



# Функциональные добавки для переработки смесей полимерных отходов

## О КОМПАНИИ

ОКАПОЛ – российский производитель функционализированных полимеров



Сильнейшая команда в области модификации полимеров



300+ индивидуальных разработок в области полимеров



Уникальная технология модификации полимеров



Предприятие полного цикла от разработки до производства  
-производство мощностью 5 000 тн/год  
-собственный НТЦ центр



# Виды смешанных полимерных отходов



Исходя из специфики полимерных смешанных отходов их можно разделить на следующие группы и подгруппы:

Основные группы:

- ❖ Смешанные полимерные отходы гибкой упаковки;
- ❖ Смешанные полимерные отходы жесткой упаковки;
- ❖ Смешанные полимерные отходы электронного и электрического оборудования;
- ❖ Мультиполимерные неразделимые смеси отходов, поступающие с полигонов ТБО;
- ❖ Смеси технологических отходов полимерного производства;

Подгруппы:

- Смеси совместимых полимеров;
- Смеси ограниченно совместимых полимеров;
- Смеси несовместимых полимеров.



# Основная проблематика при переработке смесей полимерных отходов



Основной проблемой при вторичной переработке является неоднородность по составу входящего полимерного сырья, что может приводить к ряду проблем как в процессе переработки, так и при производстве конечного изделия из данного рециклингового компаунда:

1. Неоднородность состава входящего полимерного сырья как таковая (проблем со сбором и сортировкой отходов на полигонах и пунктах приема вторсырья);
2. Разнородность потока расплава, в виду термодинамической несовместимости перерабатываемых полимеров;
3. Неконтролируемый саморазогрев по зонам экструзионного оборудования;
4. Разнородность (нестабильность) ПТР конечной рециклинговой гранулы;
5. Наличие эффекта «завоздушенности» конечной рециклинговой гранулы;
6. Ухудшенные ф/м характеристики конечной рециклинговой гранулы;
7. Наличие дефектов на поверхности готового изделия, полученного из рециклингового компаунда.

В процессе вторичной переработки полимерная матрица подвергается **внешним воздействиям**: высокая температура (термодеструкция), высокие сдвиговые деформации (механодеструкция), в результате чего на выходе переработанный рециклинговый компаунд часто выходит со сниженными ф/м характеристиками, а конечное изделие, произведенное из такого компаунда может не соответствовать предъявляемым к нему требованиям.

