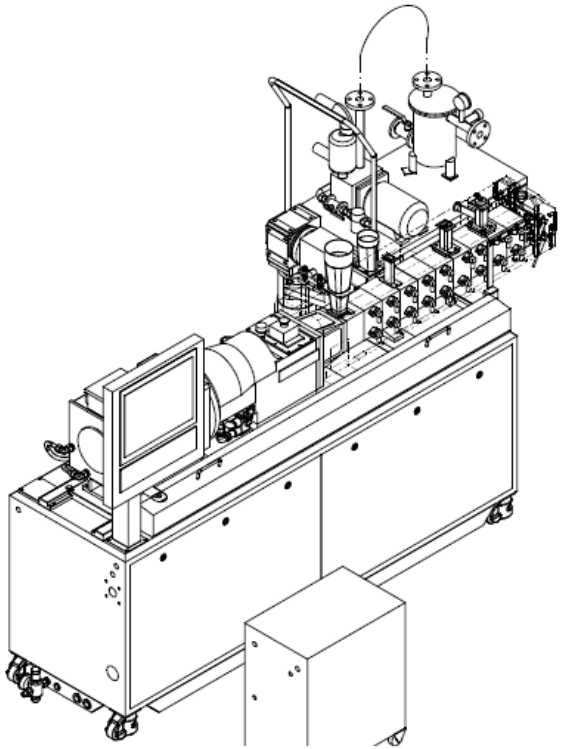
СИБУР

Максимизация производительности компаундирования

Докладчик:
Хвостов Станислав Александрович

Москва
20.10.2021

Характеристики компаундера



- Производительность до 100 кг/час
- Диаметр шнека 26 мм, L/D=40
- Набор смесительных и дисперсионных элементов
- Скорость вращения шнека до 1200 об/мин
- 2 дозатора для полимеров, 1 для наполнителей, 1 для сыпучих добавок, 1 для жидких добавок
- Охлаждаемый боковой ввод
- Вакуумная дегазация
- Фильтр расплава
- Стренговая грануляция

Какие факторы могут ограничивать производительность компаундирования?

Факторы, ограничивающие производительность

Производительность дозаторов

Обороты шнеков

Нагрузка на двигатель

Давление расплава

Максимальная и минимальная температура

Производительность дозаторов

Какой дозатор обычно ограничивает производительность?

Производительность дозаторов

Минимальная производительность ограничена минимальной производительностью **самого «тихоходного» дозатора**

Максимальная производительность ограничена максимальной производительностью **самого «тихоходного» дозатора**

Дозирование компонентов в экструдер

- Индивидуальное дозирование – каждый компонент дозируется отдельным дозатором (требуется большая точность дозатора для дозирования малых концентраций компонентов, могут быть проблемы при дозировании склонных к комкованию и пылению компонентов;

- Совместное дозирование – несколько компонентов предварительно смешивается в миксере (высокоскоростном или “drunk barrel”), полученная смесь с необходимым содержанием компонентов подается в экструдер;

- Использование мастербатчей и гранулированных смесей добавок (customer blends) – для дозирования низкотехнологичных компонентов и компонентов с малым итоговым содержанием методами компаундирования (MB), компактирования или подплавления (CB) предварительно изготавливают гранулы нужного состава (в качестве связующего выступает полимер или наиболее легкоплавкий компонент))

Обороты шнеков

Максимальная производительность ограничена

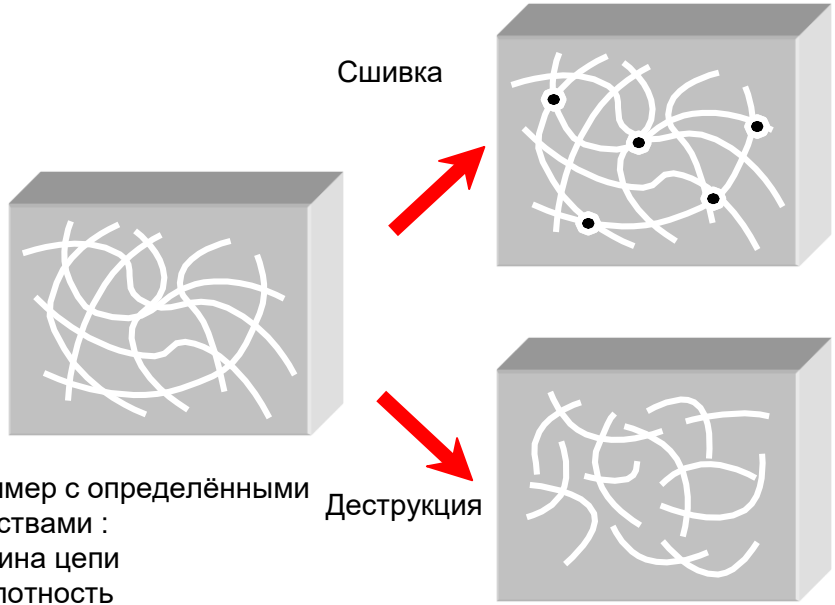
максимальными оборотами главного двигателя

Максимальная производительность ограничена

максимальными оборотами главного двигателя

механической деструкцией/сшивкой полимера

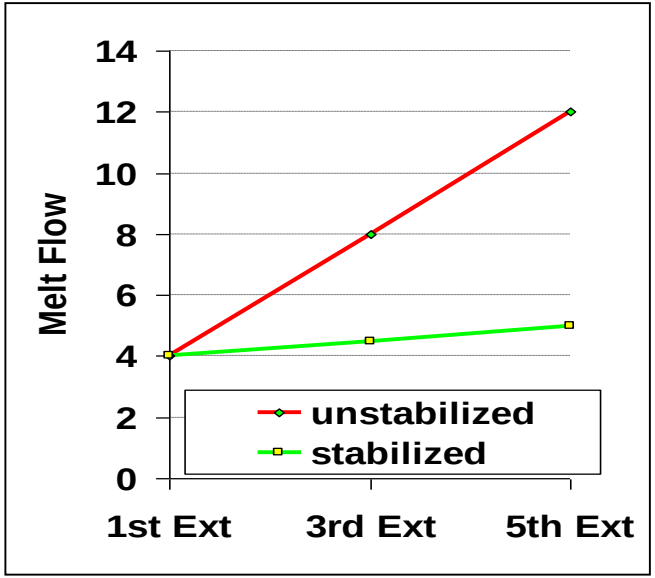
Деструкция/сшивка полимера



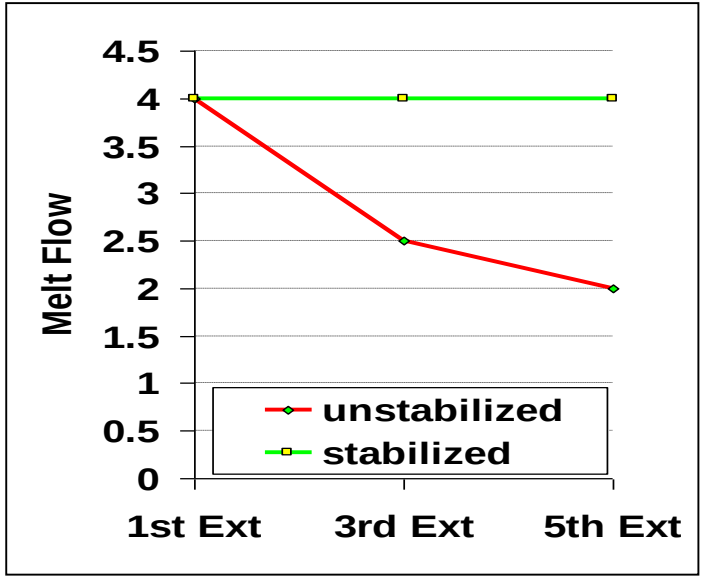
Полимер с определёнными свойствами :
-- Длина цепи
- Плотность
- Вязкость

