Krauss Maffei
Pioneering Plastics

ПРИМЕРЫ ПРОЦЕССОВ КОМПАУНДИРОВАНИЯ

СИБУР: Правильная конструкция технологической секции для достижения высоких производительностей и повышения качества конечного изделия

Антон Вагис | октябрь 2021

Обзор применений

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

Компаундирование

Полимеры, эластомеры
- Окрашивание
- Усреднение
- Наполнение
- Армирование

Мастербатчи
- Цвета
- чёрный
- белый
- Добавки

Химич. промышленность

Производство
- расплавов
- катализаторов
- электродных материалов
- удобрений
- красителей
- фармацевтических и медицинских материалов
- продуктов питания

Реакции

Реакционная экструзия
- ПП + MSA
- ПП + пероксид
- ПЭ + силан

Полимеризация, поликонденсация
- ТПУ
- POM
- ПА 6/66
- ПЭТ

Дегазация

мономеров
- ПК, АБС, ПС, ПММА

Продукты реакции
- ПА 66, ПЭТ

VOC
- ПП, АБС

Растворы

Обзор полимеров

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

Стандартные термопласты

- Полиэтилен низкой плотности (LDPE)
- Линейный полиэтилен низкой плотности (LLDPE)
- Полиэтилен высокой плотности (HDPE)
- Полипропилен (PP)
- Полистирол (PS)
- Поливинилхлорид (PVC)
- Полиэтилентерефталат (PET)

Конструкционные пластмассы

- Стирол акрилонитрил (SAN)
- Акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС)
- Полиамиды (PA 6, PA6.6, PA 12)
- Полибутилентерефталат (PBT)
- Поликарбонат (PC)
- Полиметилметакрилат (PMMA)
- Полиоксиметилен (POM)

Высококачественные полимеры

- Полиэфирэфиркетон (PEEK)
- Полифениленоксид (PPO)
- Полисульфон (PSU)
- Фторполимеры
- Полиимид (PI)
- Жидкокристаллические полимеры (LCP)

Другие материалы

- Термопластичные эластомеры (TPE,- S, -V, -U)
- Эластомеры, например. SBR, EPDM, силиконовый каучук
- Термореактивные материалы, отверждаемые формовочные компаунды
- Компаунды для напольного покрытия
- Порошковые покрытия, фотокопировальные порошки
- Керамические компаунды и компаунды для катализатора
- Фармацевтика и продукты питания

Обзор добавок/наполнителей

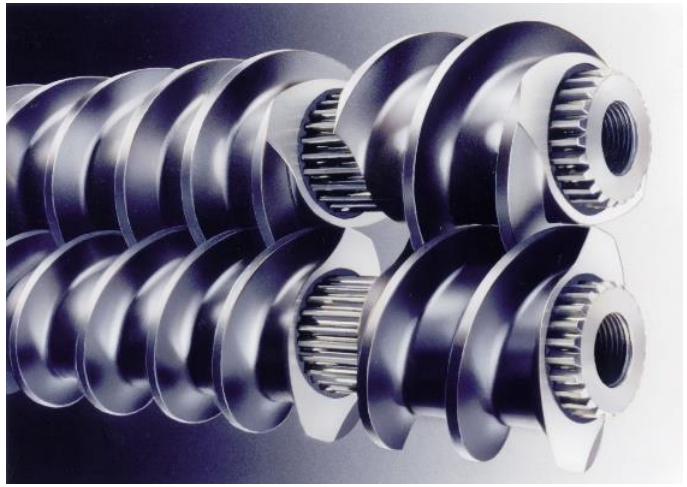
Центр компетенций – оборудование для компаундирования

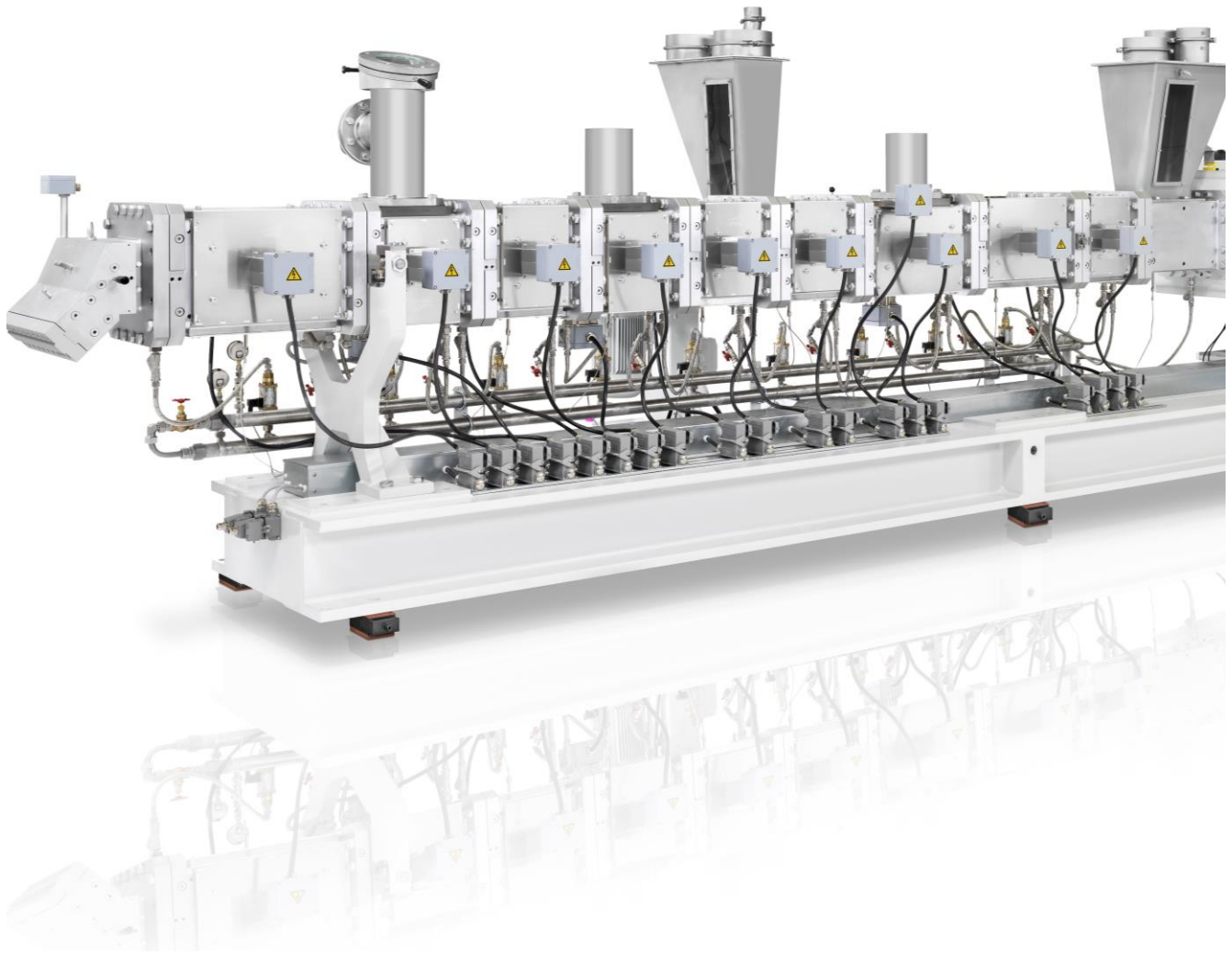
Усиливающие (абразивные)	Наполнители (абразивные)	Активные добавки (абразивные + коррозионные)
▪ Стекловолокно ▪ Графитовые волокна ▪ Углеродные волокна ▪ Борные волокна ▪ Нитевидные кристаллы ▪ Базальтовые волокна ▪ Титановые волокна ▪ Синтетические волокна ▪ Стеклянные шарики ▪ Полимерные полые бусины	▪ Карбонат кальция ▪ Каолин ▪ Древесная мука ▪ Силикат кальция ▪ Сульфат бария ▪ Кварц ▪ Технический углерод ▪ Слюда ▪ Тальк ▪ Оксид металла / металлический порошок	▪ Антиоксиданты ▪ Термо- / УФ-стабилизаторы ▪ Пластификатор ▪ Технологические средства ▪ Цветные пигменты ▪ Статические ингибиторы ▪ Микробицидные добавки ▪ Вспениватели ▪ Праймер ▪ Пероксиды / силаны ▪ Антипирены (галогеновые и без галогеновые) ▪ Кислоты

