

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ СЕКРЕТЫ ПЕРЕРАБОТКИ СТЕКЛОБОЯ

Г. В. Трофимов, представитель Binder+Co в России

В СМИ все чаще появляются сообщения о том, что тот или иной российский регион собирается приступить к переработке стекла. Но дело это для нас новое, в последнюю четверть века никто вплотную этим не занимался, а между тем на каждом этапе технологической цепочки можно «обрушить» экономическую эффективность объекта, если не знать профессиональных тонкостей. В помощь предпринимателям – эта статья.

Отходы стекла в нашей стране являются, похоже, самым забытым видом вторичных ресурсов. Индустрия обращения с отходами не уделяет этому материалу достаточного внимания. Несмотря на очень высокий спрос и стабильный сбыт чистого вторичного стекла большая часть этого материала до сих пор отправляется на захоронение. А ведь стекло – это уникальный материал, который можно перерабатывать бесчисленное количество раз без потери его свойств, вторичное стекло является незаменимым материалом, используемым при варке нового стекла. Стеклобой плавится при более низкой температуре, чем ископаемые компоненты, из которых варится стекло, поэтому использование стеклобоя в производстве способствует снижению потребления энергии и выбросов в атмосферу на величину до 30 %. Экономят и повышают эффективность своего бизнеса и операторы ТКО, размещая на полигонах на 10–20 % отходов меньше и при этом зарабатывая на продаже вторсырья, сберегая ресурс мусоровозов и пресс-компакторов за счет исключения абразивных и инертных включений.

Среди причин низкого уровня переработки стекла в России экспертное сообщество часто указывает низкую продажную стоимость сырья при больших капитальных вложениях в производство, необходимых из-за сложного технологического процесса, а также высокие требования стекольщиков к качеству готового сырья при неготовности рециклеров выдавать это качес-

тво, из-за чего на рынке по сей день практически отсутствует высококачественный вторичный стеклобой. Во многом это правда, но не все так критично, и далее мы рассмотрим почему.

Вспомним, что сдача стеклотары еще недавно была хорошим источником дохода для населения и обнаружить ее в отходах было практически невозможно. Поэтому и переработки стеклобоя не существовало в тех масштабах, в которых это необходимо сейчас. Использовалась стандартная стеклотара, и она была многоразовой, а теперь каждый производитель продукции заказывает свою собственную фирменную упаковку, что делает возврат тары производителям очень сложным процессом. Но меняющееся законодательство, и в частности вводимый запрет на захоронение стекла, внесет коррективы в этот рынок, и переработка все-таки будет развиваться.

Оставим экономические расчеты профильным специалистам и упомянем лишь о том, что все финансовые модели высокотехнологичных комплексов по переработке стеклобоя, с которыми нам приходилось знакомиться за последние пару лет, указывают на срок окупаемости инвестиций 2–4 года, в зависимости от объемов накопления, региона и морфологического состава входящего материала. При этом учтены все инвестиционные и текущие затраты. Это вполне приемлемо в реалиях нашей страны, особенно учитывая, что срок службы оборудования составляет около десяти лет и в мире работают комплексы, запущенные еще в конце прошлого века.

ABRIDGED TRANSLATION

THE PROFESSIONAL SECRETS OF GLASS CULLET RECYCLING.

*Gleb Trofimov,
the representative for Binder+Co
in Russia.*

Waste glass seems to be the most abandoned recyclable in the Russian waste business. In spite of high demand for clean cullet in the glass industry, the recycling business does not pay enough attention to this material for the last quarter of the century and the majority of all glass goes for dumping. But glass is unique recyclable material, moreover cullet is necessary for almost any glass production for technological, ecological and economical reasons. Also there is good business for waste operators as landfill payments can be reduced by 10-20%, i. e. the weight of waste glass, which could even be sold on the market. The service life of garbage trucks and press compactors will be saved as glass is the very abrasive material. Obviously, it makes sense to collect it separately or, in current Russian conditions, extract it from the mixed waste manually or automatically.

