

Разработки в области модификации полимерных упаковочных решений

Заведующий кафедрой «Химия, технологии полимеров и упаковочных решений»,
Кирш И.А., д.х.н., профессор

Москва, 2026 г.

Стратегия развития

Кафедра Химии, технологии полимеров и упаковочных решений и центр «Перспективные упаковочные решения и технологии рециклинга» реализация НИР-НИОКР проектов и платформа для подготовки специалистов высокого уровня квалификации

1. Бакалавриат
2. Магистратура
3. Аспирантура

- Химическая технология
- Технология полиграфического и упаковочного производства



Открыты в 2017-2018г

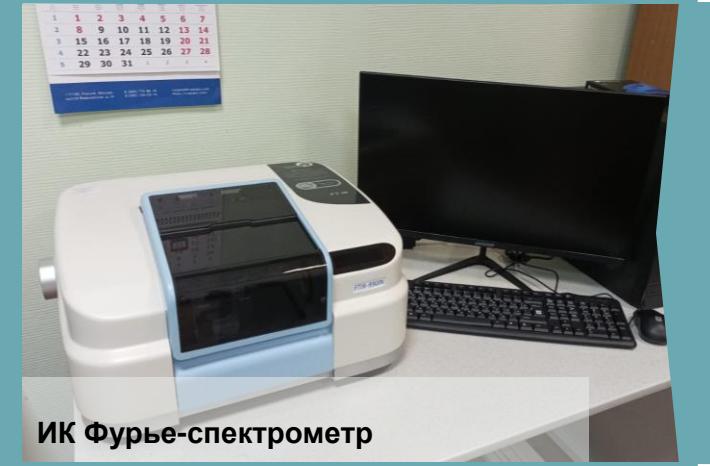
- Лаборатории композитных материалов
 - Лаборатории современного промышленного дизайна и маркетинга
 - Лаборатория пролонгации сроков хранения пищевой продукции
- и образования новых лабораторий, открытых в 2020-2025г



- Лаборатория «Оптимизация упаковки и транспортные испытания» (ГК ГОТЭК)
- Лаборатория исследований полимерных материалов (ОРБИС)
- Лаборатория биополимеров и рециклинга
- Лаборатория «Карбоновый полигон – новые композиты»

КАФЕДРА И ЦЕНТР «ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УПАКОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ РЕЦИКЛИНГА»

Модификация полимеров, в том числе вторичного сырья



Санитарно-гигиенические и структурные исследования полимерных материалов

Исследование процессов старения полимерных материалов



Камера для исследования антимикробных свойств материалов



Основные критерии качества полимерных материалов ООО «Орбис»

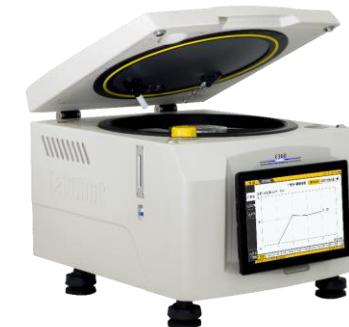
Технологические



Барьерные

Физико-
механические

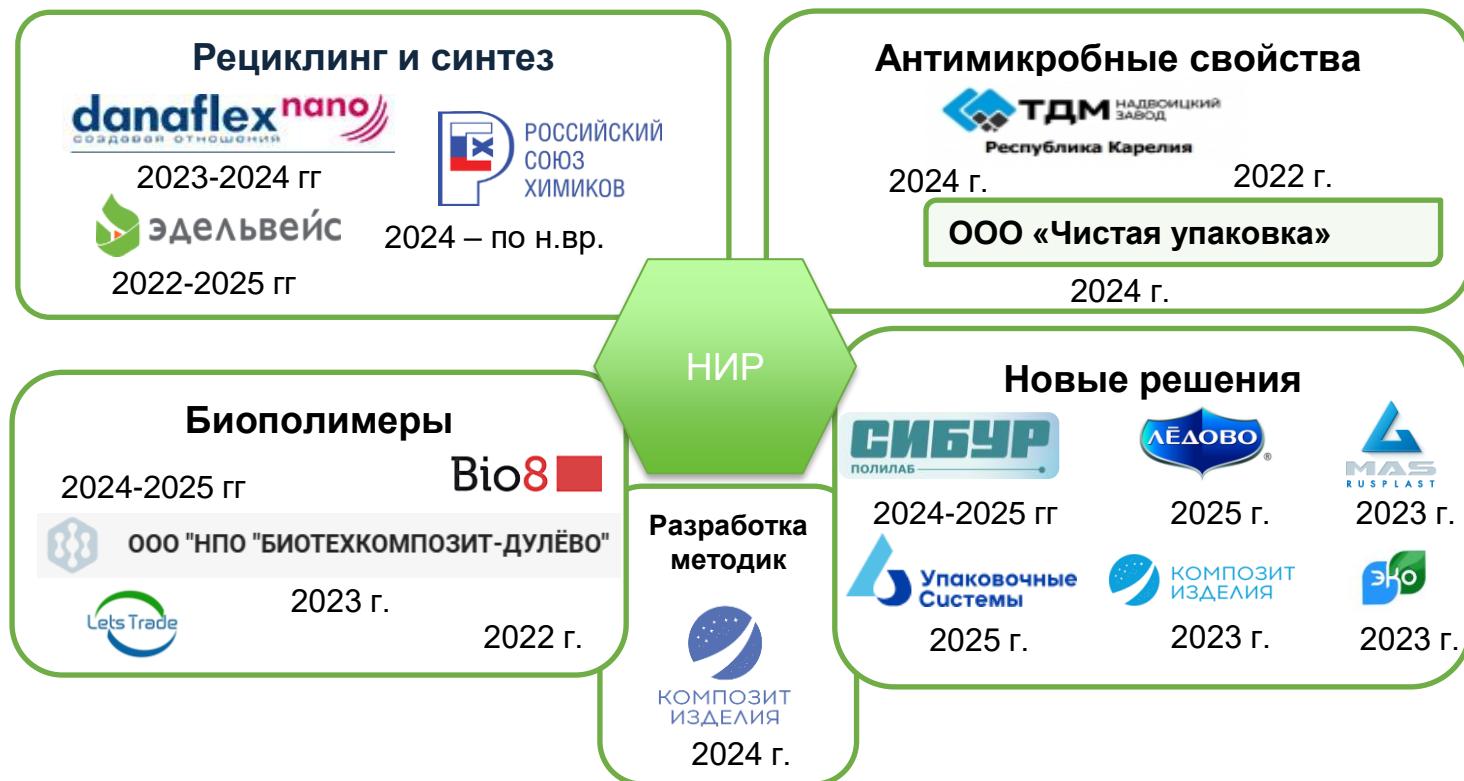
Химические



Экологичность



№п	Основные направления НИР
1	Разработка упаковочных решений с заданным уровнем барьерных и физико-механических свойств
2	Создание упаковочных материалов с антимикробными свойствами
3	Разработка технологии переработки полимерных отходов
4	Разработка биоразлагаемых материалов с регулируемым сроком
5	Полимерные покрытия с функциональными свойствами



