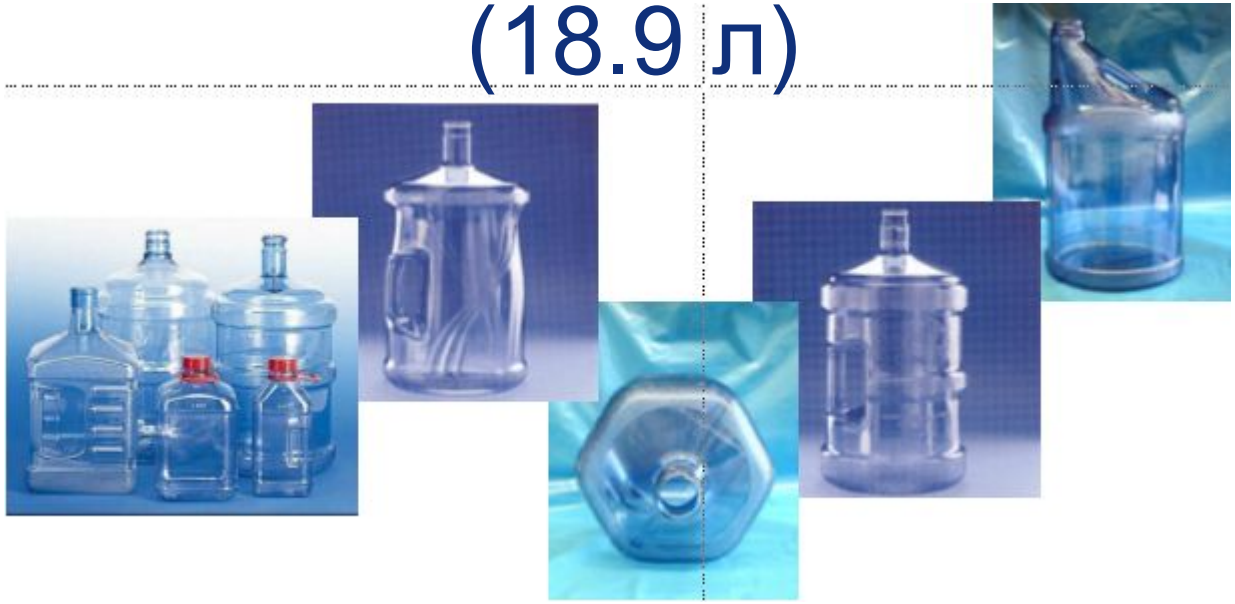
Bayer MaterialScience

Макролон 1239® в производстве возвратных бутылей для воды (18.9 л)



EUROPE, MIDDLE EAST, AFRICA

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из поликарбоната (ПК) и полиэтилентерефталата (ПЭТ) в условиях эксплуатации

Основные применения ПЭТ

- Упаковочные плёнки для продуктов
- Тара для напитков
- Индивидуальные контейнеры и аптечки
- Бытовые ёмкости для продуктов
- Текстильные волокна
- Кристаллические ёмкости и поддоны
- Литьевой армированный ПЭТ

Характеристика ПЭТ

- Полиэтилентерефталат является полиэфиром терефталевой кислоты и этиленгликоля

- В большинстве полиэфиров найдены каталитические остатки, содержащие сурьму, олово и титан

- В общем случае каталитические остатки дезактивируют соединениями фосфора, такими как фосфиты

- Морфологически ПЭТ может быть как аморфным, так и кристаллическим. Это зависит от последней стадии его термической обработки

Характеристика ПЭТ

Свойство	Единица	Макролон	ПЭТ*
Удельная масса	г/см^3	1.20	1.27
Температура стеклования	°C	150	80
1/8“ Notched Izod at 23°C	кДж/м²	90	10
Модуль эластичности	МПа	2400	1900*

*аморфный

Сравнение материалов для изготовления бутылей

Преимущества ПК

- Лучшая прочность приведёт к лучшим результатам испытания на удар и большему сроку эксплуатации бутылей.
- Большая термоустойчивость позволяет использовать более высокие температуры очистки, не допуская деформаций и потемнения.
- Более высокая стабильность размеров уменьшает усадку и деформацию бутылей.
- Хорошая устойчивость к царапанию, что важно для транспортировки бутылей

Преимущества ПЭТ

- Более дешёвая стоимость за фунт уменьшает цену бутыли.
- Анализ включает в себя такие факторы как переработка и плотность.