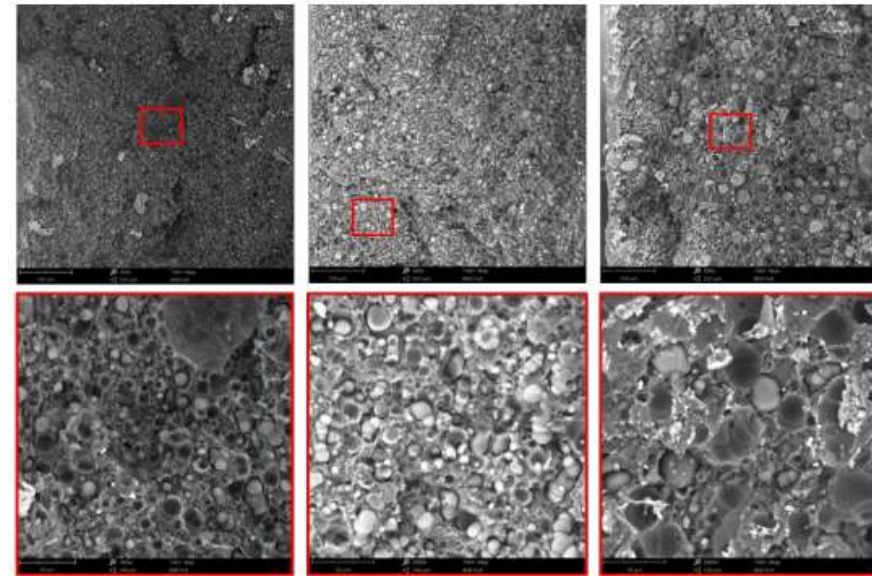
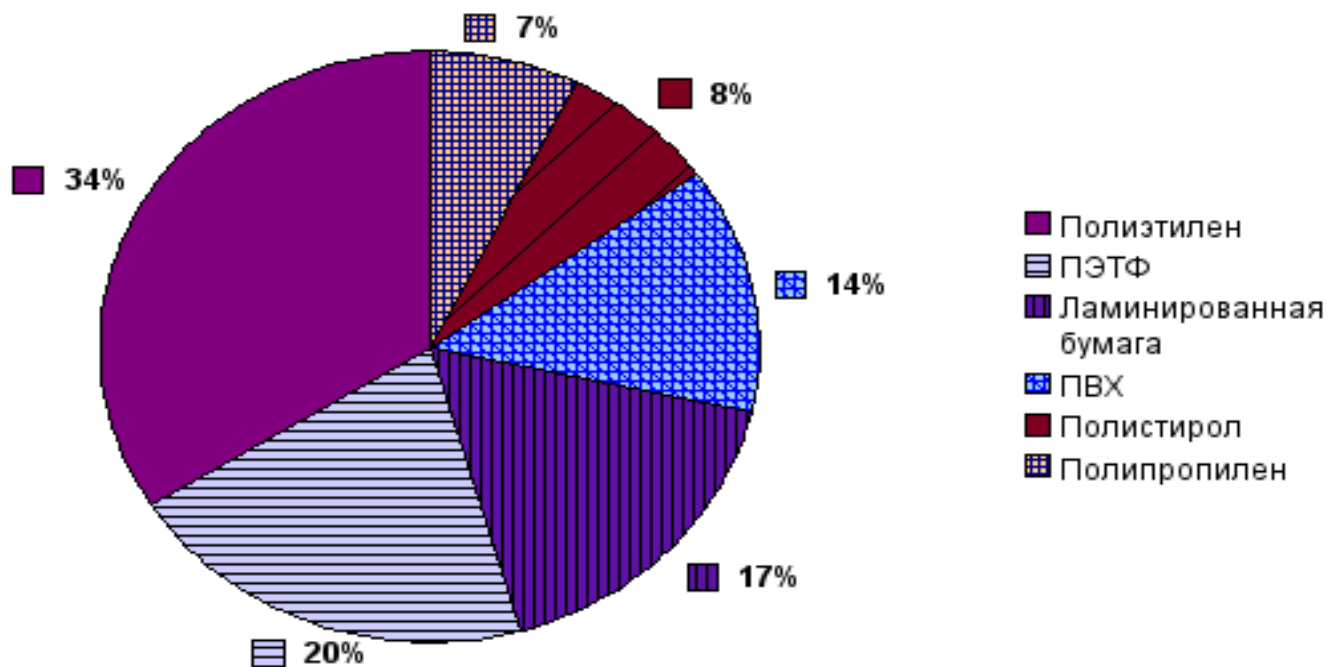


Рисунок 1. - Микрофотографии смеси термодинамически несовместимых полимерных отходов

# Основные виды перерабатываемых полимерных отходов



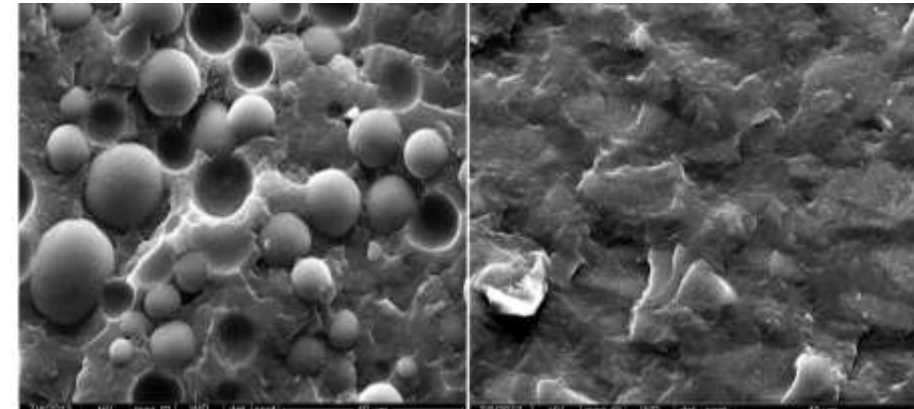
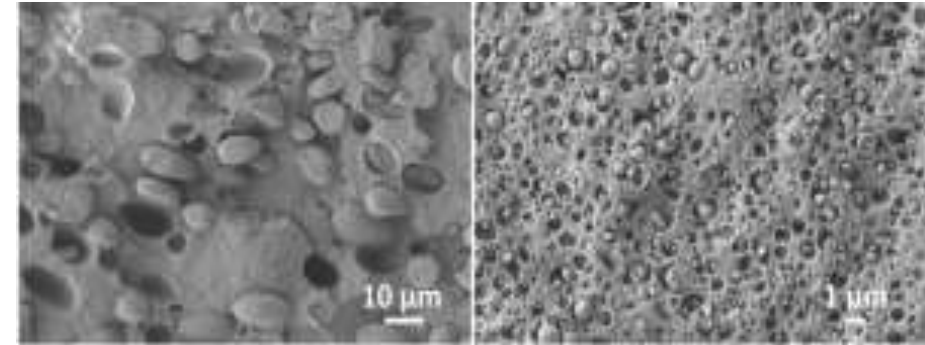
В процессе вторичной переработки полимерная матрица подвергается **внешним воздействиям**: высокая температура (термодеструкция), высокие сдвиговые деформации (механодеструкция), в результате чего на выходе переработанный рециклинговый компаунд часто выходит со сниженными ф/м характеристиками, а конечное изделие, произведенное из такого компаунда может не соответствовать предъявляемым к нему требованиям.