Рециклинг полимеров с комплексным типовым загрязнением и первичным сырьем

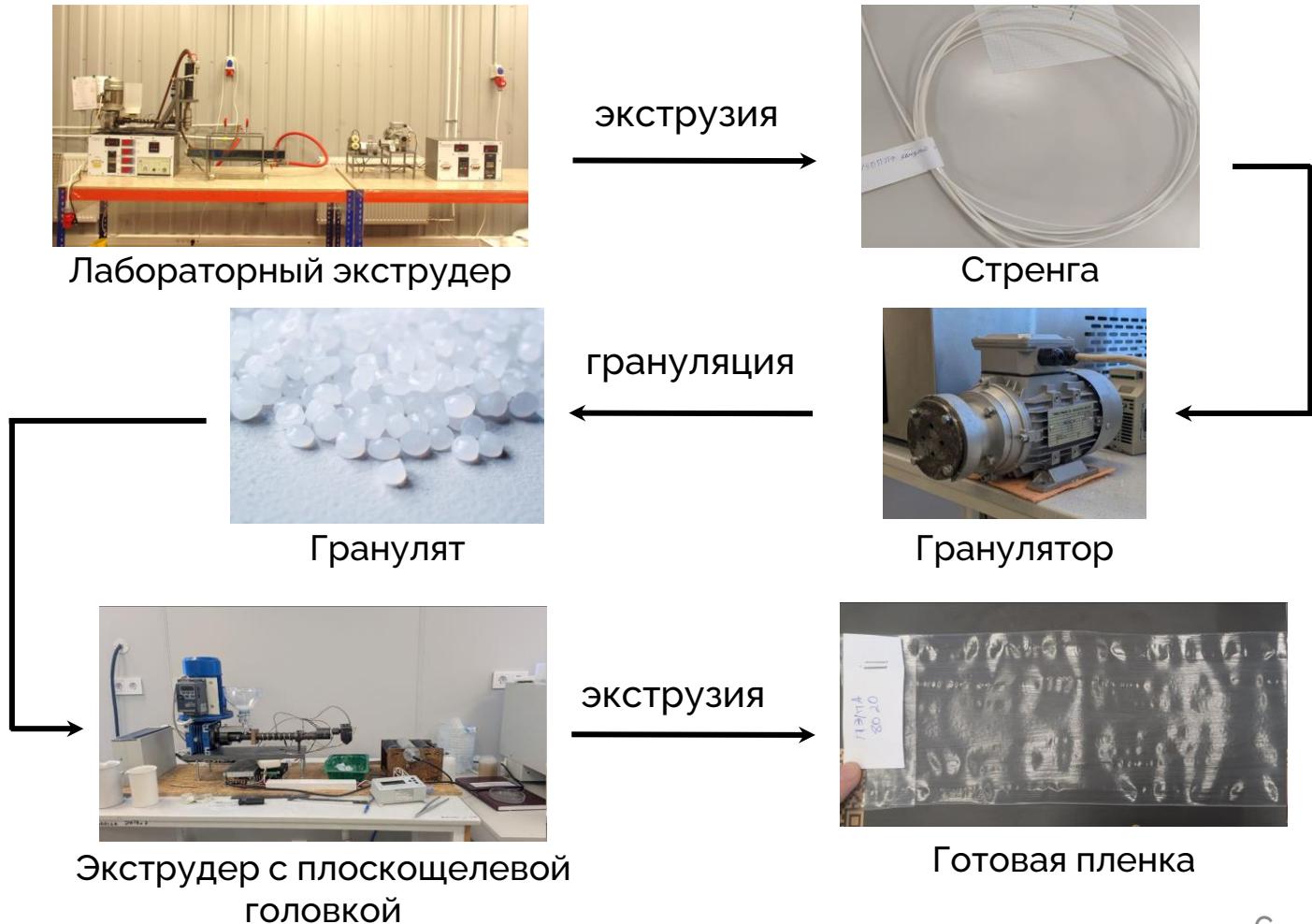
ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ

Объекты исследования

Полимерные гранулы производства «Сибур»:
ПЭНД (HDPE): Плёночная PE 10500 FE
ПЭВД (LDPE): Плёночная 15803-020
ПП: Литьевой PP H030 GP

Полимерные композиции:
КТЗ+25% пер. полимер
КТЗ+25% пер. полимер +стаб.
КТЗ+50% пер. полимер
КТХ+50% пер. полимер+ стаб.

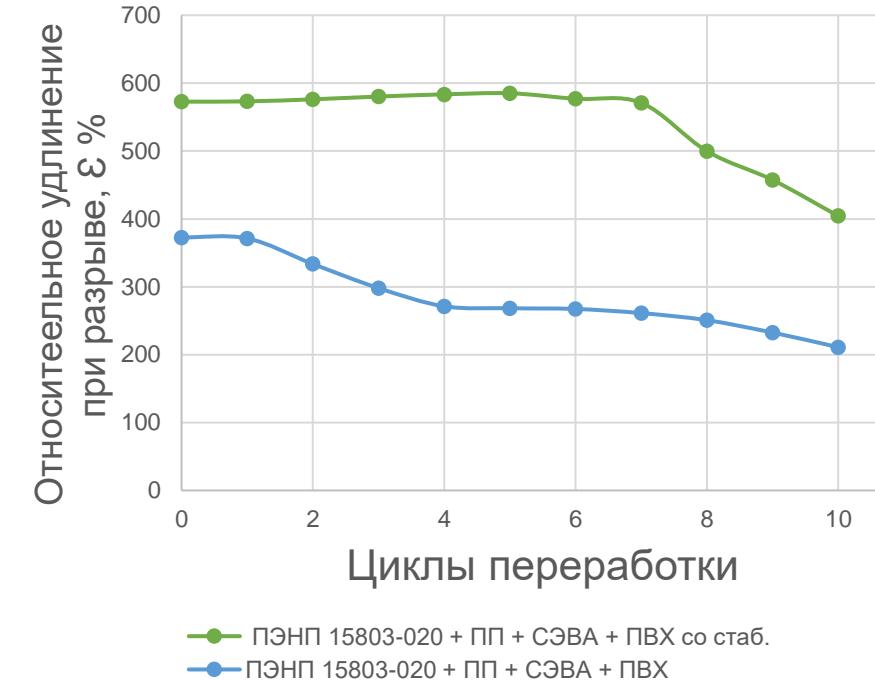
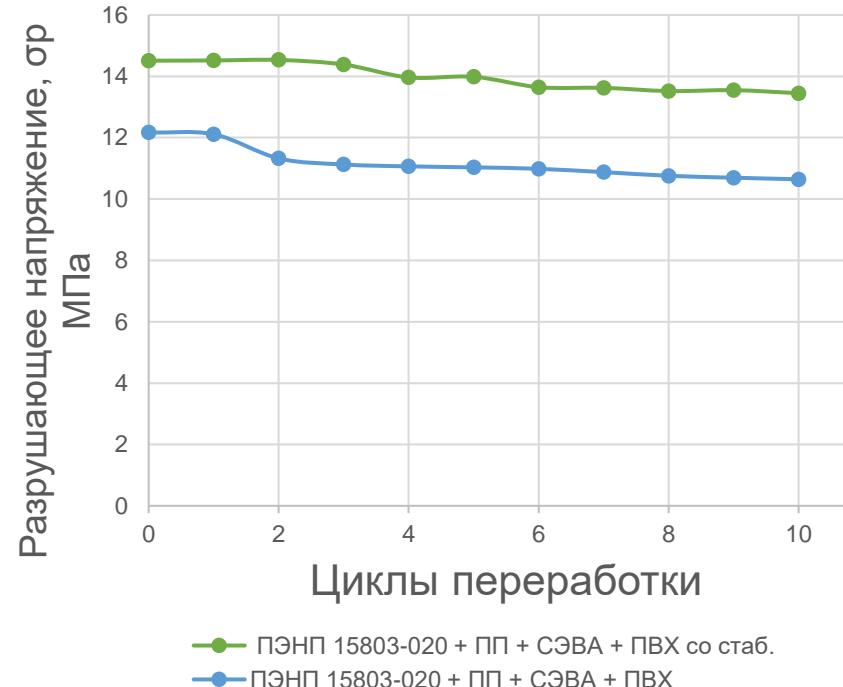
Схема моделирования процесса рециклинга



