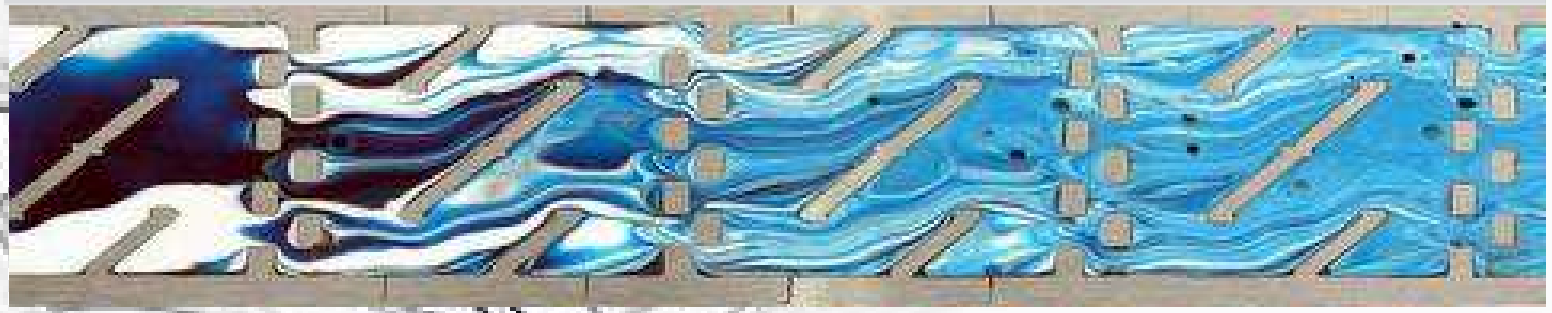
stamixco

ТЕХНОЛОГИЯ СТАТИЧЕСКОГО СМЕШИВАНИЯ ДЛЯ ЭКСТРУЗИИ И ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

ООО “ДИФЛЕКС”
Нижегородская обл., г.Дзержинск,
ул. Окская Набережная, д.3
тел.: 8 (800) 775-97-01 (бесплатный)
+7(831) 228-74-55 (многоканальный)
+7(831) 338-74-55
E-mail: info@diflex.ru



stamixco

Обязательное условие для получения качественного продукта:

оптимально гомогенизированный расплав на входе в инструмент

stamixco

На практике

Как правило масса не гомогенна:

→ разводы, нерегулярности в прокраске…

→ различия в вязкости

→ разностенность, нерегулярность

stamixco

Причины негомогенности массы

Шнеку одновременно приходится выполнять различные функции:

→ шнек - «универсальный инструмент»
→ шнек - «компромиссный инструмент»

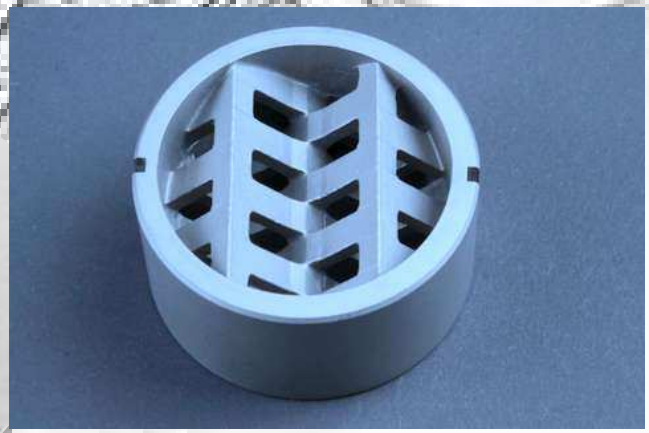
- прием материала (гранулят, порошок)
  - уплотнение материала
  - плавление/пластификация
  - гомогенизация (механическая/температурная)
  - выгрузка/компрессия
  - дополнительное смешение красителей, добавок
    → проблема: различия вязкости в массе

При литье под давлением:
короткий шнек → малая активная длина для пластификации

stamixco

Решение проблемы негомогенности расплава

СТАТИЧЕСКИЙ СМЕСИТЕЛЬ НА ВХОДЕ В ИНСТРУМЕНТ



www.diflex.ru

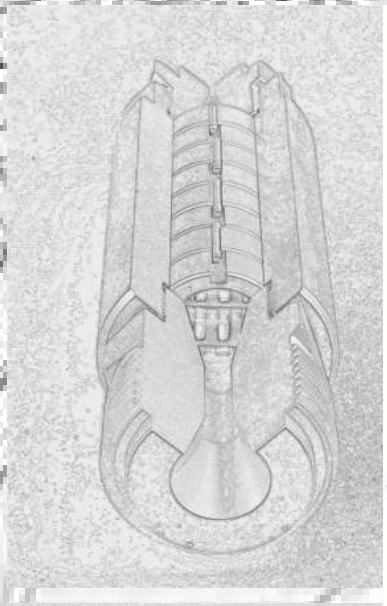
stamixco

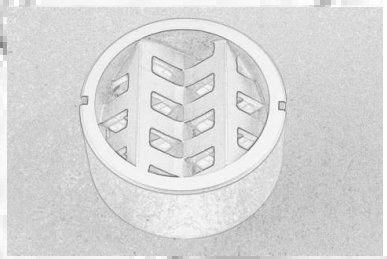
Статические смесители гомогенизируют расплав без подвижных частей