Деструкция/сшивка полимера

Деструкция (например, ПП)



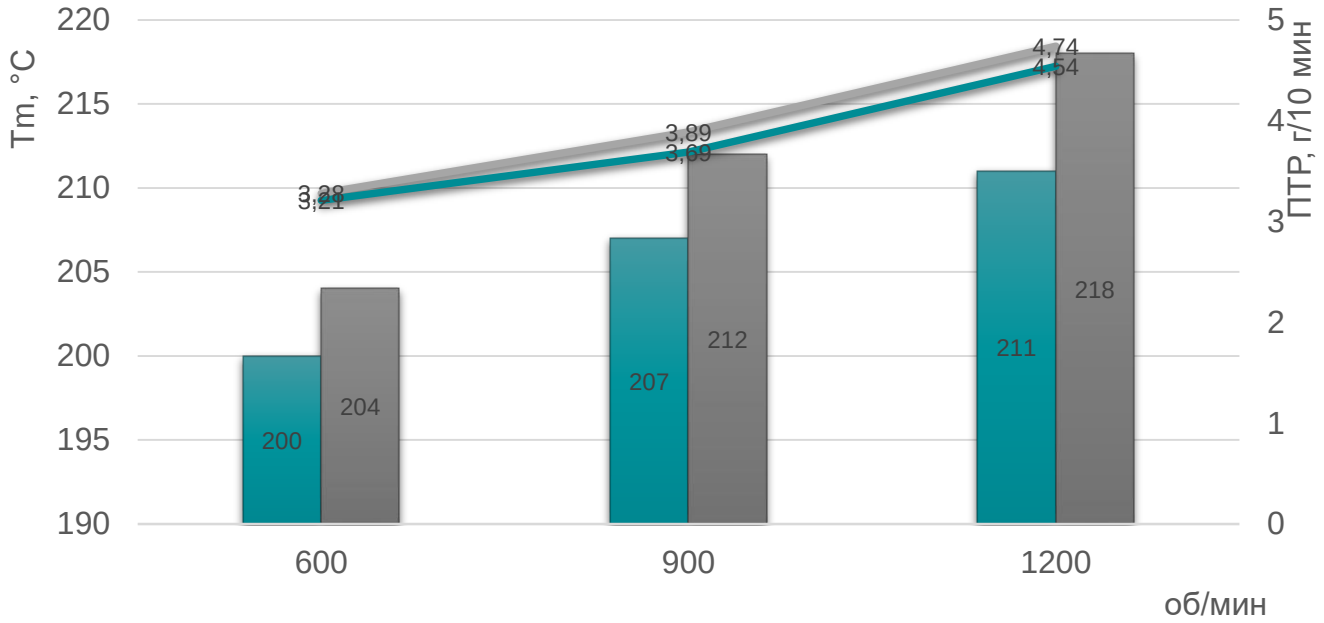
Сшивка (например, ПЭ)



Основные технологические факторы, влияющие на изменение молекулярной массы при переработке:

- Сдвиговые нагрузки;
- Температура переработки

Термическая деградация материала

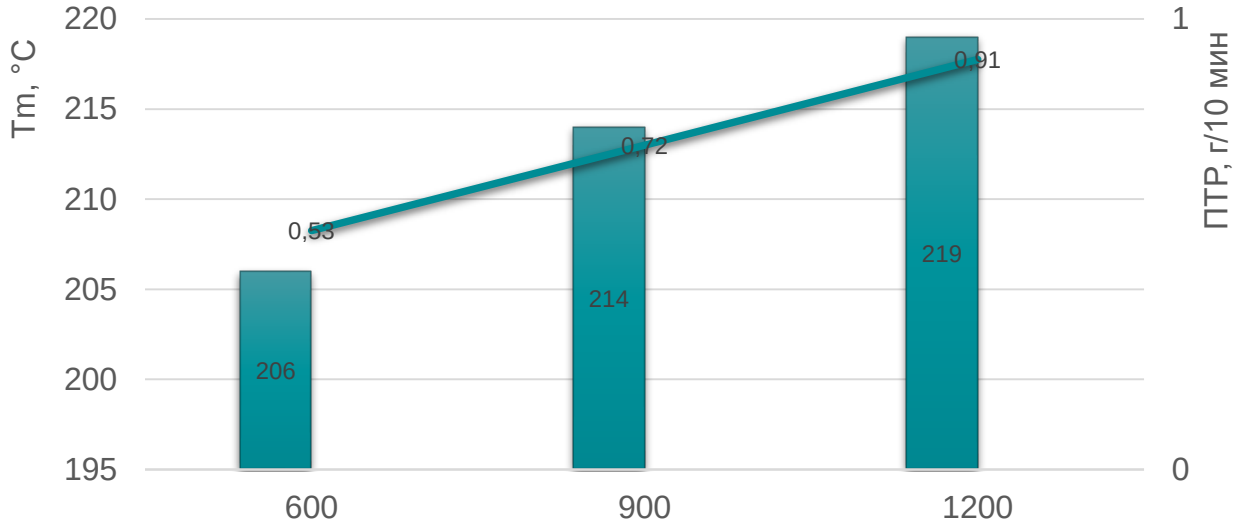


ПП:
ПТР 2,9 г/10 мин (230С/2,16 кг)
Нагрузка = const

	200	240	240	240	225	210	195	180	180	200
	190	230	220	210	200	190	180	170	170	200

Сохранение ПТР стало возможным только при снижении оборотов шнеков до 600 об/мин

Термическая деградация материала



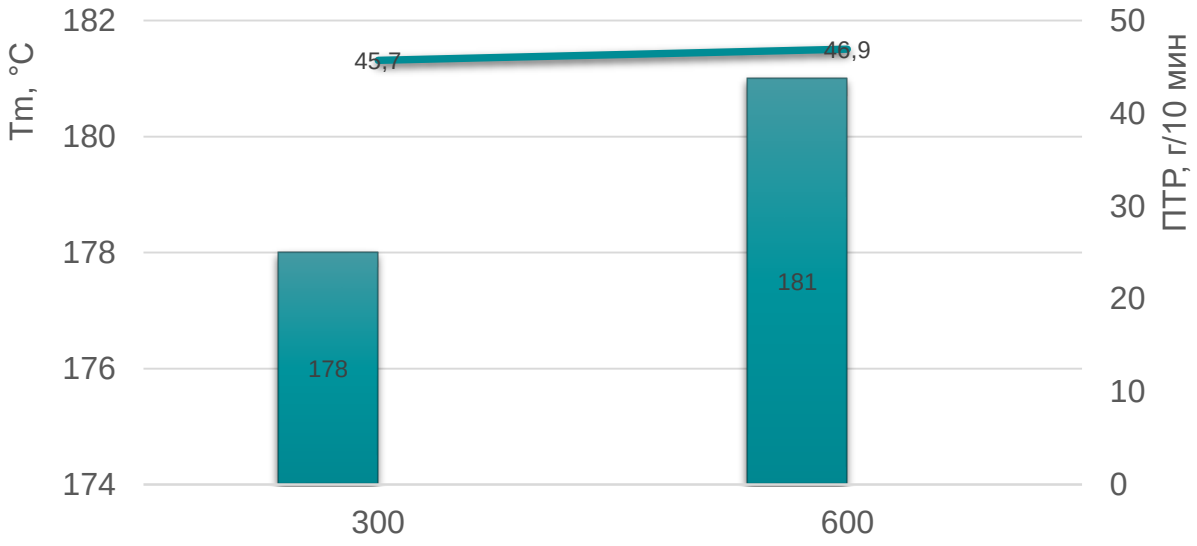
ПП:
ПТР 0,3 г/10 мин (230С/2,16 кг)
Нагрузка = const

