Термопластичные эластомеры. Терминология, особенности поведения, формирование матрицы композиции. Первая встреча

МИНСК, ноябрь 2018 года

Гайдадин Алексей Николаевич,

Волгоградский государственный технический университет,

Lit@vstu.ru

Волгоградский государственных технический университет

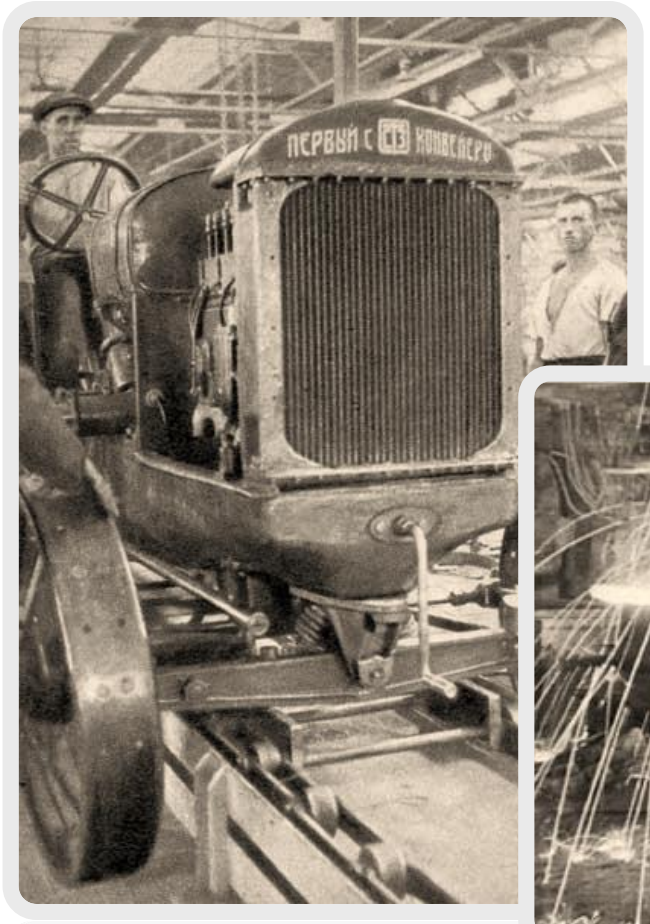
Опорный университет Волгоградской области

ПОСТАНОВЛЕНИЕ
Центрального исполнительного комитета и Совета Народных Комиссаров СССР
от 11 декабря 1929 года

«О создании Сталинградского тракторостроительного института в связи со строительством Сталинградского тракторного завода»

1930 год

- Пуск Сталинградского тракторного завода
- Открытие Сталинградского тракторостроительного института

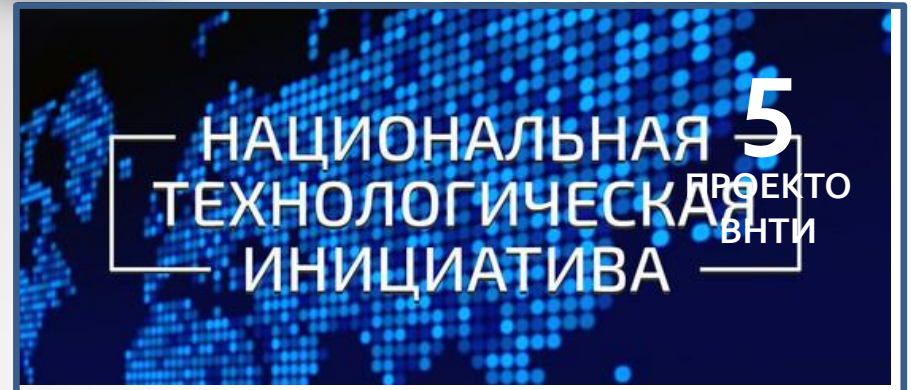


ВУЗ сегодня

© Oleg V. Dimitrov • volfoto.ru
vk.com/volfoto • instagram.com/volfoto • facebook.com/volfoto • ok.ru/volfoto

Общая численность студентов, обучающихся п программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, чел.	20345
Численность ППС в том числе докторов наук, профессоров кандидатов наук, доцентов	1290 197 771
Процент трудоустройства выпускников, %	80
Общий объем НИОКТР, выполненных собственными силами, млн. руб.	422
Общее количество публикаций организации в расчете на 100 НПР, ед.	Пуб. 6462 ---------- ППС
Количество охранных документов полученных , ед.	257
Доходы вуза из всех источников, млн. руб.	2216
Доходы вуза из внебюджетных источников, млн. руб.	923
Доходы образовательной организации из средств от приносящей доход деятельности в расчете на одного НПР , тыс. руб.	922,2
Отношение среднего заработка НПР к средней заработной плате по экономике региона, %	163

Центр пространства создания инноваций



Кадровое обеспечение промышленного роста

world skills Russia

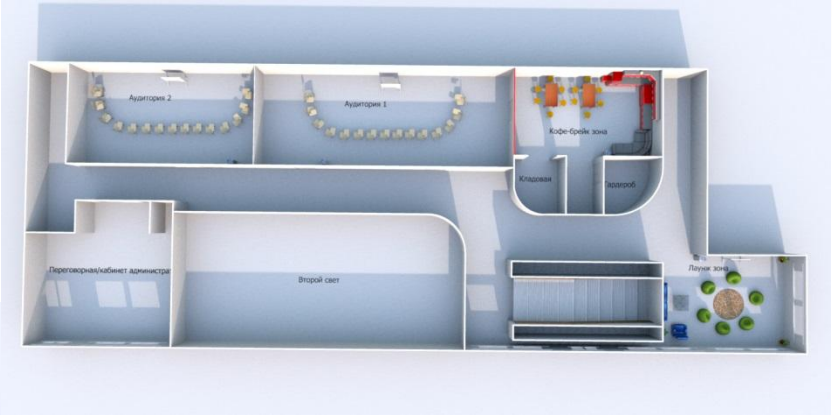
Формирование предпринимательской инициативы

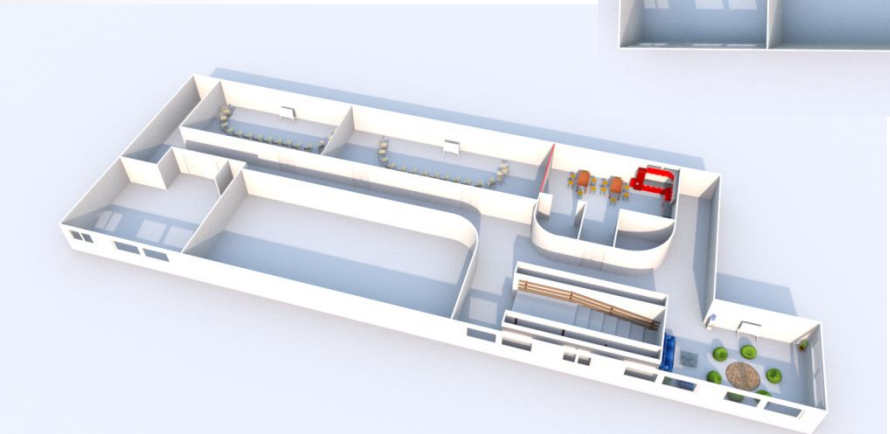
Новая модель образования

Коворкинг-центр «Точка кипения»