There are causes of the low level glass recycling in Russia that expert community usually refers to such as the low market prices for cullet along with high investments in production as technological process is pretty complex; high material quality

Подчеркнем, что в расчеты закладывались автоматизированные комплексы полного цикла со значительными вложениями в технологическое оборудование и производственно-складские помещения. Но возможны и варианты таких технологических линий, которые можно использовать на старте для выхода на рынок с минимальными затратами.

Нужно понимать, что стекло – это высокоабразивный материал, и процесс его обработки сопровождается образованием пыли, поэтому необходимо специальное оборудование, разработанное для таких условий. На выходе необходимо получить чистый стеклобой крупностью –10+50 мм, без инертных и органических примесей, разделенный по трем основным (или более) цветам. Качество стеклобоя в России регламентирует ГОСТ Р 52233-2004, тем не менее отраслевые стандарты в нашей стране и за рубежом еще более строгие в силу применения во всем мире единых современных стекловаренных технологий и оборудования. В высококачественном стеклобое допускается всего несколько десятков грамм примесей на 1 т чистого стеклобоя. Именно такое сырье пригодно для использования в любых стекловаренных печах, будь то стеклотарное, пеностекольное или стекловолоконное производство. В данной статье я не касаюсь производства листового стекла, так как из-за особенностей химического состава каждый производитель требует боя именно листового стекла определенных марок и использование тарного стеклобоя практически не допускается. Абсолютное большинство отходов стекла, доступное операторам ТКО, – это отходы потребления стеклотары, находящиеся в смешанных ТКО или собираемые отдельно. О них и идет речь.

Предположим, на переработку поступает стекло, которое было собрано отдельно от образателей или отобрано вручную на мусоросортировочных комплексах. Независимо от источника поступления, стекло по своему качеству будет очень похожим: из-за высокой плотности стекла его содержание будет достаточно высоким, как правило, не ниже 90 % по массе даже с учетом влажности.

Основными примесями являются инертные включения, такие как камни и керамика, черные и цветные металлы, а также легкие, преимущественно органические материалы – полимеры, бумага, пищевые отходы и т. д. Нужно учитывать, что часть органических загрязнений присутствует в виде этикетки на бутылках, которую необходимо удалить для более эффективной оптический сортировки стекла и уменьшения потерь при его обработке. Также существуют отдельные требования по примесям тугоплавких и свинцовых стекол в стеклобое. Современные комплексы позволяют решать такие задачи, к тому же разработки последних лет позволяют осуществлять это без использования дорогостоящего рентгеновского оборудования.

Большинству стекольщиков требуется стеклобой определенного цвета. Основных цветов тарного боя три: бесцветный (прозрачный), коричневый и зеленый. Несмотря на возможности современных оптических сепараторов по сортировке множества цветов, как правило, необходимости в этом не возникает.

Как уже говорилось, стекло – это материал, который в процессе сбора, транспортирования, перегрузки и обработки крошится и образует много пыли, поэтому задача технологов – построить производственную логистику и технологический процесс с минимальным количеством пересыпов, перегрузок материала и избежать падений частиц с высоты: эти меры снижают пылеобразование, потери материала и износ оборудования. На дробилках, грохотах и всех основных узлах, где образуется пыль, необходимо устанавливать системы пылеудаления. К сожалению, в России пока нет специалистов, умеющих работать со стеклом, поэтому все автоматизированные сортировочные комплексы в нашей стране были спроектированы и построены европейскими компаниями.

Итак, перед производством стоит задача очистить стекло от примесей и отсортировать по цветам для получения продукта с наибольшей стоимостью и ликвидностью. Давайте упрощенно рассмотрим основные принципиальные этапы технологического процесса.

requirements along with unreadiness of recyclers to provide such quality, that's why there is almost no furnace ready cullet on the market so far. In many ways it's true, but things can't be all that bad and with further comments we will see why.

Reusable glass containers used to be the one of the good income sources for population in USSR and there was almost no glass in the waste and as a consequence no need for big scale recycling. Nowadays almost every beverage producer uses it's the one and only bottles that makes the reusing process too complicated. Although the regulation in Russia is changing dramatically now and this is going to give a good drive for recycling development.