Рециклинг полимеров с комплексным типовым загрязнением

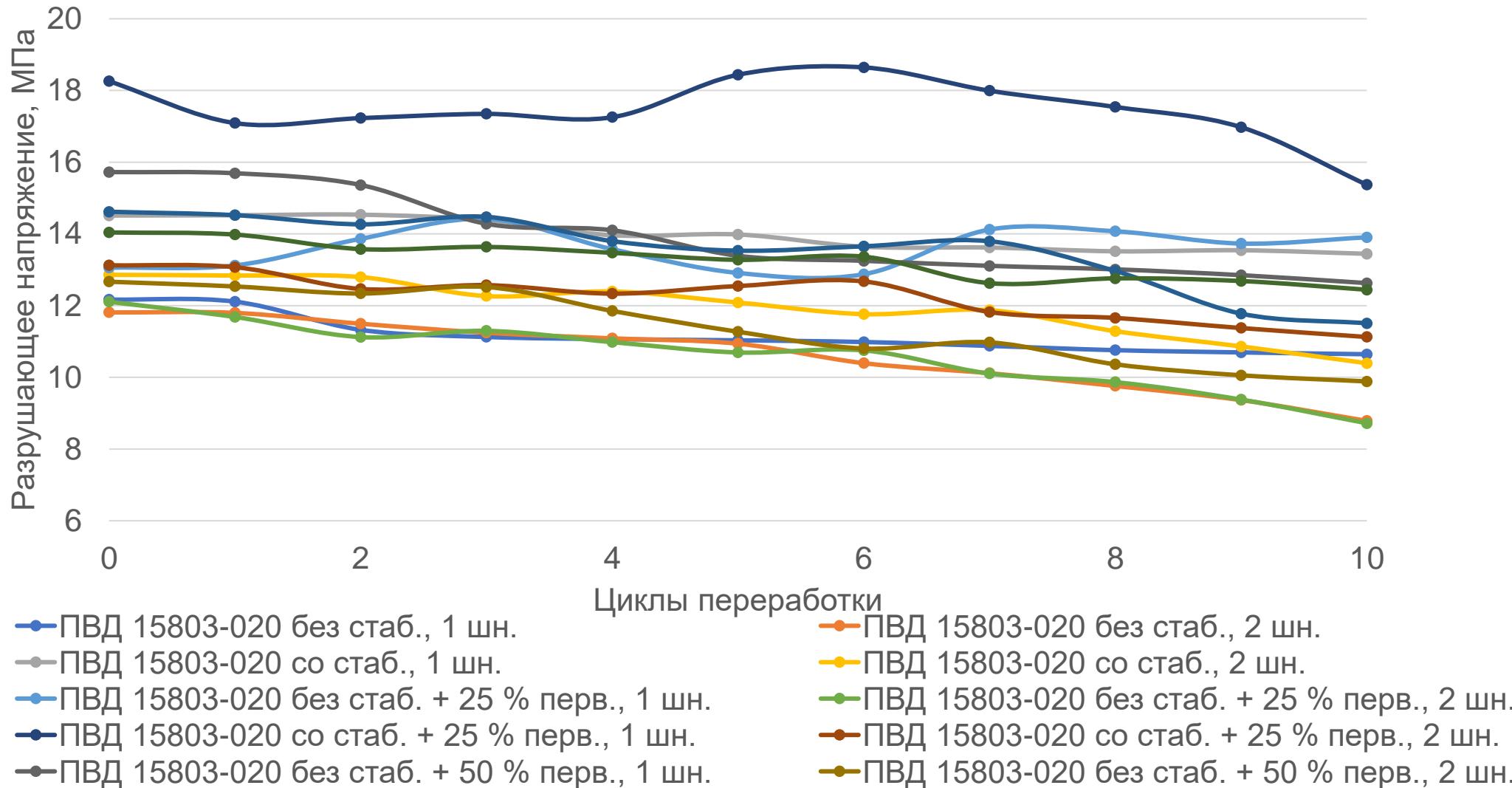

Российская Академия Наук

Изменение физико-механических свойств

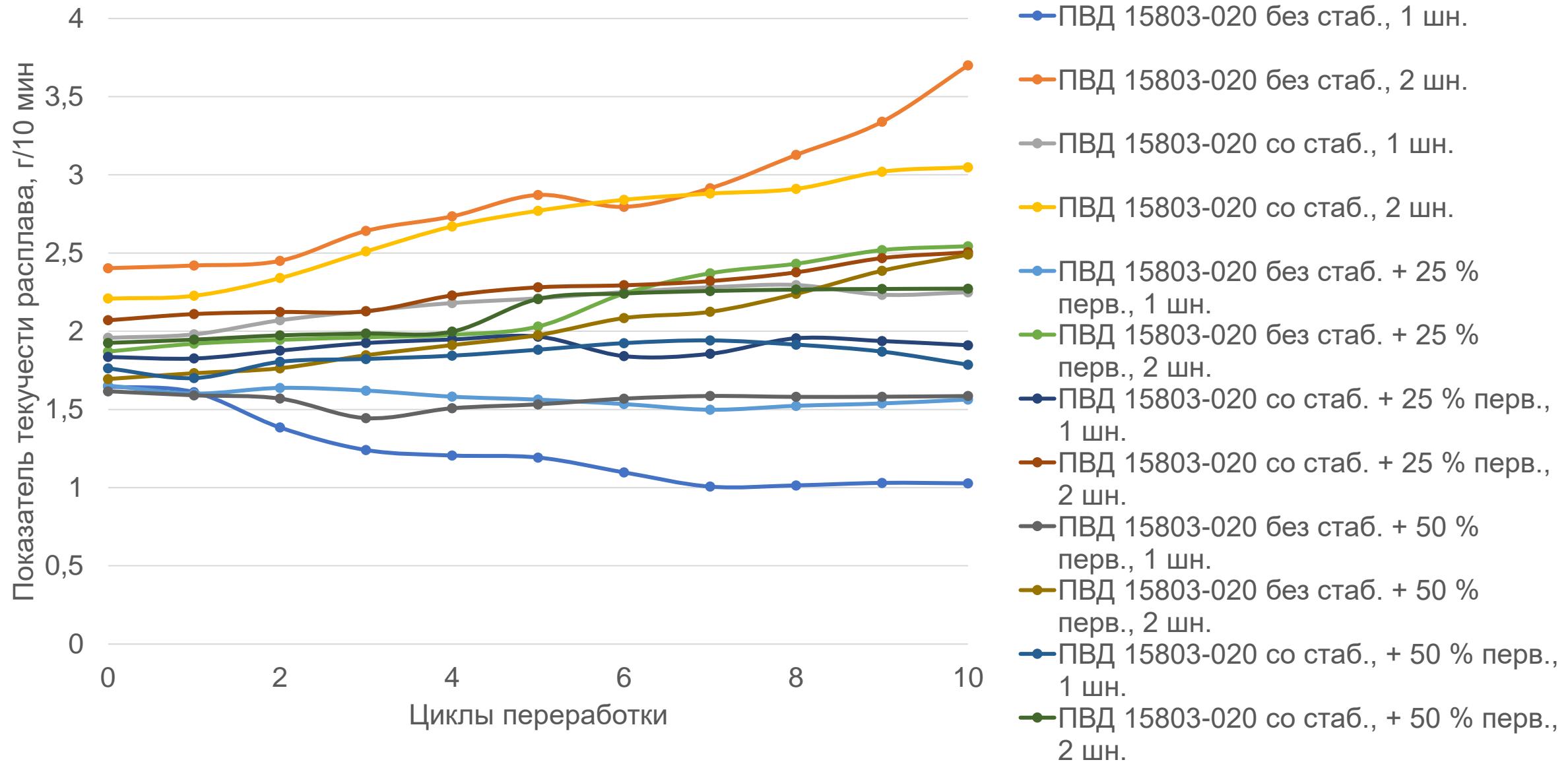


Основной материал	Состав системы загрязнения полимера
ПНД	пленка ПВХ 0,01%, клей СЭВА 0,1%, пленка ПП 0,1%;
ПВД	пленка ПВХ 0,01%, клей СЭВА 0,1%, пленка ПП 0,1%;
ПП	пленка ПВХ 0,01%, клей СЭВА 0,1%, пленка ПЭ 0,1%

Изменение физико-механических свойств ПЭВД



Изменение показателя текучести расплава ПЭВД



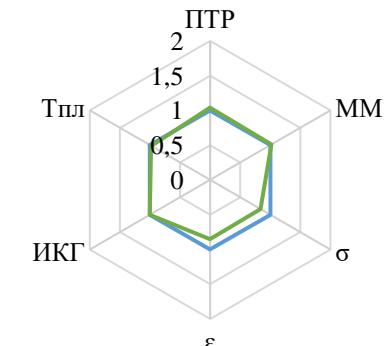
Изменение свойств ПЭВД, содержащего комплексное типовое загрязнение и первичное сырье, в процессе 10 циклов рециклинга

Образец ПЭВД, содержащий	Количество шнеков в экструдере	Изменение свойств полимера после 10 циклов переработки «измельчение-экструзия, в %					
		σ_p	ϵ_p	ММ	$T_{пл}$	ПТР	ИКГ
без стаб.	1 шн.	- 12,5	- 43,0	-5,2	-1,7	-37,6	+42,4
без стаб.	2 шн.	- 25,6	-28,0	-5,3	-1,6	+54,0	+48,0
со стаб.	1 шн.	-7,4	-29,4	-2,3	-0,8	+14,9	+23,3
со стаб.	2 шн.	-19,2	-19,2	-4,2	-1,3	+38,0	+31,0
без стаб. + 25 % перв.	1 шн.	+6,5	-17,8	-3,8	-1,5	-5,4	+64,0
без стаб. + 25 % перв.	2 шн.	-28,0	-21,0	-4,9	-1,5	+36,0	+27,0
со стаб. + 25 % перв.	1 шн.	-15,8	-15,4	+1,6	-1,6	+4,1	0,0
со стаб. + 25 % перв.	2 шн.	-15,2	-17,9	+0,8	-1,5	+21,0	+2,8
без стаб. + 50 % перв.	1 шн.	-19,7	-18,0	+0,8	-1,7	-2,0	-50,0
без стаб. + 50 % перв.	2 шн.	-22,0	-14,8	+2,3	-1,8	+47,0	+2,3
со стаб. + 50 % перв.	1 шн.	-21,3	+13,5	-2,2	-1,6	+1,9	+21,0

Количество циклов ПЭВД

Образец ПЭВД, содержащий	Количество шнеков в экструдере	Цикл переработки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
без стаб.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
без стаб.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 25 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 25 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 25 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 25 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 50 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 50 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 50 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 50 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