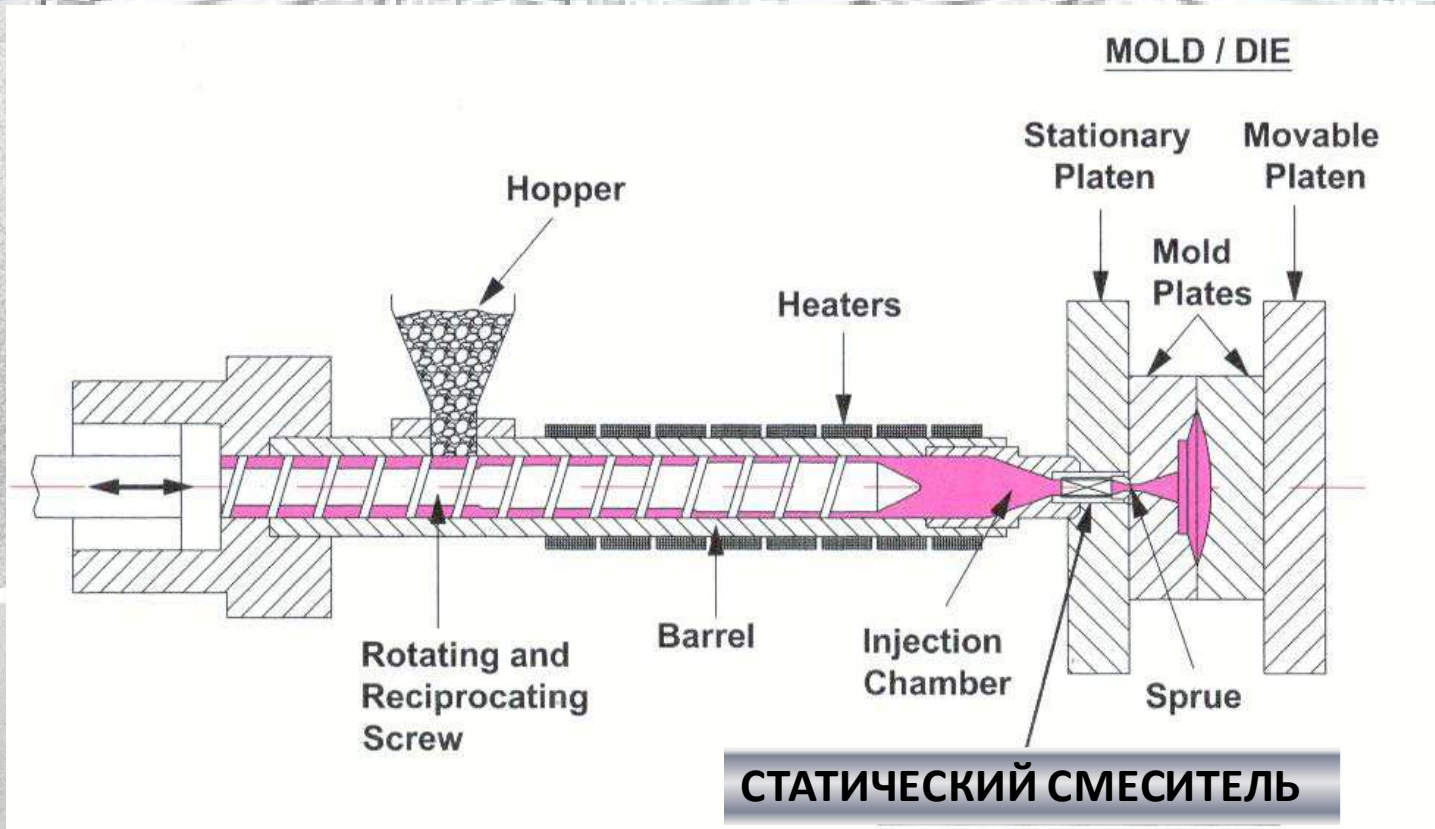
www.diflex.ru

stamixco

Схема установки статического смесителя на термопластавтомате







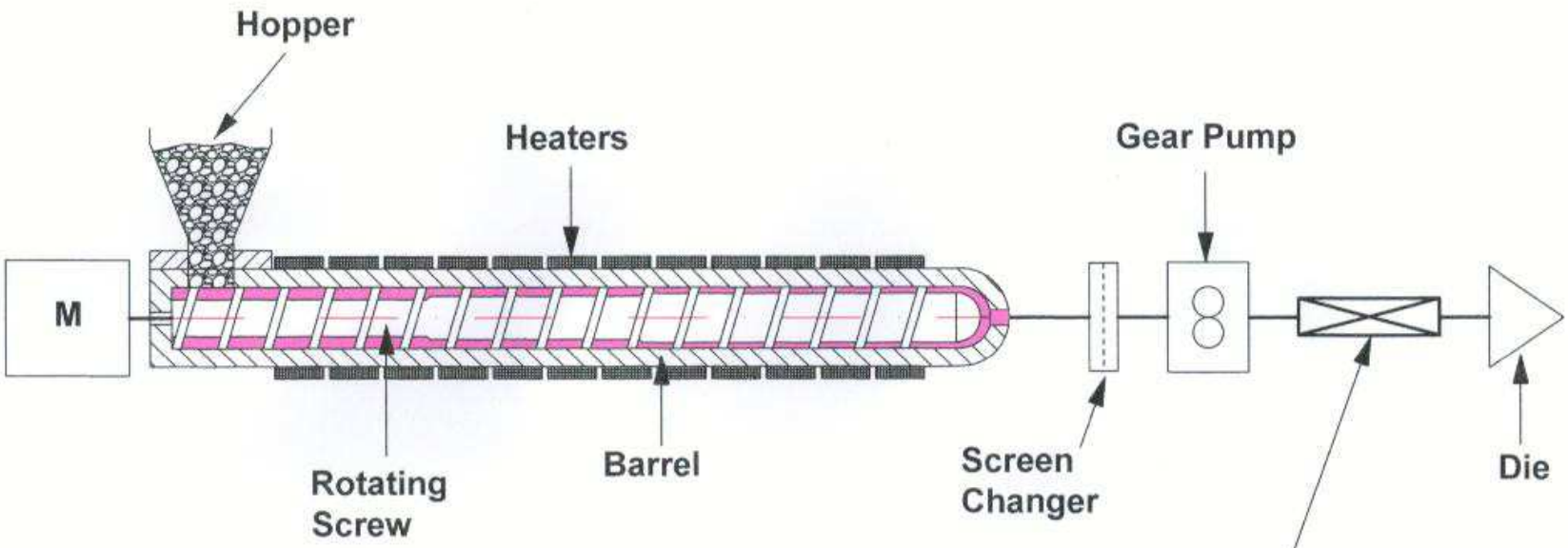
stamixco

Смесительное сопло для ТПА

www.diflex.ru

stamixco

Схема установки статического смесителя на экструдере



stamixco

Статический смеситель для экструзии

www.diflex.ru

stamixco

Конструкция статического смесителя для полимерной промышленности

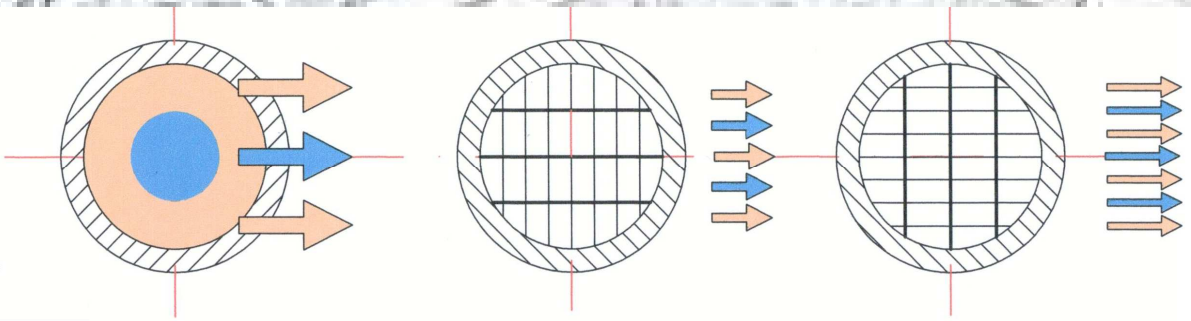
Решетка из перекре-щивающихся пере-мычек в гильзе

Прочность: перемычки скреплены между собой и на гильзе.
Монолитность: нет зазоров между перемычкой и гильзой

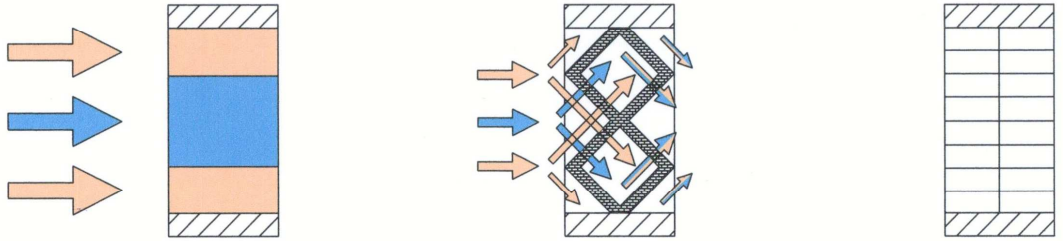
Оптимальная геометрия.
Высокопрочная нерж. сталь 17-4 PH (= 1.4542).
Обработанная поверхность.
Гильзы со штифтами и пазами.

stamixco

Принцип работы статического месителя



фронтально



вид сбоку

Масса расслаивается и радиально перенаправляется.

Смесительные элементы смещены на 90°