It's important to mention that all economical studies that we saw for the last few years showed good potential and claimed about 2-4 years payback period depending on region, production level and composition of the input material when considering all investments and operating expenses for full-sized recycling plants in Russia.

It's important to keep in mind, that glass is very abrasive and dust-generating material that requires specially designed equipment for it's processing, moreover the quality requirements for glass cullet are very high. Standard GOST P 52233-2004 describes glass cullet and glass industry requirements for this recyclable, though the industrial standards are even higher and recyclers have to consider this.

The main contaminations of glass cullet are inert impurities as stones and ceramics, heat-resistant glass, ferrious and non-ferrious metals and light, mainly organic, materials like polymers, paper, kitchen waste, different labels on bottles e.t.c. Also colour sorting is important to receive three main or more colours of the secondary glass. All these sorting tasks can be done by state-of-the-art technologies available on the market.

So, your company has a task to clean the glass cullet from impurities and to sort it by colour to receive the products with maximal quality and added value. Let's briefly look

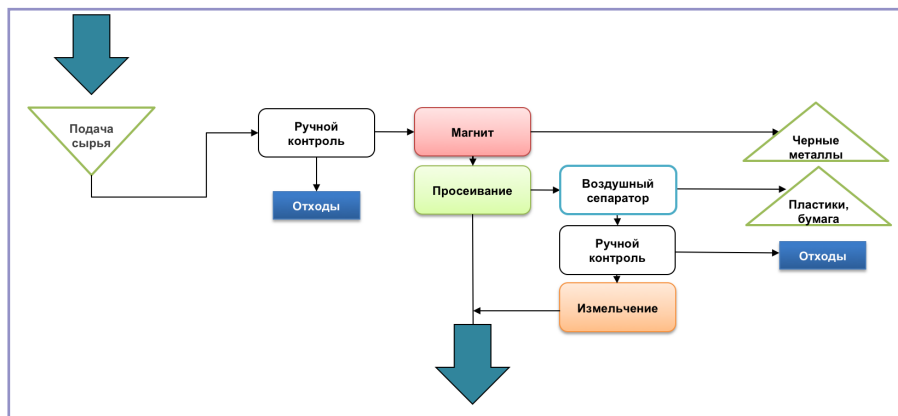


Рис. 1. Процесс предварительной подготовки материала.

На первом этапе (рис. 1) после загрузочного бункера следует установить пост ручного контроля для выявления негабаритных и опасных включений в составе стеклобоя. Сразу после этого материал равномерно подается конвейером на виброгрохот, отбирающий фракцию более 50 мм, которая отправляется на валковую дробилку и после этого соединяется с основным потоком материала. Валковая дробилка – это наилучший выбор для измельчения стекла, потому что она работает достаточно деликатно и не производит столько мелкой фракции и пыли, сколько молотковые дробилки. Здесь также эффективно раскалываются донышки бутылок и горлышки, а впоследствии на колосниковом грохоте отбираются освобожденные вставки,

кольца и дозаторы. Также на этапе предварительной подготовки стеклобоя используется воздушный сепаратор для удаления легкой фракции и магнит для отбора черных металлов.

Далее гораздо более равномерный по гранулометрическому составу и форме частиц поток стекла проходит этап сублимации (рис. 2), установка для которого состоит из сушки, удалителя этикеток и вытяжки для легкой фракции. Просушенный стеклобой гораздо эффективнее поддается оптической сортировке. Лучше использовать сушилки кипящего (псевдооживленного) слоя, где происходит эффективная энергосберегающая сушка материала, меньшее измельчение материала и меньший износ самого агрегата по сравнению с барабанными сушилками.

Высушенный материал поступает в агрегат сухой очистки, где без использования воды частицы стеклобоя очищаются от этикеток и прочих органических и легких загрязнений. На последнем этапе с помощью вытяжной воздушной установки убираются все легкие включения, которые были отделены от частиц стекла, и на выходе мы имеем поток инертного материала, готового к основному этапу сортировки.