об/мин

230	220	210	200	190	180	170	170	180	200

Даже при снижении оборотов шнеков до 600 об/мин не удалось эффективно контролировать ПТР, необходимо дальнейшее снижение производительности или изменение конфигурации шнеков

Термическая деградация материала



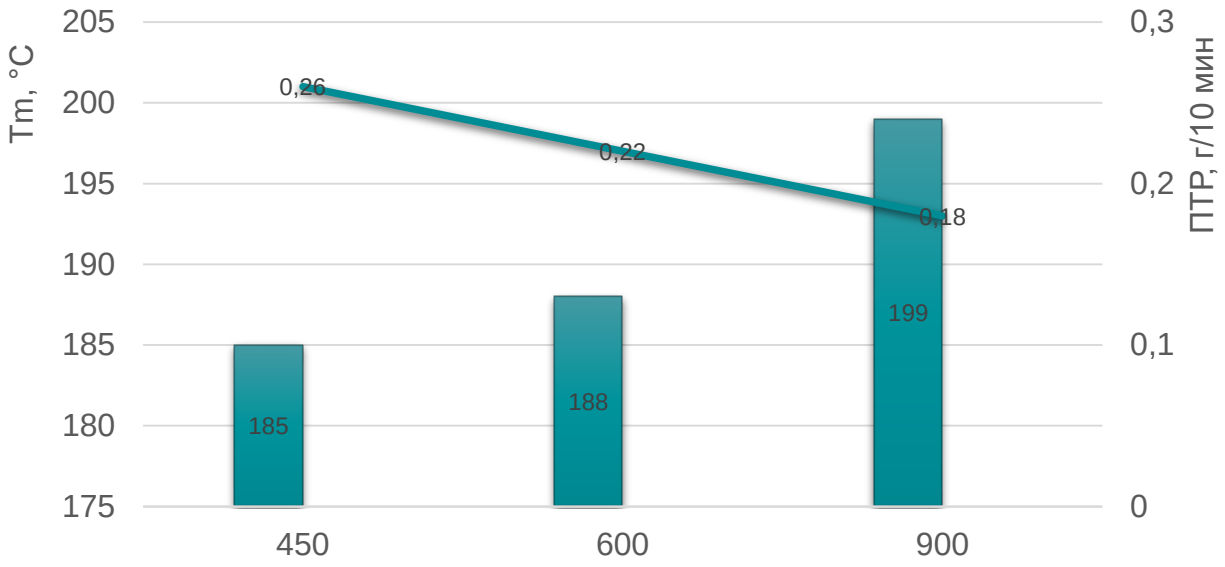
ПП:
ПТР 45,4 г/10 мин (230С/2,16 кг)
Нагрузка = const

об/мин

230	220	210	200	190	180	170	170	180	200

При повышение скорости вращения шнеков ПТР изменился незначительно

Термическая деградация материала



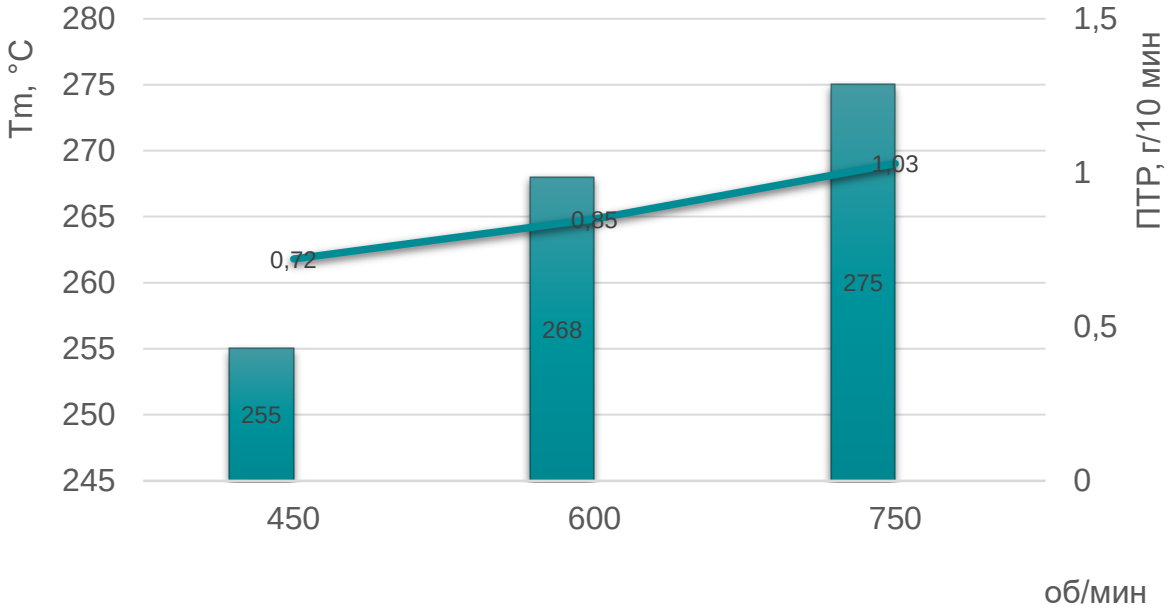
ПЭНП:
ПТР 0,26 г/10 мин
(190С/2,16 кг)
Нагрузка = const

об/мин

200	190	180	170	160	150	140	140	150	170

При увеличении производительности за счёт оборотов шнеков, сшивка ПЭНП усиливается