→ гарантия равномерного распределения по всему сечению

stamixco

Результаты смешивания

Полая труба

Статический смеситель SMN-20-8

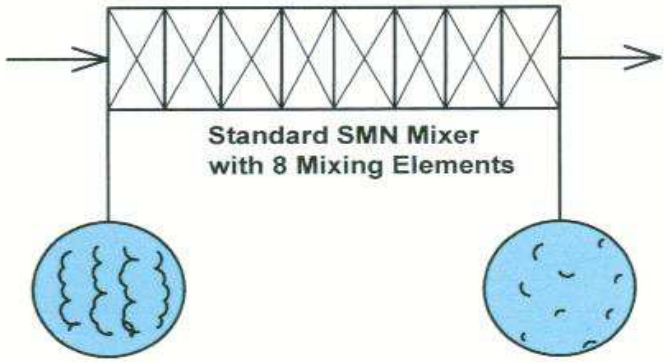
Статический смеситель SMN-20-8

Смесительные элементы SMN-20-8

Результаты смешивания на выходе каждого из элементов

stamixco

Колличественные характеристики смешения



Inhomogeneity: inlet outlet

Standard Deviation: $S_0 = 1.0$ $S \approx 0.16$

increasing degree of mixing

Mixing Efficiency: $S/S_0 \approx 0.16/1.0 \approx 0.16$

Factor of Reduction of Inhomogeneities: $f = S_0/S \approx 1.0/0.16 \approx 6$

i. e. inhomogeneities (colorant concentration, temperature differences) will be reduced by the mixer by a factor $f \approx 6$

Расчет эффекта смешения:

$$S/So = k^{n_{ME}}$$

для StaMixCo смесителя

$$S/So = 0.63^{0.5 \times n_{ME}}$$

stamixco

Калькуляция перепада давления

$$\Delta p = \frac{4}{\pi} Ne \; \mathrm{Re}_D \frac{\dot{V}}{D^3} \eta \frac{n_{ME}}{2}$$