# Функциональное действие компатибилизатора

Компатибилизатор — это агент совмещения.

- увеличивает взаимодействие в межфазном слое (на границе раздела фаз),
- улучшает диспергирование полимеров при смешении в расплаве,
- улучшает распределение полимеров друг в друге,
- увеличивает прочность на границе раздела фаз между двумя полимерами,
- бинарные смеси полимеров становятся сплавами и являются фактически трехкомпонентными системами
- увеличивает механическую однородность смеси в целом.

В процессе вторичной переработки полимерная матрица подвергается внешним воздействиям: высокая температура (термодеструкция), высокие сдвиговые деформации (механодеструкция), в результате чего на выходе переработанный рециклинговый компаунд часто выходит со сниженными ф/м характеристиками, а конечное изделие, произведенное из такого компаунда может не соответствовать предъявляемым к нему требованиям.



# Рециклинг полиэтилена с использованием модификаторов OKABOND

**Серия модификаторов OKABOND 4210** используются в качестве модифицирующих агентов, которые вводятся при переработке вторичных полиолефинов этилена и смесей на их основе.

## **Преимущества применения модификаторов OKABOND 4210 и смесей на их основе:**

- придают совместимость полимерных компонентов в композиционной системе;
- улучшают физико-механические свойства вторичного регранулята за счет восстановления разрушенной структуры полимерной цепи и предотвращения повторной термо- и механодеструкции при вторичной переработке;
- позволяют смешивать различные виды полиолефиновых отходов с получением однородной композиции с заданными физико-механическими свойствами, из которой можно получить конечный продукт с улучшенными эксплуатационными характеристиками (прочность при разрыве, относительное удлинение при разрыве)
- увеличивают прочностные характеристики стойкости к растрескиванию готового изделия из вторичного регранулята.

Продукты линейки OKABOND серии 4200 отличаются полимерными матрицами и основными характеристиками, подбираются в зависимости от потребности клиента.

Рекомендуемый ввод модификатора 1-5 % в зависимости от требуемых параметров конечной композиции. Оптимальные уровни дозировки могут быть подобраны серией лабораторных и опытно-промышленных испытаний.



# Рециклинг полипропилена с использованием модификаторов OKABOND

**Серия модификаторов OKABOND 4230** используются в качестве модифицирующих агентов, которые вводятся при переработке вторичных полиолефинов пропилен и смесей на их основе.

## **Преимущества применения модификаторов OKABOND 4230 и смесей на их основе:**

- придают совместимость полимерных компонентов в композиционной системе
- позволяют смешивать различные виды вторичных полимеров пропилен (гомополипропилен, сополимерные марки: рандом-сополимер, блоксополимер), а также примеси в виде несовместимых (ограниченно совместимых) полимеров (полиолефины или инженерные пластики) и механические примеси, с получением однородной композиции с заданными физико-механическими свойствами, из которой можно получить конечный продукт с улучшенными эксплуатационными характеристиками (прочность при разрыве, относительное удлинение при разрыве) .
- увеличивают прочностные характеристики стойкости к растрескиванию готового изделия из вторичного регранулята
- позволяют частично увеличить ударную вязкость конечной композиции в широком интервале температур.