Термическая деградация материала

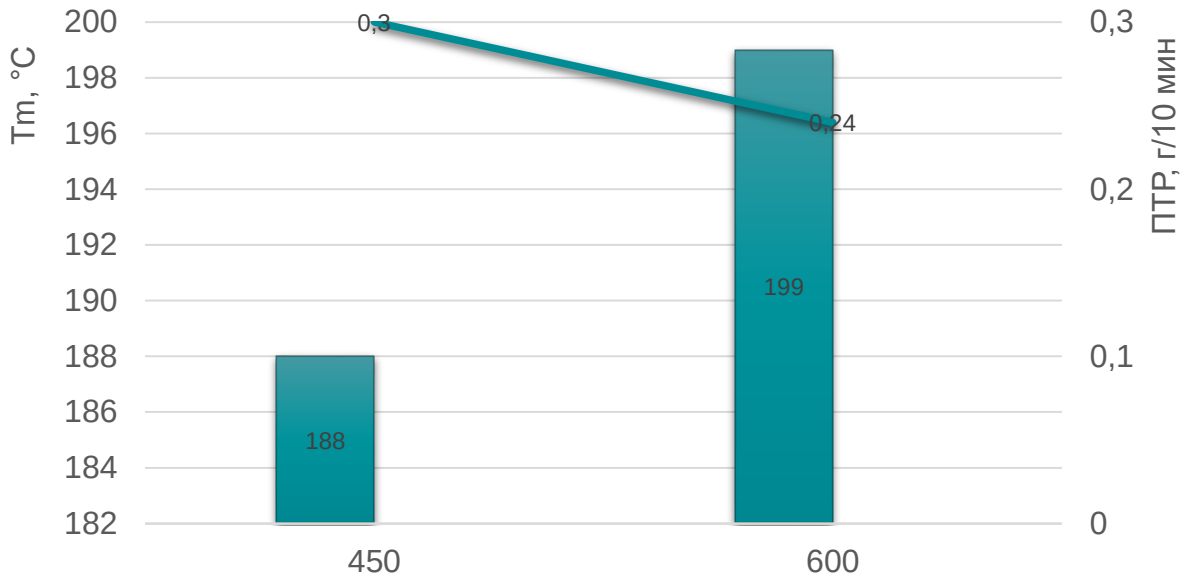


ЛПЭВП:
ПТР 0,9 г/10 мин
(190С/2,16 кг)
Нагрузка = const

270	260	250	240	230	220	220	220	230	240

При увеличении производительности за счёт оборотов шнеков, в сшивка ЛПЭНП снижаются, процессы деструкции становятся преобладающими

Термическая деградация материала



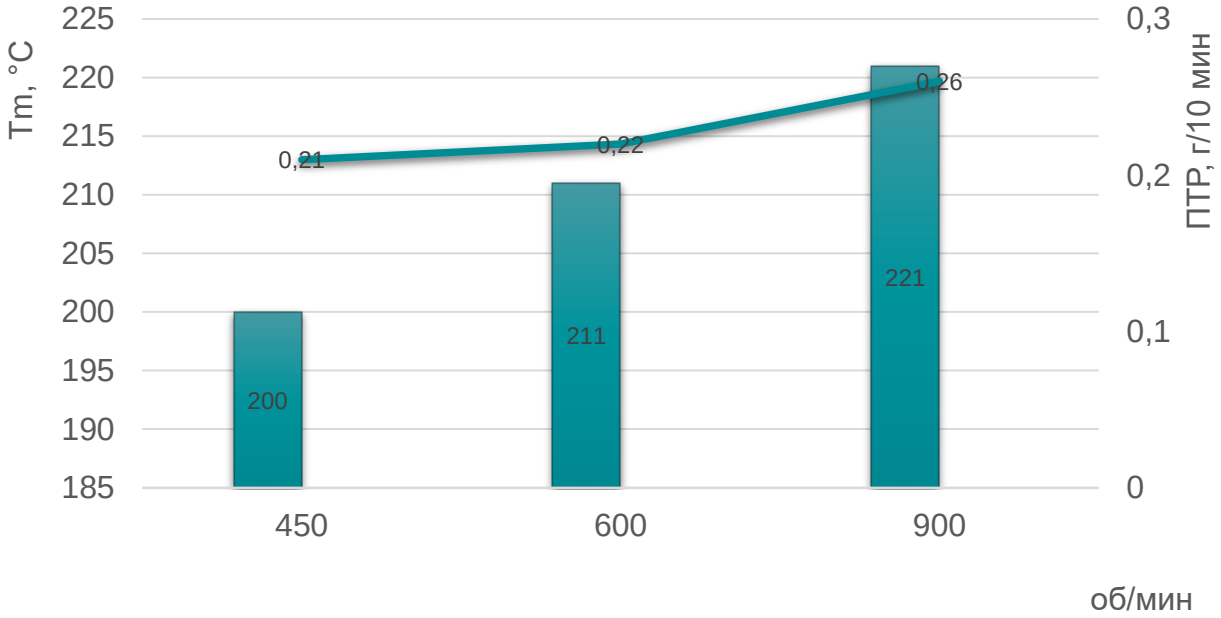
ПЭВП:
ПТР 0,26 г/10 мин (190С/2,16 кг)
Нагрузка = const

200	190	180	170	160	150	140	140	150	170

об/мин

При увеличении производительности за счёт оборотов шнеков, сшивка ПЭВП усиливается

Термическая деградация материала

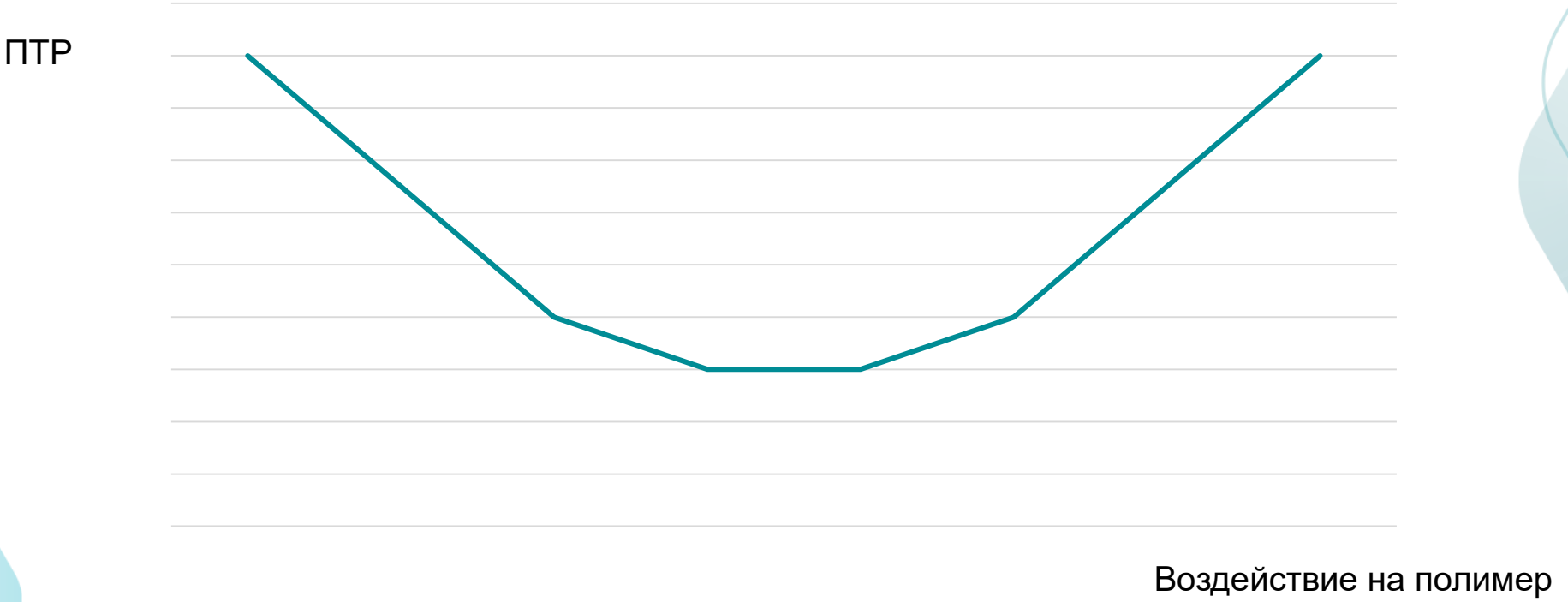


ПЭВП:
ПТР 0,21 г/10 мин (190С/5 кг)
Нагрузка = const

200	190	180	170	160	150	140	140	150	170

Для трубного ПЭВП при превышении определённого уровня оборотов шнека процессы деструкции стали преобладать над процессами сшивки

