلى التغييرات العصبية. وعلاوة على ذلك، تحدث فروق في الآثار عندما تتغير مصادر الرصاص من العضوية إلى اللاعضوية؛

(ج) الجهاز العصبي الطرفي: يؤدي الرصاص العضوي إلى إحداث تأثيرات عكسية على الجهاز العصبي الطرفي لا في بنیان الأعصاب فحسب بل وفي السلوك الكيماوي البيولوجي أيضا. وأكثر التأثيرات المميزة له هو الشكل الناجم عن الرصاص الذي تبدو أبرز مظهرة في فقد قوة اليدين.

١٢٥- وبجانب الأجهزة المشار إليها أعلاه، تتأثر أيضا الأجهزة التالية من التلوث بالرصاص: المسالك البولية والجهاز الهضمي والأوعية الدموية والجهاز التناسلي والغدد والمفاصل.

٣-٦ حدود التعرض

١-٣-٦ الحدود المهنية

١٢٦- لا يضمن وضع حدود قصوى للرصاص في هواء أماكن العمل أنه لن يكون هناك آثار معاكسة على الأشخاص المعرضين عند المستويات الأدنى من التركيزات. وعلاوة على ذلك لا بد من مراعاة أن:

(أ) القيم القصوى الحالية قد تحددت في البلدان المتقدمة حيث تختلف ظروف العمل والأحوال الصحية والمادية للعمال اختلافا كبيرا في كثير من الأحيان عن تلك السائدة في البلدان النامية؛

(ب) كثيرا ما يتعرض العمال لمختلف المواد التي قد يكون لها معا تأثيرات تجميعية أو ادمانية (مثل - التدخين)؛

(ج) أن تستند إلى العمال البالغين الذين يعملون ثماني ساعات يوميا وخمسة أيام في الأسبوع في حين أنه ليس من غير الشائع أن تجد ساعات عمل أطول وكذلك تشغيل الأطفال في البلدان النامية (وخاصة في الأعمال الأسرية الصغيرة).

١٢٧- وعلاوة على ذلك فإن من المهم كذلك مراعاة أن الاتجاه العام لحدود التعرض، وخاصة في حالة التلوث بالرصاص، هو إلى الانخفاض أي أكثر تقييدا مع تزايد دقة تقنيات التجارب والأساليب الاكلينيكية وتزايد قدرتها على رصد الأعراض الحادة لانخفاض تركيزات الرصاص في الدم.

١٢٨- ولذا لا بد من عدم استخدام الحدود القصوى الواردة هنا إلا كدليل لحماية المعرضين بصورة مباشرة، ولا بد وأن يراعي المرء أن استخدام الترصد البيولوجي المنهجي سيكون مؤشرا أكثر دقة على الحدود القصوى التي ينبغي استخدامها بالنسبة لفئة معينة من السكان.

التركيز/المصدر	
٠,٢ مليغرام م ^٣ (إدارة السلامة والصحة المهنية في الولايات المتحدة (١٩٨١))	TLV*
٠,٤٥ مليغرام م ^٣ لكل ١٥ دقيقة من التعرض للدخان وغبار الرصاص غير العضوي (إدارة (مثل أعلى)) ١٩٨٣	STEL**
٠,١٥ مليغرام م ^٣ القيمة المتوقعة لدخان وغبار الرصاص غير العضوي (إدارة (مثل أعلى)) ١٩٨٤	TLV-TWA*** للرصاص غير العضوي
متغير من ٣٠-٦٠ ug م ^٣ و ٦٠ ug م ^٣ بالنسبة للرجال في سن الاخصاب و ٤٠ ug م ^٣ بالنسبة للنساء في سن الاخصاب (منظمة الصحة العالمية، ١٩٨٠)	TLV-TWA

* قيمة الحدود القصوى. ** حدود التعرض قصير الأجل *** قيمة الحدود القصوى – المتوسط المرجح للوقت

الجدول رقم ١ - الحدود القصوى للتعرض للرصاص المهني

١٢٩ - كما حددت هوامش الحظر بالنسبة لمركبات الرصاص في الدعم (الجدول ٢).

متوسط الخطر				
خطر	مفرط	مقبول	عادي	
٦٠ <	٦٠-٤٠	٤٠--٣٠	٣٠ >	مركبات الرصاص في الدم (ug d/-1)

الجدول رقم ٢ - مستويات الخطر من التعرض للرصاص وفقا لمركبات الرصاص في الدم

٢-٣-٦ الحدود القصوى البيئية

١٣٠ - ويتعين تحديد الحدود القصوى البيئية مع المركبات التي عثر عليها في مختلف أنحاء العالم والتي لم يكن لها تأثيرات معاكسة على صحة السكان. ومن ناحية أخرى، فإنها تختلف عن الحدود القصوى للتعرض للرصاص المهني التي تعرضت لدراسات مستفيضة. وما زالت الحدود القصوى البيئية في حاجة إلى مزيد من الدراسة وقد تخضع بعد ذلك للتغيير في المستقبل نتيجة للفهم الأفضل للعلاقة بين الرصاص والبيئة وكذلك من خلال الحصر الأكثر اتساعا لمصادر التعرض للرصاص.

١٣١ - وفيما يلي الحدود القصوى للتعرض للرصاص غير المهني:

المصدر	الحدود القصوى
مياه الشرب	٠,٠٠٥ ملجم/طن - ١ (منظمة الصحة العالمية)
التربة	حتى ٢٥ ملجم/كيلو غرام - ١
الأغذية	٣ ملجم/فرد/اسبوعيا (منظمة الأغذية والزراعة/منظمة الصحة العالمية ١٩٧٢ و ١٩٧٨)
الهواء	٢ ug م - ٣ - متوسط التركيز السنوي (المفوضية الأوروبية ١٩٨٧)
الهواء	٠,٧ ug م - ٣ - (الاتحاد السوفياتي السابق - ٣، ١٩٧٨)
الهواء	٢ ug م - ٣ - وكالة حماية البيئة الولايات المتحدة

الجدول رقم ٣ - الحدود القصوى لتعرض البيئة للرصاص

٤-٦ الوقاية والمراقبة

٦-٤-١ التدابير المقترحة للوقاية والمكافحة

١٣٢ - تعتبر التدابير الوقائية المقترحة، من وجهة النظر الصحية، أنشطة ينبغي الالتزام بها في البيئة المهنية لوقاية العمال المعرضين للرصاص من المعاناة من الآثار المعاكسة للتلوث بالرصاص. وفيما يلي أهم التدابير:

- (أ) اعتبار أي مادة تحتوي على الرصاص مصدرا محتملا لتلوث البيئة والصحة؛
- (ب) حظر تناول الطعام والتدخين داخل مناطق العمل؛
- (ج) إبقاء مناخ العمل وفقا للوائح الوطنية الخاصة بالسلامة الصناعية؛
- (د) منع الأطفال والحوامل من العمل في مرافق إعادة تدوير الرصاص؛
- (هـ) التعهد بوضع برامج تعليمية وإعلامية؛
- (و) ضمان استخدام معدات الوقاية الشخصية في أماكن العمل متضمنة (أ) ملابس واقية بصورة فعالة؛ (ب) تنظيف الملابس المستعملة يوميا؛ (ج) أقنعة واقية تختلف باختلاف متوسط تلوث الهواء بالرصاص؛
- (ز) مراقبة مراكز الرصاص في بيئة العمل؛
- (ح) طلب إجراء فحوص طبية دورية للعمال المعرضين للرصاص.

٦-٤-٢ المراقبة الطبية المقترحة

١٣٣- تتمثل أهم العناصر والمعلومات التاريخية التي يتعين على الطبيب الحصول عليها لدى معالجة العمال المعرضين للرصاصة فيما يلي:

- (أ) السجل الصحي العام للمريض؛
- (ب) السجل المهني لتحديد حالات التعرض الأخرى؛
- (ج) السجل الشخصي للدم وأمراض التغذية؛
- (د) سجل الأمراض العصبية؛
- (هـ) تقرير عن الفحص الطبي قبل الدخول في الخدمة؛
- (و) عد كامل لكرات الدم؛
- (ز) تحديد كمية الرصاص في الدم، والحامض الأميني في البول، وبروتوبورفين الزنك؛
- (ح) فحص واختبارات الكلى؛
- (ط) رسم قلب لتقييم وظائف القلب؛
- (ي) اسناد اهتمام خاص للعمال الذين يدخنون أو يشربون أو يتعرضون أيضا لعوامل خطرة أو سامة أخرى.

١٣٤- وينبغي التشديد على أنه ينبغي اتباع الاجراءات المشار إليها أعلاه، لا التدابير المقترحة للوقاية والمكافحة فحسب بل والضوابط الطبية المقترحة أيضا لتوفير أوضح صورة ممكنة لأوضاع التلوث. وينبغي ألا يغيب عن البال أن التعرض للرصاص والتلوث به قد يكون مضللا في بعض الأحيان، ولذا فإنه كلما تم توفير أكبر قدر ممكن من البيانات، ارتفع مستوى آلة التشخيص.

١٣٥- ولذا، فإن من الممكن بالبيانات المشار إليها أعلاه، تحديد العجز المؤقت لدى العامل الذي تبدو عليه أعراض التسمم بشرط توافر برنامج استشاري ملائم لتقديم النصح للعامل بشأن أفضل الطرق لخفض مستويات تعرضه أو تعرضها للرصاص.