Модульная концепция машины

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

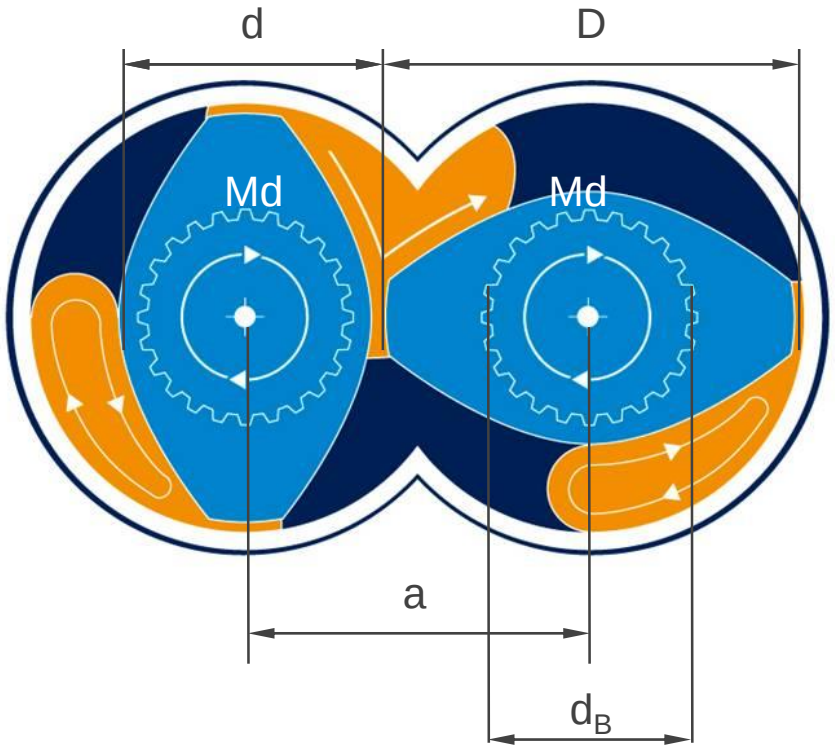
Модульная концепция машины (цилиндры и шнеки) для индивидуального проектирования технологического процесса, адаптированная к потребностям заказчика!
=> Высочайшая гибкость!