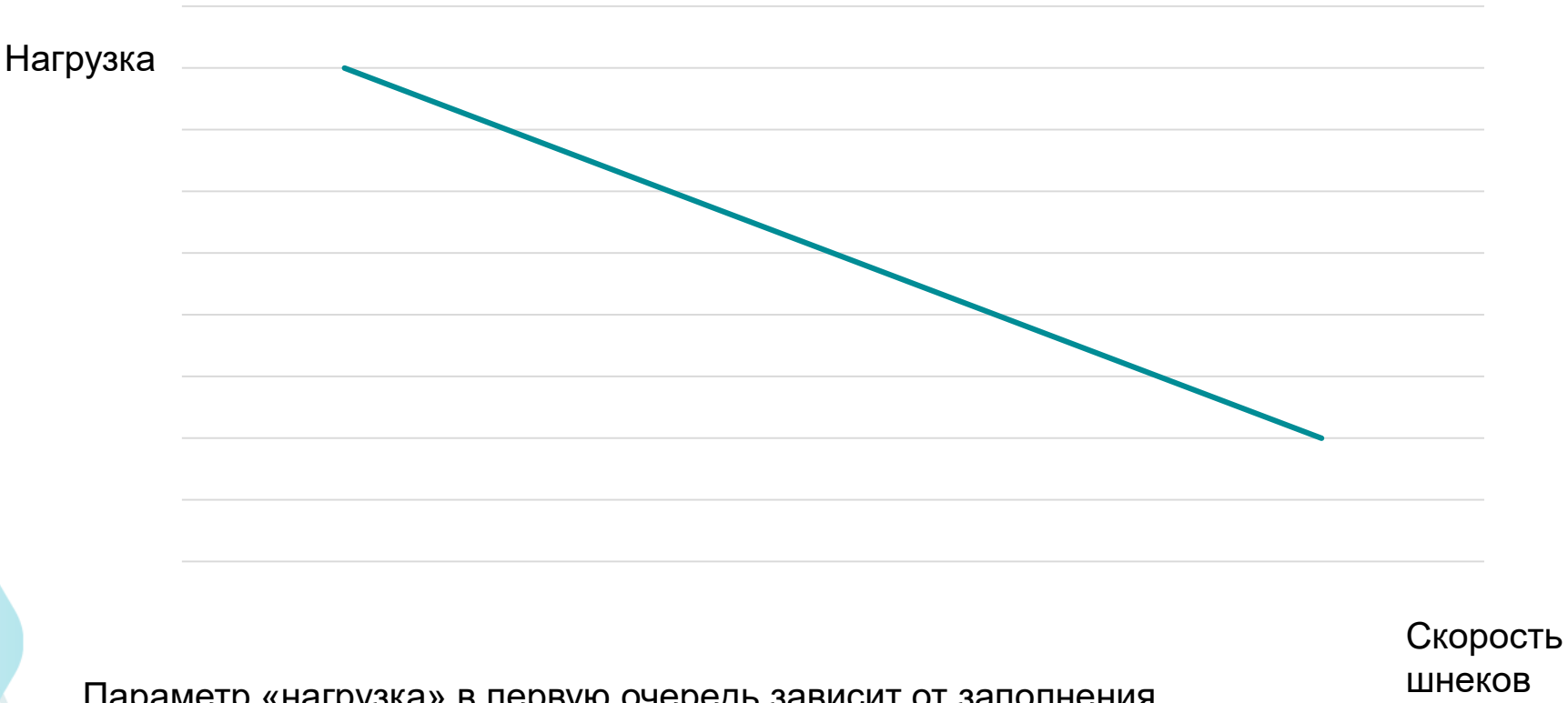
Зависимость ПТР от воздействия на полимер?



Нагрузка на двигатель

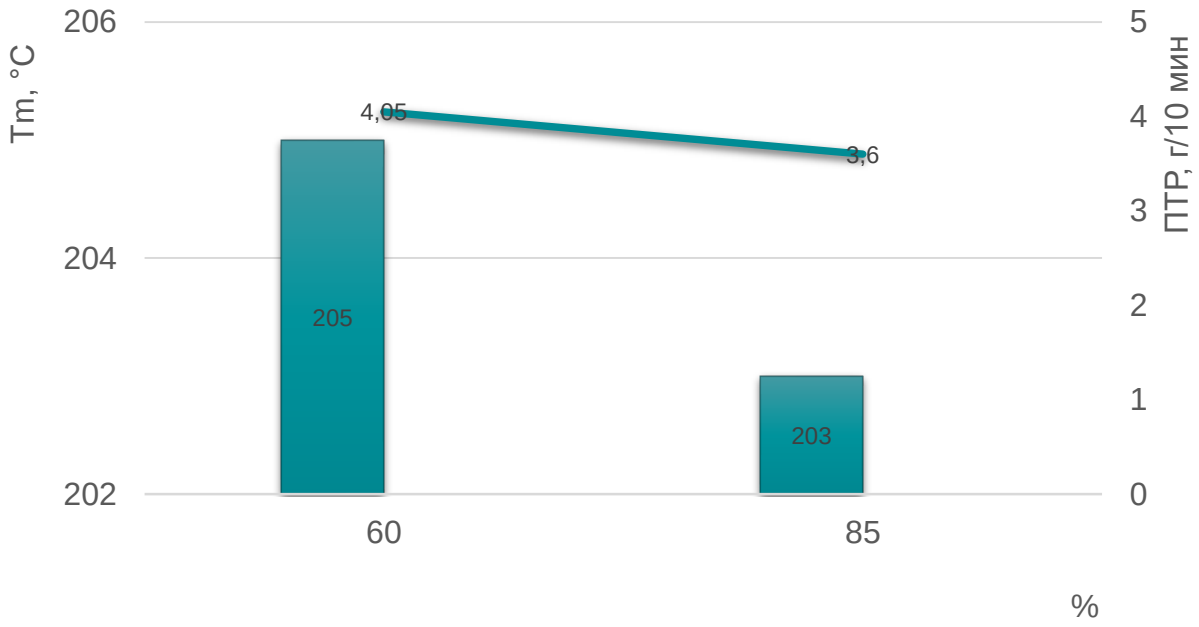
Что происходит с нагрузкой при увеличении скорости шнеков?

Что происходит с нагрузкой при увеличении скорости шнеков?