АГЕНТСТВО СТРАТЕГИЧ ИНИЦИАТИ

точка кипения





точка кипения

ТОЧКА КИПЕНИЯ – ЭТО МЕСТО,

ГДЕ ВСТРЕЧАЮТСЯ И РАЗВИВАЮТСЯ

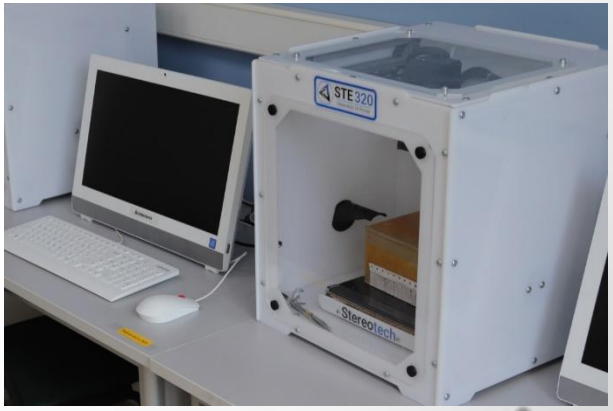
лидеры проектов

В СФЕРЕ
– ИННОВАЦИЙ
– БИЗНЕСА И ПРОМЫШЛЕННОСТИ
– СОЦИАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

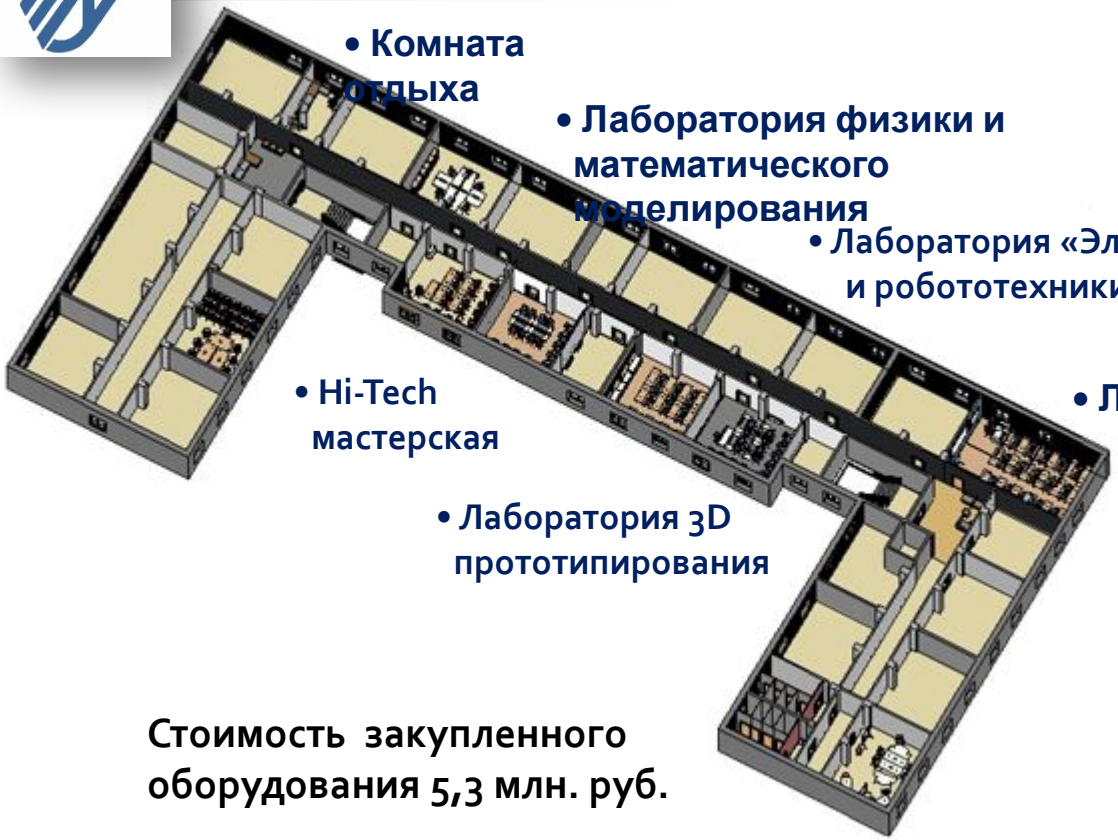
Интегрированная площадка

Общая площадка для реализации 3-х проектов - корпус ЛК, 4 этаж.

Стоимость закупленного оборудования 15,5 млн. руб.



Площадка детского творчества на базе ФДП



- Комната отдыха
- Лаборатория физики и математического моделирования
- Лаборатория «Электроники и робототехники
- Hi-Tech мастерская
- Лекторий
- Лаборатория 3D прототипирования

Стоимость закупленного оборудования 5,3 млн. руб.

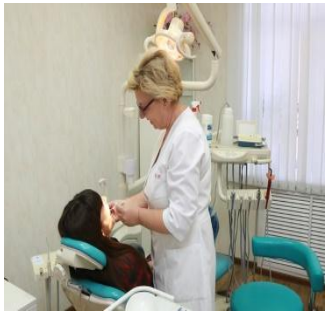
Инжиниринговый центр «Полимерные композиционные материалы и технологии»

Ключевая задача:
вывод на рынок новых полимерных композиционных материалов.

Специализация:
- создание полимерных материалов и композитов;
- разработка технологии получения новых типов полимерных изделий;
- проектирование и сопровождение технологических процессов производства изделий из полимерных композиционных материалов;
- экспертиза полимерных изделий и элементов конструкций;
- расчет и прогнозирование работоспособности сложных полимерных изделий;
- маркетинговые услуги.

Материальная база опорного университета - это:

30 учебных корпусов
8 общежитий
23 спортивно-оздоровительных объекта, в т.ч.:
- **1** санаторий-профилакторий
- **2** спортивно-оздоровительных лагеря
- **1** турбаза



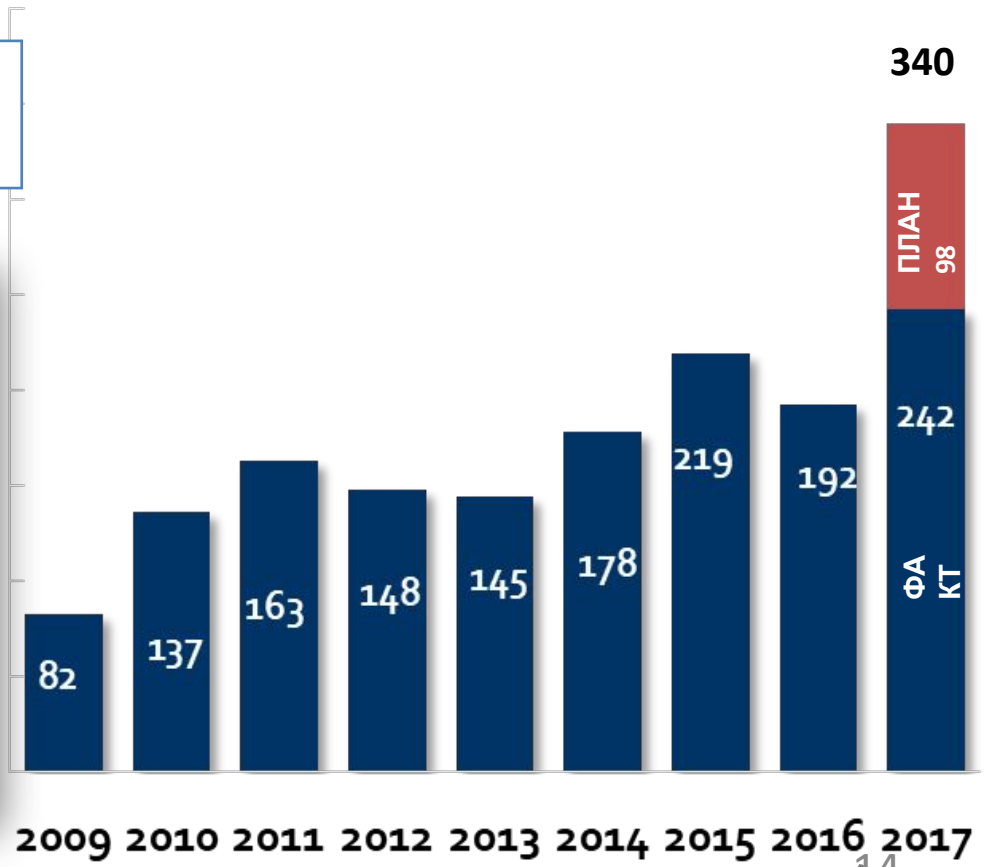
Всего:
156 объектов недвижимости площадью **289,2 тыс. м^2**
57 линейных объектов протяжённостью **18,1 тыс. м.**
35 земельных участков площадью **50,3 га**

Волжский научно-технический комплекс (филиал ВолгГТУ)

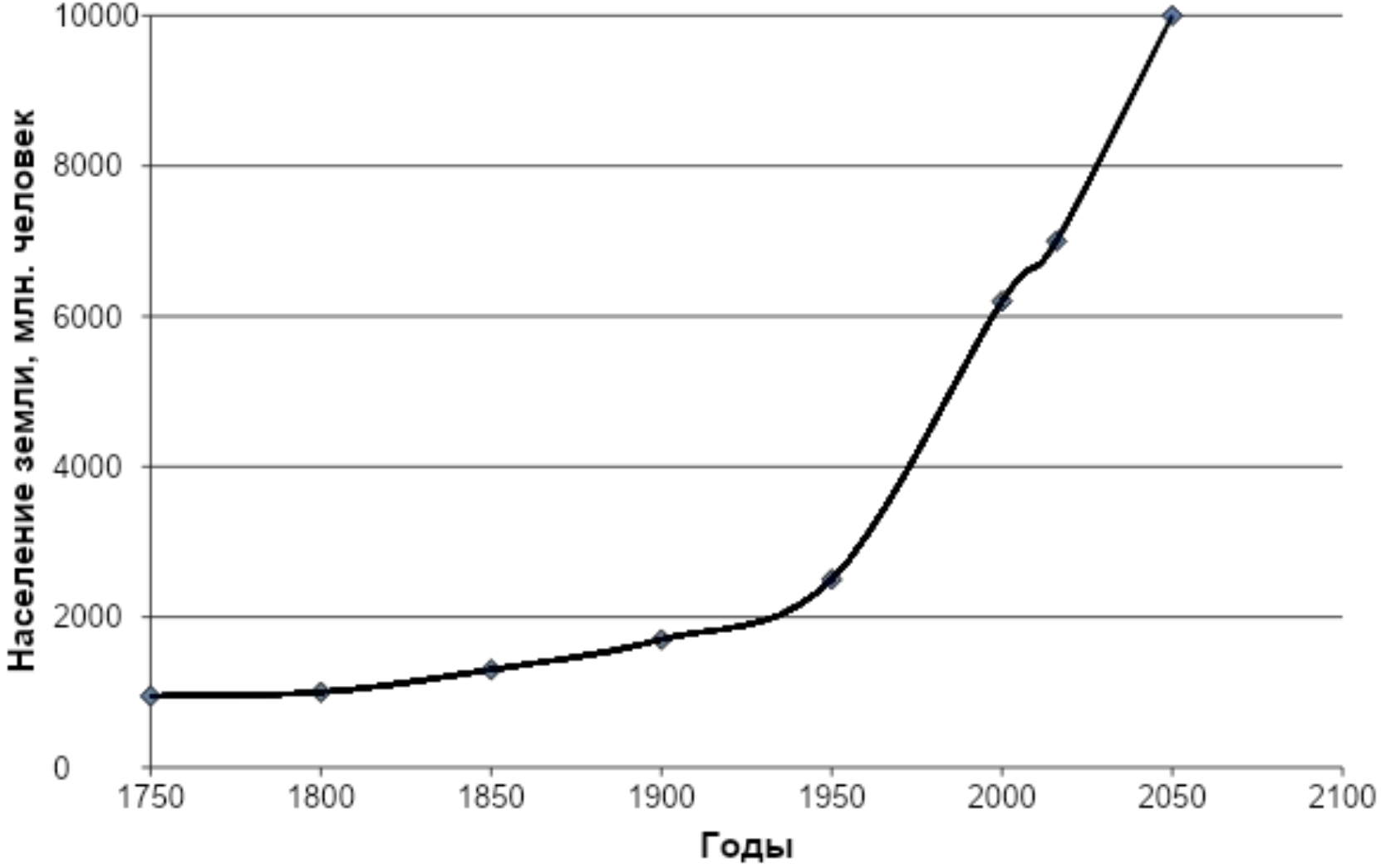
ВНТК - существующая производственная база с широкой номенклатурой
и ассортиментом продукции и высоким потенциалом для развития