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

В эксперименте были проверены 3 типа водных бутылей:

- ПК-бутыли, полученные методом экструзионно-раздувное формования)
- ПК-бутыли, полученные методом литья с раздувом
- ПЭТ-бутыли (ASB), полученные методом литья с раздувом

Эксперимент включал в себя:

- Очистку на промышленной установке промывания бутылей при 60°C
- Дезинфекцию и наполнение в условиях промышленного предприятия
- Хранение и транспортировку на поддонах и на подвесах
- Дорожную транспортировку фургонами и мелкими партиями

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Цикл/Рейсы	0	5	10	15	25	50	75	100	150
ПК 1	45	40	35	30	25	20	15	10	5
ПК 2	45	40	35	30	25	20	15	10	5
ПЭТ (ASB)	45	40	35	30	25	20	15	10	5

Всего 120 бутылей = 40 бутылей из каждого материала

Все бутыли были пронумерованы и помечены.

1 Цикл = Очистка → Напол-нение → Транспортировка → Опорож-нение

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

1 Цикл = Очистка → Напол-нение → Транспортировка → Опорож-нение

После определённого числа циклов были выбраны и проверены 5 бутылей.

(Объём, масса, окружность, оптические дефекты, измерение потемнения, испытание на падение и т. д.).

Бутыли с сильными дефектами были выделены и описаны!

Информация:

1.Очистка: Дата, температура, время очистки, чистящее, средство, значение pH, концентрация озона

2. Наполнение: Дата, температура, напорное давление, значение pH, электропроводность и т. д.

3. Транспорт: Дата, маршрут, протяжённость, температура, вид транспортировки (поддоны/подвесы), транспортное средство

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Очистка и наполнение на промышленном предприятии

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Очистка и наполнение в условиях промышленного предприятия

Все бутыли были очищены согласно условиям, рекомендуемым NSF:

Шаг 1: визуальная и инструментальная проверка бутылей

Шаг 2: опорожнение бутылей и транспортировка к установке для промывания

Шаг 3: промывание бутылей внутри и снаружи при 60°C в течение 15 секунд

Шаг 4: второе промывание бутылей внутри и снаружи при 60°C в течение 15 секунд

Шаг 5: третье промывание бутылей внутри и снаружи при 60°C в течение 15 секунд

Шаг 6: четвёртое промывание бутылей внутри и снаружи при 60°C в течение 15 секунд

Шаг 7: перерыв 15 секунд, чтобы дать возможность промывной воде стечь с бутыли

Шаг 8: ополаскивание свежей водой в течение 9 секунд (внутри и снаружи)

Шаг 9: повторное ополаскивание водой в течение 9 секунд

Шаг 10: перерыв 6 секунд, чтобы вода стекла с бутылей, затем ополаскивание водой из гиперозонатора в течение 9 секунд (внутри и снаружи)

Шаг 11: перерыв 6 секунд, чтобы вода стекла с бутылей, затем ополаскивание водой из гиперозонатора в течение 9 секунд (только внутри)

Шаг 12: перерыв 15 секунд, чтобы вода из гиперозонатора стекла с бутылей

Шаг 13: транспортировка на установку наполнения

Шаг 14: наполнение бутылей

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Очистка и наполнение в условиях промышленного предприятия

Детали процесса очистки

Тип моющего средства:	Ecolab P3 MIPCIP
Значение pH:	12.3
Концентрация моющего агента:	0.6% (по массе) (максимум 2%)
Температура:	60°C
pH ополаскивающей воды:	5.7 - 6.7
Конуентрация озона:	0.22 мг/л (максимум 0.25 мг/л)
Значение pH:	5.6 - 6.7
Эдектропроводность:	< 25 мкСм/см
Давление наполнения:	1.8 бар
Температура наполнения:	20°C

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Укладка на поддоны производится с помощью робота

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Различные системы транспортировки

Ящики

Поддоны

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Транспортировка с помощью специального современного фургона

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Транспортировка с помощью специального современного фургона

В течение цикла бутыли транспортировали по маршруту со следующими характеристиками:

средняя протяжённость: **140 км**

среднее время в пути: **3.8 часа**

дорога разделялась на участки: **город (45 %)**

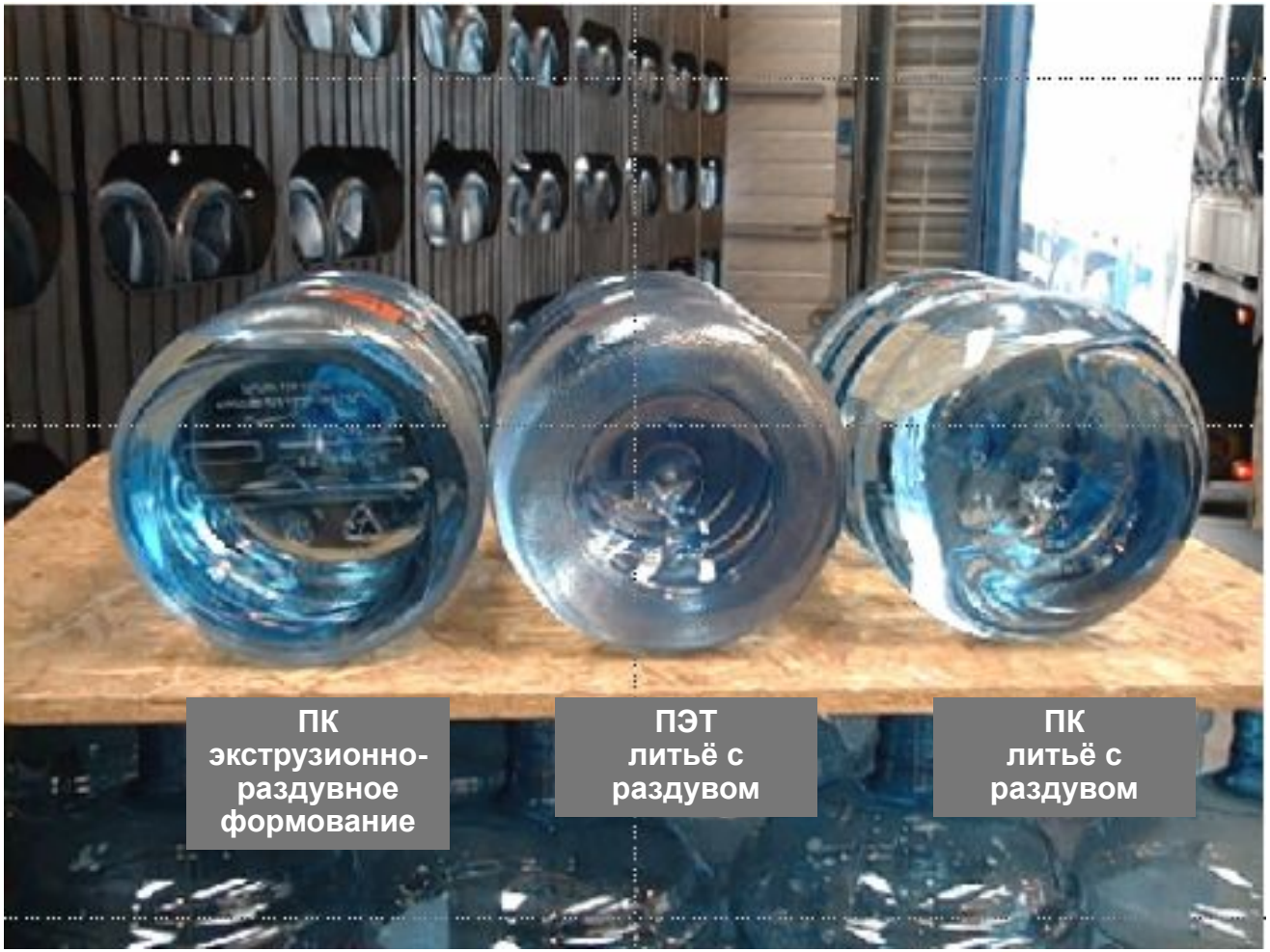
просёлочная дорога (25%)

автострада (30%)

Диапазон температуры: **от 0°C до 28 °C (в зависимости от месяца)**

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Внешний вид ПК- и ПЭТ-бутылей после первого наполнения



Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Типичные дефекты ПЭТ-бутылей после 4 и 12 циклов соответственно:

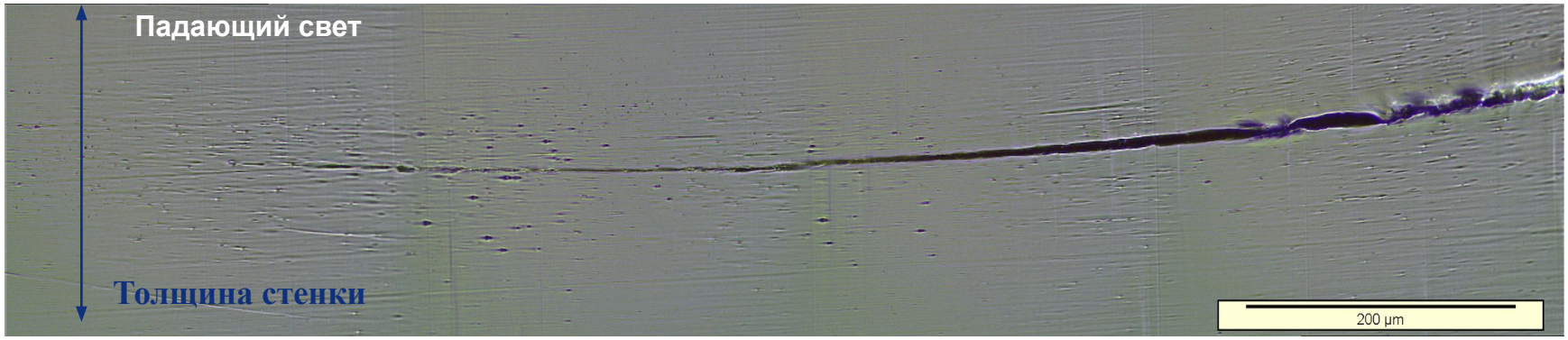
Спустя 4 цикла

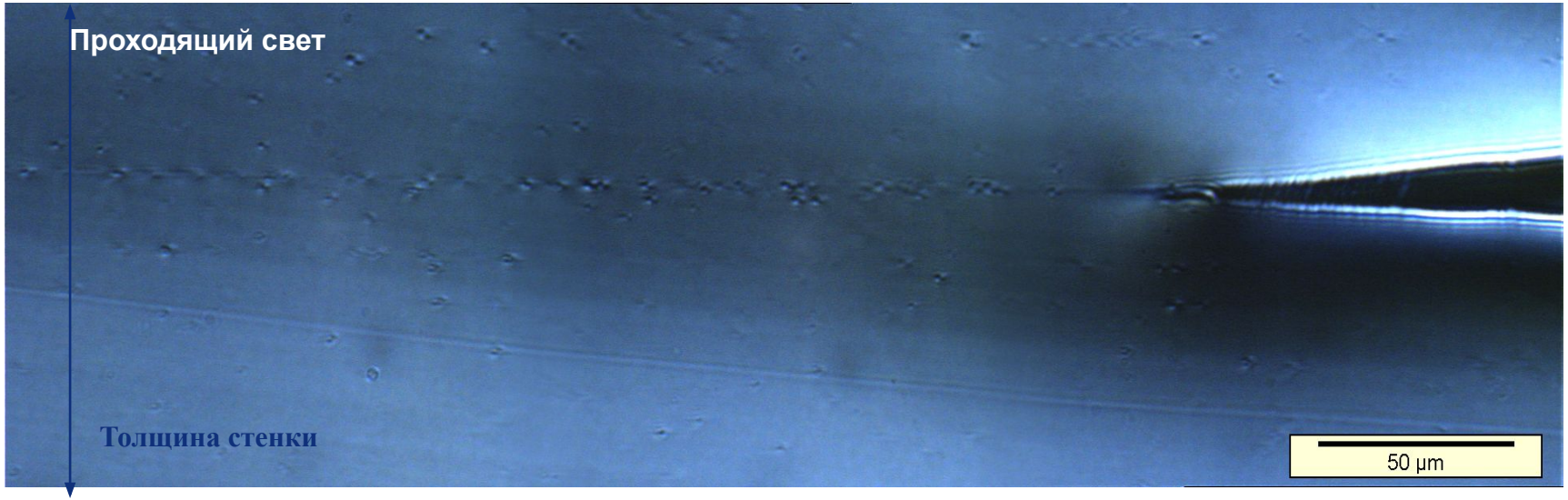
Спустя 12 циклов

Обе бутыли показали сильное расслоение в средней области!