Вязкость: $\eta = f(\dot{\gamma}, T, polymer(type, grade), p_{op})$

Скорость сдвига: $\dot{\gamma} = f(\dot{V}, D_{ME}, geometry)$

Типичные значения $NeRe_D$:

SMN (DN 12 – 40 mm): $NeRe_D \approx 1850$
SMB-R (DN >= 50 mm): $NeRe_D \approx 1200$

stamixco

Проектирование статического смесителя

- **Смешивание:**

  Большинство смесителей состоят из 8 элементов (= стандарт)

  → L/D SMN: 4.8 x Внутр. диаметра
  → L/D SMB-R: 4.0 x Внешн. диаметра

- **Диаметр смесителя:** $D = f(n_{ME}, p)$

  SMN: DN12 – 40 mm для диаметров шнека от 20 - 200 mm
  SMB-R: $D_{\text{смеситель}} = 0.5$ **до 1 x** $D_{\text{шнек}}$

- **Типичный перепад давления:**

  SMN: 100 – 200 bar
  → 10 – 20 bar в гидравл. агрегате
  SMB-R: $\approx$ **30 – 60 bar**

stamixco

Расход энергии вследствие перепаде давления

Малый расход энергии в сравнении с динамическим смешиванием

$$P = \Delta p \times \dot{V}$$

Например при потере давления в 50 bar и объемом потока в 0.3 m^3/h массы:

$$P = \frac{50 \times 10^5 \times 0.3}{3600} = 417\ W\ or\ \approx 0.4\ kW$$

stamixco

Адиабатическое повышение температуры вследствие перепада давления в смесителе

$$\Delta T_{adiabatic} = \frac{\Delta p}{\rho \times c_p}$$

Пример расчета:

$$\rho = 800 - 1200\ kg/m^3 \quad -> усредненно \approx 1000\ kg/m^3$$

$$c_p = 1500 - 2500\ J/kg°C \quad -> усредненно \approx 2000\ J/kg°C$$

$$\Delta p = 20\ bar = 2 \times 10^6\ N/m^2$$

$$\Delta T_{adiabatisch} = \frac{2 \times 10^6}{10^3 \times 2 \times 10^3} = 1°C / 20\ bar$$

stamixco

Функциональные задачи статического смесителя

Гомогенизация расплава непосредственно на входе в инструмент

Гомогенизация = создание однородного расплава с одинаковыми характеристиками по всему объему

На ТПА и экструдере необходимо гомогенизировать:

- **концентрацию красителей, добавок**
- **распределение температур**

stamixco

Преимущества гомогенизации состава и температуры массы

Гомогенизация состава:

- Равномерное распределение добавок и красителя
- Уменьшение разводов, пятен и полос на поверхности
- Экономия красителя от 10 до 40%

Гомогенизация температуры:

- Сокращение цикла
- Равнотолщинность
- Улучшение качества и повышение % использования вторички
- Равномерная структура ячеек
- Уменьшение допусков
- Уменьшение коробления
- Уменьшение брака

stamixco

Области применения статического смесителя

Литье под давлением:

Большинство пользователей ТПА используют смеситель для улучшения распределения красителя.

Срок окупаемости засчет повышения эффективности использования красителя – менее 2 месяцев.

Экструзия:

В экструзии – в основном для гомогенизации температуры.

Задачи на пленках и листе: регулировка толщинности и равно-мерность вспенивания.

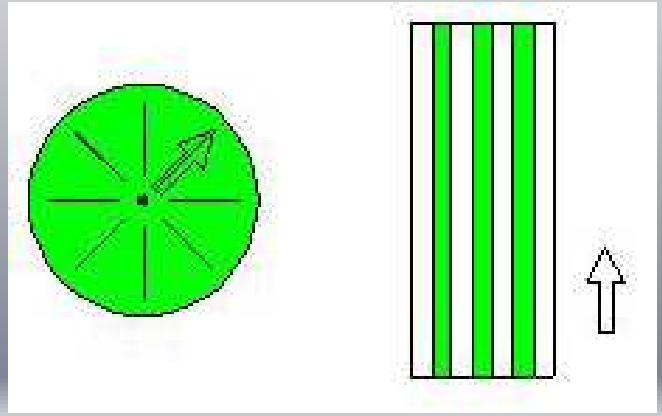
Задачи на кабельной и профильной экструзии: регулировка толщинности, сужение допусков.

stamixco

Гомогенизация массы
В каких случаях поможет статический смеситель?

Полосы в направлении экструзии

Статический смеситель убирает полосы засчет радиальнонаправленного смешивания.

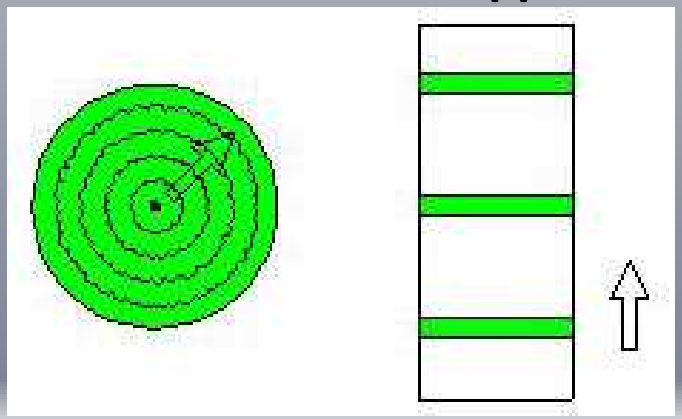


Поперечные полосы

Статический смеситель не помогает.