Параметр «нагрузка» в первую очередь зависит от заполнения шнеков

Влияние нагрузки на деструкцию полимера



ПП:
ПТР 3,0 г/10 мин (230С/2,16 кг)
Обороты = const

230	220	210	200	190	180	170	170	180	200

При росте нагрузки (заполнении цилиндра) снижается деструкция полимера

Максимальная и минимальная температура

Влияние температуры на производительность

Минимальная температура переработки ограничивает производительность, увеличивая вязкость полимера (рост давления расплава и сдвиговых усилий)

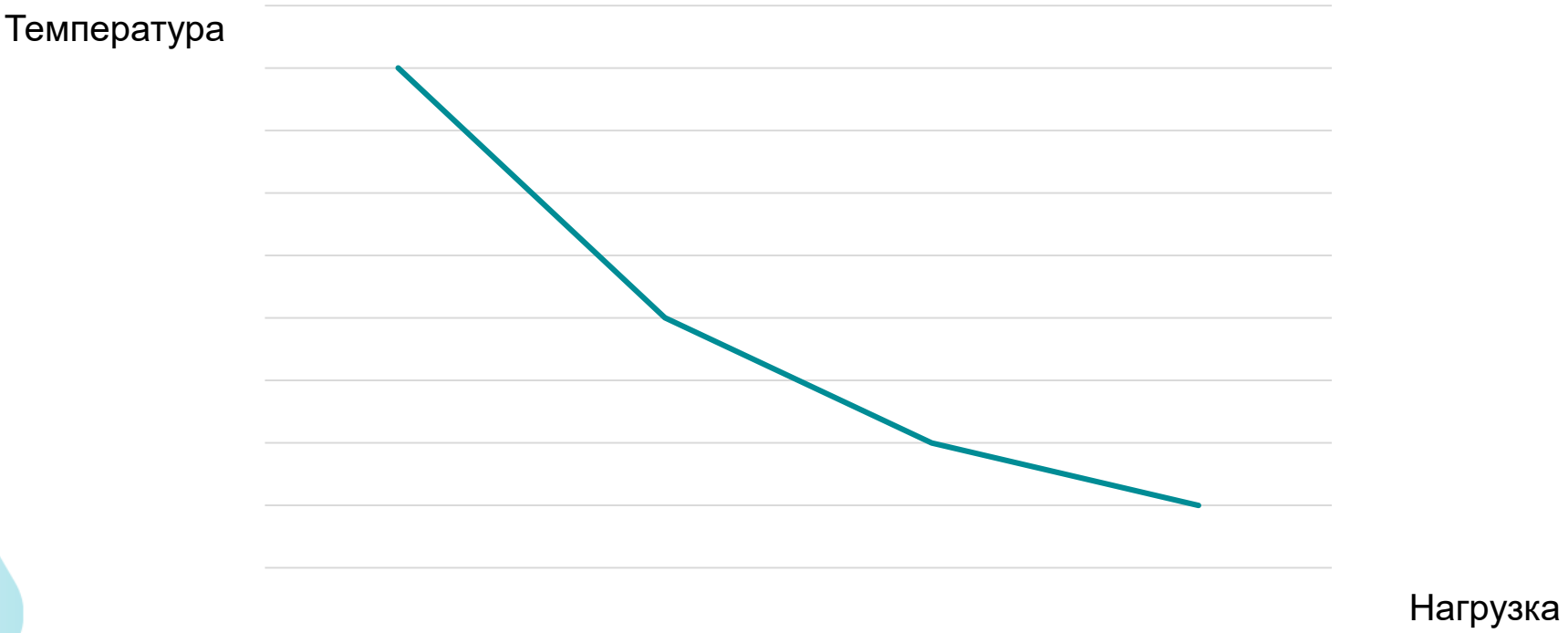
Влияние температуры на производительность

Минимальная температура переработки ограничивает производительность, увеличивая вязкость полимера (рост давления расплава и сдвиговых усилий)

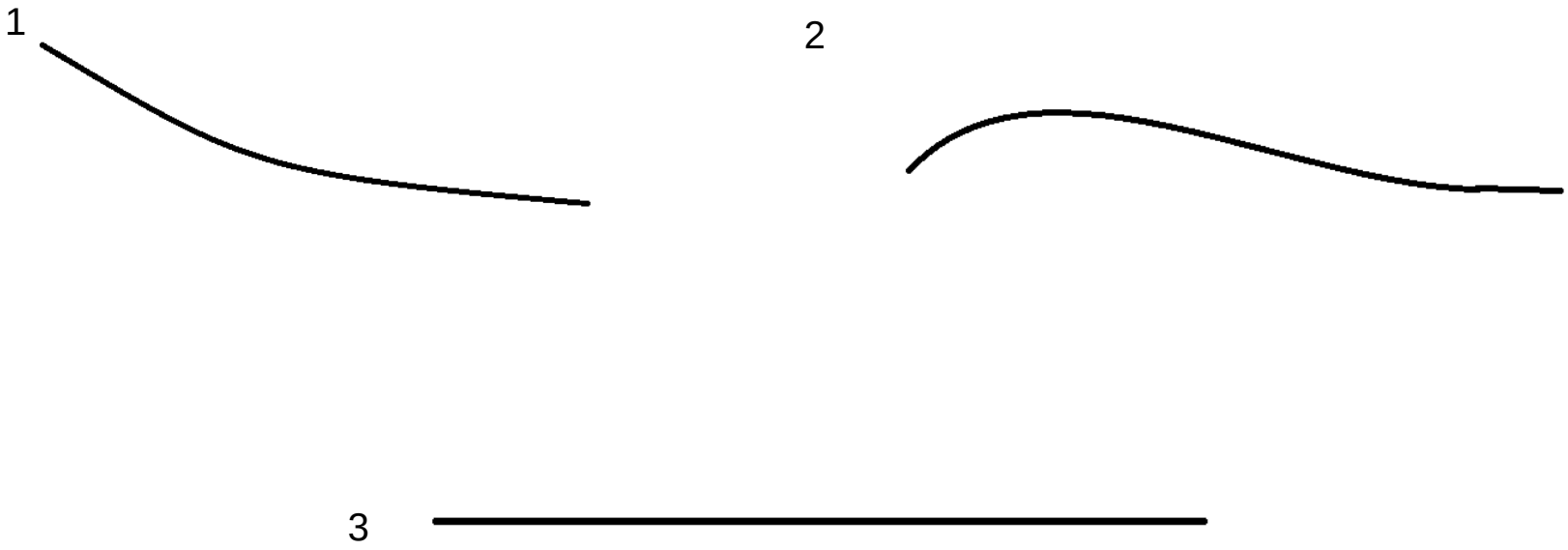
Максимальная температура переработки позволяет снизить вязкость полимера и увеличивать производительность, но увеличивает вклад термической деструкции материала

Как на температуру расплава влияет скорость шнеков и нагрузка на двигатель?

