

ПЕРЕРАБОТКА ПВХ-ОКОН: ЭКОЛОГИЧНО И ВЫГОДНО

*В. Хефели, д. т. н., Высшая техническая школа г. Цюриха, Швейцария
А. Амманн, дипломированный инженер, Smart Resources, Швейцария*

Поливинилхлоридные окна (ПВХ-окна) подкупают современным дизайном, привлекательным соотношением цены и качества, высоким сроком службы и минимальными требованиями к уходу – не зря именно на них приходится такая значительная доля рынка окон. Не последнюю роль играет также возможность экологичного вторичного использования и переработки ПВХ-окон.

Высококачественное ПВХ-сырье можно получать не только путем переработки производственных отходов, образующихся при изготовлении ПВХ-окон из профилей; вполне могут быть использованы также старые демонтированные ПВХ-окна. Тем самым замыкается круговорот ПВХ, создаются необходимые условия для экономии сырьевых ресурсов и извлечения дополнительной прибыли.

ПВХ-окна изготавливают из полимерных профилей, которые обычно имеют длину 6 м. Отдельные детали окна или рамы вырезают с учетом возможности последующего их соединения в ус, а затем сваривают. При вырезании этих деталей образуются отходы в форме клиновидных элементов, а также краевые отходы, так как далеко не всегда удается использовать всю длину исходного профиля (рис. 1). В среднем количество отходов составляет 10–20 %.

Производственные отходы состоят из очень хорошего ПВХ-сырья, которое жаль выбрасывать. По этой причине предпринимались попытки переработки таких отходов. Одна из основных трудностей при этом заключалась в необходимости удаления резиновых уплотнителей, которое отчасти приходилось выполнять вручную (фото 2). Резиновые уплотнители не расплавляются в экструзи-

ре, используемом для производства профилей, и не соединяются с расплавом ПВХ. В результате содержащиеся частицы резины измельченные вторичные материалы оказываются непригодными для изготовления новых ПВХ-профилей.

Таким образом, для переработки ценного ПВХ необходимо с высокой надежностью обеспечить удаление из отходов всех резиновых элементов, а также других посторонних включений.

Весь перечень производственных расходов на изготовление оконных ПВХ-профилей можно разделить на

несколько групп (рис. 1). Значительного сокращения производственных расходов можно было бы добиться, например, за счет уменьшения на 20 % расходов на персонал (около 6 % производственных расходов). Однако это позволило бы снизить суммарные производственные расходы всего лишь на 1,2 %, что едва ли себя оправдывает с практической точки зрения.

Важнейшей статьей производственных расходов (около 65 %) при изготовлении ПВХ-профилей являются расходы на материал, что открывает широкие возможности для



Фото 1. Клиновидные и краевые обрезки-отходы, образующиеся при изготовлении окон из ПВХ-профилей



Фото 2. Резиновые уплотнители в оконных ПВХ-профилях

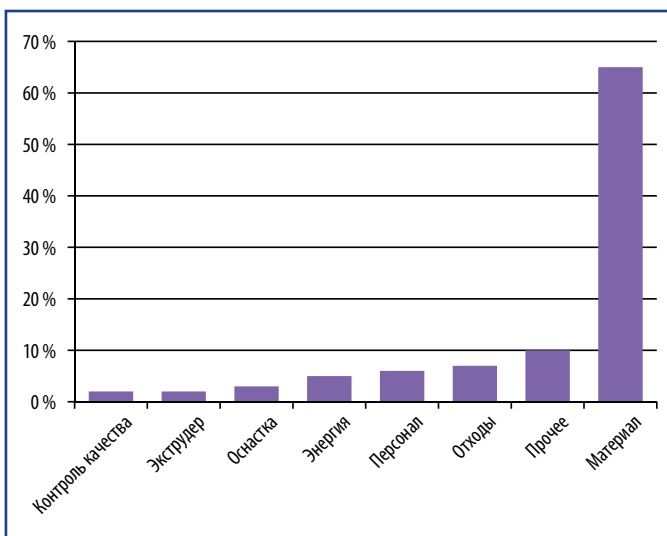


Рис. 1. Типичное распределение производственных расходов при изготовлении ПВХ-профилей (Источник: Greiner)

экономии. Снижение этих расходов на 20 % за счет замены первичного сырья более дешевым рециклатом позволило бы уменьшить суммарные производственные расходы на 13 %!