Возможное решение

- Изменения в дозировке
- Повышение давления



stamixco

Границы возможностей смесителя

Статический смеситель = низкая скорость сдвига:

→ исключительно дистрибутивное смешивание

→ не пригоден для диспергирования

Большинство полимеров перерабатываются с использованием статического смесителя.

Например:
HDPE, LDPE, LLDPE, PP, GPS, HIPS, ABS, SAN, PET, PA (в т.ч. и стеклонаполненные.

→ не пригоден для PVC (пригар!)

stamixco

Гомогенизация массы

2% мастербача
Без статического смесителя

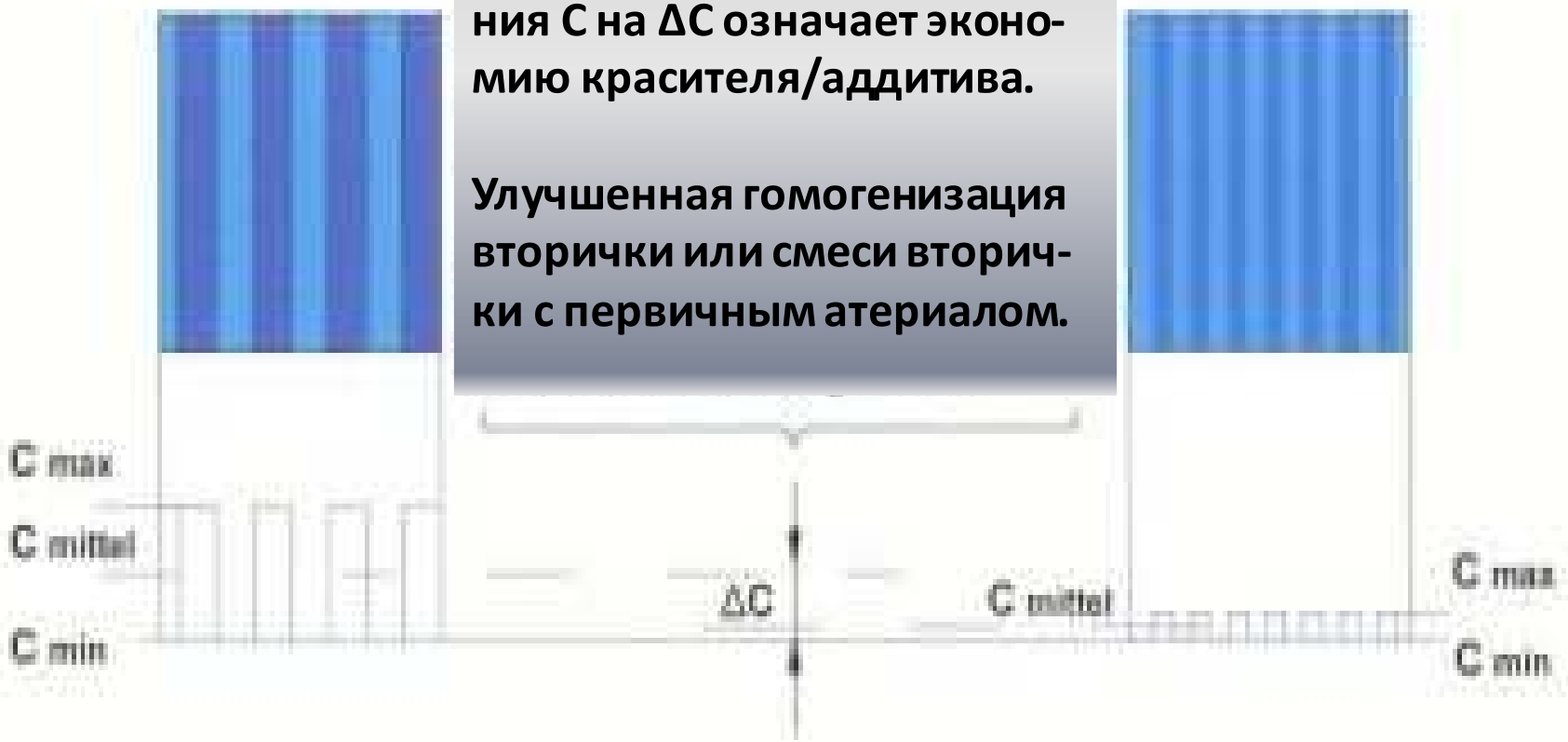
2% мастербача
Со статическим смесителем

stamixco

Гомогенизация массы

Уменьшение среднего значения C на ΔC означает экономию красителя/аддитива.

Улучшенная гомогенизация вторички или смеси вторички с первичным атериалом.

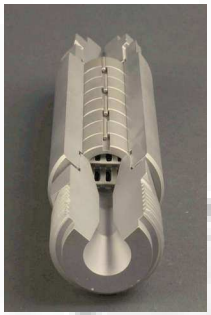


stamixco

Расчет времени окупаемости на примере окрашиваемой литьевой детали

Исходные данные		
Полимер		PS
Стоимость полимера, $/kg		2
Стоимость красителя, $/kg		30
Стоимость SMN смесителя, $		2.000
Вес детали, грамм		300
Кол-во красителя в		
	%	0,50
	г/дет.	1,50
Полимер+краситель, $		0,6420
Цикл, сек		10
Смена, час		8
Количество смен/сутки		2
Рабочих суток/неделю		5
Снижение потребления красителя засчет SMN, %		25

Расчетные данные	
Экономия красителя, г/дет.	0,3750
Полимер+краситель, $	0,6315
Экономия/деталь, $/дет.	0,0105
Таким образом SMN смеситель полностью окупается за:	
циклов	190.476
часов	529
дней	33
недель	7



stamixco

Гомогенизация массы

Уменьшение пятен, полос, разводов.

Экономия красителя.

Расширение использо-вания вторички.