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Вид расслоившейся области в оптический микроскоп





Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Исходная точка = 0 циклов

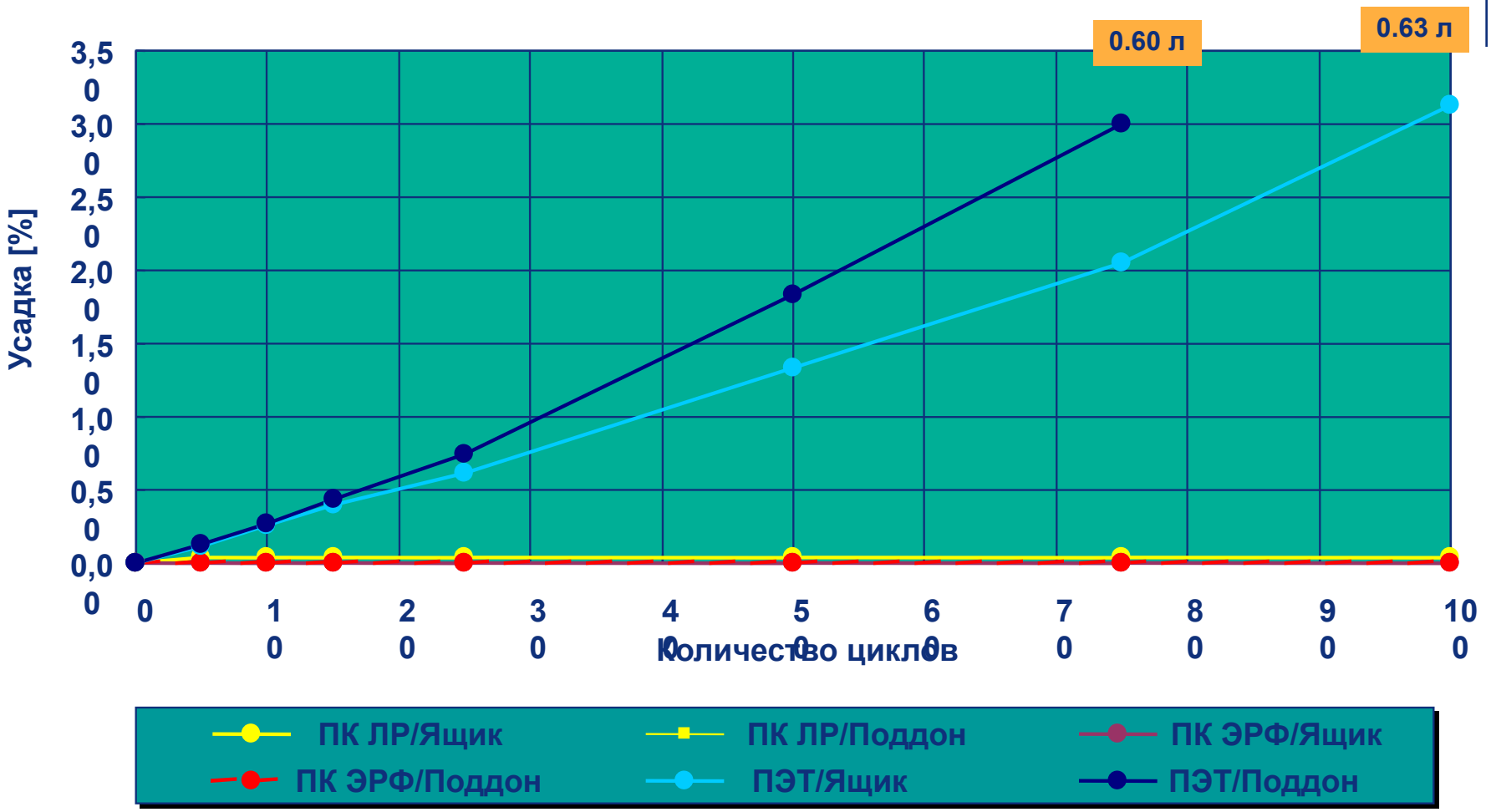
Спустя 50 циклов

Все ПЭТ-бутыли показали значительное потемнение и деформацию в области горлышка и в средней части, обусловленные использованием робота!