٦-٤-٣ فترة المراقبة

١٣٦- لا بد، من أجل تحديد الفترة التي تظل فيها مختلف مستويات المواد في جسم الإنسان، أن تظل الخصائص ماثلة في الأذهان ولو على الأقل بالنسبة للجوانب التالية:

- (أ) ظروف العمل العامة؛
- (ب) سمية المواد المعنية؛
- (ج) تركيز المادة أو المواد في البيئة؛

- (د) مدى كثافة الترضع؛
- (هـ) وتيرة الترضع؛
- (و) درجة الحماية الشخصية (مثل استخدام معدات الوقاية الشخصية)؛
- (ز) نوع مؤشر التلوث حيث أن هناك العديد منها، وقد صمم كل منها لرصد وتقديم نوع مختلف من التشخيص.

١٣٧ - غير أنه كلما ساءت ظروف العمل، برزت الحاجة إلى زيادة وتيرة المراقبة. وتبين الخبرات أنه، بصرف النظر عن الفحص قبل التعيين، تعتبر الفحوص الطبية السنوية من الاشتراطات الدنيا الضرورية. فعندما ترصد أحوال سيئة أو حرجة، يتعين تكثيف الوتيرة ليصل إلى فحص طبي واحد شهريا.

٧ - عوامل النجاح: الخطوات الرئيسية لتنفيذ برنامج إعادة تدوير الرصاص

١-٧ رصد وتحديد الأولويات القطرية

١٣٨ - ينبغي أن يكون تحديد الأولويات القطرية الخطوة الأولى نحو الإدارة السليمة من الناحية البيئية لنفايات بطاريات الرصاص الحمضية. واعتمادا على الأوضاع القطرية فيما يتعلق بإدارة النفايات والمواد الخام، قد يصنف الحل الأفضل في البداية على أنه أحد العناصر التالية:

(أ) إعادة التدوير الخارجي - يجري تجميع نفايات بطاريات الرصاص الحمضية وتخزينها بصورة مؤقتة داخل البلد ثم تصديرها لإعادة تدويرها في بلد آخر؛

(ب) إعادة التدوير الداخلي - يجري تجميع نفايات بطاريات الرصاص الحمضية ونقلها وإعادة تدويرها داخل البلد؛

(ج) الحلول الإقليمية - تبرم اتفاقيات إقليمية أو شبه إقليمية لمعالجة إدارة نفايات بطاريات الرصاص الحمضية مع تحقيق أشد الاستخدامات فعالية من الموارد والخبرات المحلية أو الإقليمية.

١٣٩ - وعلى الرغم من كل ذلك، ما أن يتعرف البلد على أولوياته، قد يعتمد الحل الذي يصلح أفضل من غيرها على خيارين أو أكثر من الخيارات المشار إليها أعلاه. فعلي سبيل المثال، فإن البلد المكتظ بالسكان ولديه بعض المناطق النائية قد يضع خطة يتم بمقتضاها نقل نفايات البطاريات من المناطق النائية إلى مرافق إعادة التدوير التي قد توجد في مناطق حضرية مأهولة. وقد تستفيد هذه الخطة من مزايا استراتيجيات إعادة التدوير الخارجي والداخلي. غير أن هذه التعديلات تحتاج إلى تحليل تشخيصي شديد الدقة لمركز البلد فيما يتعلق بمواد النفايات الخاصة به وخاصة المزايا التكاليفية لأنشطة إعادة التدوير الرصاص حيث أن من الأهمية القصوى أن تكون عملية إعادة التدوير جذابة من الناحية الاقتصادية.

١-١-٧ إعادة التدوير الخارجي

١٤٠- هذا هو الخيار المختار عندما لا تتوفر مرافق إعادة التدوير السليمة من الناحية البيئية أو إذا كان البلد واسع الأطراف من الناحية الجغرافية مثل الأرخييل لدرجة تصبح معها إقامة مجموعة وحدات صغيرة لإعادة التدوير أمرا غير اقتصادي. وفي هذه الحالة، ينبغي تطبيق الاستراتيجيات التي تركز على إقامة شبكة للتجميع والنقل مع وصلة إلى مرفق أو مرافق للتخزين. وينبغي أن تكون أماكن التخزين في مواقع استراتيجية لتيسير تحميل المركبات المسؤولة عن نقل بطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة عبر الحدود مع مراعاة الخطوط التوجيهية التي سبق أن حددت بشأن التخزين والنقل.

٢-١-٧ إعادة التدوير الداخلي

١٤١- يتعين على تلك البلدان التي توجد وتعمل لديها مرافق إعادة تدوير سليمة من الناحية البيئية في أراضيها أن تطبق استراتيجيات وسياسات لتوفير إطار قانوني لعملية جمع ونقل وإعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة. وقد تتفاوت أطر السياسات والحوافز الاقتصادية اعتمادا على أهداف البلد وأولوياته وأهداف إدارة نفايات بطاريات الرصاص الحمضية.

٣-١-٧ الحلول القطرية

١٤٢- عندما لا يكون لدى بلدين أو أكثر، ضمن سياق إقليمي، مرافق إعادة تدوير كافية أو سليمة من الناحية البيئية، أو ربما عندما يكون لدى بلد أو أكثر هذه المرافق ولا توجد لدى بلد آخر أو أكثر فإن من الممكن وضع حل إقليمي. وأحد الأمثلة على هذا النوع من العمل ذلك البرنامج الذي تجري دراسته حاليا في منطقة البحر الكاريبي وأمريكا الوسطى حيث أعرب العديد من البلدان في الإقليم عن اهتمامه بالانعكاسات البيئية للإدارة السليمة لبطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة على المستوى النظري والمستوى شبه الإقليمي.

١٤٣- ويتألف الإقليم من عدد كبير نسبيا من البلدان الصغيرة ذوي الأسواق المحلية الصغيرة لبطاريات الرصاص الحمضية الصناعية والخاصة بالمركبات ويجري استيراد جميع البطاريات المستهلكة تقريبا في شكل منتجات مصنعة إلا أنه يجري في نهاية عمرها التخلص منها وتصبح نفايات خطرة تخضع لقواعد تجارية وبيئية تقييدية. وعلى الرغم من أن اتفاقية بازل تشجع على الإدارة المحلية للنفايات الخطرة والنقل إلى أدنى حد ممكن من عمليات نقل عبر الحدود، فإن صغر حجم الأسواق المحلية لن يدعم إقامة وتشغيل مرافق محلية سليمة لإعادة التدوير في كل بلد. ولذا فإن النهج الإقليمي لهذه المشكلة، حيث يجري تقاسم الموارد وتعاضل اقتصاديات الحجم الكبير، هو أنسب النهج ومن ثم الخيار الأفضل.

١٤٤- وينبغي أن تكون نتائج هذا البرنامج على النحو التالي:

(أ) وضع استراتيجيات وطنية للإدارة السليمة من الناحية البيئية لبطاريات الرصاص الحمضية تدرج في استراتيجية إقليمية تتضمن وضع أدوات سياسات وصكوك اقتصادية؛

(ب) تحديد الاحتياجات والمواصفات اللازمة لبرنامج أو بروتوكول تعاوني إقليمي لتحقيق الإدارة السليمة من الناحية البيئية لهذه النفايات؛

(ج) تهيئة الظروف التي يجري في ظلها تقاسم المعلومات والتكنولوجيات والخبرات فيما بين أعضاء الإقليم؛

(د) وضع تدابير اقتصادية وخاصة بالسياسات للتصدي للجهات التي تقوم بأعمال إعادة التدوير دون ترخيص وتعمل في القطاع "غير النظامي" لاستعادة الرصاص الفرعي.

٢-٧ إقامة نظم للتجميع: أطر للسياسات

١٤٥- ينبغي أن تدخل جميع الجوانب الفنية للخطوات السابقة على إعادة التدوير التي سبق وصفها تحت البند ٣ من هذه المبادئ التوجيهية التي تشمل التجميع والنقل والتخزين في أي إطار للسياسات قادرة على تحديد العناصر الرئيسية والمسؤوليات والحوافز الاقتصادية لإضفاء السلامة طويلة الأجل عليها. وتمس الحاجة لإطار السياسات هذا من أجل:

(أ) الحد من توليد النفايات؛

(ب) توفير الوسائل من أجل:

١٠ إجراء البحوث لإطالة عمر البطاريات؛

٢٠ إجراء البحوث لاستخدام تكنولوجيات بديلة للبطاريات؛

٣٠ تطبيق تكنولوجيات إعادة التدوير النظيفة.

(ج) تعظيم عملية استعادة الرصاص الاقتصادية والصديقة للبيئة عن طريق:

١٠ جعل عمليات إعادة التدوير سليمة من الناحية البيئية، وكفؤة من الناحية الاقتصادية ومقبولة من الناحية الاجتماعية؛

٢٠ إدراج تدابير قصيرة ومتوسطة لتحسين كفاءة معامل الصهر الصغيرة؛

٣٠ إدراج القطاع غير النظامي بالتدرج في الاستراتيجية الوطنية لإعادة تدوير الرصاص؛

٤٠ زيادة حجم التجميع وتقليل تكاليفه؛

٥٠ تعزيز الوصول إلى مصادر الرصاص المحلية.

(د) النظر إلى تنفيذ الاستراتيجية باعتباره عملية استشارية متعددة أصحاب الشأن.