Характеристики серии со-вращающихся двухшнековых экструдеров

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

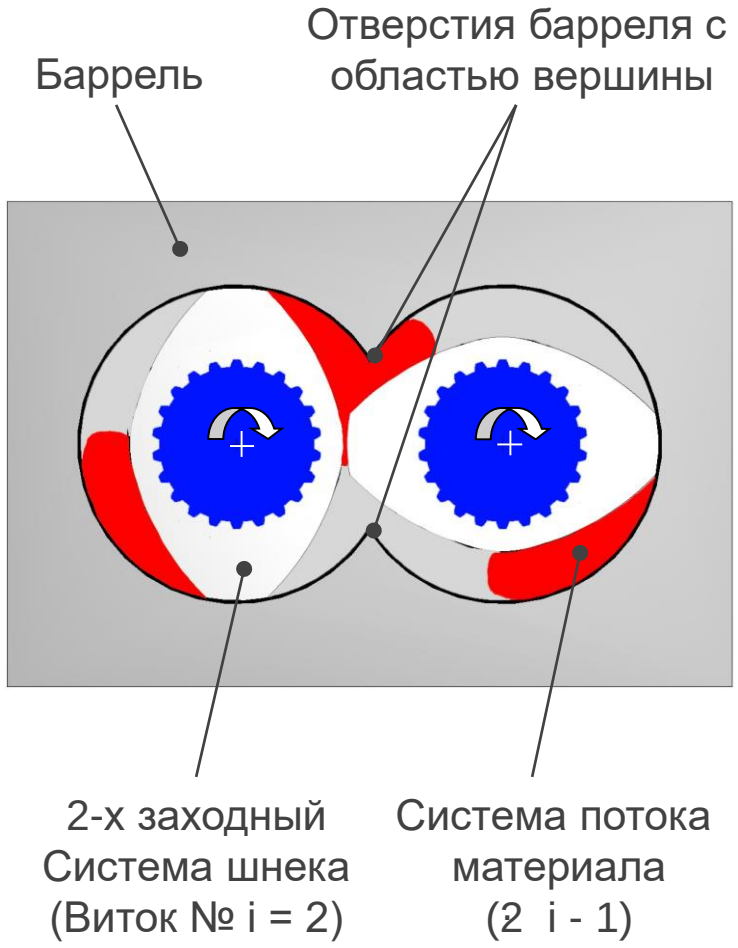


Отношение диаметров	D/d
Удельный момент	Md/a^3
Удельный объём	V_{fr}/a^3

Принципы работы

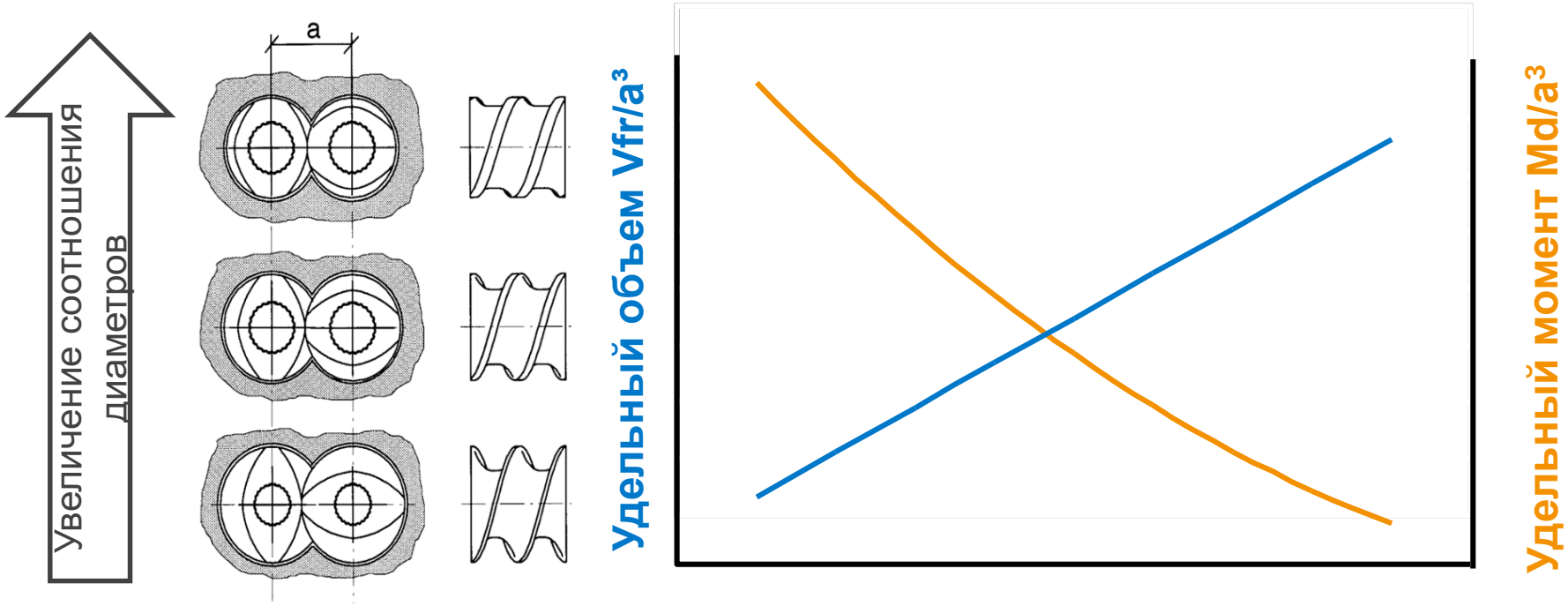
Центр компетенций – оборудование для компаундирования

- **Интенсивное перемешивание и теплообмен** благодаря непрерывной транспортировки материала между шнеками внутри цилиндрического канала в форме восьмерки.
- Практически полное самоочищение на всем технологическом участке и узкий спектр времени пребывания
- **Эффективная дегазация** расплава благодаря осевому открытому каналу шнека и постоянно обновляющейся поверхности расплава
- Производительность не зависит от диапазона скорости вращения шнека → режим недостаточного «питания»
- **Отличная настройка для различных технологических задач благодаря модульной конструкции цилиндра и шнека**



Компаундирующие экструдеры ZE BluePower – удельный объем и крутящий момент

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

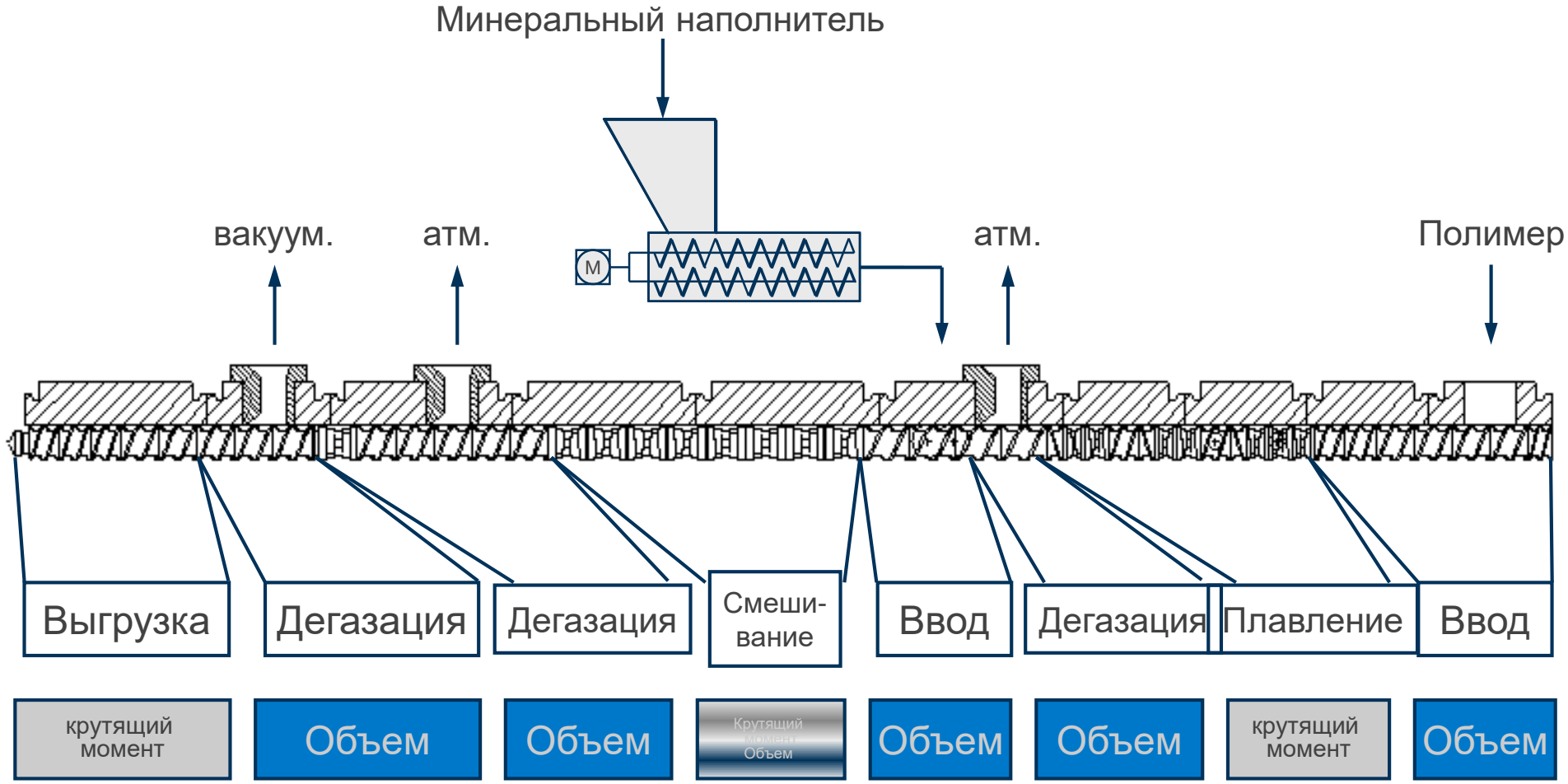


Найти оптимальное соотношение крутящего момента и объема!

⇒ Отношение D/d = 1,65 и интенсивность крутящего момента Md = 16Нм/см³ дает самое большое окно переработки!