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Значительная усадка ПЭТ-бутыли

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации



ЛР: Литьё с раздувом ЭРФ: Экструзионно-раздувное формование

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

	ПК/ЛР	ПК/ЭРФ	ПЭТ
- Потеря объёма:	0.04 %	0.00%	> 3.00%
- Потеря высоты:	Нет	Нет	1.43%
- Потеря массы:	Нет	Нет	Нет
- Уменьшение окружности:	Нет	Нет	1.20 %

- Поликарбонат показал отличную стабильность размеров
- ПЭТ показал сильное изменение размеров и значительное потемнение
- Все испытанные ПЭТ-бутыли показали сильное расслоение

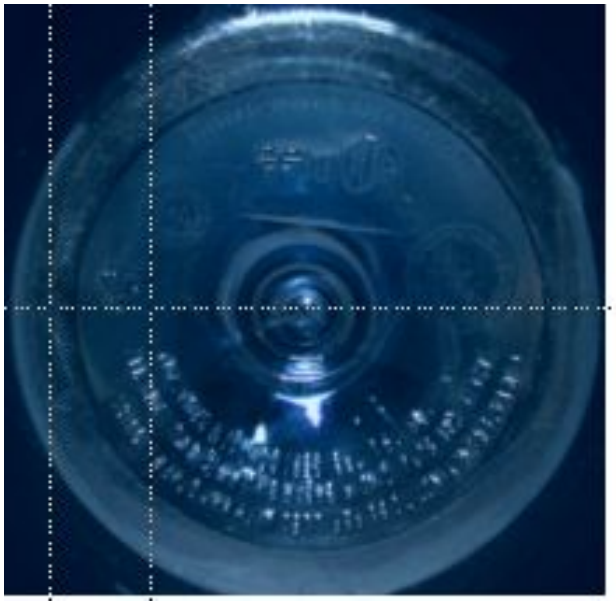
Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Сравнение качества дна ПК-бутылей, полученных экструзионно-раздувным формованием

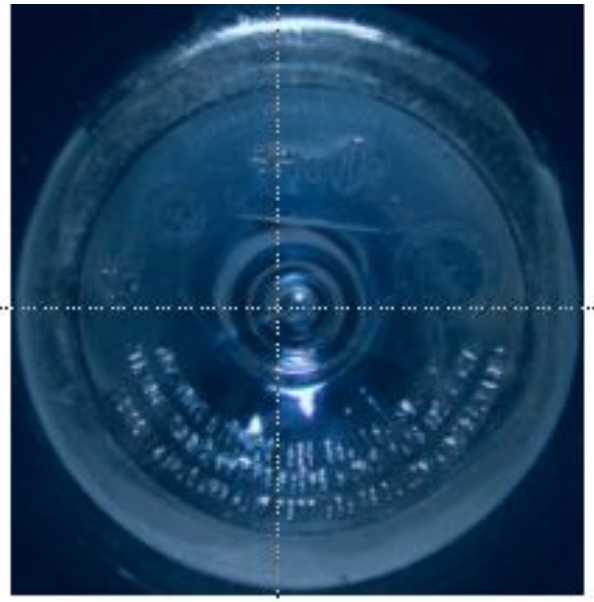
0 циклов = исходная точка **Спустя 10 циклов** **Спустя 50 циклов**

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Сравнение качества дна ПК-бутылей, полученных литьём с раздувом