١٤٦- وفيما يلي بعض الإجراءات الهامة الخاصة بتنفيذ نظم التجميع:

(أ) تعتبر مشاركة المستهلكين، كفرضية أساسية، حجر الأساس في تنفيذ جميع البرامج. ولذا ينبغي إعلام المستهلكين بحقيقة أن بطاريات الرصاص الحمضية قابلة لإعادة التدوير، وبالإجراءات التي ينبغي اتباعها لإعادة البطاريات المستهلكة إلى تاجر التجزئة، وكيفية تخزين هذه البطاريات أثناء الاحتفاظ بها لإرسالها إلى مركز التجميع، والمكان الذي توجد به مراكز جمع؛

(ب) ضرورة حظر الإرسال إلى أماكن غير سليمة من الناحية البيئية؛

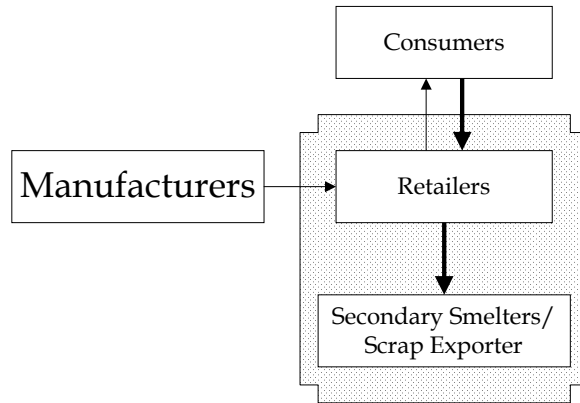
(ج) ضرورة إصدار تصريحات لتجار التجزئة لجمع بطاريات الرصاص الحمضية وتخزينها مؤقتا بشرط أن يكون لديهم أماكن تخزين ملائمة وفقا لما نصت عليه المبادئ التوجيهية الفنية. ويمكن تحديد مجموعة دنيا من الخصائص ذات الصلة لكل بلد من خلال التشريعات والخطوات الأخرى الرامية إلى تشجيع وفرض (إذا اقتضى الأمر) عمليات تنفيذ حماية البيئة مثل اجراء عمليات التفطيش المنتظم على مباني المخازن. وينبغي النظر في عملية منح التراخيص على أنها مورد، وينبغي استخدام المعلومات لإصدار خريطة لشبكة التجميع؛

(د) ينبغي إصدار تراخيص لمعامل الصهر، وأن تطبق أفضل التكنولوجيات المتاحة إذا كان سيجري تركيبها إذ تعديل عملياتها و/أو أساليب تشغيلها لتحقيق المعايير الفضلى لحماية البيئة. كما يوصى بإجراء مراقبة دائمة للانبعاثات؛

(هـ) ينبغي النظر إلى تقاسم الموارد ضمن مجموعات على أنه الحل للقيود على الميزانيات حيث أن هذه الترتيبات تقلل من تكاليف العمليات. ويمكن تنفيذ مجموعة من القواعد لتنظيم هذه الاتحادات إذا اقتضى الأمر ذلك.

١٤٧- وضعت نماذج عديدة لتنفيذ نظم الجمع في مختلف أنحاء العالم لتحقيق الاحتياجات القطرية النوعية مع مراعاة حجم البلد وشبكة الطرق المتاحة والضرائب المحلية وغير ذلك، ويبدو أن هناك اتجاها عاما نحو وضع تشريعات تستند على مبادئ ومسؤولية المنتج. وفيما يلي وصف لبعض هذه النماذج مرتبة بحسب تزايد تعقيدها.

١-٢-٧ نظام مبسط للتوزيع - الإرجاع



الشكل ١٠ - نظام مبسط للتوزيع للإرجاع

١٤٨- هذا هو أبسط نموذج ممكن في إطار مخطط "نظام التوزيع - الإرجاع" الذي وضعت بعض البلدان، وهو يصلح بصورة أفضل للبلدان الصغيرة أو الجزر حيث يوجد معمل الصهر الثانوي قريب من مراكز الجمع. وتتمثل الفكرة الرئيسية لهذا النظام في أن يكون تجار التجزئة هم مراكز جمع البطاريات المستهلكة، حيث يقوم المستهلك، أثناء عملية تبادل البطاريات القديمة والجديدة، بترك البطارية القديمة لدى تاجر التجزئة ليجري تخزينها بالصورة السليمة إلى أن يتم نقلها إلى معمل الصهر. وفي هذا النموذج، قد يقوم بدور معمل الصهر مصدر الخردة إذا اختار البلد تصدير بطارياته المستهلكة بدلا من الترخيص لمرفق لإعادة التدوير.

١٤٩- ونظراً لأن هذا النظام يستخدم فرضية أن تجار التجزئة على اتصال مباشر بمعامل الصهر/المصدرين، فإن من الضروري أن تكون المنطقة الجغرافية التي يغطيها هذا السيناريو صغيرة. وثمة نتيجة عادة لتنفيذ هذا النظام يتمثل في نقص البنية الأساسية للنقل، وهي البنية المتوافرة في النظام التالي وسوف يفرض بالتأكيد بعض المشاكل الخطيرة عندما تكون المنطقة الجغرافية المغطاة كبيرة^(٤).

١٥٠- وفيما يلي بعض النقاط التنظيمية الهامة:

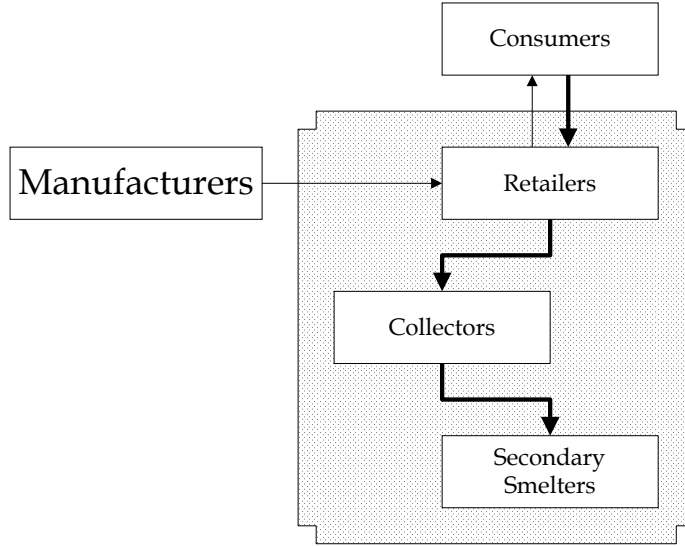
(أ) ينبغي تنفيذ معايير النقل لتحويل شبكة النقل "غير النظامية" إلى شبكة سليمة من الناحية البيئية؛

(ب) في حالة عدم وجود معمل صهر مرخص، وقيام مصدر الخردة بعملية إعادة التدوير الفعلية، فعندئذ لا ينبغي الترخيص فقط للمصدر وتحقيق معايير رفيعة من حماية البيئة في أي مرفق للتخزين (الذي قد يستغرق فترة طويلة اعتماداً على الطلب على البطاريات)، بل ينبغي أيضاً أن يقدم مجموعة مفصلة من

(٤) "كبيرة" هنا تقدير شخصي بالطبع في هذه الحالة، وينبغي إجراء تشخيص لتحديد ما إذا كان في إمكان البائعين القيام بأعمالهم دون أن تقهرهم بعد المسافة أو الضرائب وغير ذلك من القيود. كما يتعين تنفيذه كرد شبه إقليمي.

اجراءات التشغيل التي تصنف أنشطته وأنشطة شركائه في البلدان الأخرى لتيسير الاجراءات الحكومية في السيناريو الاقليمي.

٢-٢-١٧ شبكة التجميع

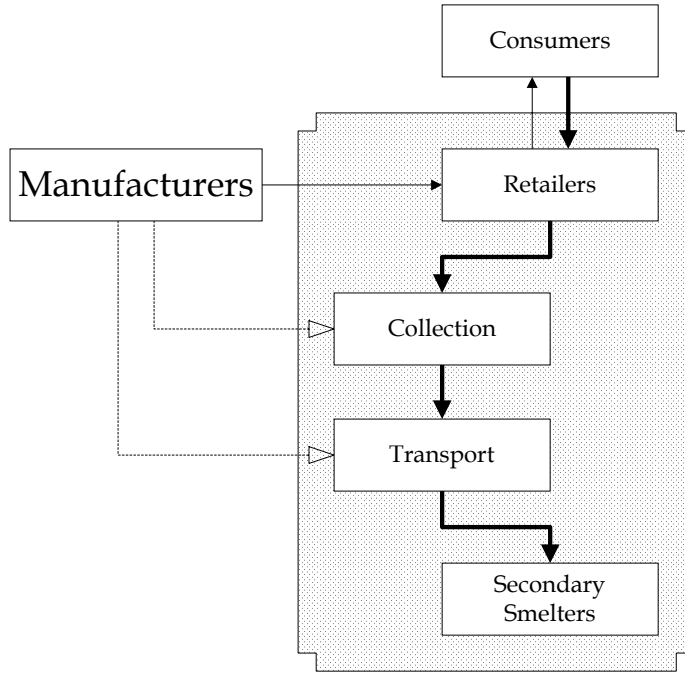


الشكل ١١ - شبكة التجميع

١٥١- تعتمد هذه الشبكة، استنادا إلى النماذج المستخدمة في إنجلترا وألمانيا، على حقيقة أنه بعد جمع بطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة بواسطة تجار التجزئة، سوف يستخدم هؤلاء شبكة تجميع متخصصة تأخذها إلى معامل الصهر. وعلى عكس ما جاء في النظام المشار إليه أعلاه، فإن الدور الذي تضطلع به شبكات التجميع في هذا النظام، يضمن عدم تحمل تجار التجزئة كامل تكاليف النقل. وعلاوة على ذلك، فإنه نتيجة لزيادة التخصص في هذه الأنشطة، فقد تتحقق معايير بيئة أفضل في عملية النقل. وتتمثل الخطوة التشريعية الرئيسية في هذا النظام في مراقبة شبكة التجميع والنقل، والعناصر الفاعلة المشاركة.

