تدوير المخلفات الزجاجية

الزجاج هو مادة صلبة غير عضوية، عادة ما تكون شفافة أو نصف شفافة ، صلبة ، سهلة الإنكسار، غير نافذة للمواد الطبيعية. بالرغم من أنه استعمل منذ القدم إلا أنه لا يزال مهم جدا في استعمالات شتى، مثل المباني والأدوات والأواني المنزلية ومعدات الاتصالات السلكية. وتختلف أنواع الزجاج اختلافا شاسعا باختلاف مكوناتها وخصائصها الفيزيائية. وأما أكثر أنواع الزجاج شيوعاً عبر العصور، وخاصة في عصرنا هذا، هو ذاك المستخدم في صناعة النوافذ وأواني الشرب، وهو زجاج صودا الجير، والذي يتكون من 75% من السيليكا وأوكسيد الصوديوم وأوكسيد الكالسيوم ؛ مع أو بدون مواد أضافية أخرى كالبوراكس (أوكسيد الصوديوم + أوكسيد البورون) الذي يلعب دور كبير في حفظ الزجاج من الكسر .

يتم تدوير الزجاج في مصانع ضخمة على مستوى العالم، وخصوصا في الدول التي لديها نظام متكامل لفرز النفايات الصلبة، ففي الاتحاد الأوروبي وحده، تجري عملية اعادة تدوير لما يقرب من سبع من أصل عشر زجاجات، لما للعملية من عوائد اقتصادية وبيئية، مثلما يحدث في أحد المصانع بـ "أنفير" في بلجيكا، حيث تعالج سنويا حوالي مئتين وخمسين ألف طن من الزجاجات، في حين تنتج من عملية اعادة تدوير الزجاج في فرنسا 600 الف زجاجة يوميا(هذه فقط لنوع مشروب معين) بسبب التكلفة الرخيصة والمقدرة ب 50 دولاراً للطن الواحد، والميزة الأهم هي انها صديقة للبيئة. هناك العديد من المصنع لتصنيع الزجاج سواء على مستوى الوطن العربي أو عالميا، على سبيل المثال في عام 2015 جمعت 41.9 ٪ من زجاجات المشروبات الغازية وغيرها من المشروبات لإعادة تدويرها ، وذلك وفقا لتقرير وكالة حماية البيئة الأمريكية. كما يبلغ معدل إعادة تدوير الحاويات الزجاجية في الولايات المتحدة أكثر من 63٪ ، وفي عام 2008 ، أصدرت ولاية كارولينا الشمالية الأمريكية(NC) قانونًا يشترط على جميع حاملي تصاريح المشروبات الكحولية إعادة تدوير حاويات المشروبات الخاصة بهم ، ومنذ ذلك الحين ، أرتفعت كمية الزجاجات المستردة لإعادة تدويرها من حوالي 45000 طن/سنة إلى أكثر من 86000 طن في عام 2011.

فما هي عملية تدوير الزجاج وما الفائدة من تلك العملية؟

تدوير الزجاج هو عملية تحويل نفايات الزجاج إلى منتجات قابلة للاستخدام، إذ يجب فصل النفايات الزجاجية على أساس التركيب الكيميائي، وبعد ذلك، فصلها إلى ألوان مختلفة اعتماداً على الاستخدام النهائي وعلى قدرات المعالجة المحلية. العديد من شركات تدوير النفايات تجمع الزجاج على أساس اللون لأنه يحتفظ بلونه بعد إعادة التدوير، ويستخدم في عملية إعادة تدوير الزجاج طاقة أقل من تصنيع الزجاج الأساس من الرمل والجير والصودا، وهي عملية بيئية مطلقة حيث ان كل طن من تدوير نفايات الزجاج إلى منتجات جديدة يحول دون إطلاق 315 كلغ من ثاني أوكسيد الكربون الى الغلاف الجوي أثناء تصنيع

زجاج جديد، وذلك لان مسحوق الزجاج المدور يستهلك وقودا أقل مما يحتاجه طن من المواد الأولية بمقدار 34 ليتر من الوقود. إن كأسا واحدة من الزجاج المعاد تصنيعه يوفر مقدارا من الطاقة يعادل إضاءة مصباح بقوة 100 وات لمدة 4 ساعات. ويوفر كل طن من مسحوق الزجاج المدور ما يعادل 1.2 طن من المواد الاولوية ، أضافة الى ماسبق ان الزجاج قابل للتدوير مرات ومرات ، كما أن الأختراعات الجديدة الساحرة للزجاج المدور قد ضاعفت البحوث الجديدة حول كيفية الاستفادة من الزجاج المدور لهذا يعتبر الزجاج احد اهم اصدقاء البيئة، فهو إضافة إلى أنه يعتبر من المواد الصديقة للبيئة، يعتبر ذو تكلفة اقل واشكال اجمل من غيره من الاسمنت والمواد الاخرى. وفي ما يلي الفوائد الطبيعية والاختراعات الاخيرة التي توصل اليها العلماء:

فوائد إعادة تدوير الزجاج

- يمكن إعادة تدوير العبوات الزجاجية بنسبة 100٪ ويمكن إعادة تدويرها إلى ما لا نهاية دون أي خسارة في النقاء أو الجودة.
- تشتري معامل الزجاج 3.35 مليون طن من الزجاج المراد تدويره سنويًا ، والتي يتم إعادة صهرها وإعادة تغليفها لاستخدامها في إنتاج عبوات ومنتجات الألياف الزجاجية الجديدة ويؤدي ذلك الى حفظ أكثر من طن من الموارد الطبيعية لكل طن من الزجاج المعاد تدويره.
- يتم تقليل طن واحد من ثاني أكسيد الكربون المنبعث أو الناتج لكل ستة أطنان من زجاج العبوات المعاد تدويره والمستخدم في عملية التصنيع.
- يتم استبدال الزجاج المعاد تدويره لما يصل إلى 95 ٪ من المواد الخام.
- يستفيد المصنعون من إعادة التدوير بعدة طرق فهو ليس فقط يقلل من انبعاثات المواد الخام واستهلاكها ، بل ويطيل عمر معدات المصانع ، مثل الأفران ، ويوفر الطاقة أيضا.
- توفير فرص عمل .
- زجاج غير قابل للكسر تقريبا: اخترع العلماء اليابانيون نوعاً من الزجاج يمكن بحسب مقاومته الكبيرة للكسر ان يصنف بأنه غير قابل للكسر تقريبا، وينتظرون تسويق هذه التقنية في المستقبل القريب، وهذا الاختراع يعني الوصول الى زجاج ذو متانة أعلى من أي وقت مضى.
- زجاج صديق للبيئة مستدام، هذا الزجاج سيكون صالحاً لبناء الجدران، وسيكون اصلب واقوى كون المادة المستخدمة يمكن أن تتجاوز مقاومتها بالمقارنة مع المواد الاولية التقليدية. اضاف علماء اليابان مادة الألومينا الى الزجاج، وهي المادة التي جعلت من هذا الاختراع معجزة (الزجاج الذي لايكسر)، وهي عبارة عن مادة أوكسيد الألومنيوم مع ثاني أوكسيد السيليكون.

- ألواح تمتص اشعة الشمس: إن تحسين أداء الواح الطاقة الشمسية هو من التحديات الكبرى التي لم يتخلَّ عنها العلم، فقد قام فريق من العلماء الأميركيين بإنتاج نوع جديد من الزجاج يمكن أن يكون له ألف استخدام واستخدام، بما في ذلك تحسين كفاءة الألواح الشمسية، وكان الهدف من هذا الاختراع تحسين اداء الالواح بمعدل 15 بالمئة من متوسط الاداء الفعلي للالواح الحالية، حيث يستطيع الزجاج الحديث من امتصاص الفوتونات الناتجة من اشعة الشمس بقوة، وتعيد انتاج الطاقة منها رغم انهم استطاعوا تحسين فعالية الالواح من خلال زجاج ناتج عن عملية اعادة التدوير باضافة مواد كيميائية خاصة اليها، تساعد على امتصاص الأشعة ذات التردد العالي.
- ضد الحرارة والإشعاع: هناك نوع من الزجاج، صمم لمنع الإشعاع والحرارة الشمسية ، وقد توصل اليه العلماء من خلال عملية التدخل في نسب تركيب كلا من بوتيرال البولي فينيل (PVB)وتيريفثالات البولي إثيلين (PET) داخل الزجاج. وكمعلومة مفيدة توصل الباحثان إيفان باركن وتروي ماننغ من الكلية الجامعية بجامعة لندن الى أستخدام ثاني أكسيد الفناديوم. وهي مادة تسمح في ظروف الحرارة العادية بنفاذ ضوء الشمس سواء في النطاق المنظور أو في نطاق الأشعة تحت الحمراء (غير المنظور) .
- أستخدامه كأرضية اكثر لمعاناً: يعمل العلماء على ادخال الزجاج الى مواد البناء، فصنعوا منه البلاط والواحا كبيرة تشبه الى حد ما الرخام الحقيقي (مزيج من الاسمنت والزجاج المطحون)، بل هو ذات بريق اجمل ومتانة اكثر.
- كما استخدموا نفايات الزجاج لانتاج بعض الدهانات ومزيلات الدهان ومواد تنظيف الخشب . اخيراً إن اعادة تدوير الزجاج صناعة ناشطة في الدول الاوربية، وهي ذات بصمة بيئية ومردود اقتصادي كبير، لذلك يجب التشجيع على تنشيط عملية فرز النفايات وأنشاء معامل أو مصانع لأعادة التدوير لما يعود ذلك بفائدة بيئية واقتصادية وصحية على بلدنا.