Таким образом, наиболее значительное снижение производственных расходов и обеспечение конкурентоспособных цен на оконные профили становится возможным только при уменьшении стоимости исходного сырья. Для этого необходимо добиться максимального увеличения содержания более дешевого вторичного ПВХ в материале, используемом для изготовления новых оконных профилей.

Использование ПВХ-отходов в качестве вторичного сырья не только позволяет экономить, но и одно-

временно способствует уменьшению загрязнения окружающей среды ПВХ-материалами, направляемыми на полигоны для захоронения, в мусоросжигательные установки и т. п. В результате обеспечивается замкнутый круговорот этого материала!

При вторичной переработке ПВХ-профилей образуются три потока материалов:

- производственные отходы: при пуске и останове экструзионных установок для производства оконных профилей образуется большое количество отходов. Кроме того, оконные профили должны отвечать достаточно жестким требованиям соответствующих норм по качеству; не удовлетворяющие нормам профили и дефектные изделия измельчаются и направляются на переработку. Получаемый из таких отходов ПВХ является ценным сырьем;

- обрезки оконных профилей: такие отходы производители окон возвращают в производственный цикл, из них могут изготавливаться новые профили;

- старые ПВХ-окна: отслужившие свой срок ПВХ-окна, которые уже не отвечают предъявляемым к ним требованиям по теплозащитным свойствам или другим показателям, демонтируются. После удаления оконного стекла эти профили измельчаются. Затем от них отделяют металлические и неметаллические детали, а полимерная фракция подвергается переработке, как и в случае чистых обрезков профилей.

Технологический процесс переработки оконных профилей, как правило, включает в себя следующие этапы:

- сортировка профилей и обрезков по цветам в целях дальнейшей раздельной переработки белых и цветных ПВХ-отходов. При необходимости может оказаться целесообразной ручная предварительная сортировка отходов, в процессе которой удаляются деревянные, металлические и другие нежелательные инородные включения;

- измельчение обрезков профилей с помощью ножевых дробилок. В идеале размер частиц измельченного материала не должен превышать 10 мм. При этом необходимо



Фото 3. Поступающий на переработку материал (а), очищенный ПВХ (б) и выделенные частицы резиновых компонентов (в)