١٥٢- نظرا لارتفاع عدد العناصر الفاعلة في هذا النظام، فإن تنفيذه يتيح خدمة جغرافية أوسع نطاقا، مما يشير إلى أن في إمكان البلدان متوسطة الحجم أن تستفيد منه. وعلى الرغم من ذلك، فإنه استنادا إلى الفطنة التي يبديها تجار التجزئة، يمكن تنفيذ هذا النظام أيضا في البلدان الصغيرة والجزر دون تغييرات كبيرة في هيكله.

٣-٢-١٧ نظام الإعادة الذي تدعمه جهة التصنيع



الشكل ١٢ - نظام الإعادة الذي تدعمه جهة التصنيع

١٥٣- يتوقع هذا النظام، الذي يماثل النظامين المنفذين في اليابان والبرازيل، أن تكون جهة تصنيع البطاريات مسؤولة بصورة غير مباشرة عن جمع ونقل بطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة. ويختلف هذا النظام عن النظام المشار إليه أعلاه بثلاثة طرق:

(أ) ستكون جهات التصنيع مسؤولة عن تخطيط وتنفيذ لوجستيات إعادة البطاريات المستهلكة حتى يمكنها تسليمها لمعامل الصهر الثانوية؛

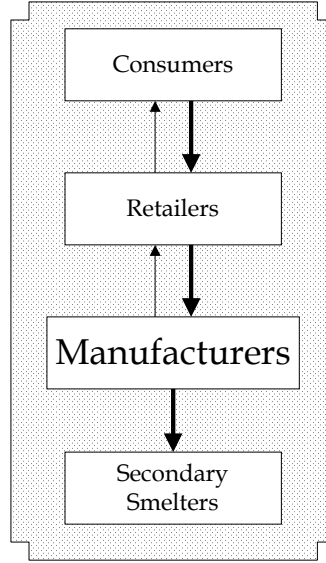
(ب) هناك جهتان فاعلتان مختلفتان فيما يتعلق بجمع ونقل بطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة؛

(ج) أن جهات الجمع وتلك المسؤولة عن النقل ترتبط بجهات التصنيع.

١٥٤- وبهذه الطريقة، وعلى الرغم من حقيقة أن جهات التصنيع لا تشترك بصورة مباشرة في عمليات الجمع والنقل الخاصة ببطاريات الرصاص الحمضية المستهلكة، فإن مسؤولياتها تظل تتعلق بتوفير الوسائل اللازمة لانجاز هذه الخطوات بمواصفات بيئية عالية.

١٥٥- وينفذ نظام الإعادة بدعم من جهة التصنيع بصورة مثالية في البلدان التي يوجد فيها بالفعل شبكة تجميع قوية وإن لم تكن منظمة و/أو مرخصة. وتعني هذه الخطوة المنطقية أن كل فرد سوف يستفيد من إضفاء الطابع الرسمي على بنية أساسية غير معترف بها بعض الشيء من خلال تزويدها بإطار قانوني مما يمكن من تحديد الذين يشاركون في العملية ومسؤولياتهم.

٤-٢-٧ نظام التوزيع - الإعادة



الشكل ١٣ - نظام التوزيع - الإعادة

١٥٦- يعتبر هذا النموذج، استثناء إلى النظام الفرنسي والمعمول به في الولايات المتحدة، نظام التوزيع - الإعادة الكامل حيث ترتبط جهات التصنيع بصورة مباشرة بخطوتي التجميع والنقل.

١٥٧- ويمكن النظر إلى هذا النظام على أنه أكثر نظم التجميع خضوعا للمراقبة إذ يمكن وضع إطار قانوني تقييدي للغاية لتوفير التغطية الكاملة لجميع الخطوات في سلسلة إعادة التدوير. ويعتبر برنامج التوعية والبيئة خطوة ضرورية أيضا حتى يحقق هذا البرنامج فعاليته.

٣-٧ تحسين الاتصال

١٥٨- على الرغم من أهمية عمليات إعادة تدوير الرصاص، ينظر إليها عادة على أنها مصدر محتمل لتلوث البيئة وتعرض السكان للرصاص. وعلى ذلك ينظر في كثير من الأحيان إلى معامل الرصاص الثانوية بريبة من جانب المجتمع المحلي المحيط. ويمكن أن تحدث هذه الظاهرة حتى عندما تطبق إحدى الشركات أعلى المعايير المحتملة لحماية البيئة في حالة فشلها في إبلاغ المجتمع المحلي واليد العاملة معايير الأداء البيئي العالمية التي تتبعها. ويمكن معالجة أي شك بين جهة إعادة التدوير المسؤولة والمجتمع المحلي من خلال برامج التوعية الفعالة للمجتمع المحلي.

١٥٩- وينبغي أن يتسم أي حوار واتصال في مشروع لتوعية المجتمع المحلي بالصراحة والأمانة وخاصة في تقييم وحل أية قضايا. وينبغي أن يطبق هذا المبدأ مهما كان مستوى عدم الرضا الذي قد يبدو به الوضع حتى يمكن تحقيق المصادقية واكتساب الاحترام وتلي ذلك الثقة.

١٦٠- فالسكان الذين يعملون أو يعيشون بالقرب من معمل ثانوي للرصاص يتأثرون بالتعرض للرصاص مثلهم مثل البيئة. ولذا فإن من الواضح أن من الضروري أن تشمل أهداف مشروع التوعية برنامج لرعاية المجتمع المحلي وعمليات رصد بيئية وبيولوجية منتظمة حتى يمكن فهم أية انعكاسات لأي نتائج معاكسة واتخاذ الاجراءات الملائمة. ومن المهم أيضا أن يبرز التثقيف بقوة في أي خطة للتوعية.

١٦١- من المهم، كخطوة أولى في عملية إشراك المجتمع المحلي، تحديد جوانب القلق والمصالح المشتركة لتيسير علاقات العمل وبنائها. وفيما يلي أكثر قضايا المصالح المشتركة احتمالا:

- (أ) صحة السكان وسلامتهم داخل مكان العمل وخارجه بما في ذلك تعرض الأطفال للرصاص؛
- (ب) حماية البيئة وخاصة إدارة النفايات بما في ذلك معالجة المخلفات والتخلص من أي مخلفات صلبة؛
- (ج) تدابير للترويج للأعمال التجارية السليمة وفرص العمل المستدامة.

١٦٢- وينبغي تقاسم مسؤوليات تنسيق إعداد التقارير الخاصة بتلك المجالات ذات المصلحة المشتركة بصورة متساوية بين المجتمع المحلي وممثلي الشركات مع مراعاة أن من الضروري أن يعمل كل شخص في شراكة، ومساعدة بعضهم الآخر. ومن المهم لتزويد الإدارة العليا في الشركة وأعضاء المجتمع المحلي الذين لم يشتركوا بصورة نشطة في برنامج التوعية، توزيع جميع القرارات والمناقشات بصورة سليمة. وتحقيقا لذلك:

- (أ) وضع سجلات ومذكرات موجزة لجميع الاجتماعات والقرارات وأي أعمال تالية ستؤثر في الشركة أو المجتمع المحلي؛
- (ب) نشر البيانات والمعلومات ومحاضر الاجتماعات على الجمهور؛
- (ج) ضمان وجود مراجعة مستقلة للتعرض البيئي والمهني سواء في المجتمع المحلي والشركة من خلال منظمات محترمة مثل الجامعات المحلية أو أجهزة الخبراء الأخرى.

١٦٣- وفوق كل شيء، ينبغي للأشخاص المعنيون، لكي يقدموا اسهاما قيّما ودائما لأي مشروع لاشراك المجتمع المحلي:

- (أ) أن يعرفوا ويفهموا القضايا الرئيسية والتكنولوجيا والآثار الصحية للتعرض للرصاص، والاحتياجات والأولويات الاجتماعية للمجتمعات المحلية وجدول أعمال الحكومات والعوامل الاقتصادية المؤثرة في أعمال إعادة التدوير؛

- (ب) عدم تجاهل المشكلات بصرف النظر عما تبدو عليه من صعوبة الحل، وبدلا من ذلك عليهم الحصول على المعلومات الأساسية وتوقع المشكلات المحتملة وطلب العون من الخبراء الآخرين في الميدان والأطراف المعنية المحلية لحلها.

(ج) تقاسم شواغلهم وخبراتهم بحرية لتحسين الفهم؛

(د) ومن المهم، قبل كل شيء، تطبيق القواعد في الاجتماعات حتى يمكن الاستماع فهو العنصر السائد وان يكون كل شخص مشارك على علم باحتياجات المجتمع المحلي ومعمل إعادة التدوير.

١٦٤ - وفيما يلي عوامل النجاح الرئيسية التي تم تحديدها من دراسات الحالة:

(أ) التزام أصحاب الشأن بأهداف المشروع المتفق عليها والتوحد معها؛

(ب) اتصالات تكون أمينة وصريحة ومفتوحة ومتكررة؛

(ج) الأهداف واقعية ومتفق عليها من جانب جميع أصحاب الشأن مع تركيز العمل بشدة على تحقيق أهداف البرنامج والمحافظة عليها؛

(د) تحديد المسؤوليات من كل جانب من جوانب البرنامج تحديدا واضحا ومناقشة الملكية والاتفاق بشأنها؛

(هـ) استناد صحة السكان والأهداف البيئية المحلية إلى الإدارة السليمة والحوار البناء والعمل المتفق عليه حتى يمكن إدامة الانجازات التي تتحقق.