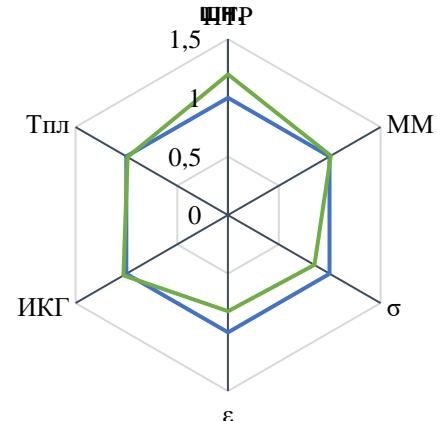
ПВД+КТЗ+25 % перв. со стаб., 1 шн



— Исходное значение — После 10 циклов

КС = 4 %

ПВД+КТЗ+25 % перв. со стаб., 2



— Исходное значение — После 10 циклов

КС = 2 %

Изменение свойств ПЭНД, содержащего комплексное типовое загрязнение и первичное сырье, в процессе 10 циклов рециклинга

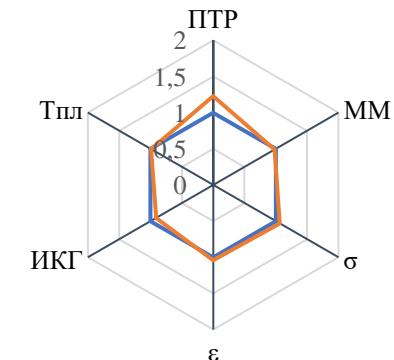
Образец ПЭНД, содержащий	Количество шнеков в экструдере	Изменение свойств полимера после 10 циклов переработки «измельчение-экструзия», %					
		σ_p	ε_p	ММ	$T_{пл}$	ПТР	ИКГ
без стаб.	1 шн	- 3,4	-7,3	-2,2	-1,4	+16,3	+1,3
без стаб.	2 шн	-28,0	-22,0	-5,1	-2,9	+103,0	+11,0
со стаб.	1 шн	+17,9	-5,3	-1,1	-0,6	+9,0	-1,7
со стаб.	2 шн	-19,0	-14,0	-4,6	-1,8	+74,0	+4,8
без стаб.+25 перв.	1 шн	+5,6	+4,3	-1,8	-0,8	+23	-8,7
без стаб.+25 перв.	2 шн	-46,5	+32,8	-1,3	-1,7	+97,6	-15,0
со стаб.+25 перв.	1 шн	+8,9	+7,4	-1,1	-0,6	+15,2	-2,8
со стаб.+25 перв.	2 шн	+17,7	+33,4	-4,8	-2,7	+67,6	-37,5
без стаб.+50 перв.	1 шн	+19,2	+10,2	-0,9	-0,4	+6,2	+22,8
без стаб.+50 перв.	2 шн	+5,3	+67,6	+3,2	-2,5	+25,2	+80,0
со стаб.+50 перв.	1 шн	+28,0	+11,2	-0,5	-1,3	+5,8	+9,2
со стаб.+50 перв.	2 шн	+35,2	+34,8	-1,6	-2,6	+16,3	+20,0

Количество циклов ПЭНД

Образец ПЭВД, содержащий	Количество шнеков в экструдере	Цикл переработки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
без стаб.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 25 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 25 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 25 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 25 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 50 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 50 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 50 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 50 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ПНД+КТЗ+25 перв. без стаб., 1
шн

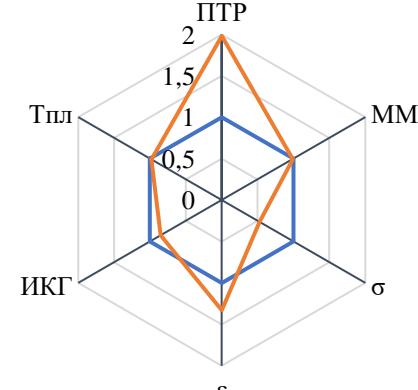
— Исходное значение — После 10 циклов



КС = 4 %

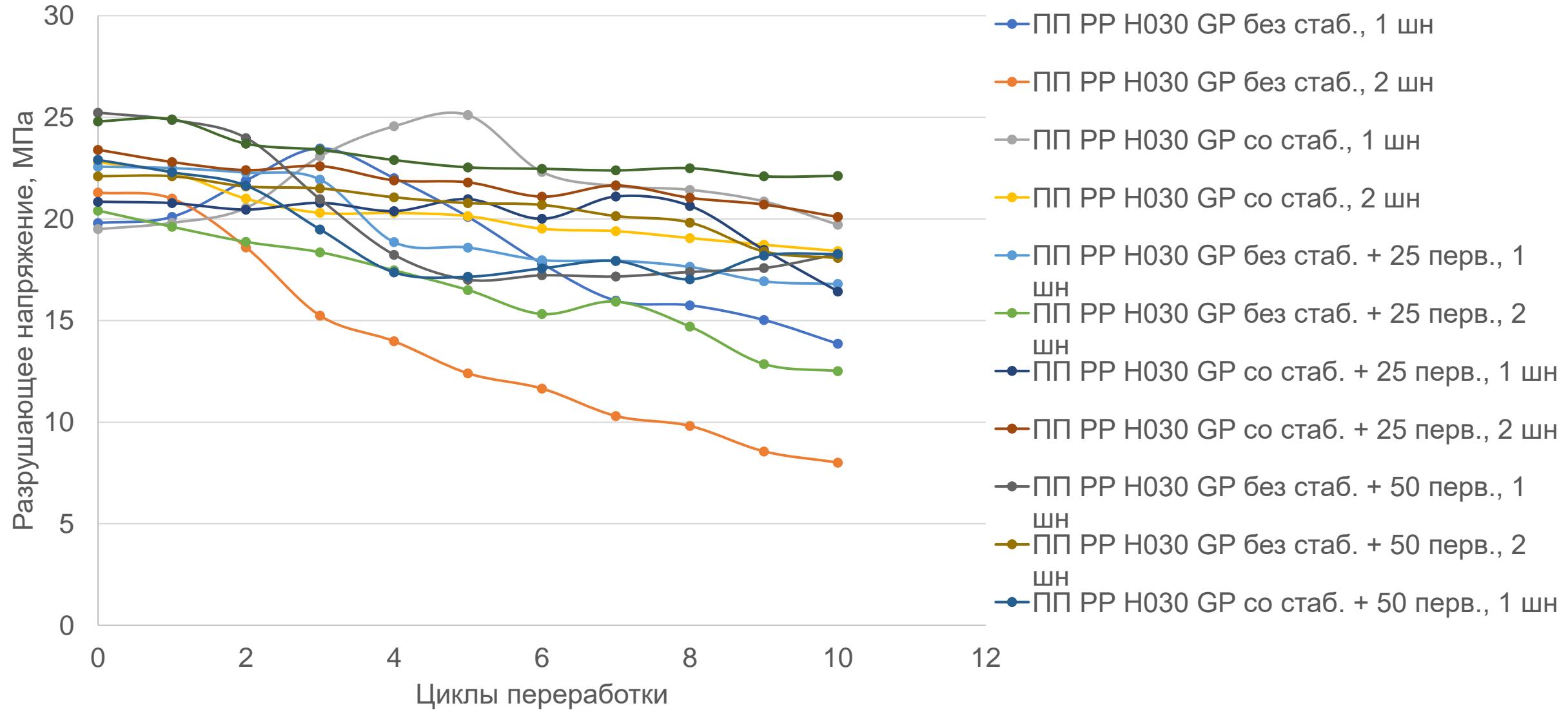
ПНД+КТЗ+25 перв. без стаб., 2
шн

— Исходное значение — После 10 циклов



КС = 11 %

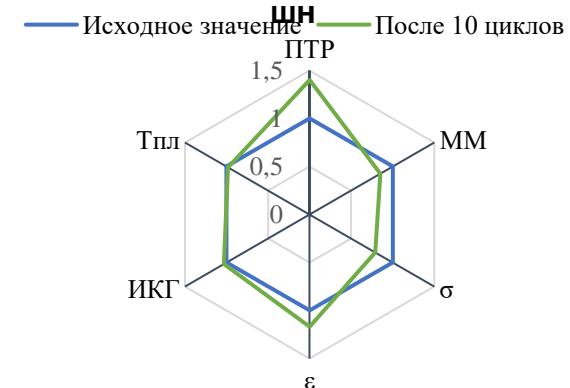
Изменение физико-механических свойств ПП