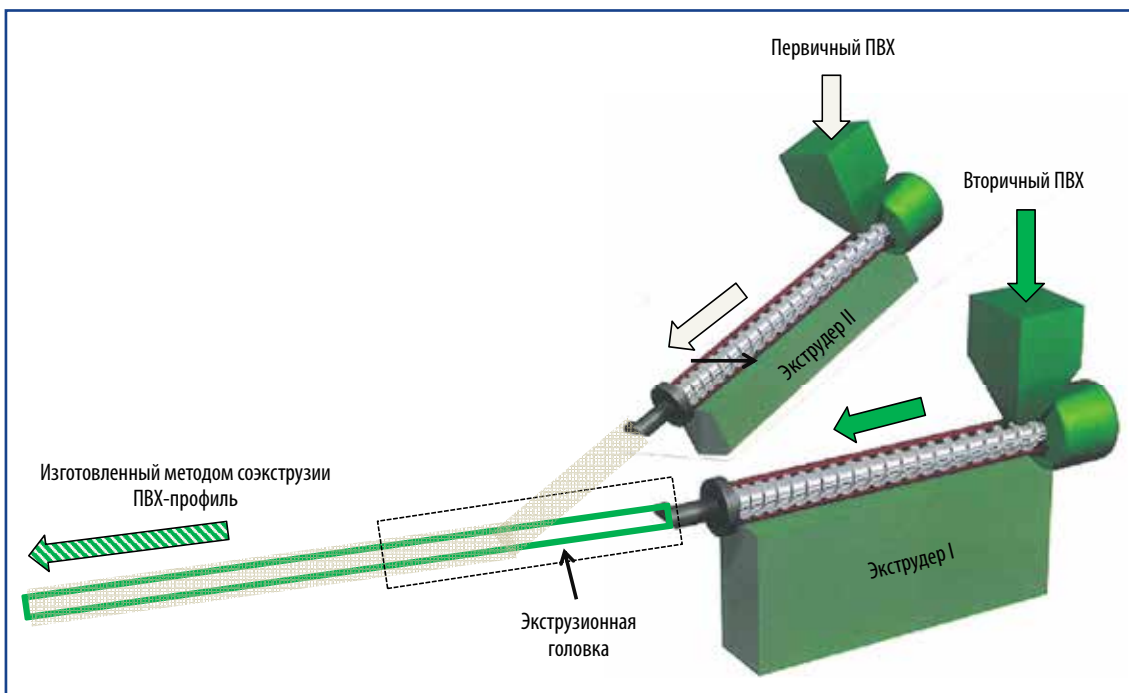


Рис. 2. Схема процесса изготовления ПВХ-профилей методом соэкструзии

выявить и удалить содержащиеся в массе профилей металлические включения, например, с помощью мостика-металлоискателя, монтируемого над транспортерной лентой. Обеспыливание процесса измельчения. Это имеет большое значение для обеспечения достаточно высокой чистоты готовой продукции и эффективности работы сортировочных машин;

- электростатическое отделение частиц резины. В специальном электростатическом сепараторе частицы резины приобретают положительный заряд, а частицы ПВХ – отрицательный. Под воздействием высокого напряжения несущие отрицательный заряд частицы притягиваются положительным электродом. Эффективность очистки ПВХ с применением такого способа, как правило, составляет от 99,5 до 99,9 %;

- дополнительная сортировка по цвету с помощью оптоэлектронной сортировочной установки. Это позволяет надежно удалить из массы перерабатываемого материала отличающиеся от ПВХ по цвету частицы резины и другие цветные включения (фото 3).

Степень чистоты получаемого измельченного ПВХ может достигать 99,99 %. Такой материал без проблем можно использовать для экструзии новых профилей.

В идеальном случае вторичный ПВХ вводится в новые профили в процессе изготовления их с применением технологии соэкструзии (рис. 2). При этом первый экструдер изготавливает из рециклата сердечник нового профиля, и на находящийся еще в текучем состоянии сердечник с помощью второго экструдера наносится слой первичного ПВХ. Оба потока материала соединяются между собой в профиль гомогенной структуры. В готовом изделии первичный ПВХ образует в основном видимые поверхности профиля, а сердечник состоит из рециклата (рис. 3).

Как показано на рис. 3, до 85 % оконного профиля может быть изготовлено из чистого, освобожденного от резиновых включений вторичного гранулята.

Используемые для изготовления ПВХ-профилей рециклата имеют настолько высокий уровень чистоты, что состоящие из них профили практически невозможно отличить от профилей из первичного ПВХ. Единственным недостатком является то, что цвет рециклата (особенно при изготовлении белых профилей) несколько отличается от желаемого цвета готовых изделий.

Чтобы устранить этот недостаток, некоторые переработчики вторичного сырья подвергают измельченный ПВХ экструзии перед дальнейшей переработкой. Для этого измельченный материал расплавляется в экструдере. При необходимости в материал вводятся красители, пигменты или другие добавки. Затем расплав пропускается через фильтр, который задерживает не расплавившиеся посторонние примеси, такие как частицы резины, древесины, металлов и других инородных веществ, а также полимеров других видов. В результате получают высококачественный очищенный ПВХ, который может быть использован для изготовления новых профилей. Возможно его применение и для производства изделий других видов.