٨- بطاريات الرصاص الحمضية والبيانات الاحصائية عن الرصاص

١-٨ الرصاص الأولي

١-١-٨ الرصاص الأولي: الانتاج العالمي من المراكز

الجدول رقم ٤ - انتاج المناجم العالمية من مراكز الرصاص، ١٩٩٨ - ١٩٩٩

انتاج المناجم (بالآلاف الأطنان)		
١٩٩٩	١٩٩٨	
٦٨١	٦١٨	استرالي
٥٢٠	٤٩٣	الولايات المتحدة
٥٠١	٥٨٠	الصين
٢٧٣	٢٦٠	بيرو
١٦٠	١٩٠	كندا
١٢٠	١٦٦	المكسيك

١١٥	١١٤	السويد
٦٥٠	٦٥٩	بلدان أخرى
٣٠٢٠	٣٠٨٠	المجموع

٨-١-٢ الرصاص الأولي: الانتاج العالمي من الرصاص المعدني

الجدول رقم ٥ - الانتاج العالمي من الرصاص الأولي ١٩٩٨ - ١٩٩٩

انتاج الرصاص الأولي (بآلاف الأطنان)		
١٩٩٩	١٩٩٨	
٧٣٠	٦٦٥	الصين
٣٥٠	٣٣٧	الولايات المتحدة
٢٤٠	١٧٣	استراليا
١٨٥	١٨٥	المملكة المتحدة
١٧٤	١٤٠	ألمانيا
١٤٦	١٣٠	كندا
١٤٠	١٣٣	جمهورية كوريا
١٢٥	١٤٤	اليابان
١٢٠	١٦٣	المكسيك
٨٠٠	٨٢٠	بلدان أخرى
٣٠١٠	٢٨٩٠	المجموع

٨-١-٣ الرصاص الأولي: الاستهلاك العالمي من الرصاص المعدني

الجدول رقم ٦ - الاستهلاك العالمي من الرصاص المعدني بحسب القارات ١٩٩٦ - ١٩٩٩

الاستهلاك العالمي (بآلاف الأطنان)				
١٩٩٩	١٩٩٨	١٩٩٧	١٩٩٦	
١٩٩٩	١٩٥٢	١٩٦٨	١٩٤٢	أوروبا
١٢٧	١٣٢	١٢١	١٢٠	أفريقيا
٢٢٤٥	٢١٧٧	٢٠٨٥	٢٠٥٦	أمريكا
١٨١٠	١٦٧٣	١٧٧٠	١٧٩٥	آسيا
٦٤	٦٤	٧٠	٧٤	أوقيانوسيا
٦٢٤٥	٥٩٩٨	٦٠١٤	٥٩٨٧	المجموع

٨-١-٤ الرصاص الأولي: استخدامات الرصاص المعدني

١٦٥- تعتبر صناعة البطاريات أكبر مستخدم بمفرده للرصاص حيث تحصل على ما يقدر بنحو ٧٠ في المائة من الاستهلاك في مختلف أنحاء العالم. وقد يؤدي ترشيد أنماط الاستهلاك في العالم مع الحد من الاستخدام الخاطئ للرصاص في مواجهة الشواغل البيئية إلى زيادة حصة قطاع البطاريات إلى أكثر من ٨٠ في المائة في المستقبل القريب. ومع ذلك فإن هناك فروقا شاسعة فيما بين الأقاليم في إطار هذه النسبة.

الجدول رقم ٧ - استخدامات الرصاص المعدني، ١٩٩٩

النسبة	الاستخدام
٧١	بطاريات الرصاص
١٢	الصيغات
٧	مبثوقات
٦	الذخيرة
٣	تكسية الكبلات

١٦٦- على الرغم من وجود فروق شاسعة فيما بين الأقاليم بشأن حصة البطاريات فإن سبعين في المائة في المتوسط من جميع كميات الرصاص المستخدمة سنويا في أوروبا تذهب إلى إنتاج بطاريات السيارات. وفي الولايات المتحدة يوجه أكثر من ٨٠ في المائة من إنتاج الرصاص إلى إنتاج بطاريات التشغيل الإضاءة والإشعال.

الجدول رقم ٨ - استهلاك الرصاص المعدني في البطاريات في ١٩٩٣

النسبة	البلد
٨٣	الولايات المتحدة
٦٩	اليابان
٦٥	فرنسا
٥٦	ألمانيا
٤٦	إيطاليا
٣٤	المملكة المتحدة

٨-٢ الرصاص الثانوي

٨-٢-١ إنتاج الرصاص الثانوي

الجدول رقم ٩ - الانتاج العالمي من الرصاص الثانوي في ١٩٩٩

انتاج الرصاص الثانوي (بالآلاف الأطنان)		
١٩٩٩	١٩٩٨	
١١١٠	١١٢٠	الولايات المتحدة
٢٠٠	١٩٤	ألمانيا
١٦٨	١٥٨	اليابان
١٦٣	١٦٥	المملكة المتحدة
١٥٠	٢١٥	فرنسا
١٤٠	١٧٧	إيطاليا
١٢٩	٩٢	الصين
١١٧	١٣٦	كندا
٦٣٣	٦٢٣	بلدان أخرى
٢٨١٠	٢٨٨٠	المجموع

٢-٢-٨ الرصاص الثانوي: نسبة الرصاص الثانوي في الانتاج القطري

١٦٧- هناك العديد من البلدان التي تعتمد بصورة كاملة على انتاج الرصاص الثانوي: النمسا والبرازيل وكولومبيا، وجمهورية التشيك، وإيرلندا وجامايكا، وماليزيا، وهولندا، ونيوزيلندا، وباكستان، والفلبين، والبرتغال وسلوفينيا، وجنوب أفريقيا، وأسبانيا، وسويسرا، وتايلند، وترينيداد وتوباغو، وأوكرانيا.

الجدول رقم ١٠ - نسبة انتاج الرصاص الثانوي، ١٩٩٩

الاستهلاك العالمي (بالآلاف الأطنان)				
الرصاص ٢%°	المجموع	الرصاص الثانوي	الرصاص الأولي	
٩٨,٨	٣٢,٤	٣٢	٠,٤	الأرجنتين
٨٧,١	٧,٠	٦,١	٠,٩	الجزائر
٨٠,٨	٤٧	٣٨	٩	جمهورية إيران الإسلامية
٧٦,٠	١٤٦٠	١١١٠	٣٥٠	الولايات المتحدة
٦٥,١	٢١٥	١٤٠	٧٥	إيطاليا
٥٧,٣	٢٩٣	١٦٨	١٢٥	اليابان
٥٥,٧	٢٦٩	١٥٠	١١٩	فرنسا
٥٣,٥	٣٧٤	٢٠٠	١٧٤	ألمانيا
٥٠,٠	٨	٤	٤	تركيا
٣٢,٥	٣٢٠٩	١٠٤٢	٢١٦٧	بلدان أخرى
٤٨,٣	٥٨٢٠	٢٨١٠	٣٠١٠	المجموع

٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية

١-٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية: الانتاج السنوي

الجدول رقم ١١ - الانتاج التقديري لبطاريات الرصاص الحمضية للسيارات

النسبة للمجموع	الانتاج (بالملايين)	البلد/الاقليم
٤٠,٣	١١٧	الولايات المتحدة
٣٠,٠	٨٧	أوروبا
١٢,٥	٣٦,٢	اليابان
١٧,٢	٤٩,٨	بلدان أخرى
١٠٠	٢٩٠	المجموع

٢-٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية: الاستخدامات

الجدول رقم ١٢ - استخدامات بطاريات الرصاص الحمضية (النسبة من السوق العالمية) في ١٩٩٥

النوع	أوروبا	الولايات المتحدة	اليابان	بلدان أخرى	المجموع
سيارات	١٩,٠	٣٠	٩,٠	١٣,٠	٧١
صناعات	١٣,٠	٨	٢,٠	١,٠	٢٣
عام	١,٢	٢	١,٥	٠,٣	٥
المجموع	٣٣,٢	٤٠	١٢,٥	١٤,٣	١٠٠

١٦٨- يرتبط عدد بطاريات السيارات التي يتم انتاجها سنويا في أحد البلدان ارتباطا مباشرا بالعديد من العوامل:

(أ) حجم وخصائص أعداد السيارات؛

(ب) انتاج السيارات وعدد البطاريات لكل سيارة؛

(ج) متوسط مدة بقاء البطارية؛

(د) سلوك السوق الداخلية وامكانياتها التصديرية: استيراد وتصدير السيارات، والبطاريات الجديدة، وخردة الرصاص الأخرى، ومركزات الرصاص، والرصاص المصفى وغير ذلك من منتجات الرصاص.

الجدول رقم ١٣ - استخدامات بطاريات الرصاص الحمضية في أوروبا
(بآلاف الأطنان)، ١٩٩٥

المجموع	عام	بطاريات	احتياطي	المحركات	السيارات	البلد
١٨٢	٥	٧	١٨	٢٤	١٢٨	المانيا
١٥٥	٣	٦	١٥	١٨	١١٣	فرنسا
١٢٤	٩	١٥	١٣	٢٩	٥٨	المملكة المتحدة
١١٨	١	٤	١٢	١١	٩٠	ايطاليا
٧٨	-	١	٣	٨	٦٦	اسبانيا
٧٧	-	١	٧	١٢	٥٧	البلدان الاسكندنافية
٣٧	-	١	٢	٥	٢٩	بلدان أخرى
٧٧١	١٨	٣٥	٧٠	١٠٧	٥٤١	المجموع
١٠٠	٢	٥	٩	١٤	٧٠	النسبة المئوية

٣-١-٨ بطاريات الرصاص الحمضية: مدة البقاء

١٦٩- على الرغم من عدم وجود دراسات منهجية عن فترة عمر بطاريات الرصاص الحمضية في البلدان النامية، أشير إلى أن البطاريات تستمر في المتوسط ما بين ٢٠ و ٢٢ شهرا في هذه المناطق. وتتوافر بيانات أكثر دقة بالنسبة للبلدان المتقدمة.