На третьем этапе (рис. 3) отбираются остаточные металлы: черные – при помощи магнита, цветные – при помощи вихретокового сепаратора. Материал поступает на грохот, который отделяет мелкую неликвидную фракцию менее 5 мм (сортировка мелкой фракции опциональна) и разделяет поток стеклобоя на два или три потока с разным гранулометрическим составом перед подачей на оптические сепараторы. Дело в том, что современ-

into the essential steps of the technological process.

On the picture 1 we can see the process steps where we prepare our material with manual control, screening, crushing, air separation and ferrous metals ejection. This steps are being taken to make our material uniformly graded without too small or too large particles, without bottle necks, other 3D particles and metals. Also we get rid of gross light particles by hand picking and air separation.

Then, the prepared material proceeds into the cullet sublimation process (picture 2), where we dry the material up on the fluidized bed dryer, de-label it and then extract the light, mainly organic fraction, that contains also labels from the bottles that have been detached and fluffed up in a dry-process delabelling machine one step before. Dry and clean glass cullet takes optical sorting in a more efficient way, so this step is very important for the efficiency of the whole process where we receive pure material and along with that minimize a loss of good product.

The received inert material flow goes to the next part of the process – main sorting line (picture 3). Here we separate both ferrous and non-ferrous metals, screen the material to get rid of fine fraction and then we deliver the material into the optical sorting through the air suction systems for light fraction control. We use the screen as well to split the material into two flows of different grain sizes for perfect results of optical sorting. You can notice that the operating width of the optical sorters in this example is divided into two, so that we could use one machine to work like two independent optical sorting devices. The colour and impurities sorting processes are combined in one technological process where we use several divided optical sorters to have several necessary sorting steps for the best quality. One optical sorting machine has a throughput rate up to 15 tons per hour depending on the type and composition of the material flow, grain sizes, sorting task and moisture.

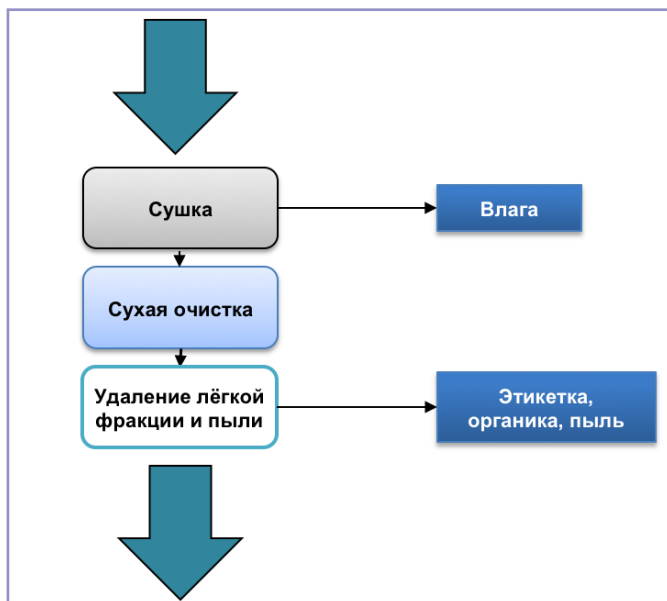


Рис. 2. Процесс сублимации – сушка, удаление этикеток и органики.

ный уровень оптической сортировки очень высок, оптоэлектронные машины способны сортировать материал с гранулами от 1 мм, отбирать все возможные примеси, в том числе различные виды металлов и специальных стекол, а также осуществлять сортировку по миллионам цветов, получая на выходе сырье с абсолютной чистотой; но для достижения столь высоких показателей рекомендуется подавать на сортировку подготовленный поток материала с усредненным гранулометрическим составом. На рис. 3 показано, как рабочая ширина оптического сепаратора разделена вдоль на две части. По сути, одна машина выполняет работу двух независимых оптических сепараторов, на один из которых подается материал с частицами 5–15 мм, а на второй – 15–50 мм, и после процесса сортировки чистые фракции готовых продуктов смешиваются. На обеих сторонах сепаратора из потока отделяется бесцветное стеклобой в одном направлении, од-