Этапы процесса

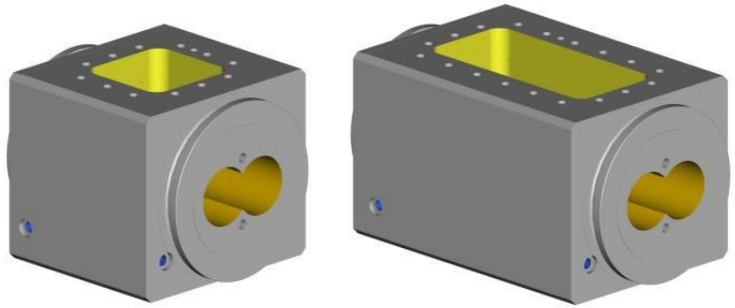
Центр компетенций – оборудование для компаундирования (**вопрос 2**)



Компаундирующие экструдеры ZE BluePower – оптимизация процесса

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

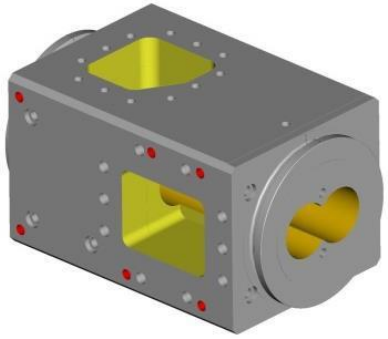
Баррели 4D и 6D



Боковой питатель с более широким отверстием для ввода

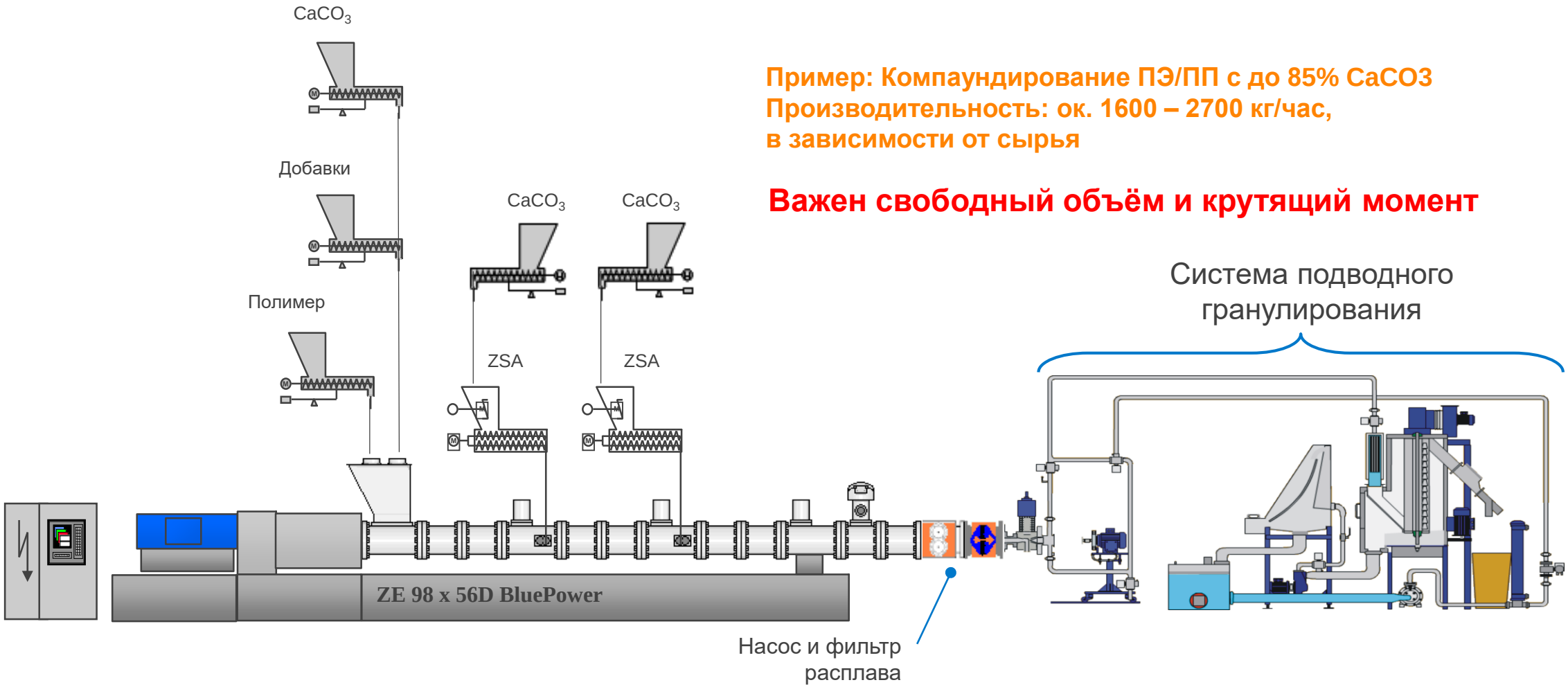
Технология Ultra Feed для бокового питателя