Количество циклов ПП

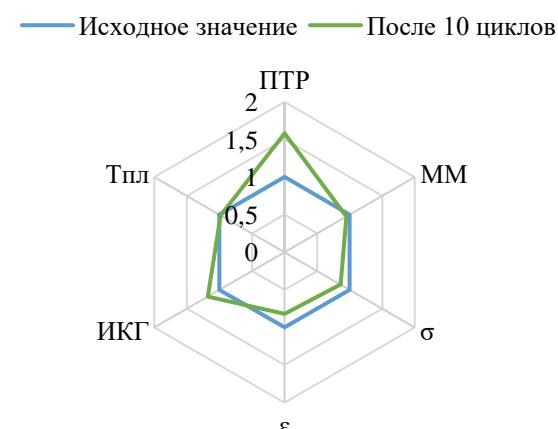
Образец ПП, содержащий	Количество шнеков в экструдере	Цикл переработки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
без стаб.	1 шн	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
без стаб.	2 шн	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
со стаб.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 25 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 25 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 25 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 25 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 50 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
без стаб. + 50 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 50 перв.	1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
со стаб. + 50 перв.	2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ПП+КТЗ+25 перв. со стаб, 1



КС = 4 %

ПП+КТЗ+25 % перв. со стаб, 2 шн

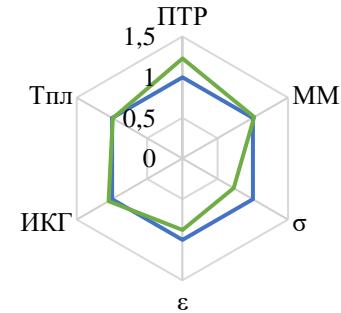


КС = 6 %

Количество циклов полимерных смесей

Полимерная композиция	Цикл переработки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПВД+ПП+стаб., 1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПВД+ПП+стаб., 2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПНД+ПП+стаб., 1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПНД+ПП+стаб., 2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПП+ПЭ+стаб., 1 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПП+ПЭ+стаб., 2 шн	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

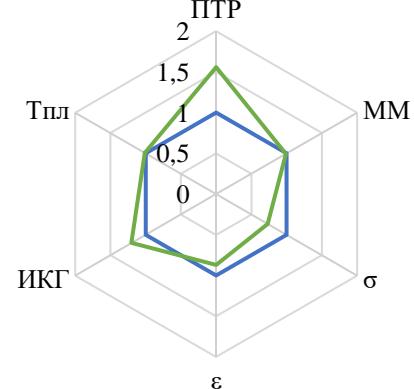
ПП+ПЭ+стаб, 2 шн



— Исходное значение — После 10 циклов

КС = 2 %

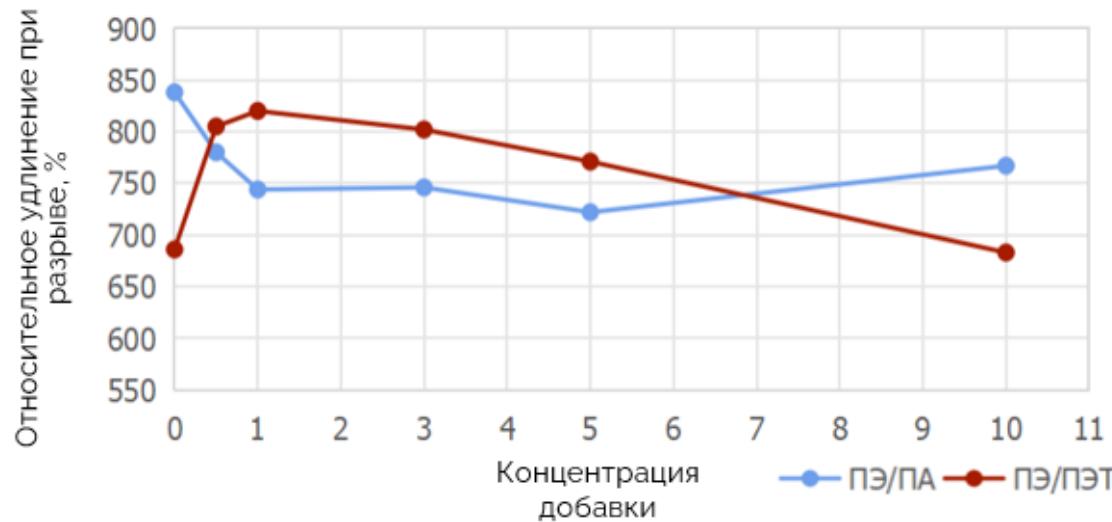
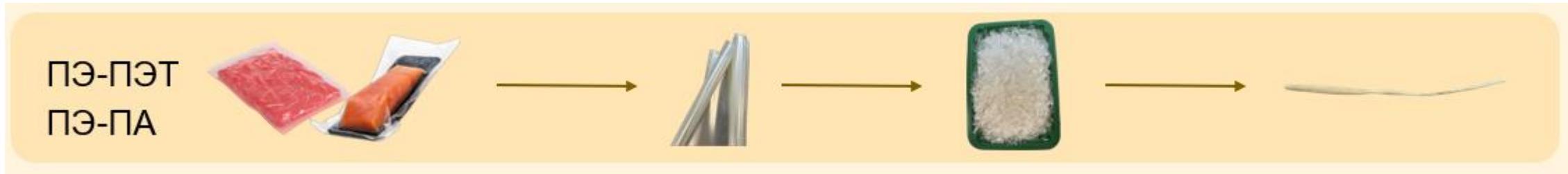
ПНД+ПП+стаб, 2 шн