الجدول ١٤ - تقديرات مدة البقاء الفعلية لبطاريات السيارات، ١٩٩٥

مدة البقاء (بالسنوات)	البلد/الاقليم
٥,٣	أوروبا الغربية
٥,٠	كندا
٤,٥	اليابان
٣,١	استراليا
٣,٠	الولايات المتحدة
٢,٤	البرازيل
١,٨	الهند

٤-٣-٨ بطاريات الرصاص الحمضية: التركيبة

١٧٠- تتكون بطاريات الرصاص الحمضية من جزء من مادة عضوية يمثلها العبوة أو الصندوق والغطاء وعازلات الصفائح، وجزء من مادة غير عضوية تمثلها الأطراف الرصاصية والموصلات والصفائح الموجبة والسالبة والالكتروليت. ويرد فيما يلي وصف كمي لهذه الأجزاء.

الجدول رقم ١٥ - تركيبة بطاريات السيارات والحركة

الكمية (بالكيلوغرامات)		المواد القابلة لإعادة التدوير
بطاريات القوى المحركة**	بطاريات السيارات*	
٢٦٢,٧	٨,٤	الرصاص
٣٥,٤	١,١	البلاستيك
٨٣,٥	٣,٨	الالكتروليت
٥٨,٤	-	الصلب
١,٧	-	النحاس
٤٤١,٧	١٣,٣	مجموع الوزن

* بطاريات ١٢ فولت - ٤٤ AH، ٢٢٠ أمبير.

** بطاريات ٢٤ فولت - ٥٠٠ AH، ٤٣٥٣٥ Din.

الجدول رقم ١٦ - النسبة المتوسطة لمكونات بطاريات الرصاص الحمضية الخاصة بالتشغيل والإضاءة والاشعال

النسبة من الوزن	المكون
٥٠	أملاح وأكسيدات الرصاص
٢٤	الحامض
١٧	الرصاص المعدني
٥	البلاستيك
٤	الايونيت والعازلات
١٠٠	المجموع

الجدول ١٧ - مركبات المعادن في اليكتروليت بطاريات الرصاص الحمضية

التركيز (ملجم/ل ^١ Adf)	المعدن
٢٤٠-٦٠	جزئيات الرصاص
١٧٥-٢٠	الانثيموني
١٥٠-٢٠	الحديد
٢٠-٥	الكلسيوم
١٣,٥-١	الزنك
٦-١	الرصاص السائل
٦-١	الزرنخ
٦-١	القصدير

٩ - اعتبارات أخيرة

١٧١- تم في الفصول السابقة تناول العديد من المسائل الهامة ذات الصلة بإعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية: التاريخ والجوانب الفنية، والتركيبية، وعرض عام لعملية إعادة التدوير، وتدابير الرصد والمكافحة، وقضايا الصحة وغير ذلك. غير أن الاستقصاء الكامل بشأن عمليات إعادة التدوير الرصاص يتطلب التغلغل بصورة أعمق في العمليات الصناعية والعوامل الاقتصادية والجوانب الاجتماعية وغير ذلك، وهو الأمر الذي يخرج عن نطاق هذه المبادئ التوجيهية الفنية.

١٧٢- غير أنه يتعين الإشارة إلى بعض الأهداف المحتملة لمزيد من التحليل:

(أ) هناك مؤشرات على إمكانية تحسين عملية إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية من خلال ادخال تغييرات على تصميم البطارية مثل تركيبة الصندوق البلاستيكي، وتركيبية الصفائح الرصاصية، والحالة الفيزيائية للالكتروليت وغير ذلك. بيد أن من الضروري أن تكون هذه التغييرات جهداً مشتركاً بين المنتجين وجهات إعادة التدوير والحكومات؛

(ب) لا بد من تطبيق استخدام مؤشرات الأداء الأخرى، مثل عمليات تقييم التكنولوجيا، وتحليل دورة المياه، وتقييم المخاطر، والمراجعة البيئية ونظام الإدارة البيئية من أجل تحسين سبل حماية البيئة والصحة؛

(ج) ضرورة اتباع المواصفات الدولية مثل سلسلة الأيزو ١٤٠٠٠؛

(د) ينبغي دراسة عمليات صياغة وتطبيق القواعد والآليات النوعية مثل وضع البيانات الأيكولوجية بوصفها عوامل هامة؛

(هـ) ينبغي الإدراك بأن عمليات التخطيط وتصميم القواعد، وطرق المكافحة تعتمد كلها على البيانات. ولذا فإن إدراك البيانات يكتسي أهمية قصوى لتوجيه ومعاونة صانعي القرار ولا بد من جمع آليات إدراك البيانات مثل التحليل الكيماوي ورصد البيئة وأرقام الدليلية التاريخية للرصاص وغير ذلك. ١٧٣- وأخيراً، لا بد أن يكون مفهوماً أن عملية تدوير الرصاص تتجسد بعمق في الجوانب الاجتماعية والاقتصادية التي تفرض العديد من المشكلات فضلاً عن العديد من الحلول التي لم تشملها وربما لا يمكن أن تشملها هذه المبادئ التوجيهية. ولذا ينبغي وضع خريطة إطارية نوعية تشمل السياسات المحلية والجوانب الاقتصادية والجوانب الاجتماعية فضلاً عن جوانب الأسواق الدولية وغير ذلك، ومعمل إعادة تدوير الرصاص المدرج في هذا الإطار. وينبغي عدم أخذ أية حلول أو توجيهات وردت في هذه المبادئ على أنها أمر مسلم به بل يجب تحليلها في ضوء هذه الخريطة الإطارية وإمكانياتها.

المرفق الأول - تقييم الآثار البيئية: الهيكل المقترح

١ - الوصف الاقليمي

- ١-١- الوصف العام لبيئة الموقع
 - ١-١-١ الجوانب الجغرافية
 - ١-١-٢ الجوانب المناخية
 - ١-١-٣ السياق الاجتماعي الاقتصادي، وحيز التربة
- ٢-١- الوصف العام للأماكن المحيطة بالموقع
 - ١-٢-١ وصف البيئة المادية
 - ٢-٢-١ وصف البيئة الطبيعية
 - ٣-٢-١ تحديد النفايات والانبعاثات وتقديراتها الكمية
- ٣-١- المرافق الموجودة بالقرب من الموقع
 - ١-٣-١ المرافق العامة
 - ٢-٣-١ المناطق العمرانية
 - ٣-٣-١ حيز التربة
- ٤-١- موارد المياه
 - ١-٤-١ استخدام المياه الاقليمية
 - ٢-٤-١ استخدام المياه في معمل إعادة التدوير

٢ - خصائص ومواصفات مختلف الآثار الناجمة عن المشروع: تدابير المراقبة والرصد

- ١-٢- الخدمات العامة
- ٢-٢- الاستثمارات في حماية البيئة
- ٣-٢- الآثار البيئية في مرحلة التشغيل
 - ١-٣-٢ المخلفات السائلة
 - ٢-٣-٢ انبعاثات الغازات
 - ٣-٣-٢ حيز التربة
 - ٤-٣-٢ التلوث بالضوضاء
 - ٥-٣-٢ الاستنتاجات
- ٤-٢- موارد المياه واستخدامها
 - ١-٤-٢ استخدام المياه
 - ٢-٤-٢ قيود استخدام المياه
 - ٣-٤-٢ الاستنتاجات

- ٥-٢ - المخلفات السائلة
- ١-٥-٢ - تحديد المخلفات السائلة وتقديرها كمياً
- ٢-٥-٢ - موجز المخلفات المائية
- ٣-٥-٢ - تدابير مكافحة
- ٤-٥-٢ - الاستنتاجات

- ٦-٢ - الانبعاثات الغازية
- ١-٦-٢ - مقدمة
- ٢-٦-٢ - الانبعاثات المستمرة
- ٣-٦-٢ - انبعاثات دورية
- ٤-٦-٢ - انبعاثات عارضة
- ٥-٦-٢ - تدابير مكافحة
- ٦-٦-٢ - الاستنتاجات

- ٧-٢ - النفايات الصلبة والسائلة والمعجنة
- ١-٧-٢ - تحديد النفايات وتقديرها كمياً
- ٢-٧-٢ - تخزين النفايات
- ٣-٧-٢ - الآثار المحتملة للنفايات الناجمة

- ٨-٢ - الروائح
- ٩-٢ - التلوث بالضوضاء
- ١-٩-٢ - تحديد مصادر الضوضاء
- ٢-٩-٢ - تدابير مكافحة
- ٣-٩-٢ - الاستنتاجات

- ١٠-٢ - التحركات
- ١-١٠-٢ - المواد الخام
- ٢-١٠-٢ - المنتجات
- ٣-١٠-٢ - النفايات
- ٤-١٠-٢ - الاستنتاجات