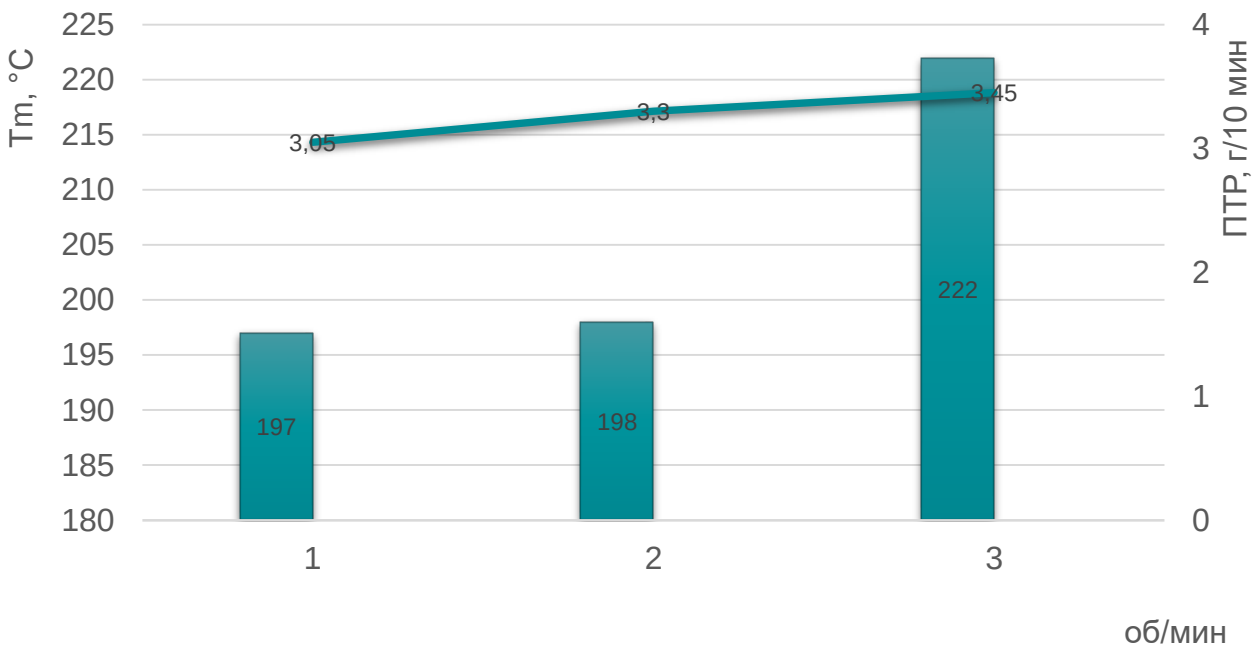
Как на температуру расплава влияет скорость шнеков и нагрузка на двигатель?



Какой температурный профиль позволит лучше сохранять ПТР?



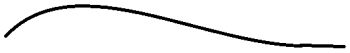
Какой температурный профиль позволит лучше сохранять ПТР



ПП:
ПТР 2,9 г/10 мин (230С/2,16 кг)
Обороты = const
Нагрузка = const

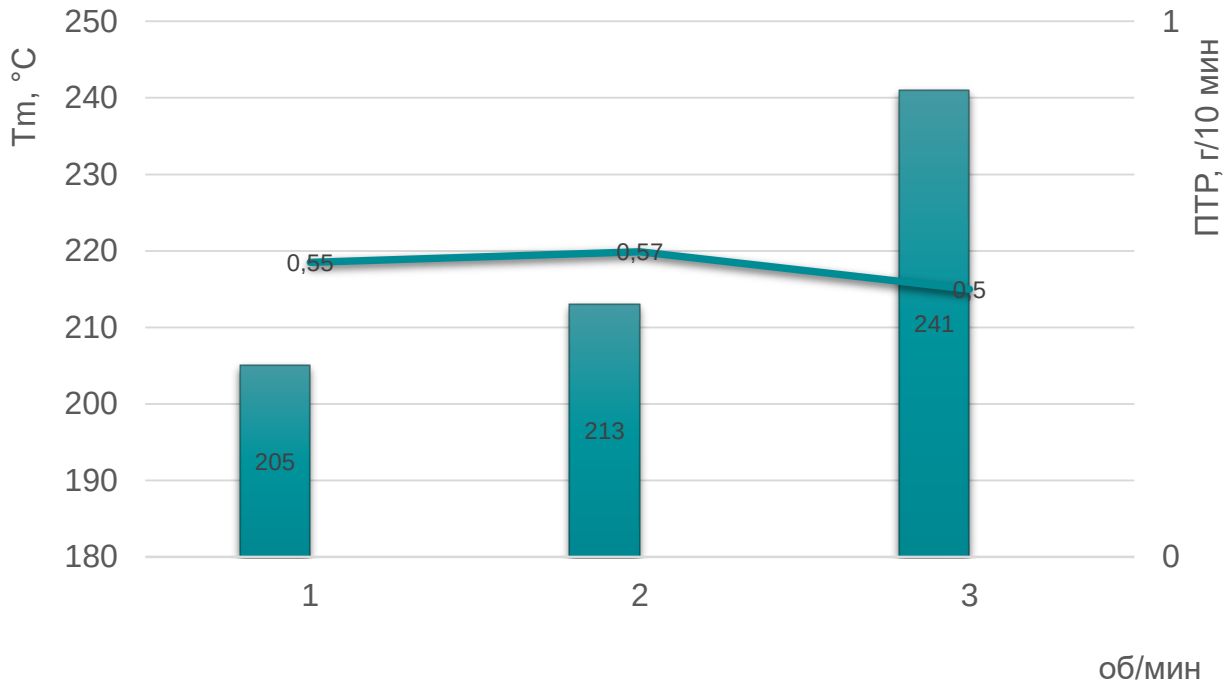
1

2



3

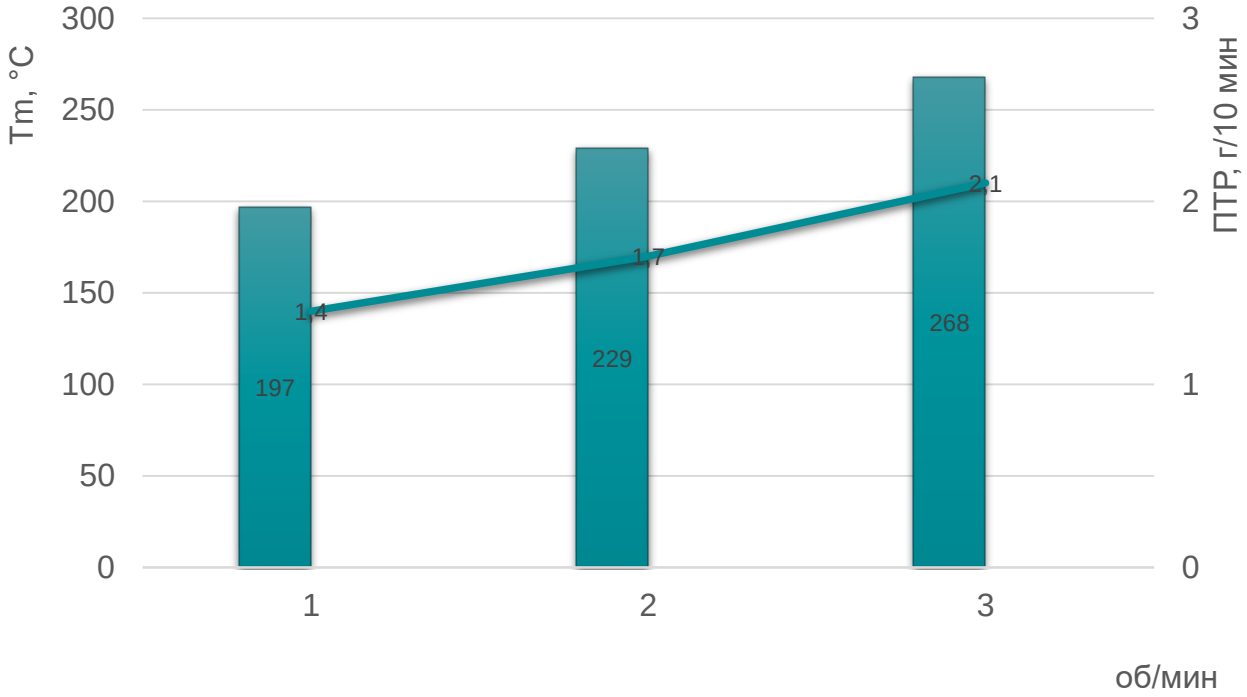
Влияние температуры на ПТР полипропилена