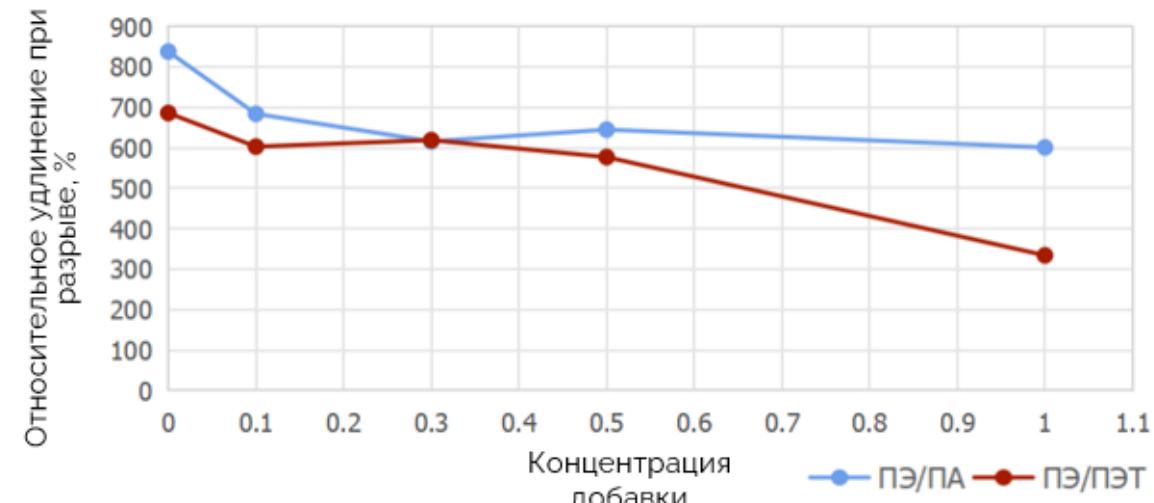
— Исходное значение — После 10 циклов

КС = 6 %

Влияние компатибилизаторов на свойства полимеров

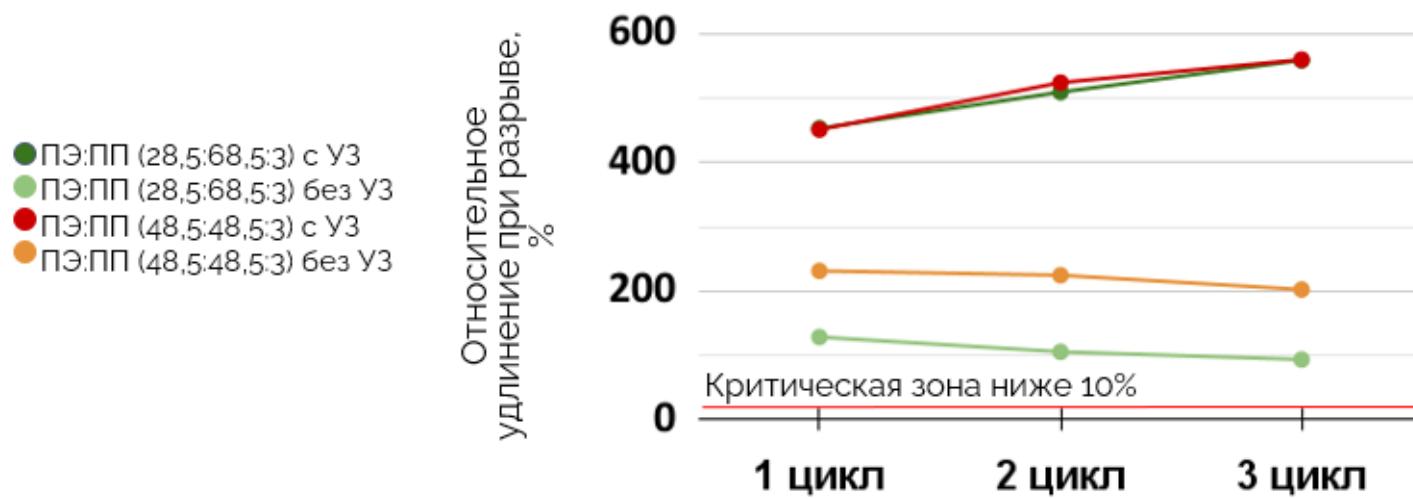
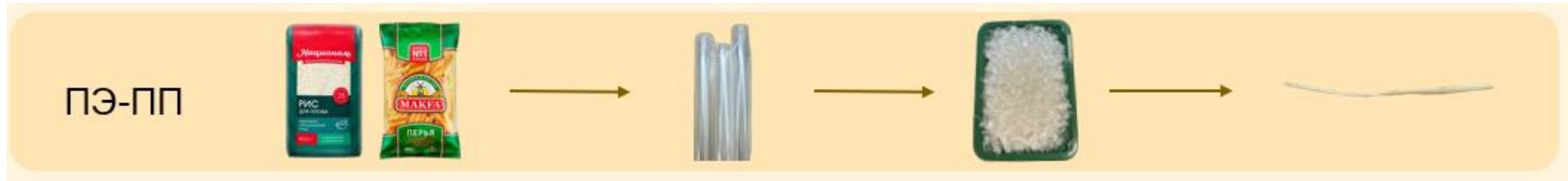


Зависимость показателя удлинения пленок ПЭ/ПА и ПЭ/ПЭТ от концентрации **малеинового ангидрида, привитого на полиэтилен**

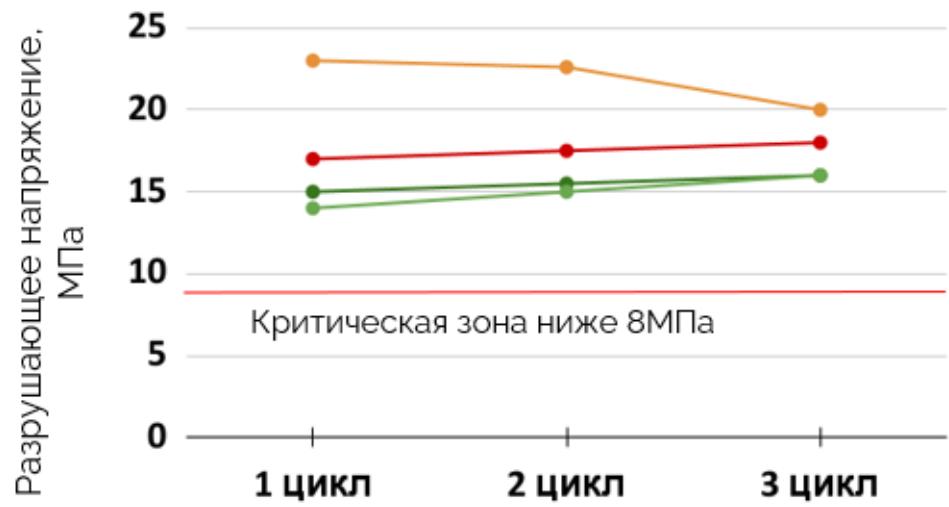


Зависимость показателя удлинения пленок ПЭ/ПА и ПЭ/ПЭТ от концентрации **органоглины**

Исследование физико-механических показателей образцов ПЭ-ПП-СЭП



Зависимость относительного удлинения при разрыве от УЗ и цикла переработки



Зависимость разрушающего напряжения от УЗ и цикла переработки

ПЭ – полиэтилен
ПП – полипропилен
СЭП – сополимер этилена с пропиленом

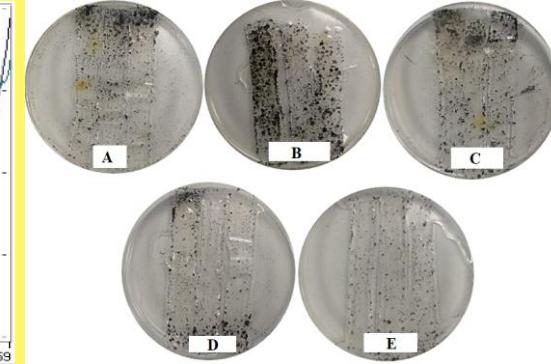
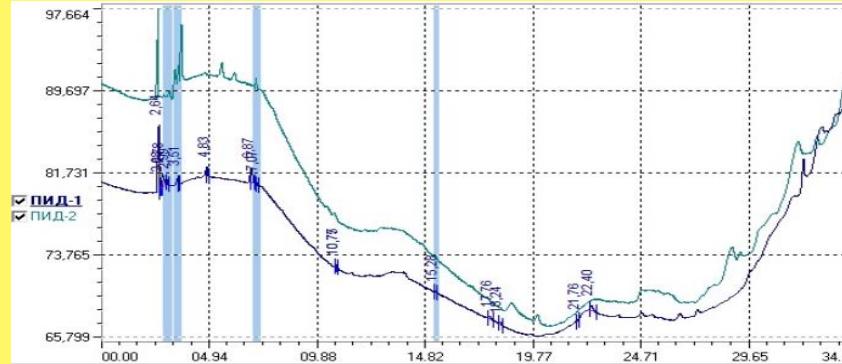
Вывод: образцы с добавлением СЭП и ультразвуковой обработкой пригодны для переработки



Антибиотические полимеры и биодеградируемые композиции с бактериостатическими свойствами

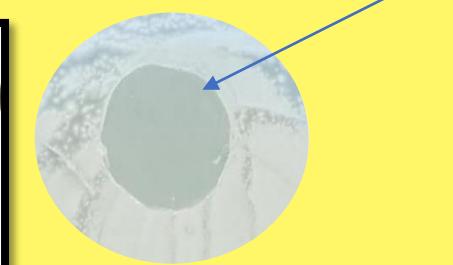
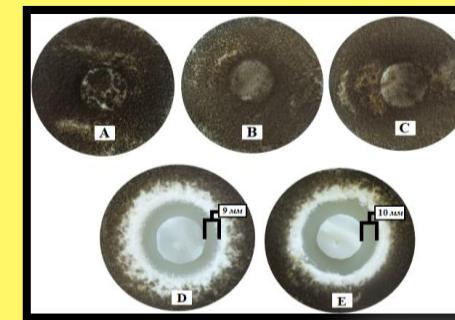
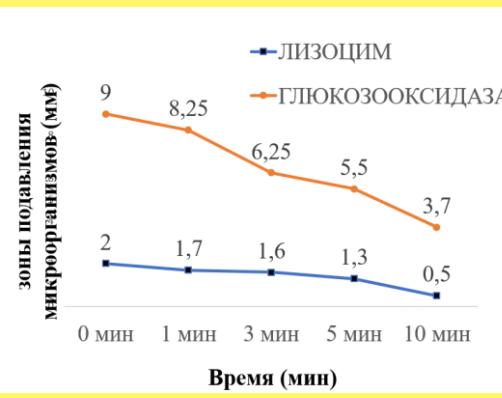


Исследование влияния ферментов, антибиотических добавок, лекарственных препаратов на свойства синтетических и природных полимерных материалах



Получение изделий и исследования санитарно-гигиеническими и антибиотическими методами

Зона ингибирования



Модификация ПМК, ПБАТ



1 ЭТАП РАБОТЫ:

- Полимолочная кислота (ПМК Nature Works);
- Полимерная композиция на основе ПМК и метилцеллюлозы;
- Полимерная композиция на основе ПМК, ПБАТ и крахмала;
- Полимерная композиция на основе ПМК, ПБАТ и овсяной лузги;
- Полимерная композиция на основе ПМК, ПБАТ и ПКЛ.