6D комбибарель



Пример процесса 1 – схема линии

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

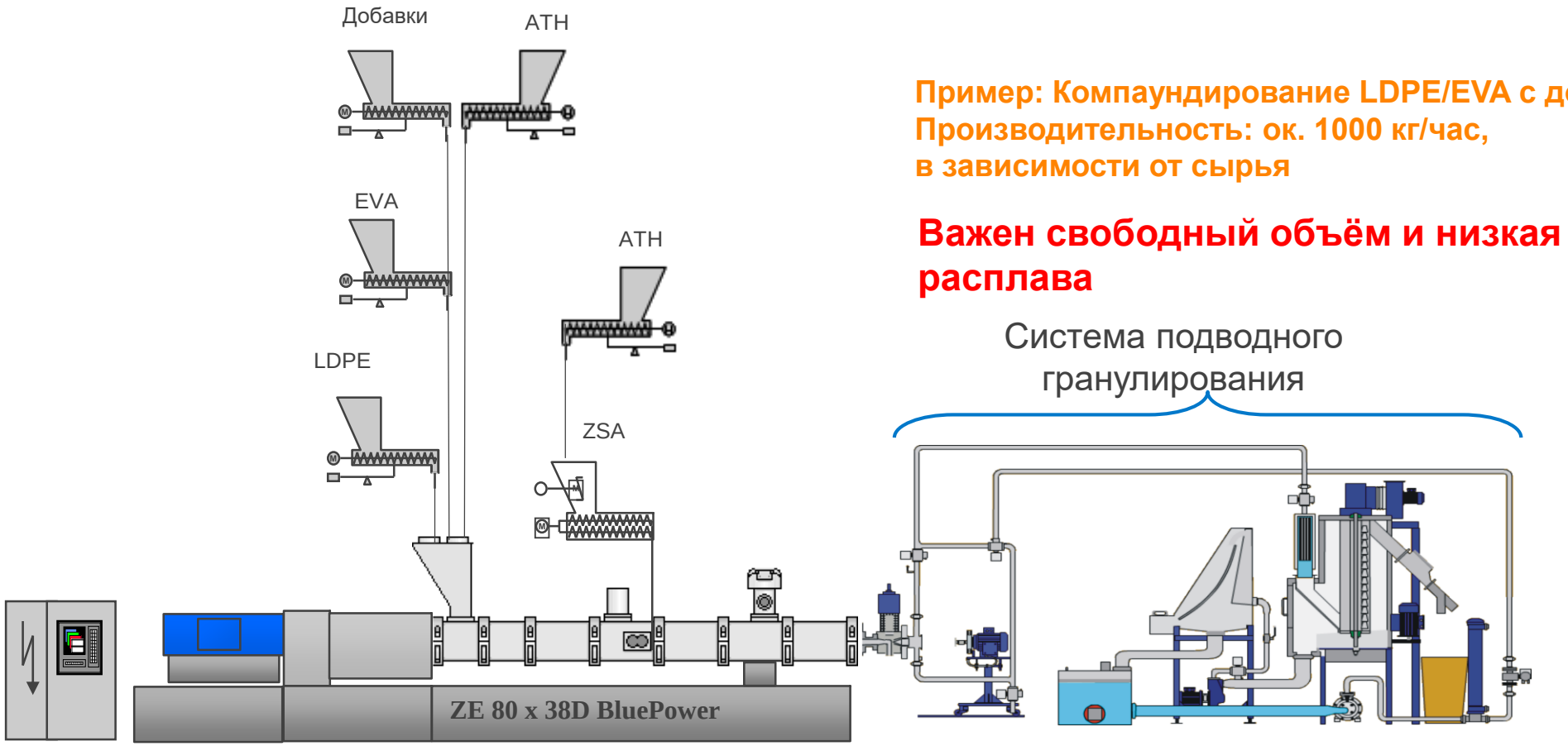


Пример: Компаундирование ПЭ/ПП с до 85% CaCO3
Производительность: ок. 1600 – 2700 кг/час,
в зависимости от сырья

Важен свободный объём и крутящий момент

Пример процесса 2 – HFFR-компаунды

Центр компетенций – оборудование для компаундирования



Пример: Компаундирование LDPE/EVA с до 65% ATH
Производительность: ок. 1000 кг/час,
в зависимости от сырья

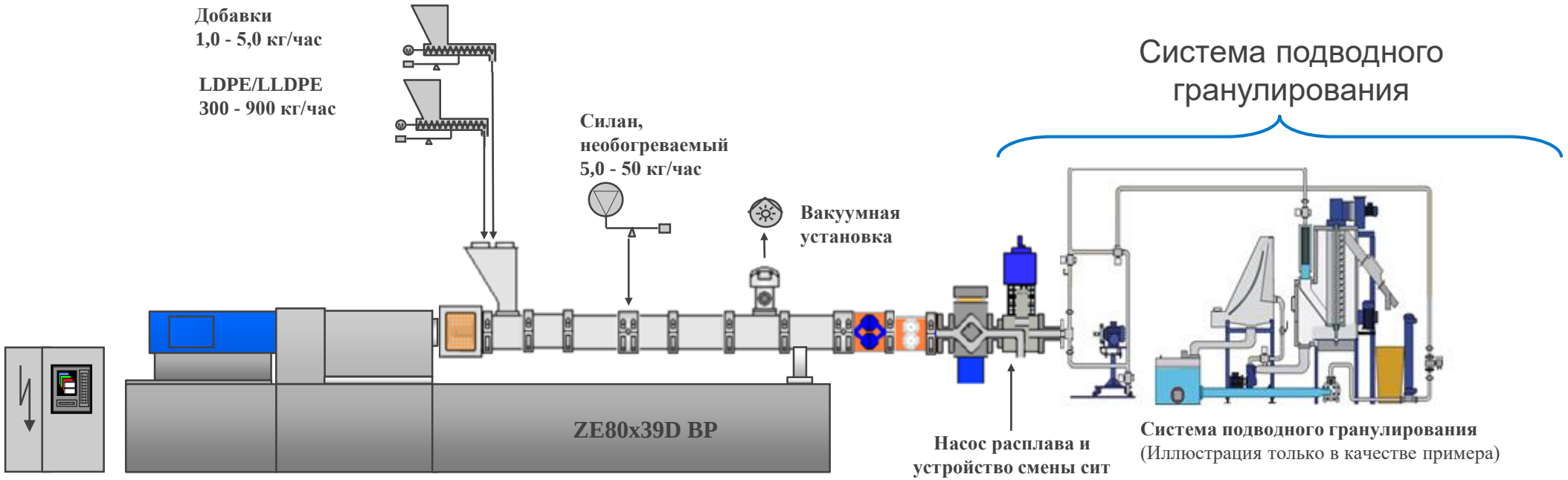
Важен свободный объём и низкая температура расплава

Пример процесса 2 – силанольно-сшиваемые кабельные компаунды

Центр компетенций – оборудование для компаундирования (**вопрос 1**)

Пример: Компаундирование на базе LDPE / LLDPE
Производительность: ок. 800 кг/час, в зависимости от сырья

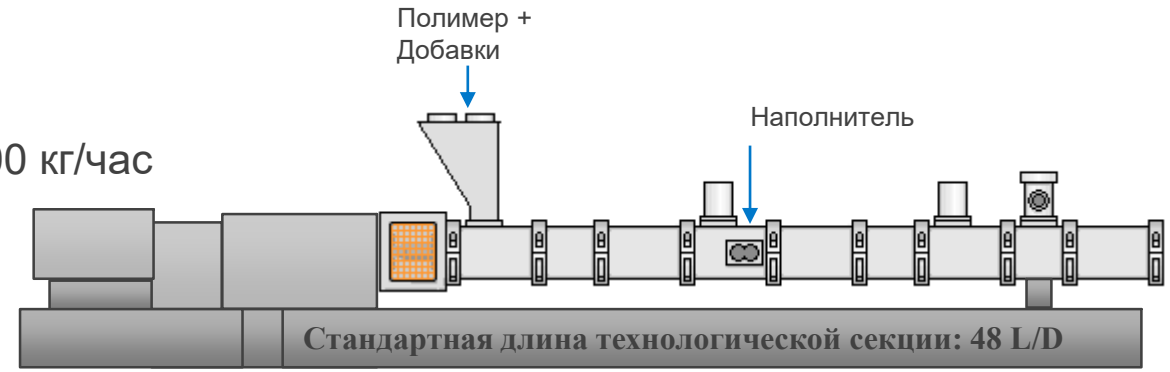
Важно отсутствие воздуха



Другие примеры процессов (выжимка)

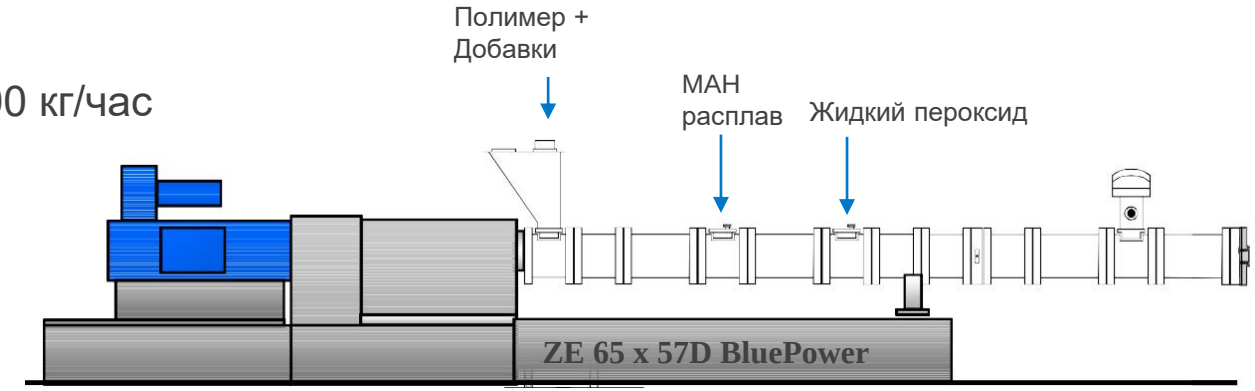
Центр компетенций – оборудование для компаундирования (**вопрос 3**)