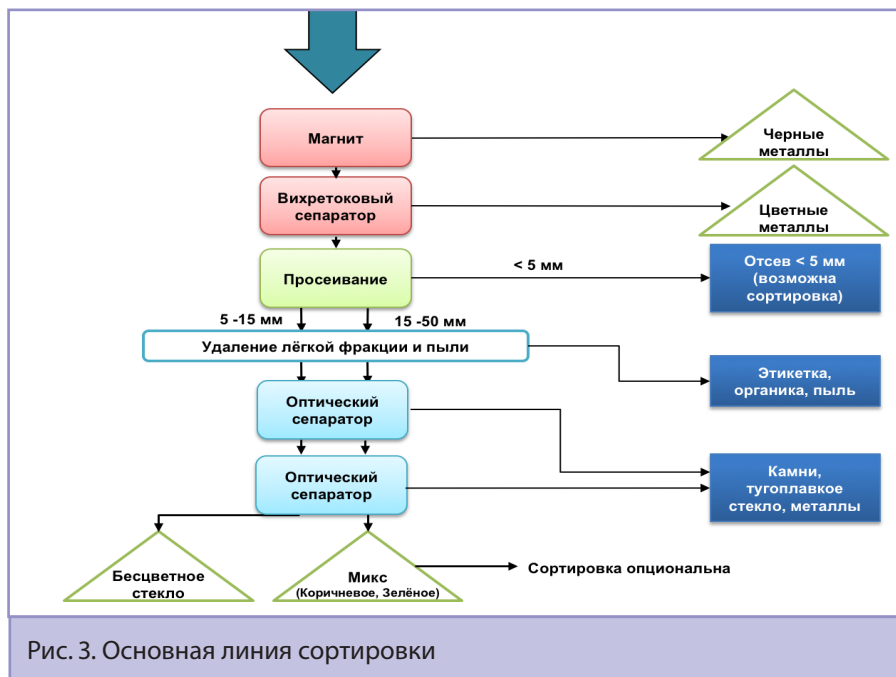


Рис. 3. Основная линия сортировки

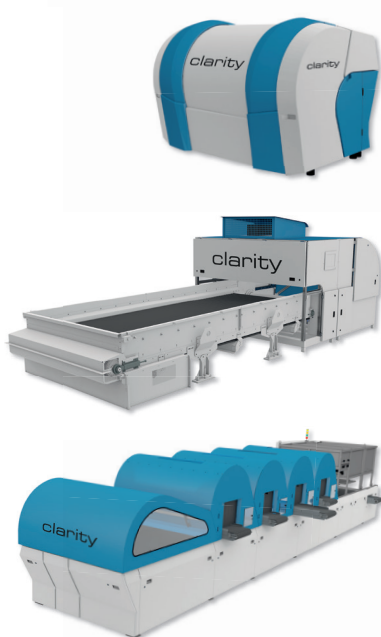
новременно во втором направлении отделяются все примеси (камни, металлы и т.д.), и в третьем потоке остается микс из зеленого и коричневого

стекла, который возможно далее разделить на зеленую и коричневую марки по тому же принципу. Важно указать, что достижение высокой чистоты

binder+co supersorting



we process the future



CLARITY СОТИРУЕТ ВСЁ

- Стекло
- пластик
- пластиковые хлопья
- бумагу
- электронный лом
- металлы
- шлак
- строительные отходы
- RDF
- ТКО
- отходы упаковки
- дерево

Илья Владимирович Ромейков
Iliia.Romeikov@binder-co.at
+43 664 5144 308 (WhatsApp, Viber)
www.binder-co.com