٣- أسباب اختيار المشروع

- ١-٣ - المبررات الفنية
- ٢-٣ - مبررات حماية البيئة

٤- تجميع للآثار البيئية

- ١-٤- الآثار العالمية
 - ١-١-٤- الآثار على المناظر الطبيعية
 - ٢-١-٤- الآثار على الطرق وحركة المرور
 - ٣-١-٤- الآثار على استهلاك المياه
 - ٤-١-٤- الآثار على نوعية المياه
 - ٥-١-٤- الآثار على نوعية الهواء
 - ٦-١-٤- آثار التخلص من النفايات
 - ٧-١-٤- آثار الضوضاء والذبذبات والأضواء
 - ٨-١-٤- الصور المقارنة قبل تنفيذ المشروع وبعده
- ٢-٤- الجدول الزمني لتدابير المكافحة لخفض الآثار البيئية
- ٣-٤- استرداد الموقع بعد نهاية الاستغلال
- ٤-٤- تقييم التكاليف
- ٥-٤- المسؤولون عن تقييم الآثار البيئية

٥- تحليل الطرق المستخدمة

- ١-٥- قائمة الدراسات التي أجريت
- ٢-٥- المشكلات الأخيرة سواء أكانت علمية أو فنية

المرفق الثاني – الآثار السامة للرصاص على الإنسان

١- ينبغي أن يراعى أنه نظراً لأن الرصاص يحدث طبيعياً فإن وجوده في جسم الإنسان أمر لا مناص منه. ويتراوح مستواه العادي في الدم بين ١٠ و ٤٠ وحدة $\mu\text{g.d}^{-1}$ ولم تلاحظ إلا نادراً أية قرائن على وجود آثار ضارة عند تركيزات الدم في البالغين دون ٨٠ $\mu\text{g.d}^{-1}$. وتشمل حالات التسمم عادة مستويات أعلى بكثير من ذلك. وعلاوة على ذلك فإن أعراض التسمم بالرصاص في الأطفال تختلف اختلافاً كبيراً عن تلك التي تبدو على البالغين، كما أن الرصد يكون أكثر خطورة عموماً وإن كانت الأعراض لا تبدو إلا في تركيزات الدم المنخفضة.

٢- ويستحث الرصاص طائفة من التأثيرات البيولوجية التي أبرزها وضوحاً يشير إلى عاقبة تحليل الدم، وجفاف الحامض الأموني، الليفونيك ومنع الحديد من الاندماج في البروفيرين مما يؤدي إلى زيادة مستويات البروتونورفيرين الأيروتروسييت.

٣- وقد يحدث التسمم بالرصاص في شكلين: التسمم الحاد والتسمم المزمن.

٤- التسمم الحاد بالرصاص: في هذه الحالة، تحدث الأعراض مجموعة من تناول كمية كبيرة من الرصاص، وتصبح الأعراض شديدة بسرعة، وتكون عادة نتيجة لابتلاع رصاص غير عضوي، ويمكن أن يعتبر ذلك أمراً نادراً حتى بالنسبة للأشخاص الذين يعملون في معامل إعادة تدوير الرصاص. ومع ذلك يرد هنا وصف موجز للتسمم الحاد: سرعان ما يعقب مذاق معدني حلو أعراض العطش أو آلام محرقة في المعدة وغثيان، ويعقب ذلك اسهال أو إمساك من وقت لآخر، ويقع الوفاة، إذا حدثت في غضون اليومين الأولين عادة، ويسبق ذلك تدهور في الصحة حيث ينخفض النبض، ويدخل المريض في مرحلة الغيبوبة، غير أن معظم المرضى يستعيدون وعيهم إلا أن حالات المغص وغير ذلك من أعراض التسمم قد تستمر بعض الوقت.

٥- التسمم المزمن بالرصاص: يعتبر من أهم أنواع التعرض المهني لمصادر الرصاص حيث يتعرض الجسم لمركبات الرصاص بما لا يزيد عن مستواها في حالة التسمم الحاد إلا أنها تكون مرتفعة بشكل تنتج معه تأثيرات ملحوظة بعد بعض الوقت. ويسبق التسمم المزمن عادة مرحلة شبكة اكلينيكية أو قبيل ظهور الأعراض حيث، يرتفع تركيز الرصاص في الجسم ببطء. والأعراض الأولى للتسمم في البالغين غير محددة. ولا تشير في حد ذاتها إلى التعرض المفرط للرصاص. ولذا فإن من الضروري أن يستند التشخيص إلى سجل التعرض، وشعور عام باعتلال الصحة واختبارات كيميائية ملائمة بالنظر إلى أن الفحص اكلينيكي قد لا يكشف عن الكثير من العناصر الهامة: فالصداع والارهاق والانهاك هي أهم الشكاوى العامة وبعد ذلك يحدث فقد الشهية، وشحوب الوجه وآلام العضلات. وإذا لم يتم التشخيص في هذه المرحلة ويبدأ العلاج، فإن مختلف أجهزة الجسم تبدأ في الاعتلال وتصبح نتائج كل ذلك واضحة بالتدرج. ومع تقدم الإصابة بالأنيميا، يزداد الشحوب وصعوبة التنفس. وترتبط بعسر الهضم والمغص في معظم الأحيان بالامساك إلا أنه قد يحدث اسهال منقطع أيضاً. وفي هذه المرحلة، سيحدث فقدان الشهية وقد يحدث غثيان: وقد يمكن رؤية شريط أزرق هامشي عليها وقد تحدث تغييرات تؤثر في الأعصاب الطرفية و/أو الجهاز العصبي المركزي. وقد يتعذر التعرف على الاعتلال المخي المزمن حيث أن ذلك يحدث في بعض المرضى في شكل اكتئاب وفي آخرين في شكل حالة هوس اكتئابي ومن الممكن تشخيص ذلك خطأ على أنه مرض عقلي كامن. ومن الضروري

من أن لآخر وحيث قد يتعرض المريض لنوبات التمييز بين التسمم والصرع. ونادرا ما تحدث أضرار بالحواس إلا أنه ابلغ عن وجود ضعف في الساق وتغيرات مختلفة في توصيلات الأعصاب إلا أنه لم يشاهد الشلل الكامل إلا نادرا. وعلى الرغم من أن تلف الكلى يعتبر جزءا في بعض الأحيان من الحالة إلا أن من الأمور الشائعة حدوث اعاقة لعمليات إعادة الامتصاص الأنبوبية واعتلال الكلى، ولكنها لا تكون الحالة التي تستدعي استشارة الطبيب. حيث أن الفشل الكلوي لا يحدث إلا بعد فترة طويلة من التعرض. وفي الظروف الصناعية، فإن أو الآثار الاكلينيكية يتمثل دائما تقريبا في انخفاض طفيف في الهيموجلوبين. ولا تتطور معظم الحالات أكثر من ذلك أو قد يشكو المريض من تأثيرات معتدلة غير معينة تصيب أساسا الجهاز الهضمي.

٦- التسمم المزمن بالرصاص في الأطفال – يتمخذ التعرض المزمن في الأطفال شكلا مختلفا. فقد يكون للحالة، مثلما في البالغين، بداية بطيئة فيصيب الشحوب الأطفال ويصبحون قلقين مع شكاوى عديدة غامضة. ومن المحتمل اصابة المخ في الحالات الخطيرة، ويتضح ذلك من النعاس والبلادة وصعوبة المشي. وقد يؤدي ذلك (بل في الواقع العلامات الأخرى على) حدوث نوبات شديدة ومتكررة، واعماء عميق بل وحتى توقف التنفس. وهناك معدل وفيات مرتفع، وارتفاع في عدد الأطفال الذين يشفون من التسمم بالرصاص إلا أن نسبة كبيرة منهم تصاب بأضرار دائمة في المخ. ومع ذلك لا توجد قرائن لا يرقى إليها الشك تبين ما إذا كان التعرض المستمر لمستوى منخفض من الرصاص وإن كان مفرطا عليه أن يكون له أية تأثيرات على الحالة العقلية للأطفال.

مسرد المصطلحات

Short Term Exposure Limit (STEL): it is an intermediate level between TWA and the Ceiling Level (higher concentration level that must be never surpassed), in which the workers may be exposed for periods of time no longer than 15 minutes by hours, 4 times a day with a minimum period of 60 minutes between each exposure.

الحدود القصوى للتعرض قصير الأجل: عبارة عن مستوى متوسط بين متوسط الوقت المرجح والمستوى الأقصى (مستوى التركيز الأعلى الذي لا ينبغي تجاوزه أبدا) الذي قد يتعرض فيه العمال لفترات لا تزيد عن ١٥ دقيقة في الساعة وأربع مرات في اليوم مع فترة لا تقل عن ٦٠ دقيقة عن كل تعرض

Threshold Limit Value (TLV): it is the concentration of the substance in the air of working places under which almost all workers may be permanently exposed without showing any adverse effects.

قيمة الحدود القصوى: عبارة عن تركيز المادة في جو مكان العمل حيث قد يتعرض جميع العمال تقريبا بصورة دائمة له دون أن تظهر أية آثار معاكسة

Time Weighted Average (TWA): is the average exposure concentration of the compound, for an 8 hour work journey, in which the average value, considering all samples, must not be higher than TLV-TWA.

متوسط الوقت المرجح: هو متوسط التعرض لتركيز المركب لمدة ٨ ساعات من العمل اليومي والتي ينبغي أن لا يزيد متوسط القيمة، بعد دراسة جميع العينات، عن قيمة الحدود القصوى ومتوسط الوقت المرجح.