- Наполнение
  Пример:
  ПП + 15-45% $CaCO_3$ или тальк
  Стандартная производительность линии до 8.000 кг/час



- Компаунды для прививки PE-MAH
  Пример:
  ПЭ/ЭВА + малеиновый ангедрид
  Стандартная производительность линии 500 кг/час
  Требуется хорошая аспирация

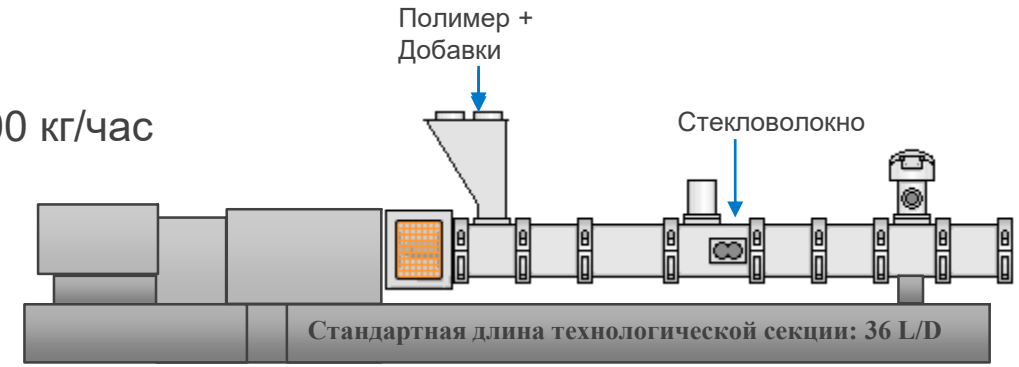
Важно кислотостойкая сталь и низкие обороты



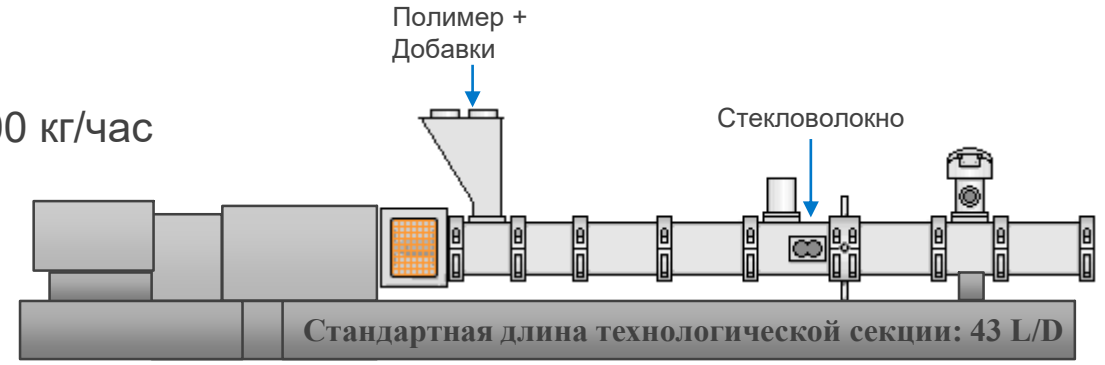
Другие примеры процессов (выжимка)

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

- Армирование
  Пример:
  ПА + 20-60% стекловолокна
  Стандартная производительность линии до 8.000 кг/час



- ПК/АБС, ПК/стекловолокно
  Пример:
  ПК/АБС, АК + 20-30% стекловолокна
  Стандартная производительность линии до 4.000 кг/час

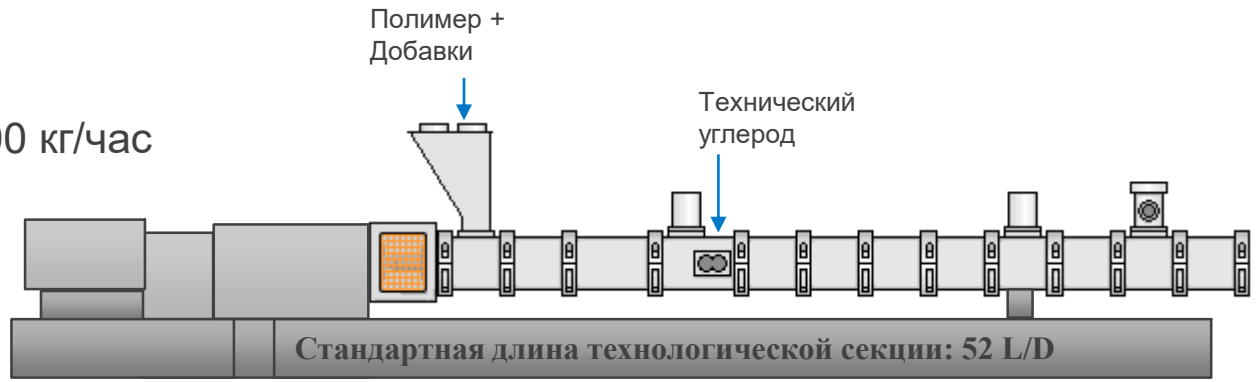


Другие примеры процессов (выжимка)

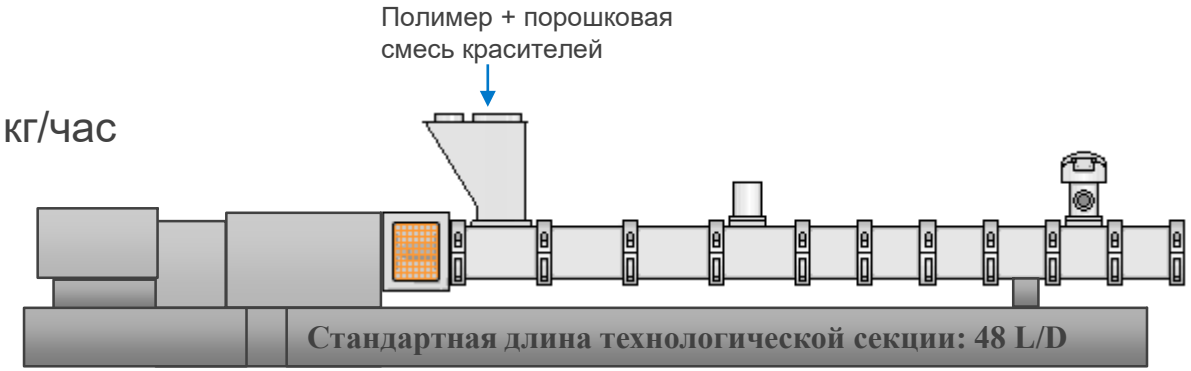
Центр компетенций – оборудование для компаундирования (**вопрос 4**)