2 ЭТАП РАБОТЫ:

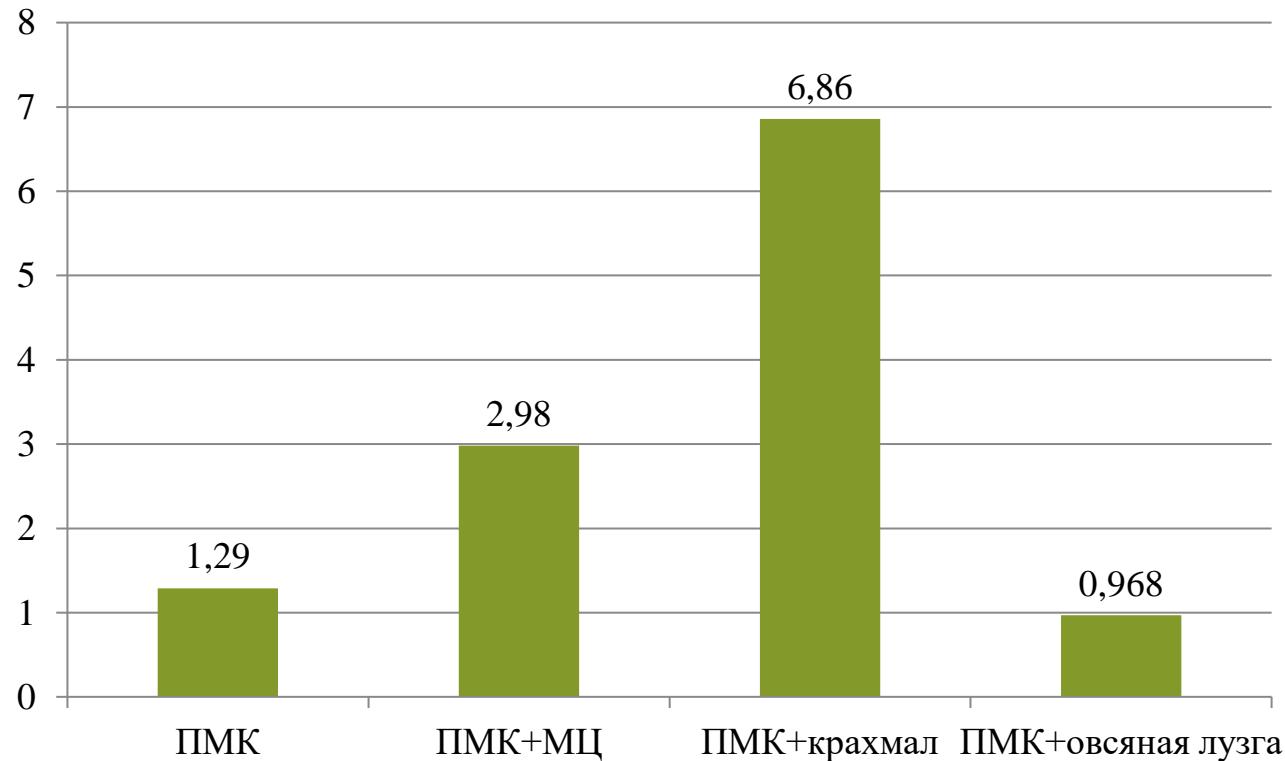
- Разработка комбинированной упаковки.
- Композиции на основе полимолочной кислоты с добавками крахмала, метилцеллюлозы;
- Картон марок КомиВайт 120, OBF Premium 125, КС 125, Квл-0 125, К 125.

3 ЭТАП РАБОТЫ:

- Композиции на основе полимолочной кислоты с поликапролактоном;
- Композиции на основе полимолочной кислоты с полиамиидом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

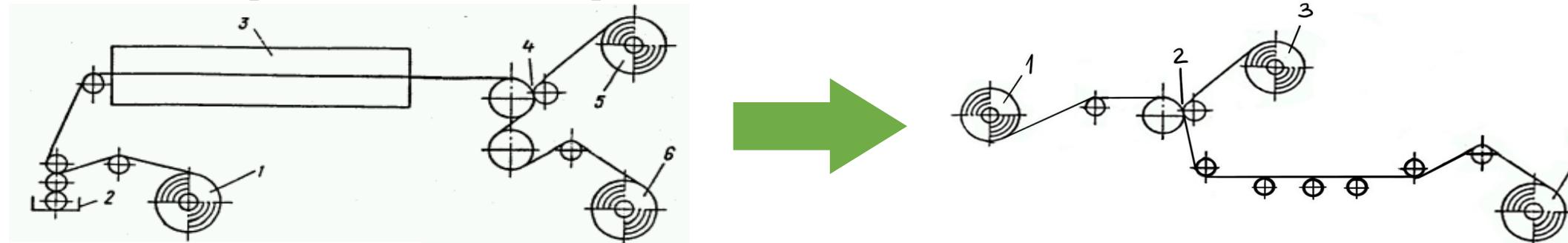
Показатель текучести расплава, г/10 мин



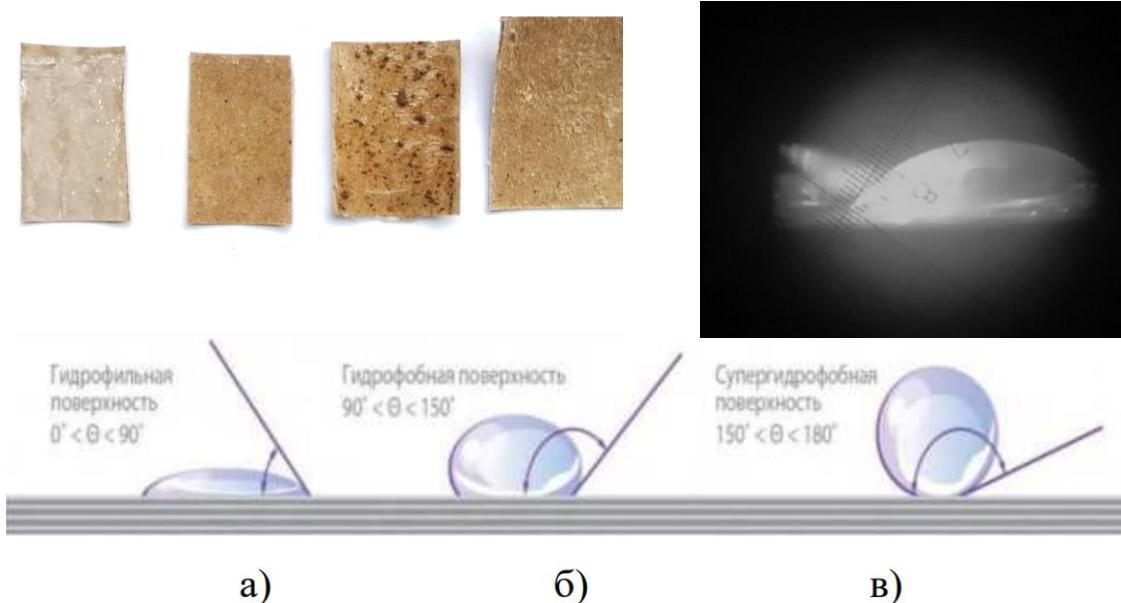
**Получение образцов
методом плоскощелевой экструзии**



Разработка комбинированных полимерных материалов

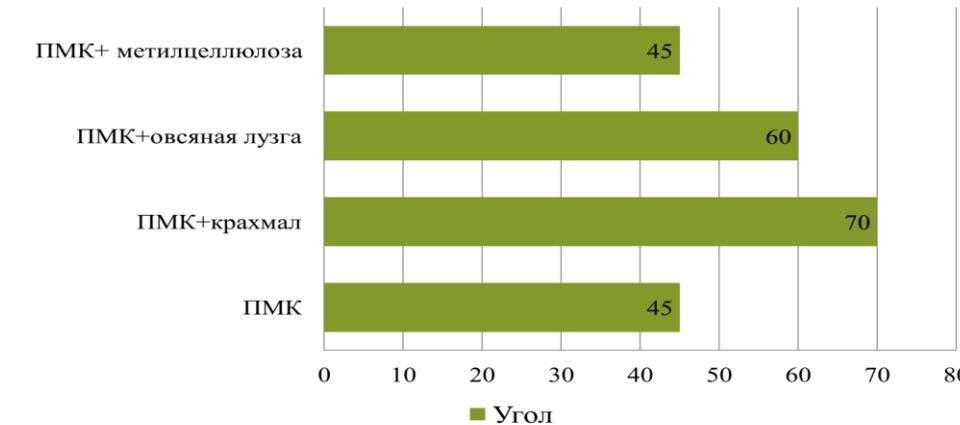


Принципиальная схема метода сухого каширования: 1, 5 – узлы размотки; 2 – узел нанесения адгезива; 3 – сушильная камера; 4 – ламинатор; 6 – узел намотки