Номенклатура продукции, ед.	7136

Объем выпуска наукоемкой продукции и субсидий, полученных от ВолгГТУ, млн. руб.



Рост населения Земли с 1750 года до наших дней и прогноз до 2050 года



Классификация полимеров по техническим и технологическим признакам

- Термопласты.

Прочные материалы и композиты. Способны к многократному плавлению и переработке.

- Реактопласты.

Прочные материалы и композиты. Пространственно сшитые и не склонные к переработке.

- Эластомеры.

Способные к эластичному восстановлению, пространственно сшитые и не склонные к переработке

- Термоэластопласты.

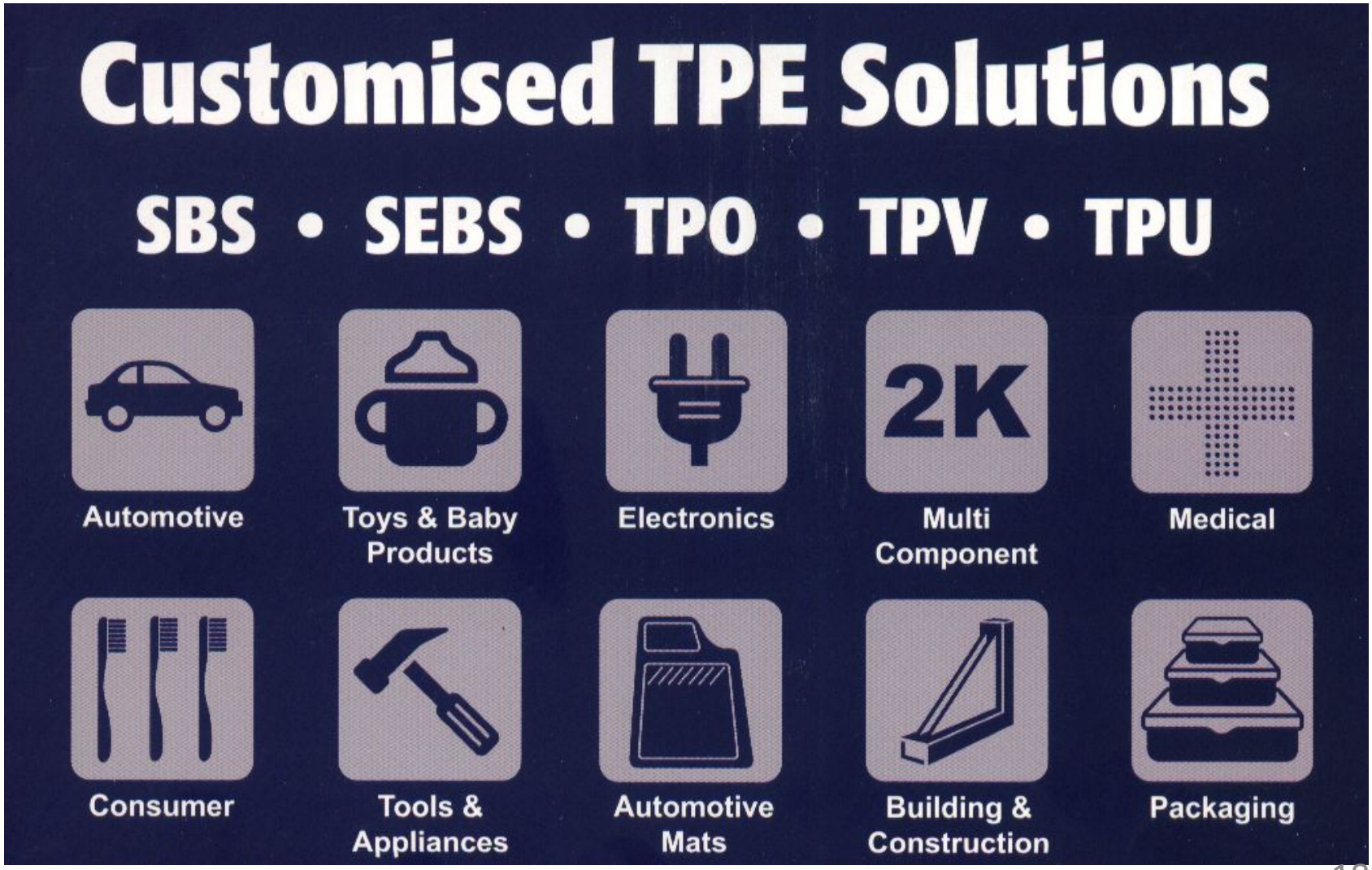
Способные к эластичному восстановлению и не

Применение в современном автомобиле

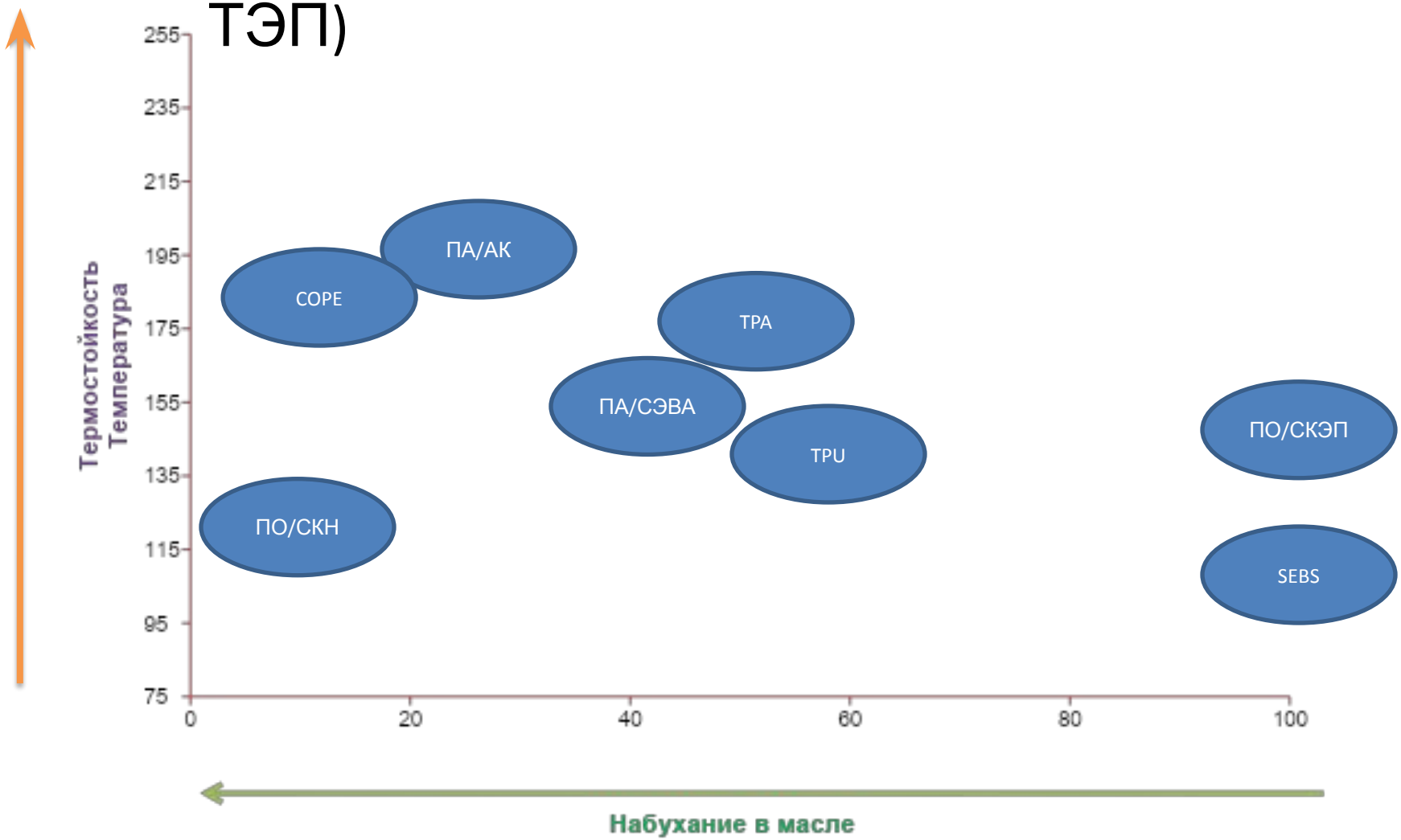
- рукава
- уплотнители
- кабельный жгут
- воздухозаборник
- уплотняющие профили
- поглащение вибрации и шума
- осевые манжеты
- сильфон
- подшипник, буфер, аммортизатор
- мембраны
- фасонные уплотнители
- крышки и колпаки