0 циклов = исходная точка

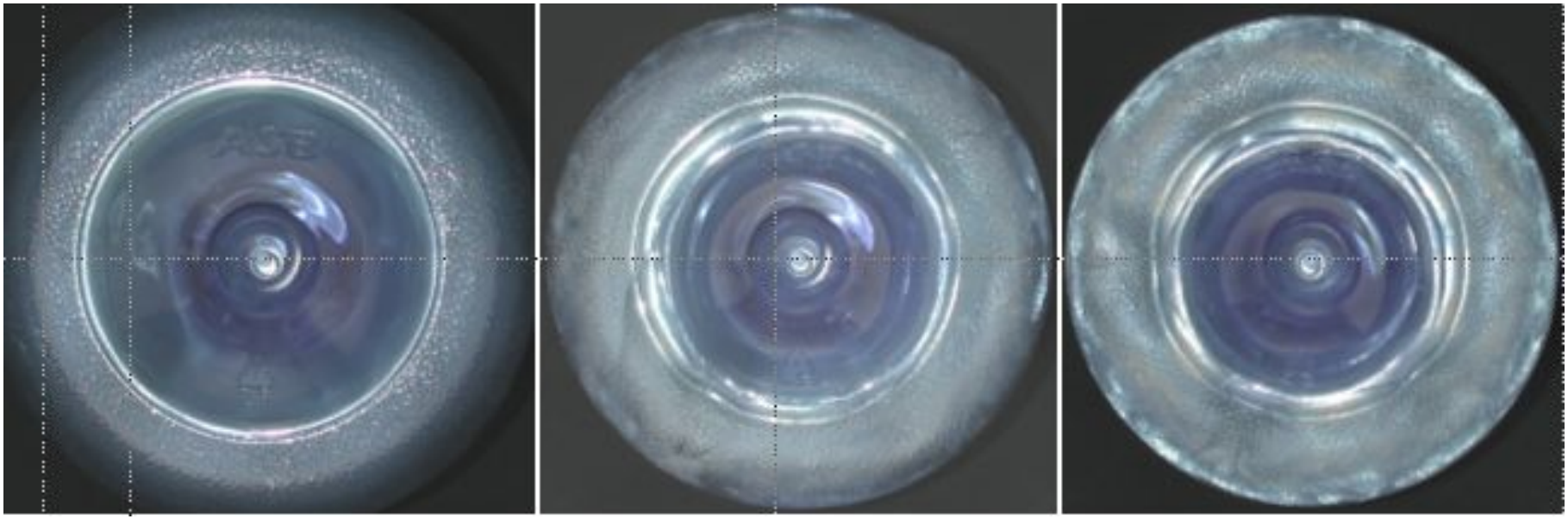


Спустя 10 циклов

Спустя 50 циклов

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Сравнение качества дна ПЭТ-бутылей, полученных литьём с раздувом



0 циклов = исходная точка | Спустя 10 циклов | Спустя 50 циклов

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Резюме:

- Первые ПЭТ-бутыли вышли из эксперимента после 4 циклов
- Все ПЭТ-бутыли показали значительное расслоение во всех областях
- В результате циклов очистки наблюдалось постоянное изменение размеров (объём, окружность, высота)
- ПЭТ-бутыли показали сильную рекристаллизационную зависимость после цикла очистки, особенно в области дна и горлышка
- В испытании на падение ПЭТ-бутыли выдерживали максимальную высоту 1.2 м после нескольких циклов
- Все ПК-бутыли выдерживали падение с высоты по меньшей мере 2.0 м
- ПК-бутыли показали первые значительные оптические дефекты после 100 циклов
- ПК показал отличную стабильность размеров, изменений не наблюдалось

Сравнение бутылей для воды (18.9 л) из ПК и ПЭТ в условиях эксплуатации

Заключение:

- Поведение Макролона при очистке, дезинфекции и стерилизации намного лучше, чем ПЭТ, благодаря его более высокой термоустойчивости (150°C)
- Макролон можно обеззараживать по общепринятым методикам (с помощью озона и др.)
- Отличные механические свойства Макролона обеспечивают высокий уровень защиты по отношению к его обработке и транспортировке
- Замечательные оптические свойства Макролона обеспечивают высокий уровень защиты для конечных потребителей и всегда позволяют осуществлять безупречный контроль бутылированной воды
- Бутыли из Макролона можно эксплуатировать в 5 – 10 раз дольше, чем ПЭТ, что очень выгодно для производителей бутылированной воды
- Макролон объединяет в себе замечательный баланс жёсткости, прочности и ударной вязкости
- Макролон не имеет вкуса и запаха и, таким образом, не влияет на качество воды

Cost-Benefit Comparison for a High Quality Standard

Costs are based on filling six types of containers with 250 gallons of water

Typ of Container	Number of Cyles	Number of Bottles	Bottle Weight in g per Bottle/Total
5-Gallon Multi Trip Bottle PC	50	1	750 / 750
5-Gallon Multi Trip Bottle PVC	10	5	750 / 3 750
5-Gallon Multi Trip Bottle PET	10	5	700 / 3 500
2.5-Gallon One Way Bottle HDPE	1	100	220 / 22 000
1-Gallon One Way Bottle HDPE	1	250	70 / 17 500
12-oz. (0.1 Gallon) PET Bottle	1	2667	31.8 / 85 000