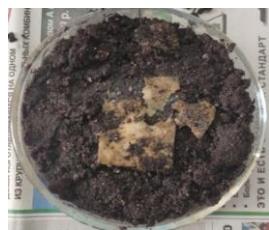
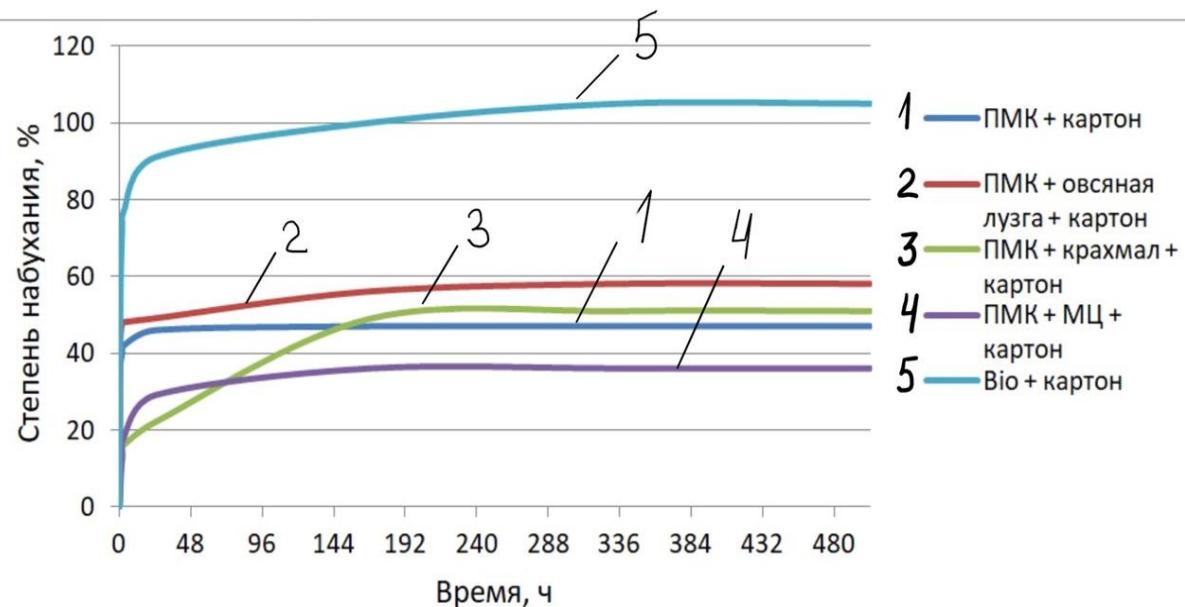
Принципиальная схема **нового** метода получения комбинированных материалов: 1, 3 – узлы размотки; 2 – ламинатор; 4 – узел намотки

Краевой угол смачивания

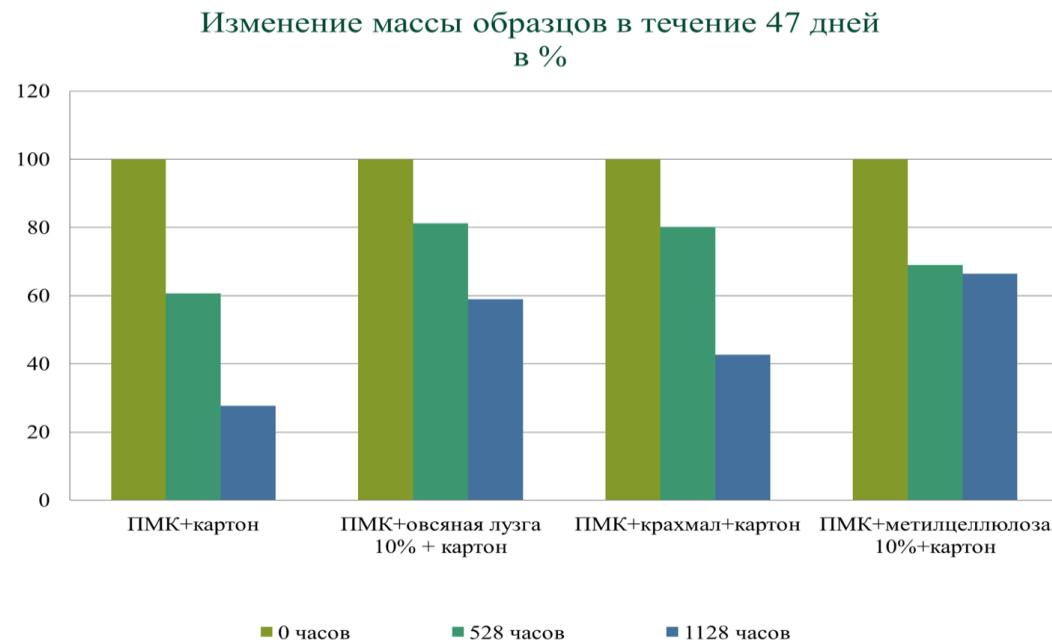


РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Водопоглощение в биогумусе



Исследование способности к биоразложению



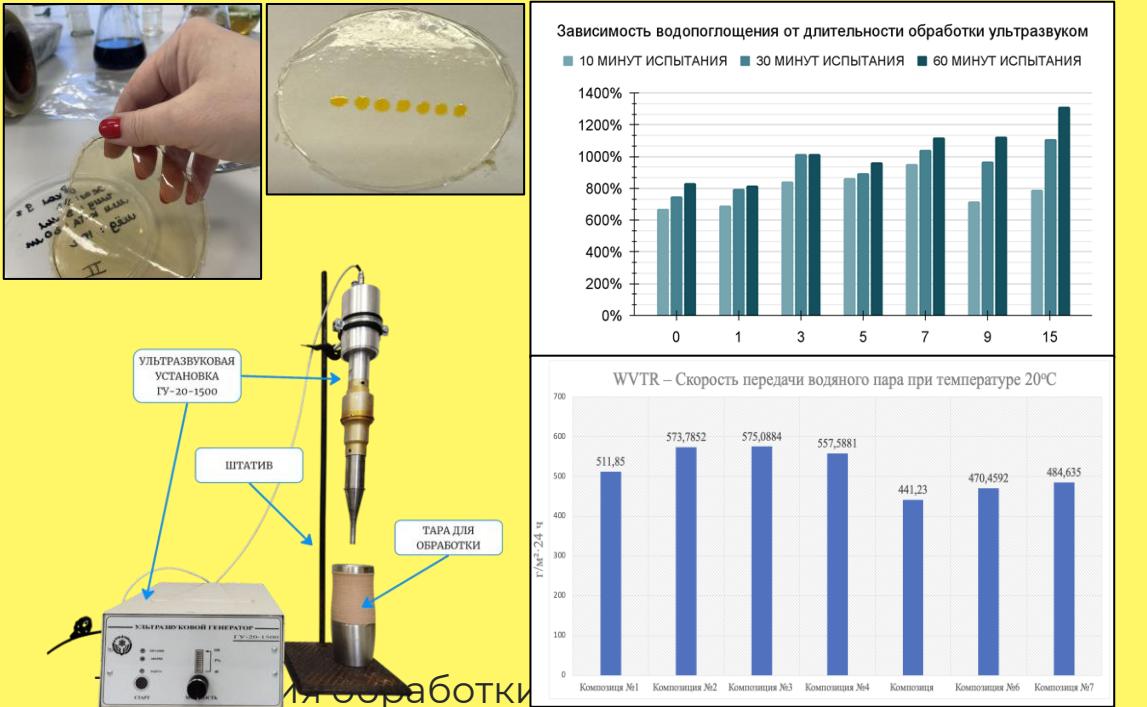
Полимерного материала:

- Полимолочной кислоты (ПМК) – от 3 месяцев до 6 месяцев
- Композиции на основе ПМК и крахмала – от 4 до 6 месяцев
- Композиции на основе ПМК и овсяной лузги – от 6 до 8 месяцев
- Композиции на основе ПМК и метилцеллюлозы – от 6 до 10 месяцев

Разработка композиций на основе растворов полимеров для медицинских целей



Формирование пленкообразующих систем с функциональными свойствами: безопасность, проницаемость, водопоглощение, скорость миграции требуемого вещества, прочность, эластичность, деградация – основа системы «химическая природа полимера и добавки»



★ Стратегия развития и реализация проектов

Бакалавриат:

29.03.03 – Технология полиграфического и упаковочного производства;
18.03.01 – Химическая технология.

Аспирантура:

2.6.11 Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов

✓ Разработка и обоснование технологических решений и образовательных программ в области функциональных полимеров и материалов:

- Полимерные композиты с заданным комплексом свойств.
- Исследование газовых сред и упаковочных решений.
- Активные покрытия и умная упаковка.
- Химический синтез добавок.
- Микробиологический и химический синтез полимеров.

Магистратура:

29.04.03 – Технология полиграфического и упаковочного производства;
18.04.01 – Химическая технология.



Лаборатория биополимеров и исследований функциональных полимерных материалов



Спасибо
за внимание!

Кирш Ирина Анатольевна

kirshia@mgupp.ru