Возможность применения ТЭП в подкапотном пространстве и приводном механизме, шасси

Области применения ТЭП



Направления разработки перспективных ТЭП)



* Классификация представлена в соответствии с ASTM D 2000

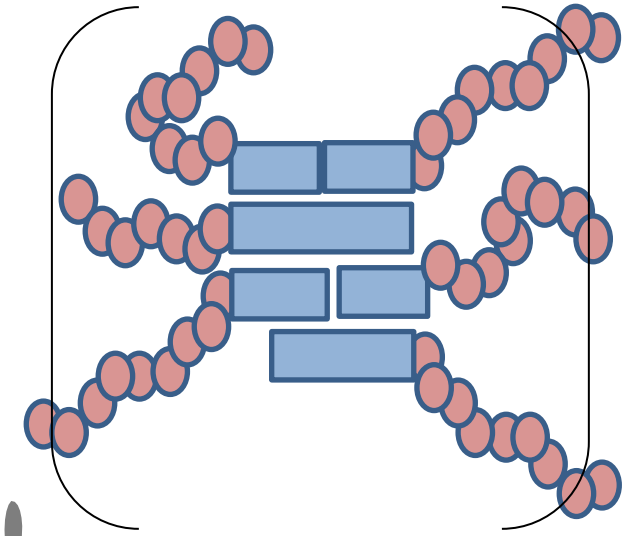
Производственные мощности и потребности в ТЭП

Вид ТЭП	Мощность производства	Производитель	Цена, тыс. руб./т
Компаунды на основе ПВХ, каучуков и пластификаторов	1,2 тыс.т/год	ОАО «Уральская химическая компания», г. Нижний Тагил	192,0
Динамические вулканизаты и смеси на основе полиолефинов	1 тыс. т/год	ЗАО «КВАРК» г. Казань	265,0-280,0
Композиции на основе полиолефинов, полиэфиров и ПВХ	2,5-3 тыс. т/год	ОК «Полипластик-Технопол», г. Москва	190,0 – 320,0
Динамические вулканизаты и смеси каучуков и пластиков на основе полиолефинов	2,0 тыс.т/год	ЗАО НПК «Полимер-Компаунд», г. Томск	250,0-261,0
Динамические вулканизаты и смеси каучуков и пластиков на основе полиолефинов	800 т/год	НПО «Композитные материалы», г. Зеленоград	256,0-318,0
Смесевые компаунды на основе ПП и каучуков	до 6 тыс. т/год	ООО «Хитон-пласт», г. Казань	236,0-270,0
Компаунды из полимеров и каучуков производства «Уфаоргсинтез»	1,8 тыс. т/год	Научно-производственная фирма «Химреактив», г. Уфа	238,0-267,0
Всего	15,8 тыс. т/год	Дефицит по России около 50 тыс. тонн	

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ЭЛАСТОМЕРАХ

Термопластичные эластомеры

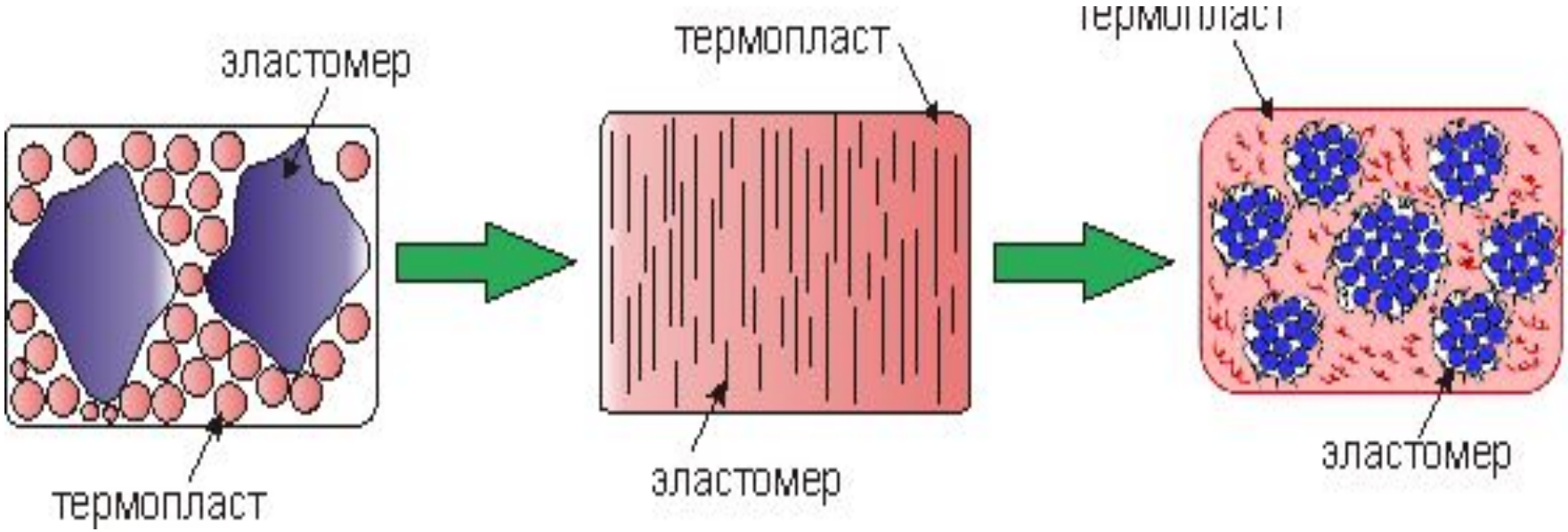
- Получаются в результате реакционного смешения термопласта и эластомера в условиях повышенной температуры и высоких сдвиговых нагрузок;
- Разные фазы не связаны ковалентно друг с другом;
- Синтез не требует сложного аппаратного оформления и жесткого контроля условий проведения процесса;
- Совмещают высокие эластические свойства с возможностью переработки в расплаве;
- Экономичны и экологичны.



Термоэластопласты

- Получаются в результате блочной сополимеризации с получением эластомерных и термопластичных фрагментов;
- Блоки, относящиеся к разным фазам, связаны между собой ковалентно;
- Химический синтез требует сложного аппаратного оформления и жесткого контроля условий проведения процесса;
- Совмещают высокие эластические свойства с возможностью переработки в расплаве;
- Экономичны и экологичны.

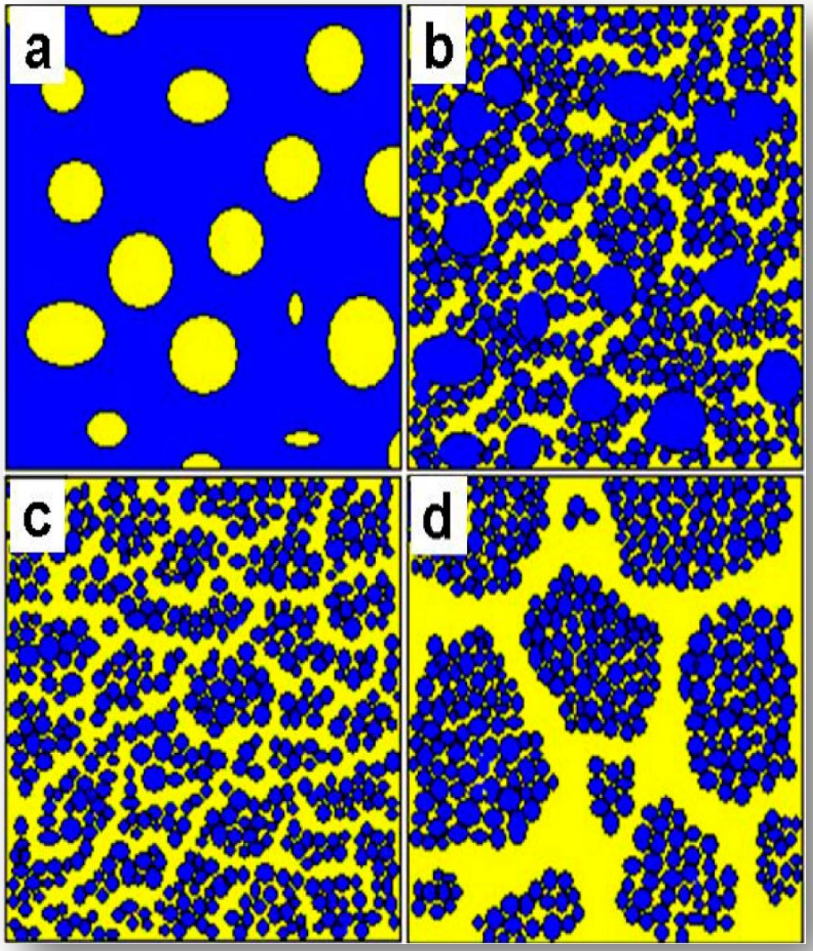
Особенности формирования структуры ДТЭП



Модель формирование структуры ДТЭП*

•J.G. Drobny Handbook of Thermoplastic Elastomers.- NY.-: Plastics Desinn Library.- 2007.- p. 425
*Zhu Y., Zhang X// J. Appl. Polym. Sci. 2012. Vol. 125