ПП:
ПТР 0,26 г/10 мин (230С/2,16 кг)
Нагрузка = const
Обороты шнеков = const
T1< T2 < T3

Рост температуры расплава приводит к увеличению ПТР полипропилена, но для высоковязких полимеров существенный вклад вносит снижение вязкости и сдвиговых напряжений при росте температуры

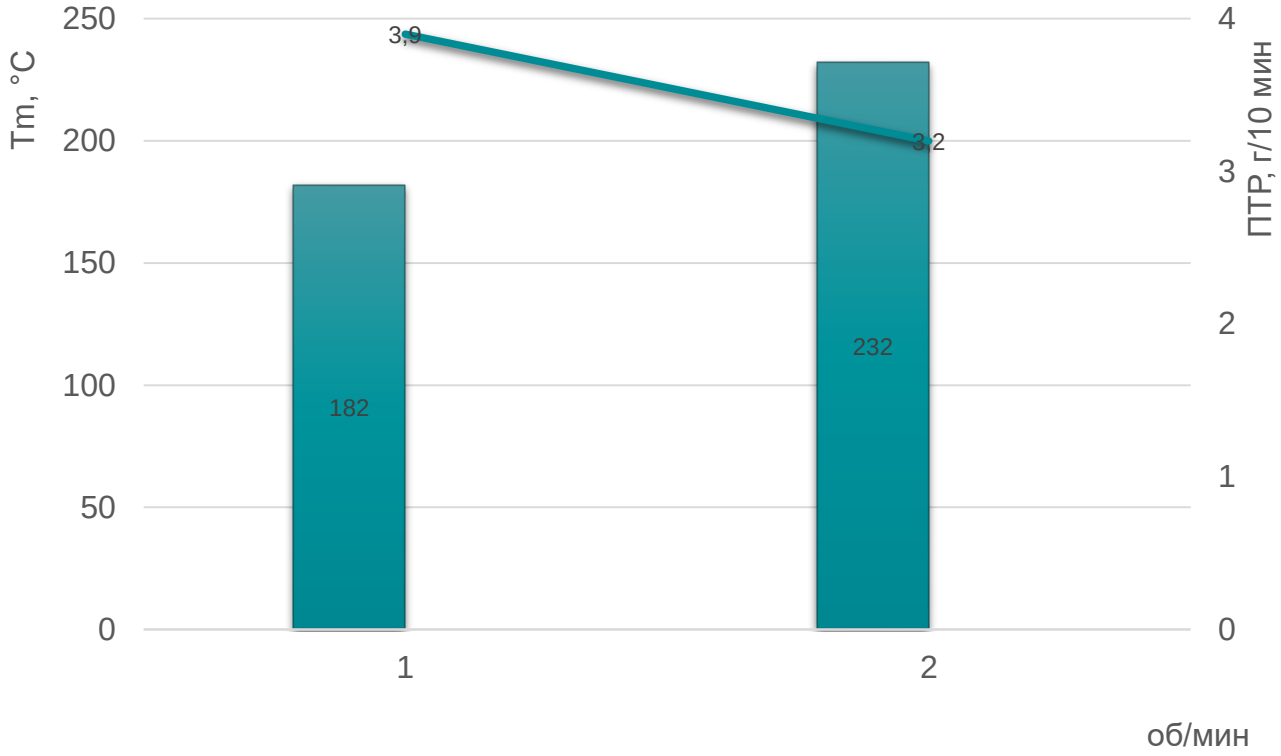
Влияние температуры на ПТР линейного полиэтилена



ЛПЭНП:
ПТР 2,0 г/10 мин (190С/2,16 кг)
Нагрузка = const
Обороты шнеков = const
T1< T2 < T3

Линейный полиэтилен рекомендуется перерабатывать при температуре расплава выше 250С.

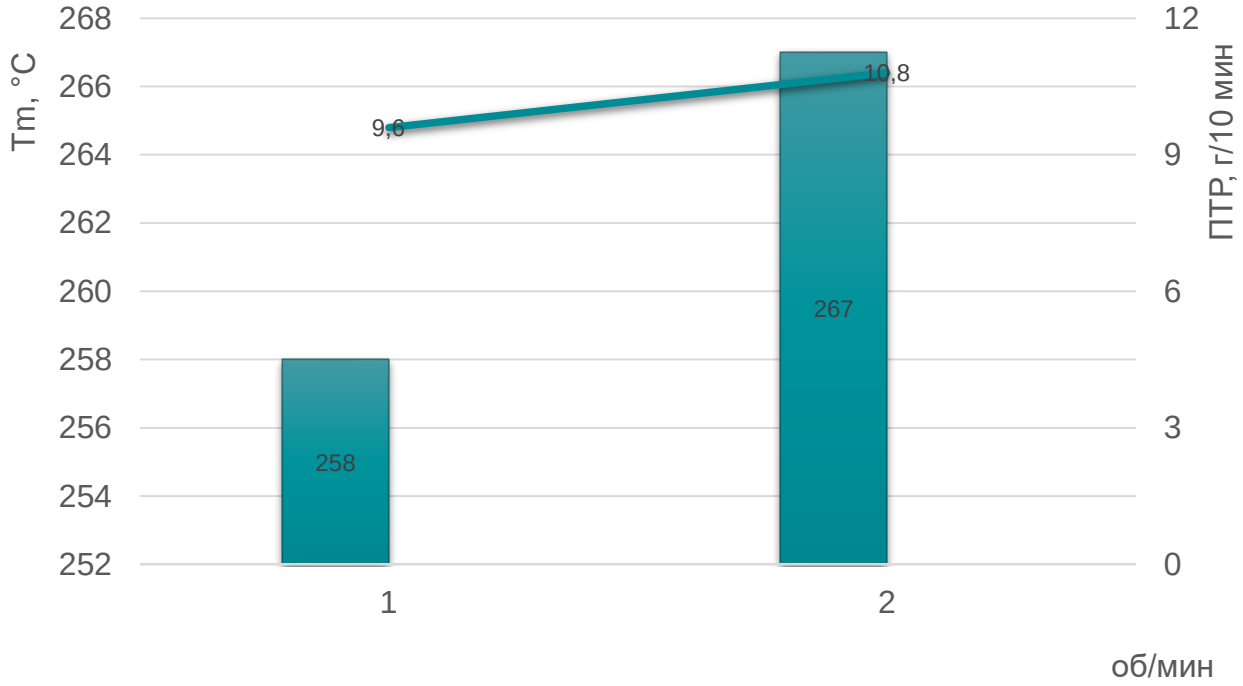
Влияние температуры на ПТР полиэтилена высокой плотности



ПЭВП:
ПТР 4,0 г/10 мин (190С/2,16 кг)
Нагрузка = const
Обороты шнеков = const
T1< T2

При переработке ПЭВП было отмечено увеличение вклада процесса сшивки полимера с ростом температуры.

Влияние температуры на ПТР хромового полиэтилена высокой плотности



ПЭВП:
ПТР 11,0 г/10 мин (190С/21,6 кг)
Нагрузка = const
Обороты шнеков = const
T1< T2

При переработке хромовых марок ПЭВП было отмечено снижение сшивки полимера с ростом температуры, но при этом возрастает разброс ПТР.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Подписывайтесь на новости СИБУР ПолиЛаб в соцсетях

sibur_polylab

SIBUR PolyLab

siburpolylab

СИБУР