Важен крутящий момент, температура расплава и низкие обороты

- Сажевый мастербатч (КТУ)
  Пример:
  ПЭ + 50% краситель
  Стандартная производительность линии до 3.000 кг/час

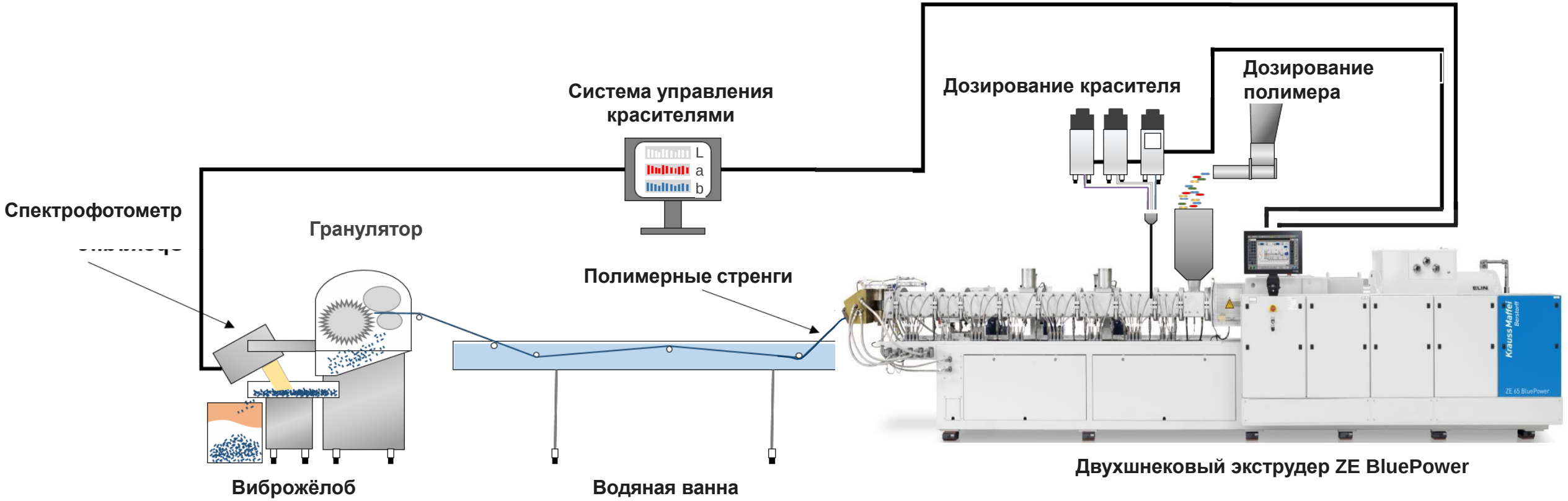


- Цветной суперконцентрат
  Пример:
  ПП/ПЭ + 40% краситель
  Стандартная производительность линии до 500 кг/час



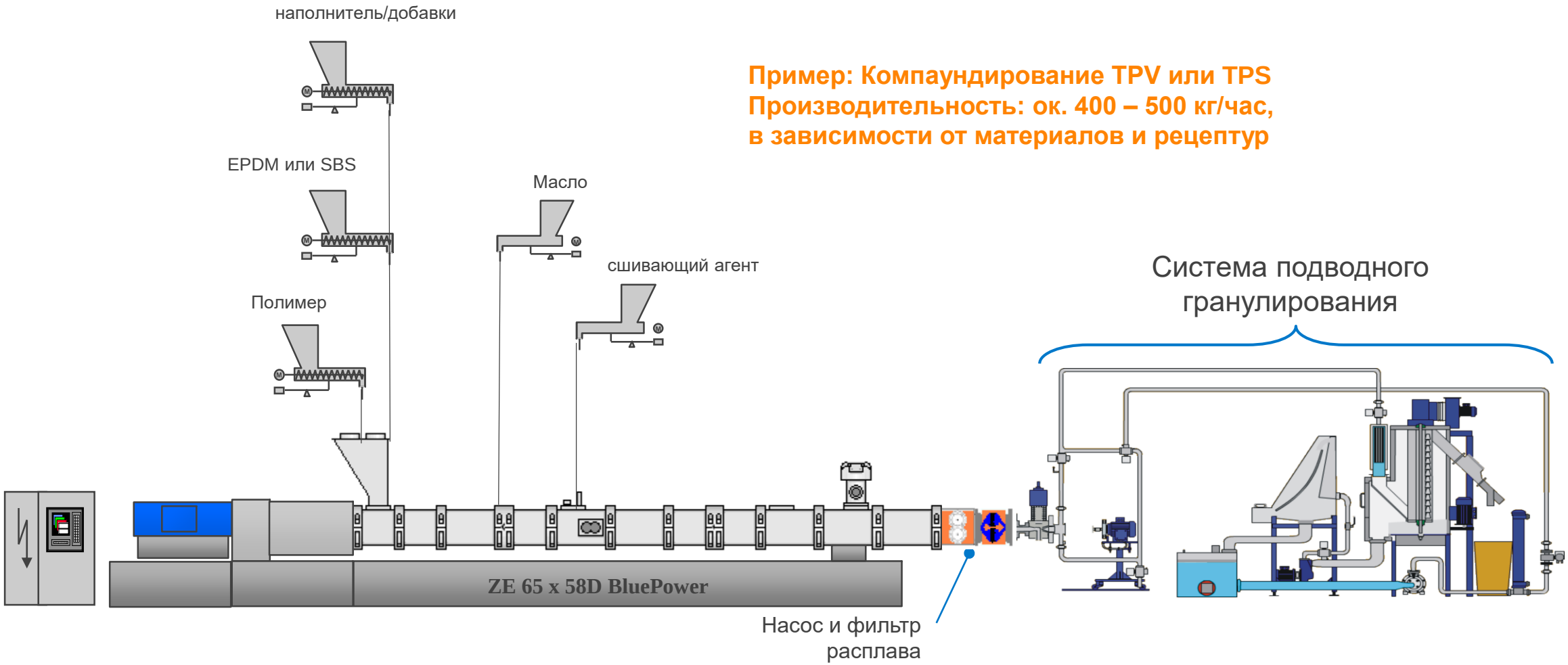
Окрашивание при помощи жидких красителей

Центр компетенций – оборудование для компаундирования



Пример процесса 3 – схема линии, принципиальная конструкция

Центр компетенций – оборудование для компаундирования



Пример: Компаундирование TPV или TPS
Производительность: ок. 400 – 500 кг/час, в зависимости от материалов и рецептур