Смеси полимеров и термопластичные эластомеры



Изменение структуры композиции в процессе смешения эластомера с плавящимся термопластом:

a) Термопласт не расплавлен и диспергирован в каучуке;

b) Каучук начинает диспергироваться в расплаве термопласта;

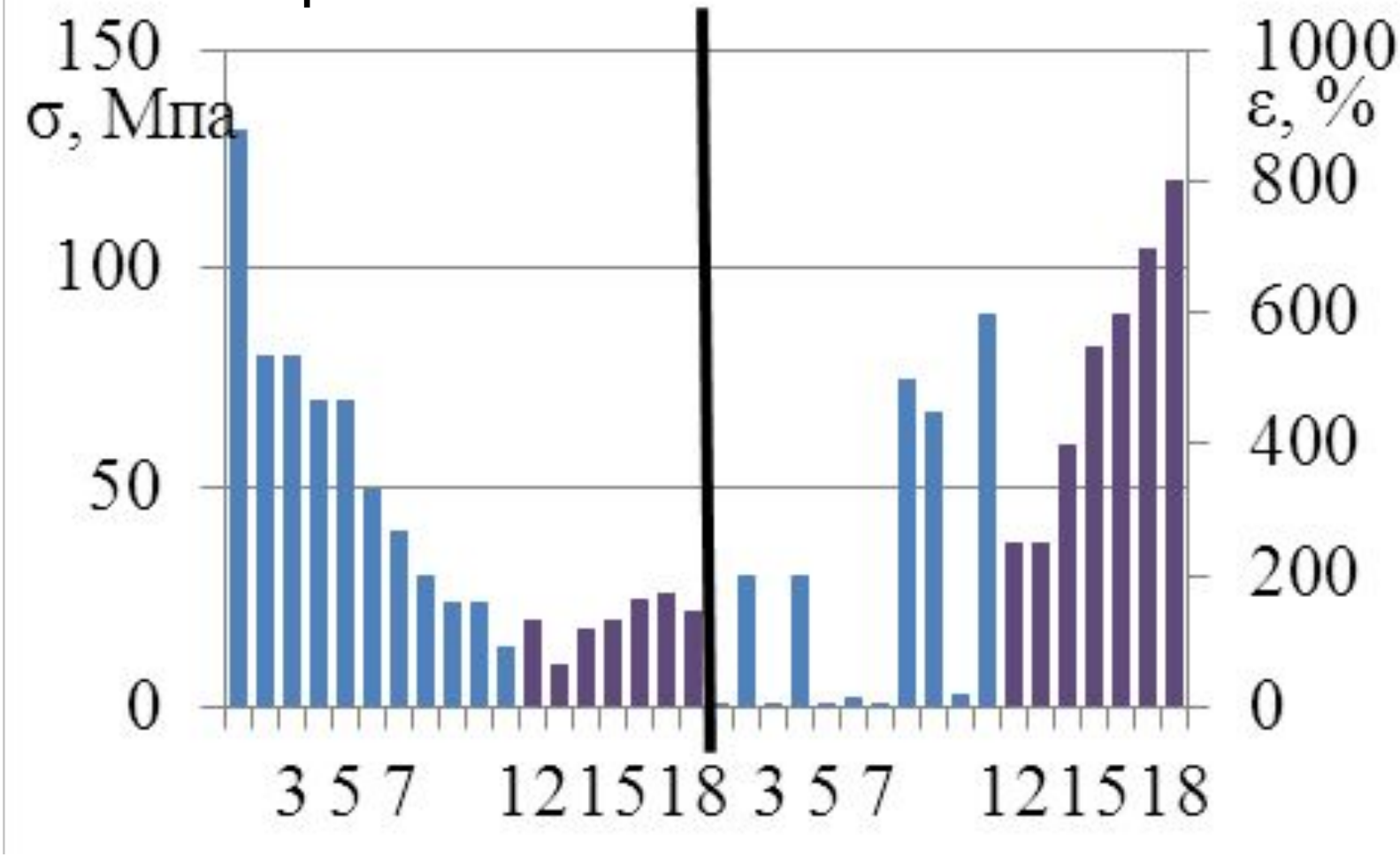
c) Каучук диспергирован в расплаве термопласта;

d) Кристаллизуясь, термопласт образует непрерывную жесткую матрицу, агломераты эластомерной фазы диспергированы в матрице термопласта.

Характеристики термопластов и вулканизатов

№ п.п.	Марки материала	Название свойства	
		σ, МПа	ε, %
Термопласты и композиции на их основе [1]			
1	полиамид стеклонаполненный (ПАс)	132,0	2,0
2	полиамид 11 (ПА11)	80,0	200,0
3	полиамид наполненный (ПАН)	80,0	2,0
4	полиамид 6 (ПА6)	70,0	200,0
5	полиметилметакрилат (ПММА)	70,0	3,0
6	винипласты, (ПВХ)	50,0	15,0
7	полистирол (ПС)	40,0	2,0
8	полипропилен изотактический (ПП)	30,0	500,0
9	полиэтилен низкого давления (ПЭНД)	24,0	450,0
10	полистирол ударопрочный (ПСУ)	24,0	20,0
11	полиэтилена высокого давления (ПЭВД)	14,0	600,0
Эластомерные композиции на основе [2]			
12	натурального каучука (НК)	22,0	800,0
13	изопренового каучука (СКИ)	26,0	700,0
14	бутадиенстирольного каучука (СКМС)	25,0	600,0
15	дивинилового каучука (СКД)	20,0	550,0
16	нитрильного каучука (СКН)	18,0	400,0
17	этиленпропиленового каучука (СКЭПТ)	20,0	250,0
18	фторкаучука (СКФ)	10,0	250,0

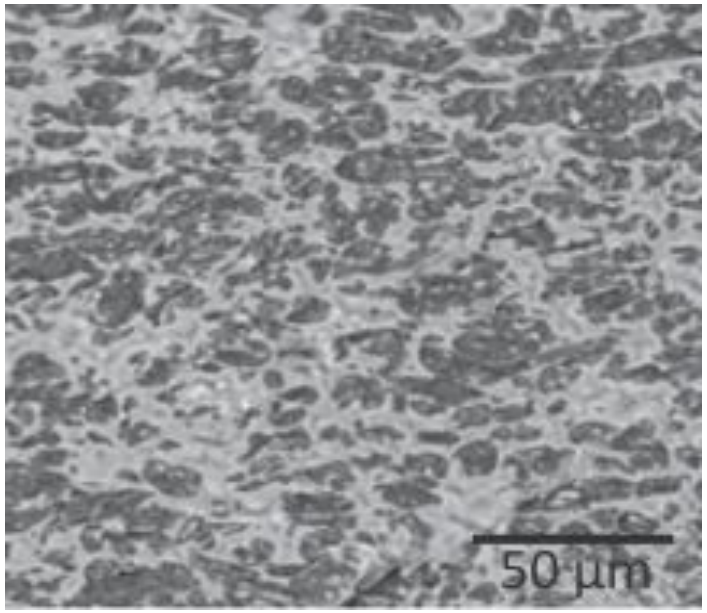
«Зеркало» свойств термопластов и эластомеров

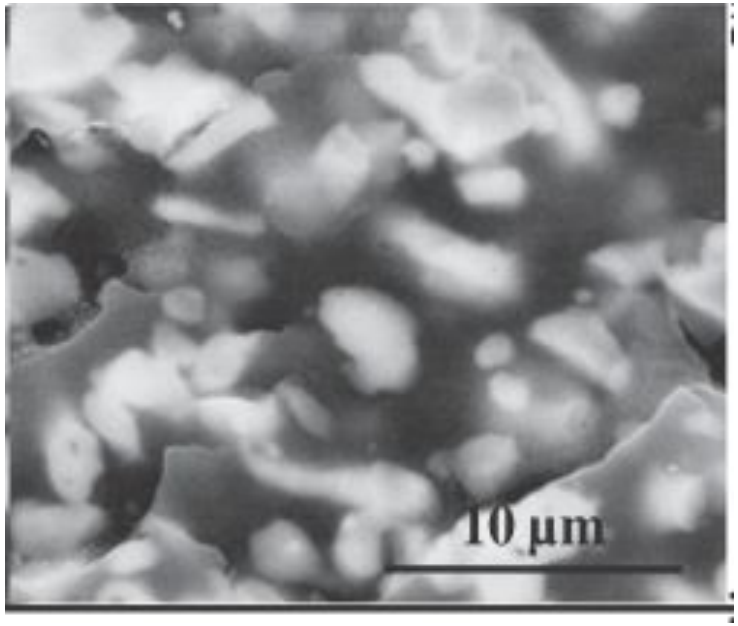


Композиция ПЭВД/ХСПЭ	Условная прочность, МПа	Относительное удлинение, %	Остаточное удлинение, %
100/0	13,6	140	70
80/20	20,3	190	70
70/30	20,7	170	60
60/40	17,5	170	60

Структура термопластичного эластомера

Композиция, в которой один полимер распределен в другом в виде изолированной фазы.