صناعة الزجاج تقليدياً يصنع الزجاج بطريقة التسخين إلى درجات الحرارة العالية حتى الحصول على الحالة العجينية للخليط ، ومن ثم عملية القولبة للعجينة بحسب الشكل المراد الحصول عليه، وهناك العديد من العوامل التي يجب مراعاتها ،ولكن الطريقة العامة هي ، حيث يقوم صانع الزجاج بخلط كميات محددة من الرمل والجير والصودا وغيرها من المواد، ليعطي للزجاج بعض الصفات الخاصة. ويمكن أن تتكون المكونات الأخرى من الآلومنيوم وأوكسيد الزرنيخ الأبيض. ويسخن الخليط في فرن حتى يصبح كتلة لزجة من السائل الكثيف، عندها يصبح تشكيل كتل صغيرة تؤخد من الفرن سهلا، وعندما تبرد تصبح زجاجا في الهيئة المتشكلة عليها. تستعمل ملايين الأطنان من الرمل كل سنة لصنع الزجاج، ومع ذلك فإن هناك أنواعا خاصة من الزجاج تصنع دون أن يستعمل فيها الرمل مطلقاً، وهناك طرق كثيرة

مثل السحب والتشكيل، وأنواع صناعية أخرى تختلف باختلاف التربة الطينية المستخدمة ، وتتسبب عملية الأسراع في التسخين بأنتاج زجاج يتصف بالهشاشة ، لذا يجب الابطاء في عملية التسخين ليكون صلبا.

مصادر أخرى لنفايات الزجاج

إعادة تدوير الزجاج الناتج عن هدم الأبنية: وهي تعمل على تطوير البنى التحتيةوتعتبر أحد الطرق الفعالة لإدارة النفايات في مناطق أوروبا أذ يستفاد من جمع ومعالجة مواد البناء وهدم الزجاج كمواد خام. ويقدر بما يقارب من 1.5 مليون طن من نفايات الزجاج في أوروبا كل عام نتيجة لهدم المباني وتجديدها .
وتتمثل عملية تدويره بثلاث عمليات رئيسية وهي

التفكيك: يتم إزالة الزجاج من المبنى ويتم فرزه حسب النوع وفقًا للاستخدام النهائي المقترح.

معالجة الأكياس: يتم إعادة تدوير كميات محدودة فقط من زجاج البناء والهدم حيث أنه في معظم البلدان لا يوجد نظام موحد للتفكيك والتجميع.

التمزيق: يتم هدم المبنى بأكمله وتسحق جميع النفايات (بما في ذلك الزجاج) وتقطع إلى قطع.

إعادة تدوير الزجاج الناتج من السيارات:

يتم توليد ما يتراوح بين ثمانية وتسعة ملايين طن من نفايات المركبات المنتهية الصلاحية كل سنة، يمثل زجاج السيارات ما يقرب من 3٪ وزنا من التركيب الكلي للسيارة، إن استعادة وتفكيك زجاج السيارات عملية معقدة وبالتالي طويلة، إذا كان الزجاج قابل لإعادة التدوير، فيجب تفكيكه بشكل صحيح من السيارات وفرزها من الخردة الأخرى لإزالة الهوائي والموصلات والجُلد. بعد ذلك، يجب معالجته في منشآت خاصة قبل أن يتم صهره مرة أخرى كزجاج، أو يستخدم كبديل كمواد ثانوية لإنتاج المواد والمنتجات مثل الألياف الزجاجية والمواد الكاشطة. ولابد من أن تتم عملية إعادة تدوير زجاج السيارات يتم تنفيذه بشكل فعال ووفقًا لمتطلبات الأمر التوجيهي EC 53/2000 / الخاص بالمركبات التي انتهى عمرها، أي 80٪ من السيارة التي سيتم إعادة استخدامها، وإعادة تدويرها .

مراحل إعادة تدوير الزجاج:

1- تنقية الزجاج من الشوائب، و من أى مخلفات.
2- تحويل الزجاج القديم إلى بودرة، و ذلك عن طريق طحنه فى معدات خاصة بذلك.
3- بعد ذلك يتم نخل الزجاج المطحون، أو كما يسمونه بالرمال، لتنقية الشوائب مرة اخري، و الوصول للحبيبات المطلوبة للصناعة.

4- طحن الحجر الجيري و تجهيزه.
5- طحن الدلوميت.
6- بعد ذلك يتم خلط كل المكونات السابقة، بنسب معينة.
7- وضع المكونات التى سبق خلطها، فى فرن مخصص لذلك.
8- تشكيل الزجاج بعد خروجه من الفرن، عن طريق عمالة يدوية محترفة، أو عن طريق ماكينات للتشكيل آلياً.
9- تبريد الزجاج الذى تم تشكيله. 10- تعبئة الزجاج و تغليفه، ليكون جاهزاً للبيع.

وأهم معدات مصانع إعادة تدوير الزجاج: 1- فرن تبريد. 2- كسارة مخروطية. 3- ماكينة تشكيل بالإسطمبة. 4- طاحونة. 5- فرن صهر. 6- خزان مياه. 7- خلاط. 8- مناخل يدوية.

ثالثاً المواد الخام المطلوبة فى مصانع إعادة تدوير الزجاج. 1- رمال السيليكا. 2- نفايات زجاج. 3- حجر جيري. 4- دولومايت و هى عبارة عن كربونات ماغنسيوم، و كالسيوم. 5- مواد كيميائية لتنقية المنتجات .