Рекомендуемый ввод модификатора 2-5 % в зависимости от требуемых параметров конечной композиции. Оптимальные уровни дозирования могут быть подобраны серией лабораторных и опытно-промышленных испытаний.



# Рециклинг PET с использованием модификаторов OKABOND



**Серия модификаторов OKABOND 3250** используются в качестве модифицирующих агентов при рециклинге отходов сложных полиэфира (PET) .

## **Преимущества применения модификаторов OKABOND 3250 и смесей на их основе:**

- используется в качестве «удлинителя цепи» для улучшения свойств вторичного полиэфира, увеличивая его молекулярную массу, а также восстанавливая разрушенную полимерную цепь из-за воздействия высоких температур и сдвиговых деформаций;
- позволяет частично увеличить ударную вязкость конечной композиции в широком интервале температур;
- обеспечивает увеличение и стабилизацию вязкости расплава вторичного PET, тем самым минимизируя нарушения при производстве конечного изделия из вторичного полиэфира;

Модификатор вводится в смесь вторичных полиэфира или в смесь вторичного и первичного полиэфира, имеющих различную вязкость, обеспечивая усреднение и стабилизацию смеси при экструзии.

Благодаря преобладанию аморфной фазы и реакционноспособным ангидридным и бутилакрилатным функциональным группам, модификатор эффективно распределяется в расплаве полиэфира.

Рекомендуемый ввод модификатора 1-5 % в зависимости от требуемых параметров конечной композиции. Оптимальные уровни дозировки могут быть подобраны серией лабораторных и опытно-промышленных испытаний.



# Комбинированные системы OKABOND при переработке смесей полимерных отходов



## **Комбинированные системы для переработки ПП/ПЭ:**

Основная сложность при переработки данных смесей состоит в том, что полимерные матрицы ПП и ПЭ являются ограниченно совместимыми между собой. Граница раздела фаз ПП-ПЭ выражена, что, при производстве конечного гранулята, может приводить к технологическим проблемам. При условии, что в смеси ПП/ПЭ преобладает матрица ПП, то в качестве дисперсной среды будет выступать матрица ПП, в которой, в качестве дисперсной фазы будет распределена матрица ПЭ.

Процентное соотношение комбинированной системы выбирается исходя из процентного соотношения бинарной смеси ПП/ПЭ и определяется серией лабораторных приемо-сдаточных испытаний.

## **Комбинированные системы OKABOND 7290/компатибилизатор 23025-22 для переработки ПП/ПЭТ.**

Основная сложность при переработки данных смесей состоит в том, что полимерные матрицы ПП и ПЭТ являются термодинамически несовместимыми между собой. Граница раздела фаз ПП-ПЭТ ярко выражена, что, при производстве конечного гранулята, может приводить к технологическим проблемам, выраженным в обрыве стренг, пульсации расплава, нестабильности ПТР и ф/м свойств конечного гранулята, а при производстве готового изделия – неудовлетворительный внешний вид, межфазное расслоение по телу готового изделия, сниженные ф/м характеристики и т.п.

Для решения проблематики плохого смешения бинарной смеси ПП/ПЭТ, необходимо при процессе регрануляции ввести компатибилизатор или бинарную систему компатибилизаторов, которые позволят снизить энергию на границе раздела фаз и таким образом получить термодинамически стабильную высокодисперсную систему. В качестве дисперсной среды будет выступать матрица ПП, в которой, в качестве дисперсной фазы будет распределен ПЭТ.

Процентное соотношение комбинированной системы выбирается исходя из процентного соотношения бинарной смеси ПП/ПЭТ и определяется серией лабораторных приемо-сдаточных испытаний.