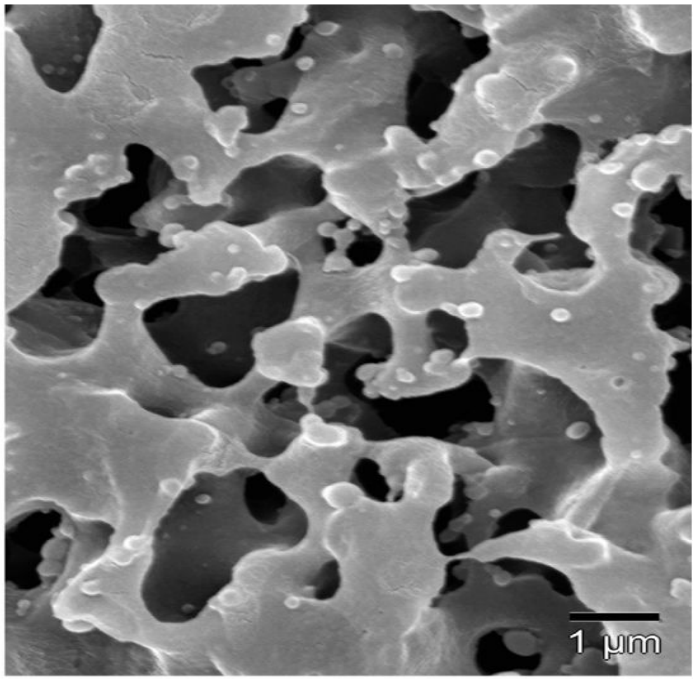


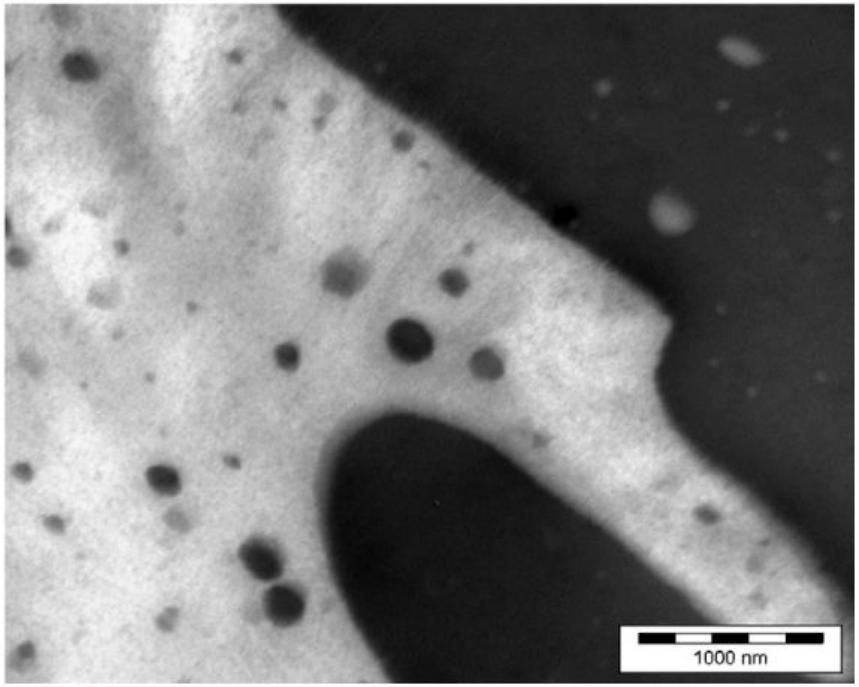
C.F. Antunes, C. F. Morphology development and phase inversion during dynamic vulcanisation of EPDM/PP blends / C.F. Antunes, A.V. Machado, M. van Duin // Eur Polym J (2011), doi:10.1016/j.eurpolymj.2011.04.005

Вольфсон С.И. Динамически вулканизованные термоэластопласты : получение, переработка, свойства / С.И. Вольфсон ; [отв. ред. Р.Я. Дебердеев]. — М. : Наука, 2004. — 173 с

Структура термопластичного эластомера (вариант 2)

Композиция с структурой «сетка в сетке».



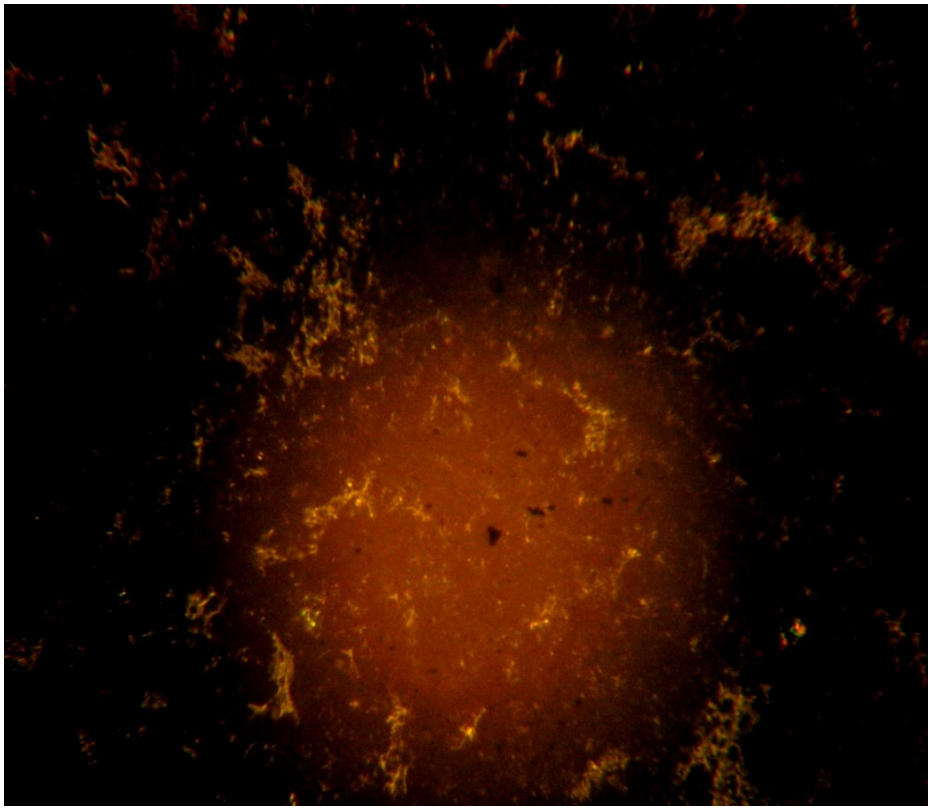


Martin, G. Co-continuous morphology and stress relaxation behaviour of unfilled and silica filled PP/EPDM blends / G. Martin, C. Barres, P. Sonntag, N. Garois, P. Cassagnau // Materials Chemistry and Physics 113 (2009) 889–898, doi:10.1016/j.matchemphys.2008.08.069

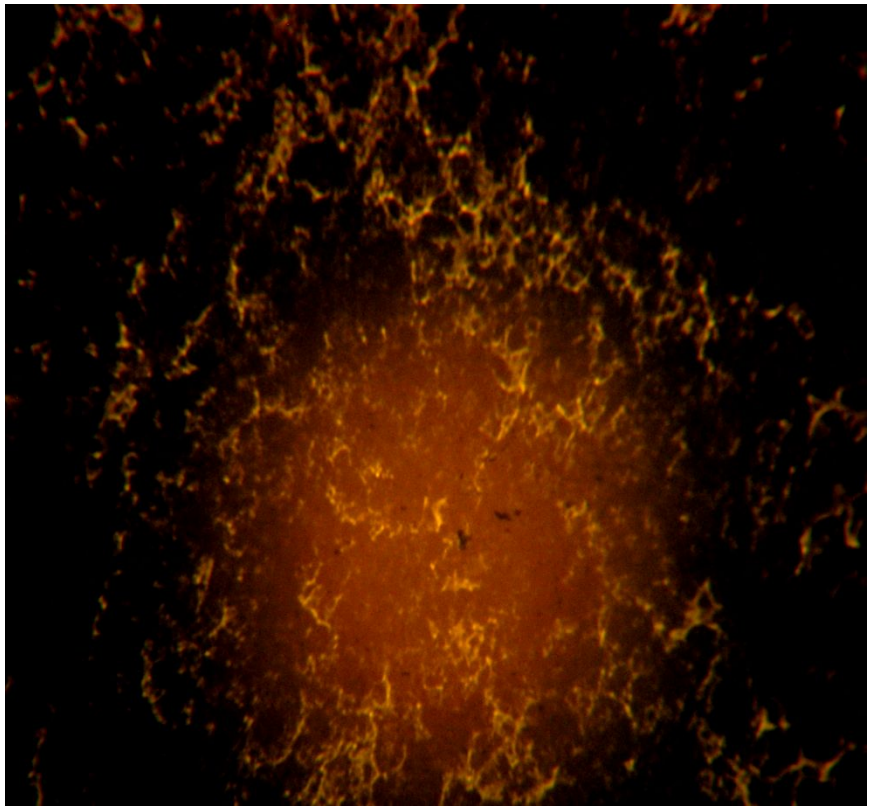
Кулезнев, В.Н. Смеси и сплавы полимеров (конспект лекций). – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. -216с.