Комплексные установки для переработки отходов оконных профилей из ПВХ, включая логистику материалов, предлагаются, в частности, компанией HAMOS. Производительность таких установок может варьироваться от одной до нескольких тонн в час, оборудование может эксплуатироваться в трехсменном режиме.

Основные европейские и заокеанские компании, специализирующиеся на переработке отходов оконного ПВХ-профиля, с большим успехом используют подобные установки, включающие в себя электростатические сепараторы (рис. 4).

Используемые в составе производственной установки электростатические сепараторы работают по сухой технологии без применения химических веществ, разделительных жидкостей и т. п. Ручное отделение частиц резины перед измельчением отходов не требуется.

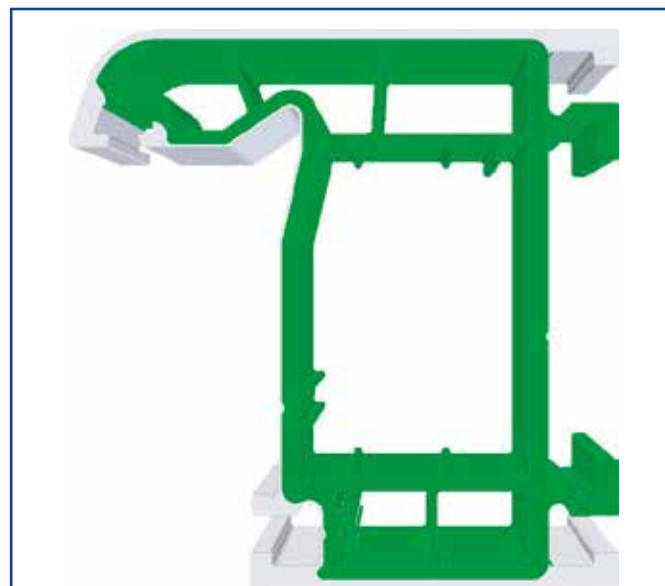


Рис. 3. Изготовленный методом соэкструзии оконный профиль: зеленым цветом обозначена изготовленная из вторичного сырья часть оконного профиля (Источник: Greiner)

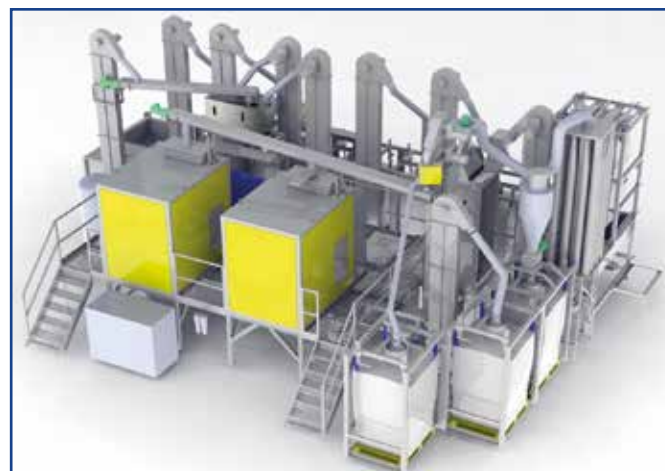


Рис. 4. Компактная производственная установка HAMOS

Поскольку связанные с эксплуатацией установки производственные расходы, а также затраты на энергию, обслуживание и материалы сведены к минимуму, инвестиции в оборудование для вторичной переработки оконных ПВХ-профилей окупаются за короткое время.

Smart Resources выражает благодарность д-ру Райнеру Кенлекхнеру (Rainer Koehnlechner), компания HAMOS (Германия), за предоставленную интересную информацию. ♻️

Перевод А. П. Сергеевкова