# Комбинированные системы OKABOND при переработке отходов производства многослойных барьерных упаковочных материалов.

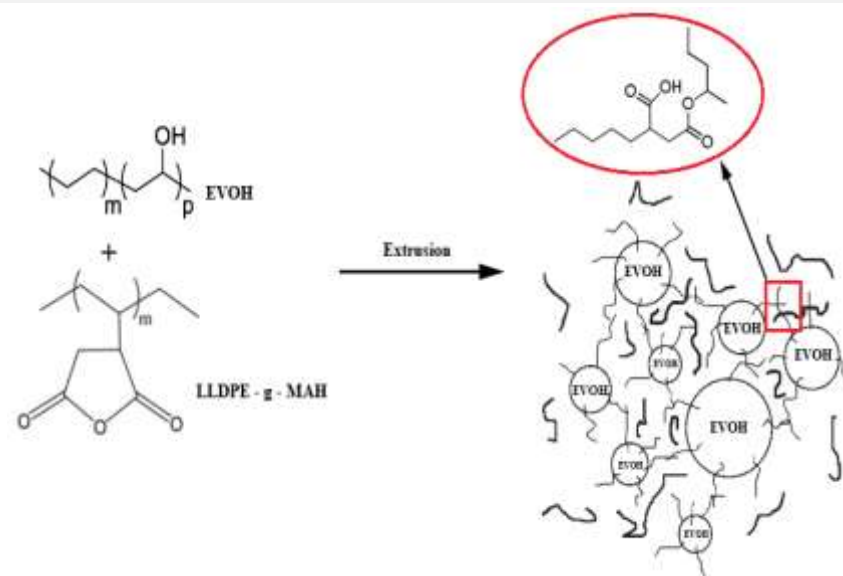
Применимы при переработке отходов производства многослойных барьерных упаковочных материалов с наличием несовместимых полимерных матриц – PE/PA; PE/EVOH и др. Функциональные группы модификаторов с одной стороны позволяют снизить энергию межфазного натяжения между полимерными фазами, что способствует образованию адгезионных связей в приграничном слое. С другой стороны, функциональные группы позволяют улучшить диспергирование (распределение) полимерных матриц друг в друге, с получением высокодисперсной смеси – непрерывная матричная фаза полиолефина со статистически распределенной фазой барьерного полимера.

Основная сложность при переработке данных смесей состоит в том что взаимодействие между разнородными полимерными матрицами в таких смесях ограничено или отсутствует вовсе, а межфазная граница термодинамически нестабильна (отсутствует межфазная адгезия), что в конечном итоге ведет к включениям (гелям), ухудшению прозрачности (побелению), расслоению готового изделия.

## Преимущества:

получение полимерных смесей со стабильной морфологией, улучшенными механическими, реологическими и физико-химическими свойствами, из которых, в последствии, можно получить конечные изделия с требуемыми эксплуатационными характеристиками, .

Количество ввода зависит от состава многослойной структуры (количества %масс. барьерного слоя) и требуемых конечных ф/м характеристик готового компаунда/изделия.



# Компатибилизаторы OKABOND для наполненных композиций



## Серия модификаторов OKABOND 3310

Используются в качестве связующих агентов, которые вводятся в состав наполненной полиолефиновой композиции, с целью улучшения межфазного взаимодействия между полимерной матрицей и частицами дисперсного наполнителя (стекловолокно, глинистые минералы, технический углерод, углеродные нанотрубки, углеродное волокно, дигидрат магния, тригидрат алюминия, карбонат кальция, диоксид кремния и т.д.) Связующие агенты обеспечивают улучшение перерабатываемости композиции, увеличение механических показателей (прочность, удельную ударную вязкость и др.), а также позволяет изменить механизм разрушения получаемого композиционного материала от адгезионного до когезионного типа. Позволяет частично увеличить ударную вязкость конечной композиции в широком интервале температур;





Повышение качества гранул за счет восстановления молекулярной массы;

Совмещения ограниченно совместимых смесей полимеров (ПНД/ПП, ПНД/ПВД);

Возможность совмещения несовместимых смесей полимеров в определенном % соотношении (ПП/ПС, ПП/ПЭТФ);

Улучшение прочностных характеристик и стойкости к растрескиванию готовых изделий, за счет лучшего совмещения вторичных полимеров и получения однородного расплава вторичной смеси;

Повышение сортности регранулята, за счет восстановления молекулярной структуры. Это позволяет использовать регранулят в изделиях более ответственного назначения;

Стабилизация технологических параметров в процессе переработки (температурный режим, ПТР);

Оптимизация режима переработки, с увеличением производительности

Персональная технологическая поддержка.





Спасибо за внимание!



606002, Нижегородская область,

г. Дзержинск, ул. Лермонтова д.28К [info@okapol.ru](mailto:info@okapol.ru)

тел.:+7 (8313) 39-85-85