Оптимальное распре-деление добавок.

stamixco

SMF - фильтр

SMF-фильтр для работы со вторичкой

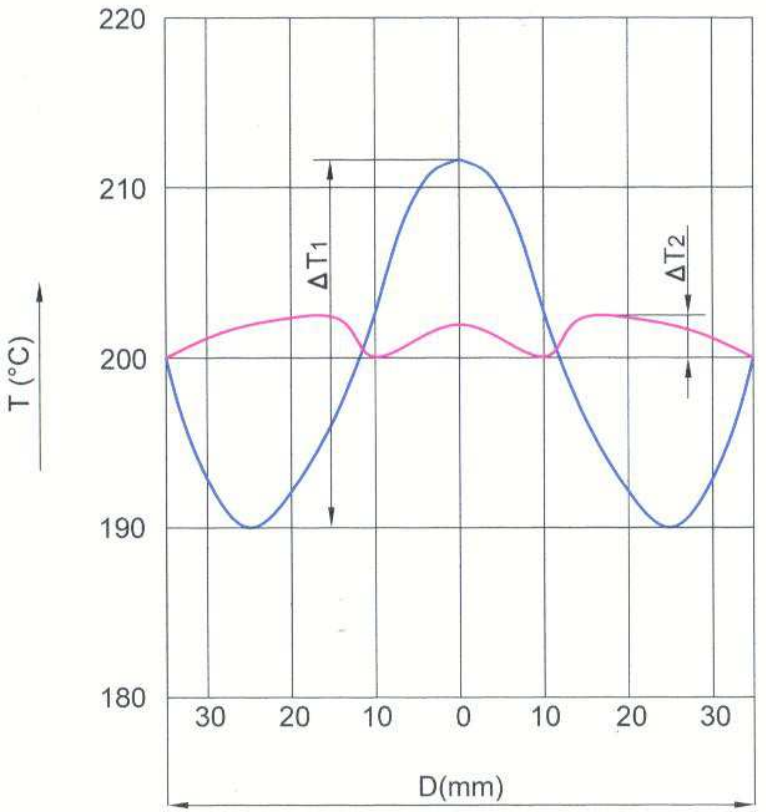
Защита инструмента и горячеканальной системы

Монтаж без модификации сопла:

$D_{SMF} = D_{ME}$ и $L_{SMF} = 2 \times L_{ME}$

stamixco

Гомогенизация температуры



Температурный профиль

- **без смесителя**
- **с использованием стати-ческого смесителя SMN/SMB**

Неравномерное распределение температуры приводит к локальному «расслоению» скоростей потока.

$$\Delta p = f\ (\dot{V} \times \eta)\ and\ \eta = f\ (T)$$

→ **критично для:**

- **толщинности, охлаждения**
- **потоков распределения и заполнения полостей инстру-мента**

stamixco

Гомогенизация температуры расплава: ТПА

Без смесителя:

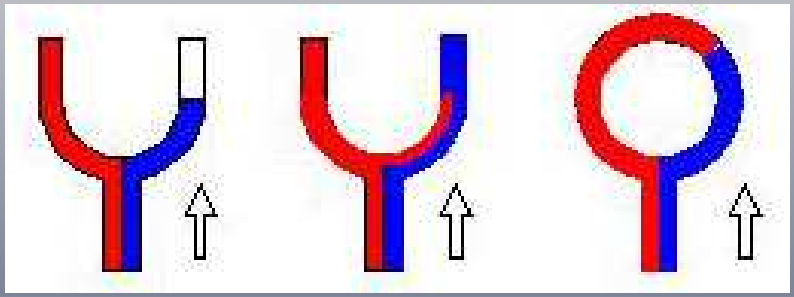
Масса с высокой $_{\Delta}$T

Асимметричное заполнение

Неравномерное охлаждение = коробление

Отклонения от заданного веса изделия

Брак



Со статическим смесителем:

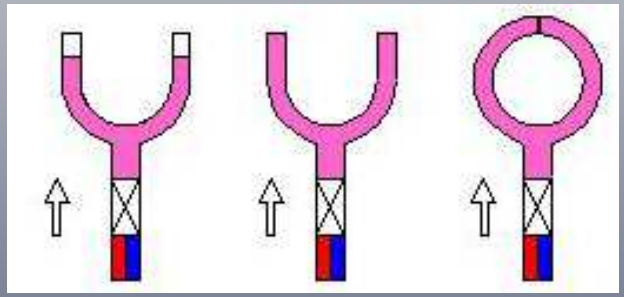
Масса с низкой $_{\Delta}$ T

Симметричное заполнение

Равномерное охлаждение = отсутствие коробления

Постоянный заданный вес изделия

Отсутствие брака



stamixco

Гомогенизация температуры расплава: экструзия

Без смесителя:

Разнотолщинност в пленке/листе

Высокие временные затраты на юстирование дюзы

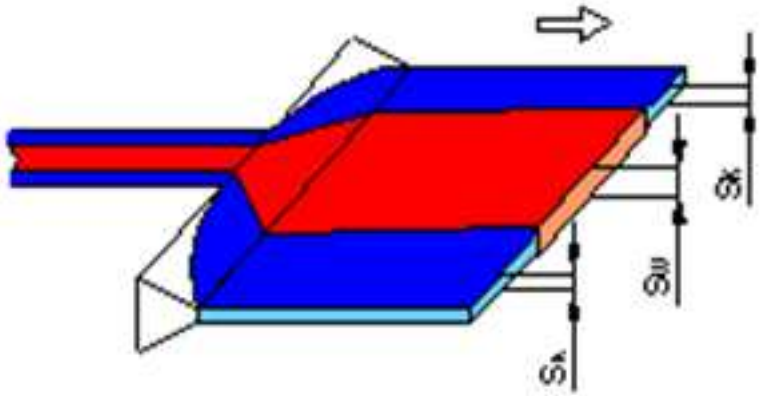
Большие потери на запуске

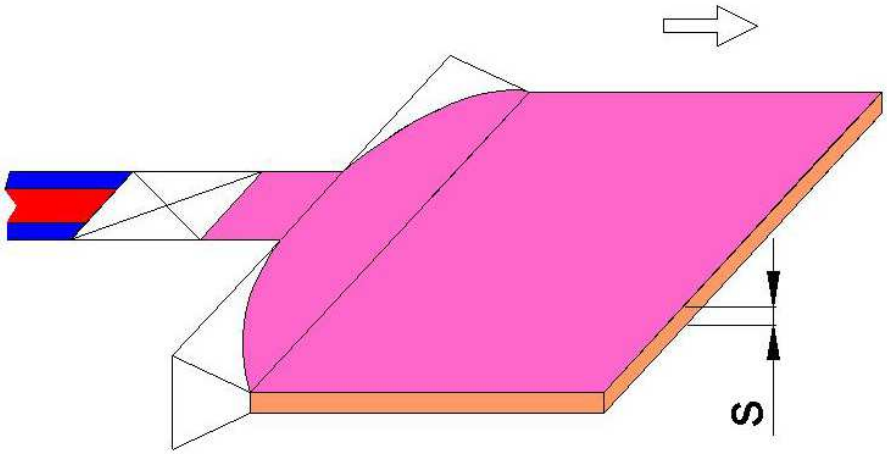
Со статическим смесителем:

Стабильная толщина продукта

Низкие временные затраты

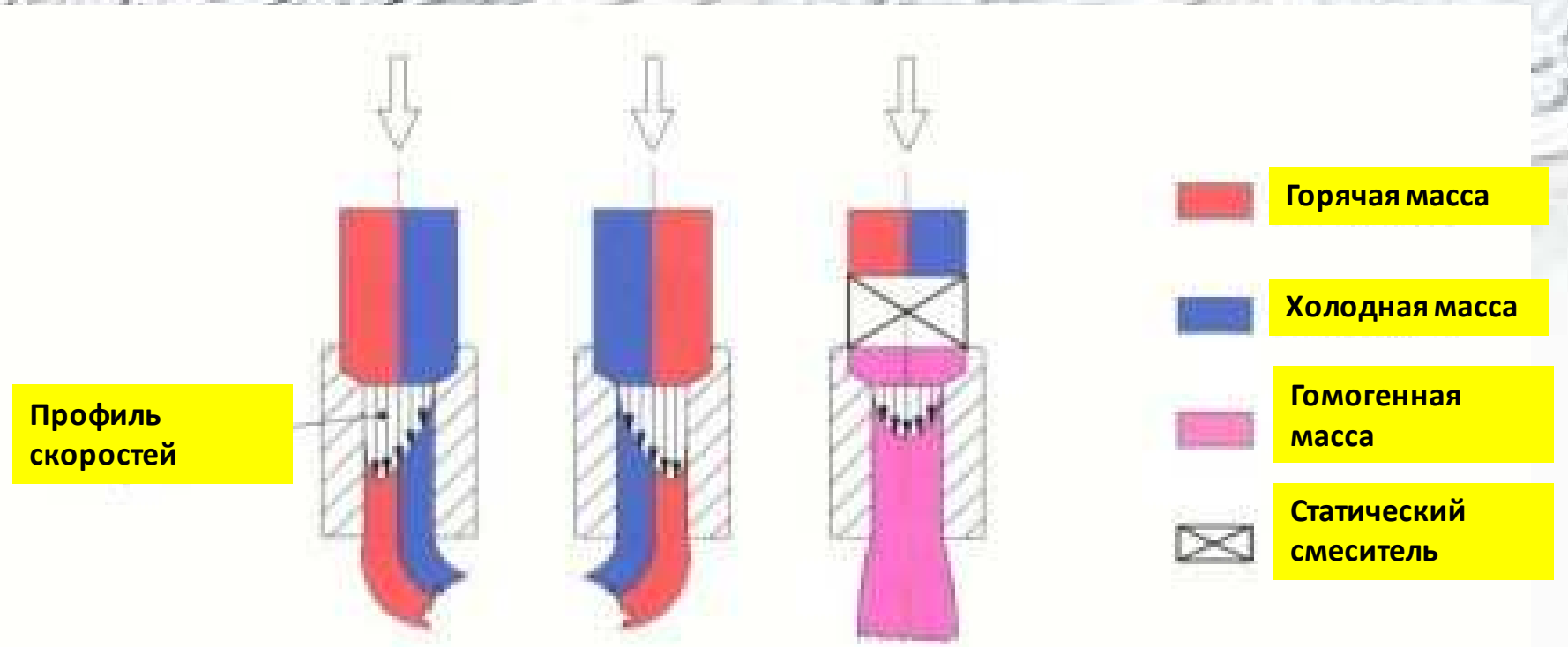
Низкие потери на запуске





stamixco

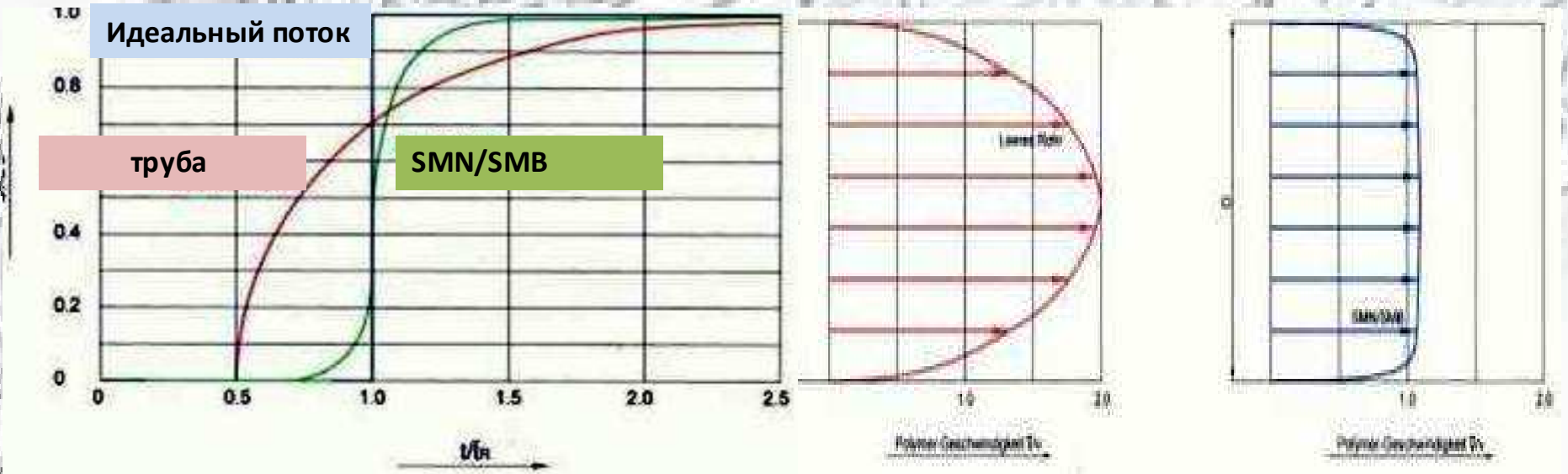
Гомогенизация температуры расплава: экструзия



Потоки расплава на экструзии

stamixco

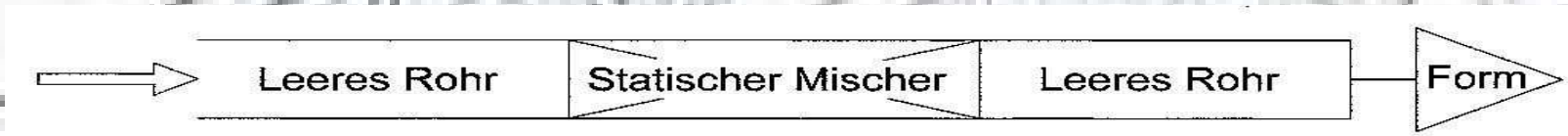
Потоки, смена материала



Переход на новый материал | **труба** | **смеситель**

stamixco

Очистка



	труба	ст. смеситель	труба	инструмент
Профиль скоростей потоков	Ламинарные потоки - аксиальные	Равн. распре-деление. Акси-альные и ра-дальные п-ки	Ламинарные потоки - аксиальные	Ламинарные потоки – боль-шей частью аксиальные
Кол-во материала для очистки	много	мало	много	мало
Следы старого материала	Материал не смешивается и долго остается на стенках	Материал смешивается, следы быстро исчезают	Материал не смешивается и долго остается на стенках	Материал не смешивается и долго остается на стенках

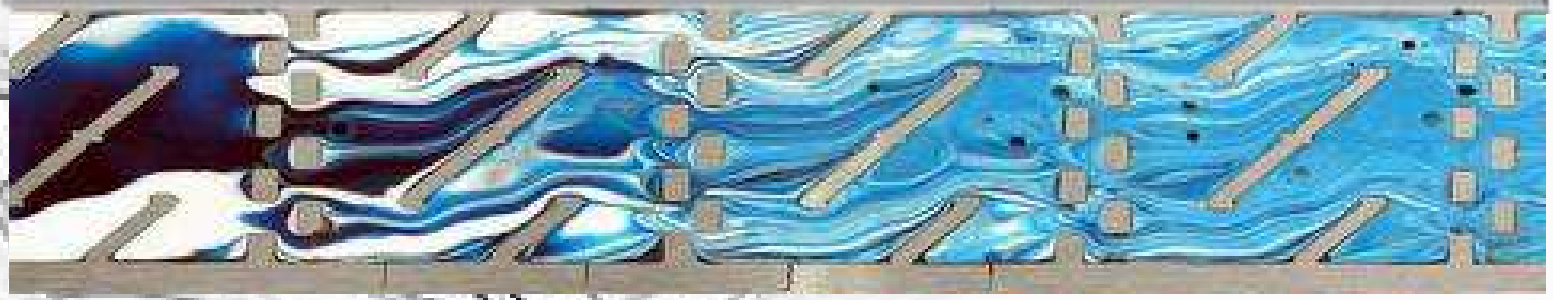
stamixco

Резюме

Статические смесители SMN и SMB:

- **эффективный инструмент повышения гомогенности массы в экструзии и на ТПА**
- **повышают качество продукции при малых инвестиционных затратах**
- **допускают эффективное использование в т.ч. и старого оборудования**
- **понижают стоимость производства засчет экономии добавок и снижения брака**
- **окупаются в кратчайшие сроки, часто менее чем за 2 месяца**

stamixco

ТЕХНОЛОГИЯ СТАТИЧЕСКОГО СМЕШИВАНИЯ ДЛЯ ЭКСТРУЗИИ И ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

ООО “ДИФЛЕКС” Нижегородская обл.,
г.Дзержинск, ул. Окская Набережная, д.3
тел.: 8 (800) 775-97-01 (бесплатный)
+7(831) 228-74-55 (многоканальный)
+7(831) 338-74-55
E-mail: info@diflex.ru