Микрофотографии термопластичных эластомеров

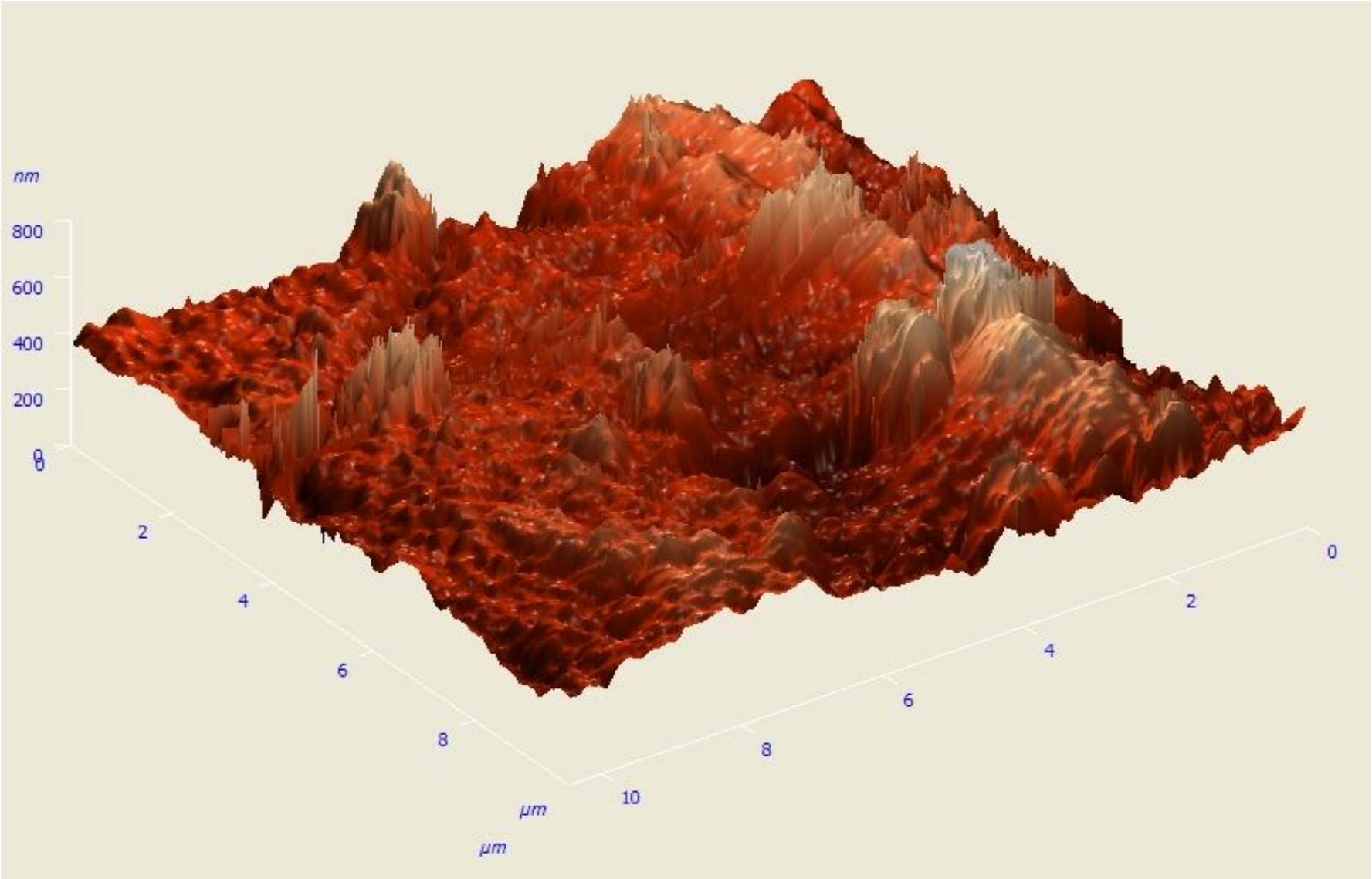
Бинарная смесь ПЭ-СКЭПТ
(соотношение 20-80)



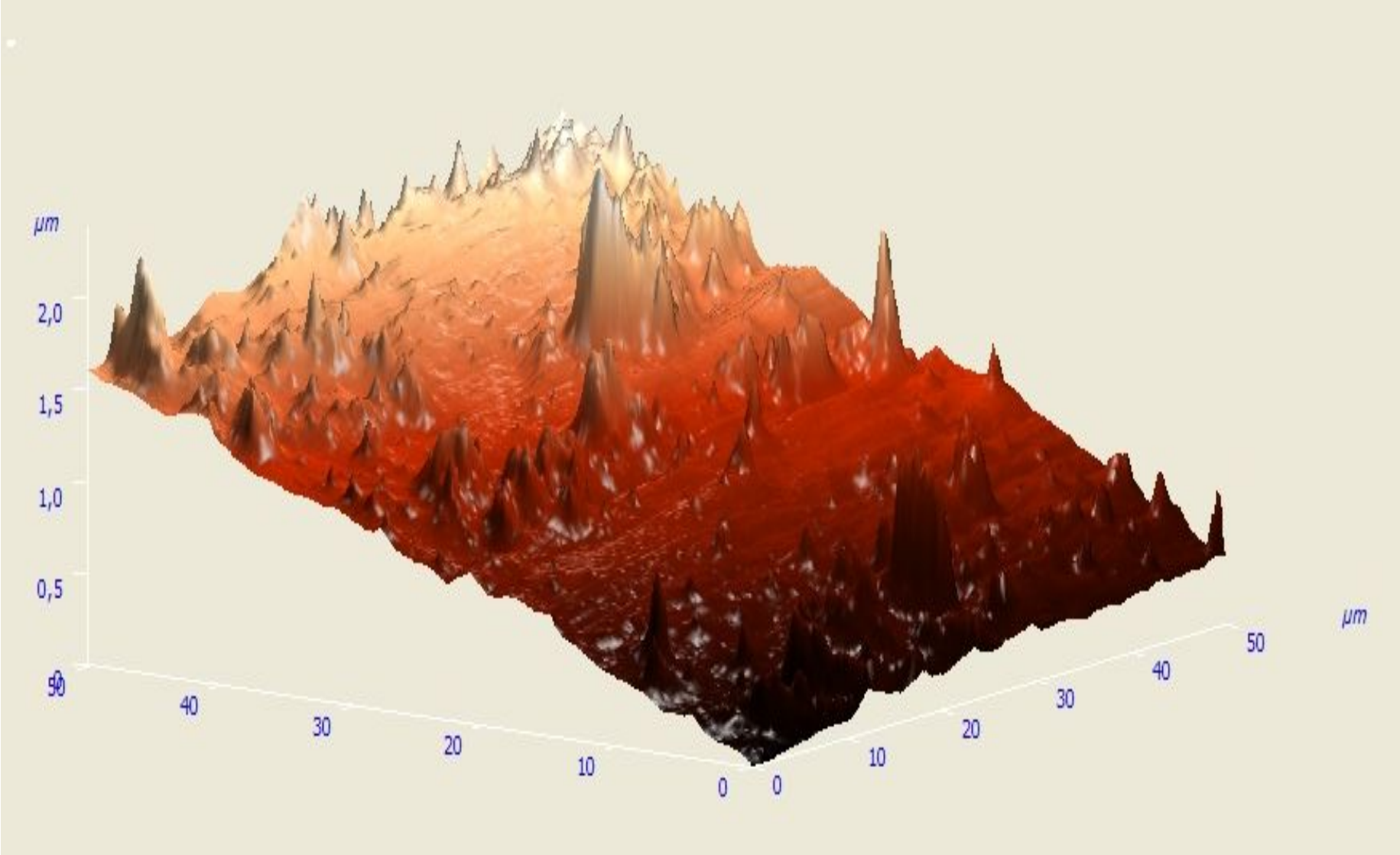
Бинарная смесь ПЭ-СКЭПТ
(соотношение 60-40)



Композиция ПЭ-СКЭПТ (соотношение 20-80)