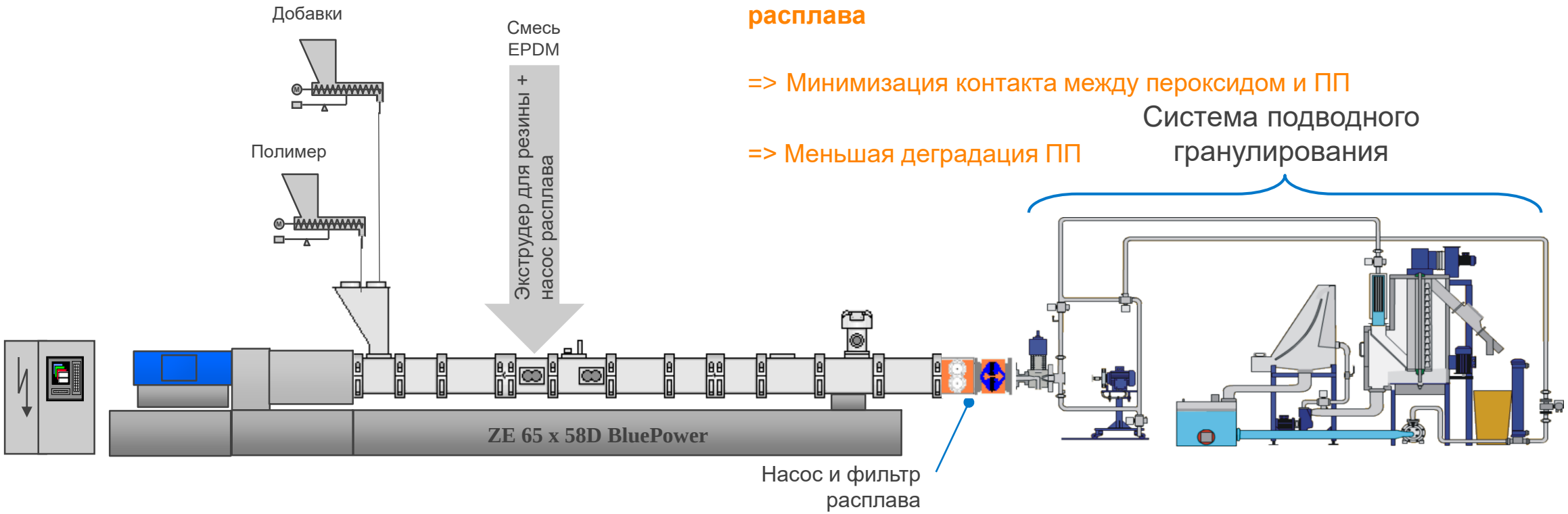
Пример процесса 3 – схема линии, альтернативная концепция дозирования

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

Дозирование смеси EDPM (включая масло, сшивающий агент ..)
при помощи экструдера для резины и насоса расплава

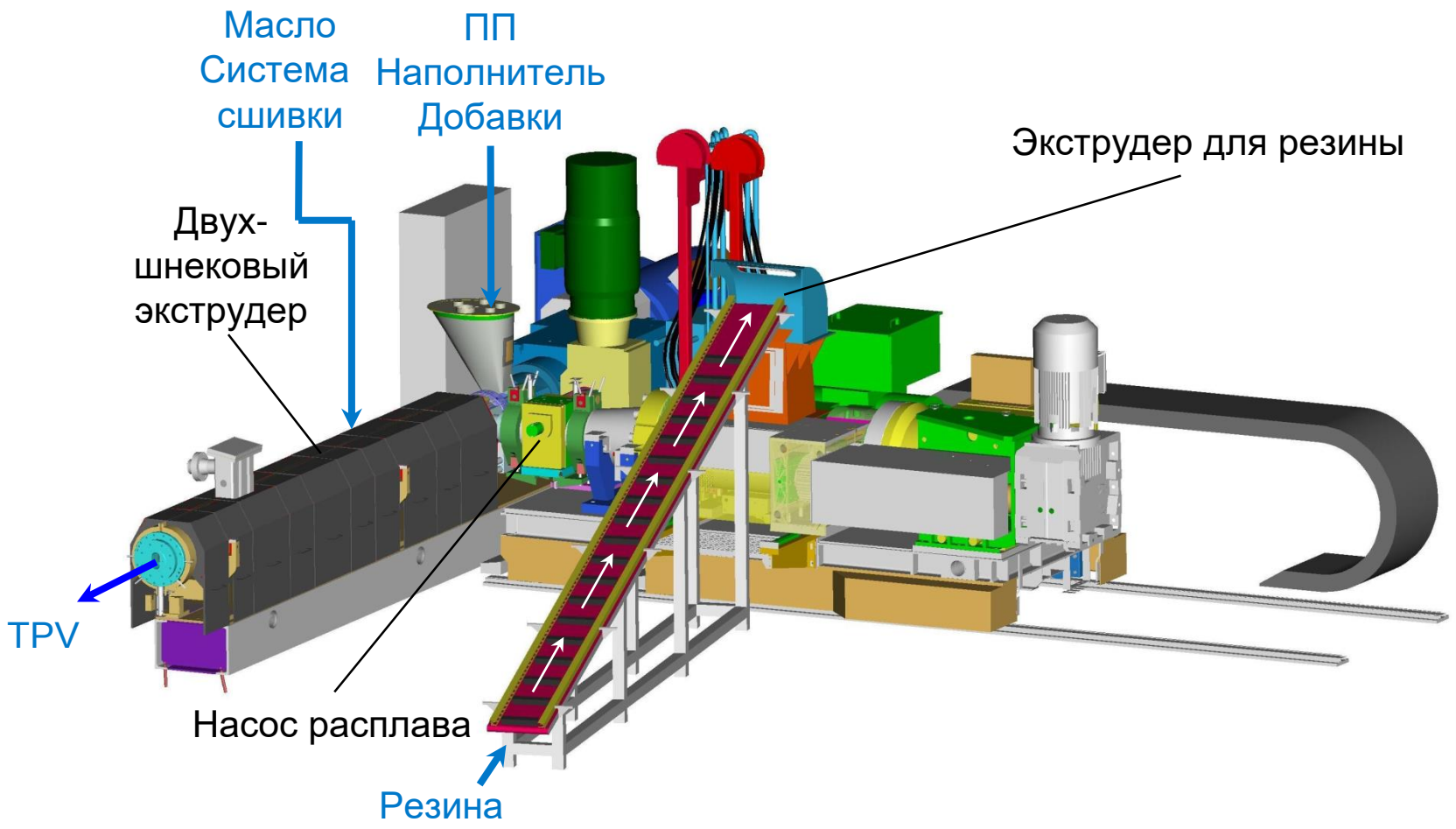
=> Минимизация контакта между пероксидом и ПП

=> Меньшая деградация ПП



Пример процесса 3 – система с альтернативным дозированием резины

Центр компетенций – оборудование для компаундирования



ZE-BluePower серия

Центр компетенций – оборудование для компаундирования

Представление на K2016
Лабораторный экструдер ZE28
5 – 200 кг/час

Представление на K2013
экструдеров среднего размера
ZE42-ZE80 BP
100 – 4500 кг/час

Представление на K2019
экструдеров большого размера
ZE98-ZE166 BP
2500 – 12000 кг/час

БОЛЬШОЕ СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Вагис Антон
Руководитель экструзионного отдела

Представительства KraussMaffei Extrusion GmbH
Российская Федерация., 127473, г. Москва
ул. Краснопролетарская, д. 30, стр. 1, 5 этаж
mailto: Anton.Vagis@kraussmaffei.ru
Tel.: +7 495 937 70 41
Mob.: +7 916 227 1289
www.kraussmaffei.ru
www.kraussmaffei.com