قائمة المختصرات

ACGIH: <u>A</u> merican <u>C</u> onference of <u>G</u> overnmental <u>I</u> ndustrial <u>H</u> ygienists (USA)	المؤتمر الحكومي لخبراء الصحة الصناعية الحكوميين
ALA: δ-aminolevulinic acid	حامض الأمونيا
ALA-D: δ-aminolevulinic acid dehydratase	حامض الأمونيا الزموية
ALA-U: δ-aminolevulinic acid in urine	حامض الأمونيا في البول
Ag: silver	الفضة
As: arsenic	الزرنيخ
Bi: bismuth	بيزموث
Ca: calcium	الكالسيوم
CaCO₃: calcium carbonate or limestone	كربونات الكالسيوم أو الحجر الجيري
Cd: cadmium	الكاديوم
Cl₂: chlorine	الكلورين
Cu: copper	النحاس
CuS: copper sulfide	كبريتات النحاس
CNS: <u>C</u> entral <u>N</u> ervous <u>S</u> ystem	الجهاز العصبي المركزي
EC: <u>E</u> uropean <u>C</u> ommunity	الجماعة الأوروبية
EIA: Environmental Impact Assessment	تقييم الآثار البيئية
EPA: <u>E</u> nvironmental <u>P</u> rotection <u>A</u> gency (USA)	وكالة حماية البيئة (الولايات المتحدة)
FAO: <u>F</u> ood and <u>A</u> griculture <u>O</u> rganization	منظمة الأغذية والزراعة
FEP: <u>F</u> ree <u>E</u> rythrocyte <u>P</u> rotoporphyrins	بروتوبورفيرين الايرثروسيت
Fe₂O₃: iron III oxide or ferric oxide	ثالثا أكسيد الحديد
HCl: hydrogen chloride or chloridric acid	كلوريد الهيدروجين أو حامض الكلوريد
Hg: mercury	

الزئبق

Mg: magnesi

المغنسيوم

N₂: nitrogen

النيتروجين

NaCl: sodium chloride or common salt

كلوريد الصوديوم أو الملح الشائع

Na₂CO₃: sodium carbonate

كربونات الصوديوم

NaNO₃: sodium nitrate

نترات الصوديوم

NaOH: sodium hydroxide

هيدروكسيد الصوديوم

Na₂SO₄: sodium sulfate

كلوريد الأمونيا

NH₄Cl: ammonium chloride

كبريتات الأمونيا

O₂: oxygen

الأوكسجين

OSHA: Occupational Safety and Health Administration (USA)

إدارة السلامة والصحة المهنية (الولايات المتحدة)

Pb: lead

الرصاص

Pb²⁺: lead II ion or plumbous ion

ايون الرصاص الثانوي

PbO: lead oxide

اكسيد الرصاص

PbO₂: lead dioxide

ثاني اكسيد الرصاص

Pb(OH)₂: lead II hydroxide or plumbous hydroxide

هيدروكسيد الرصاص

PbS: lead sulfide

كبريتات الرصاص

PbSO₄: lead sulfate

كبريتات الرصاص

pH: water acidity measure

قياس حموضة المياه

PNS: Peripheral Nervous System

الجهاز العصبي الطرفي

S: sulfur

الكبريت

Sb: antimony

الانتيموني

SLI: Starting, Light and Ignition batteries

بطاريات التشغيل والاضاءة والاشعال

Sn: tin

التصدير

SnCl₂: tin II chloride or stannous chloride

كلوريد القصدير

SO₂: sulfur dioxide

ثاني اكسيد الكبريت

STEL: Short Term Exposure Limit

الحدود القصوى للتعرض لفترة قصيرة

TLV: Threshold Limit Value

قيمة الحدود القصوى

TWA: Time Weighted Average

المتوسط المرجح للوقت

WHO: World Health Organization

منظمة الصحة العالمية

Zn: zinc

الزنك

ZnPP: zinc protoporphyrin IX

بروتوبورفين الزنك

البليو غرافيا

Chapter 1 – Historical Background

الفصل الأول - الخلفية التاريخية

- Encyclopedia Britannica online: www.britannica.com
- New Grolier Encyclopaedia Multimedia, Grolier Electronic Publishing, Inc., 1984.
- “Recyclage de batteries plomb-acide et environnement – Rapport Technique n.° 14”, Programme des Nations Unies pour L’Environnement, PNUE, 1998, 165 pp.

Chapter 2 – Technical Data on Lead-Acid Batteries

الفصل الثاني - البيانات الفنية عن بطاريات الرصاص الحمضية

- Various Sources. For a comprehensive overview consult : “Recyclage de batteries plomb-acide et environnement – Rapport Technique n.° 14”, Programme des Nations Unies pour L’Environnement, PNUE, 1998, 165 pp.

Chapter 3 – Lead-Acid Battery Recycling – Pre-Recycling Steps

الفصل الثالث – إعادة تدوير بطاريات الرصاص الحمضية – خطوات ما قبل إعادة التدوير

- “Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries”, European IPPC Bureau, May 2000, 807 pp.
- “The Recycling of Non-Ferrous Metals”, M.E. Henstock, an International Council on Metals and the Environment (ICME) Publication, MIM, 1996, 340pp.

Chapter 4 – Lead-Acid Battery Recycling

الفصل الرابع – مراقبة البيئة

- “Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries”, European IPPC Bureau, May 2000, 807 pp.
- “Recyclage de batteries plomb-acide et environnement – Rapport Technique n.° 14”, Programme des Nations Unies pour L’Environnement, PNUE, 1998, 165 pp.
- “The Recycling of Non-Ferrous Metals”, M.E.Henstock, an International Council on Metals and the Environment (ICME) Publication, MIM, 1996, 340pp.

Chapter 5 – Environmental Control

الفصل الخامس – مراقبة البيئة

- “Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries”, European IPPC Bureau, May 2000, 807 pp.
- “Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment – Scope 31”, Edited by T.C. Hutchinson & K.M. Meema, Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE), International Council of Scientific Unions (ICSU), John Wiley & Sons, 1987, 360 pp.

- “Recyclage de batteries plomb-acide et environnement – Rapport Technique no. 14”, Programme des Nations Unies pour L’Environnement, PNUE, 1998, 165 pp.
- “The Recycling of Non-Ferrous Metals”, M.E. Henstock, an International Council on Metals and the Environment (ICME) Publication, MIM, 1996, 340pp.
- “A process engineering approach to remedy an environmental problem of fugitive lead emissions during lead refining”, L. Wanga & A.E. Morris, Journal of Materials Research, Vo. 10, No. 3, p.538.
- ILMC Tool Box Series 1.2 - Control and Monitoring of Atmospheric Emissions, January 2002, Section 2, Emission Control Principles.

Chapter 6 – Health Aspects

الفصل السادس – الجوانب الصحية

- “Assessment of Human Exposure to Lead and Cadmium Through Biological Monitoring”, Edited by Marie Vahter, National Swedish Institute of Environmental Medicine & Department of Environmental Hygiene Karolinska Institute, Division of Environmental Health, WHO, Stockholm 1982, 136 pp.
- “Environmental Hazards of Heavy Metals: Summary Evaluation of Lead, Cadmium and Mercury – A General Report (1980)”, J.K. Piotrowski & D.O. Coleman, Global Environmental Monitoring System Programme Activity Centre, UNEP, Nairobi & The Monitoring and Assessment Research Centre (MARC), Chelsea College, University of London, 1980, 43 pp.
- “Lead in the Environment and Its Significance to Man – A Report of an Inter-Departmental Working Group on Heavy Metals, Pollution Paper No. 2”, Department of the Environment, Central Unit on Environmental Pollution, London, 1976, 47 pp.
- “Límites de Exposición Profesional a los Metales Pesados que se Recomiendan por Razones de Salud – Informe de un Grupo de Estudio de la OMS”, Organización Mundial de la Salud, Serie Informes Técnicos 647, WHO, 1980, 126 pp.
- “Serie Vigilancia 8 – PLOMO”, Germán Corey O. & Luiz A.C. Galvão, Centro Panamericano de Ecología Humana Y Salud – PAHO/WHO, Mexico City, 1989, 103 pp.

Chapter 8 – Lead-Acid Battery and Lead Statistical Data

الفصل الثامن – بطاريات الرصاص الحمضية – بيانات احصائية عن الرصاص

Various sources:

- ILMC: International Lead Management Center;
- ILZSG: International Lead and Zinc Study Group;
- FAO: Food and Agriculture Organization;
- LDAI: Lead Development Association International;
- USGS: United States Geological Survey;

Annex 1 - EIA: Suggested Structure

المرفق الأول – تقييم الآثار البيئية – الهيكل المقترح

- “Recyclage de batteries plomb-acide et environnement – Rapport Technique n.º 14”, Programme des Nations Unies pour L’Environnement, PNUE, 1998, pp. 122-124.

Annex 2 - Lead Poisoning Symptoms

المرفق الثاني – أعراض التسمم بالرصاص

- “Environmental Hazards of Heavy Metals: Summary Evaluation of Lead, Cadmium and Mercury – A General Report (1980)”, J.K. Piotrowski & D.O. Coleman, Global Environmental Monitoring System Programme Activity Centre, UNEP, Nairobi & The Monitoring and Assessment Research Centre (MARC), Chelsea College, University of London, 1980, 43 pp.
- “Lead in the Environment and Its Significance to Man – A Report of an Inter-Departmental Working Group on Heavy Metals, Pollution Paper No. 2”, Department of the Environment, Central Unit on Environmental Pollution, London, 1976, 47 pp.
- “Serie Vigilancia 8 – PLOMO”, Germán Corey O. & Luiz A.C. Galvão, Centro Panamericano de Ecología Humana Y Salud – PAHO – WHO, México, 1989, 103 pp.

- - - - -