17-19 октября 2017
Россия, Москва, КВЦ «Сокольники»
Павильон 4.1 Стэнд В211

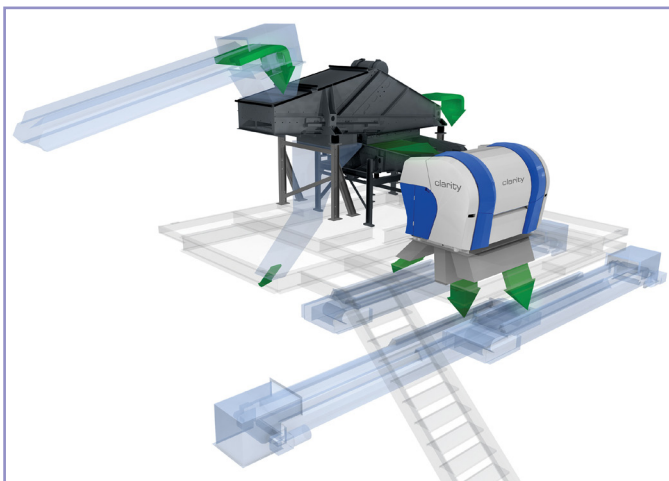


Рис. 4. Установка для сортировки стеклобоя

ты готового продукта не происходит сразу, и необходимо от двух до трех этапов сортировки. Это может также быть обеспечено путем разделения рабочей ширины сепараторов и повторного поступления материала на сортировку, таким образом на одной стороне сепаратора нужный материал сначала сортируется активно, то есть осуществляется выброс продукта, а затем на второй стороне продукт доочищается пассивно, то есть происходит выброс примесей. Этот принцип позволяет использовать меньшее количество оборудования, а это важно, если стоит задача снизить капитальные вложения при запуске производства. Если необходимо добиться высокой производительности комплекса, то в проект закладывается большее количество сепараторов, каждый из которых отвечает за свою задачу и за

свой тип или цвет продукта. Один оптический сепаратор (рис. 4) способен пропускать через себя до 15 т стеклобоя в зависимости от влажности, размера частиц, морфологического состава и производственной задачи.

Описанный пример несколько упрощен и касается процесса производства вторичного бесцветного стекла и микса зеленого и коричневого цветов. Путем изменения компоновки линии или добавления сепараторов можно получать на выходе все три основных цвета стеклобоя и решать любые другие задачи.

Как показывает опыт, полностью автоматическая сортировка стекла экономически эффективна при объемах не менее 5 т/час и фонде рабочего времени работы порядка 22 час/сут. Есть также опыт реализации проектов с производительностью 40, 60 и даже 80 т стеклобоя в час. Важно понимать, что насыпная плотность стеклобоя составляет более 1 т/м³, что не позволяет сравнивать этот материал, к примеру, с пластиковыми хлопьями. Накопление материала такой плотности происходит гораздо быстрее. Если все же стоит задача начать работать с меньшими объемами, то лучше использовать полуавтоматический вариант и небольшую установку, подобную той, что изображена на рис. 4. В этом случае важно не допустить намокания материала при транспортировании и хранении, а также обеспечить максимально качественную предварительную подготовку материала перед поступлением на сортировку.



Рис. 5. Вариант компоновки производственной линии

According to our experience, the automatic glass cullet sorting lines become economically efficient starting from the capacity of 5 tonnes per hour with worktime fund of 22 hours per day. And we have experience with projects with huge capacities like 40, 60 and even 80 tonnes per hour. It's important to understand that glass cullet has bulk density up to 1 t/m³ and more, which is a circumstance that it makes no sense to compare it with such materials like plastic flakes; accumulation of glass takes much less time for this reason. If there is a demand for small installation, we recommend semi-automatic installation based on the concept showed on pic. 4. It's important to feed it with prepared material with low moisture, so we recommend our customers to use covered input material storages to prevent material soaking. Additionally, the sorting facility itself (pic. 5) does not require a lot of space, the most part of the area is necessary for storages of input material and output products as well as access roads and loading areas.

Hopefully, the waste industry will be developing and legislative initiatives will fructify, so that the next years we observe quantitative and qualitative expand in recycling and new efficient advanced facilities appear to process all types of materials as well as secondary glass.

Добавим, что для размещения сортировочного комплекса не требуется больших площадей, основное пространство будут занимать склады входящего материала и готовой продукции, а также подъезды и зоны разгрузки.

Надеюсь, что отрасль обращения с отходами будет развиваться, а законодательные инициативы принесут свои плоды, и в ближайшие годы мы увидим как количественное, так и качественное развитие рециклинга и появление все новых и новых эффективных комплексов по сортировке и глубокой переработке всех материалов, в том числе стекла. ♻️