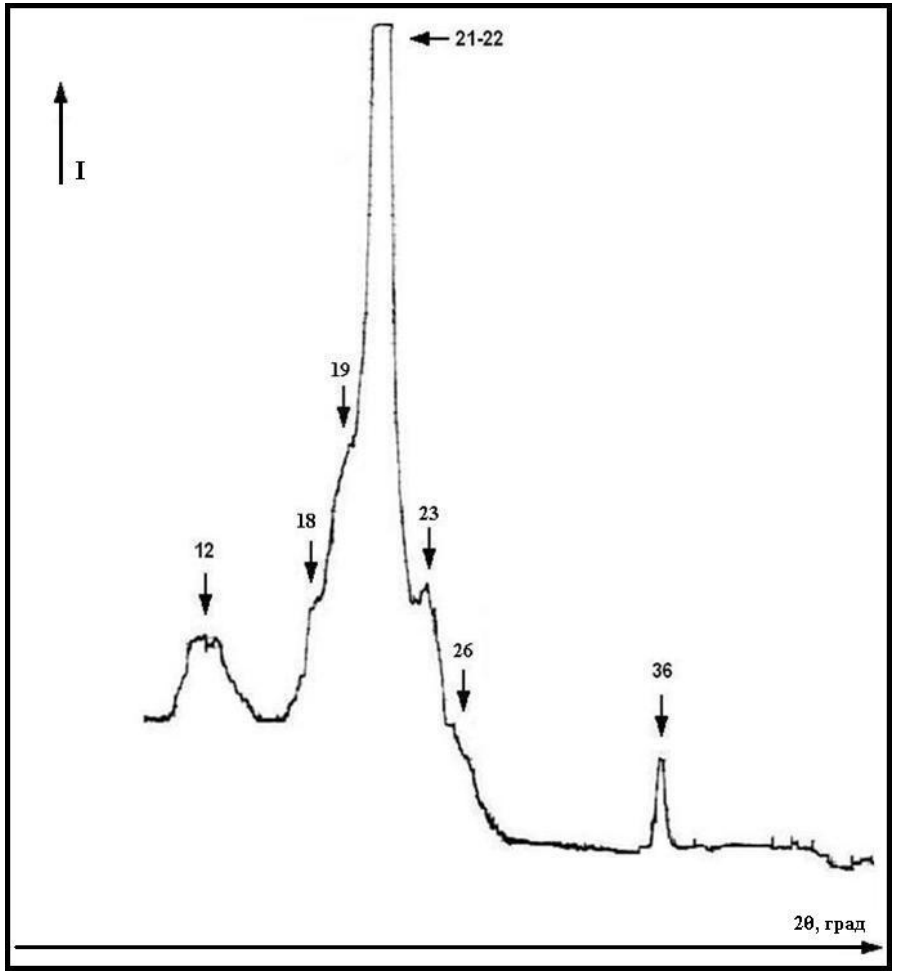


Композиция ПЭ-СКЭПТ (соотношение 80-20)

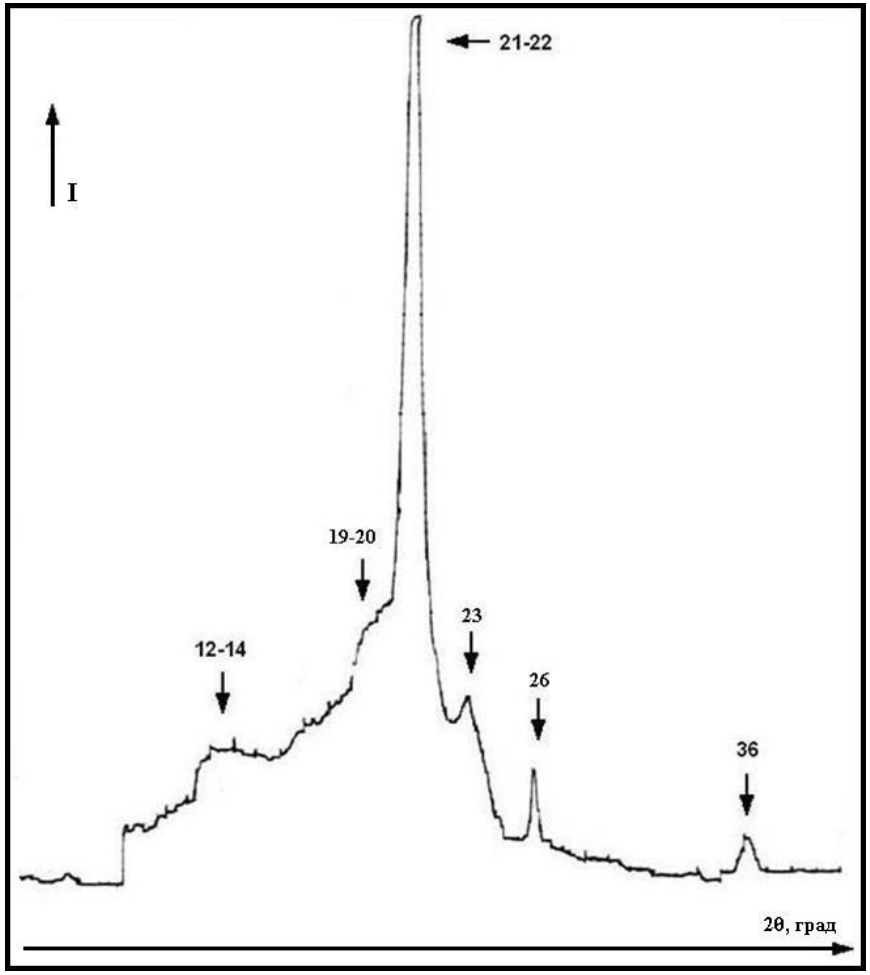


Рентгенограммы термопластичных эластомеров

ПЭ

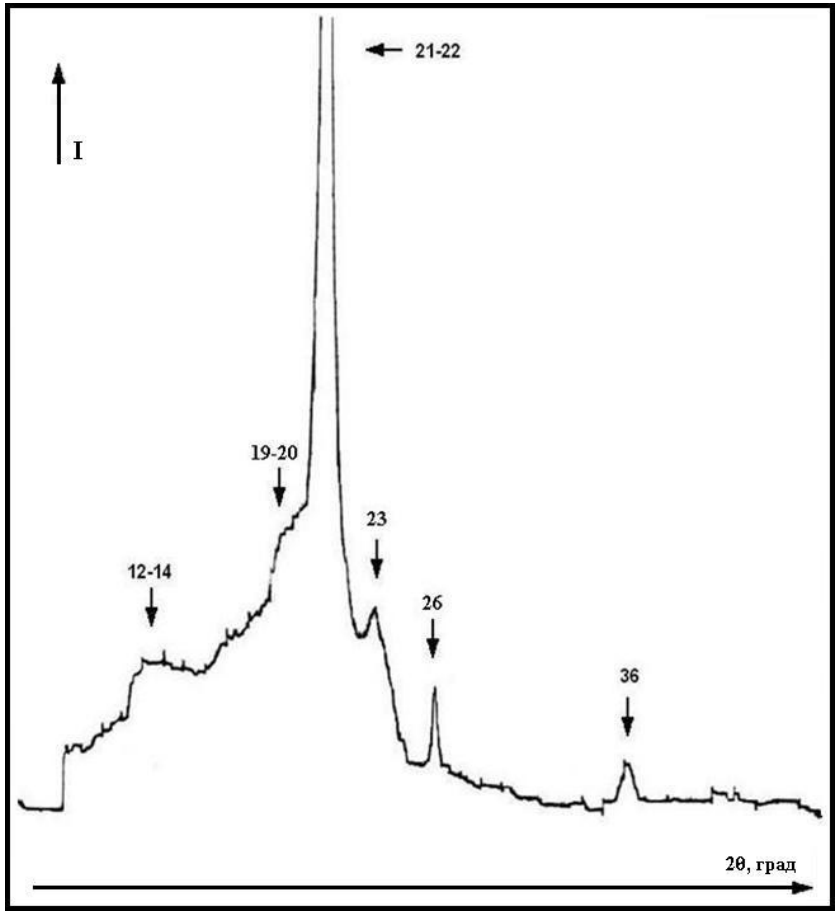


ПЭ-СКЭПТ (соотношение 50-50)

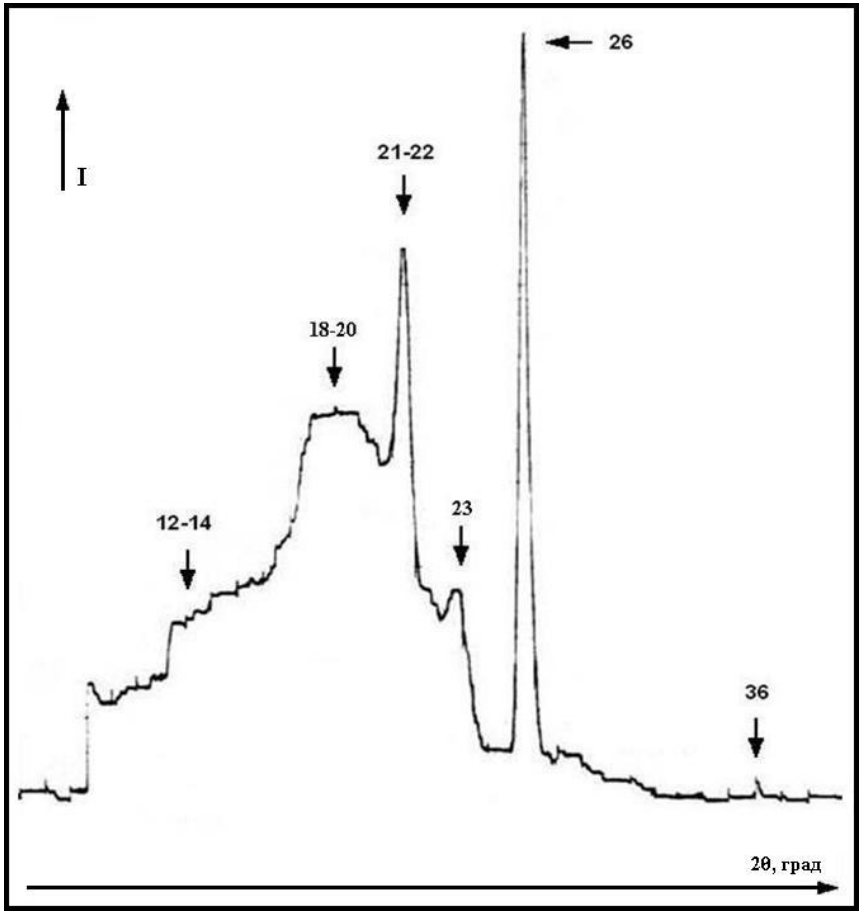


Рентгенограммы термопластичных эластомеров

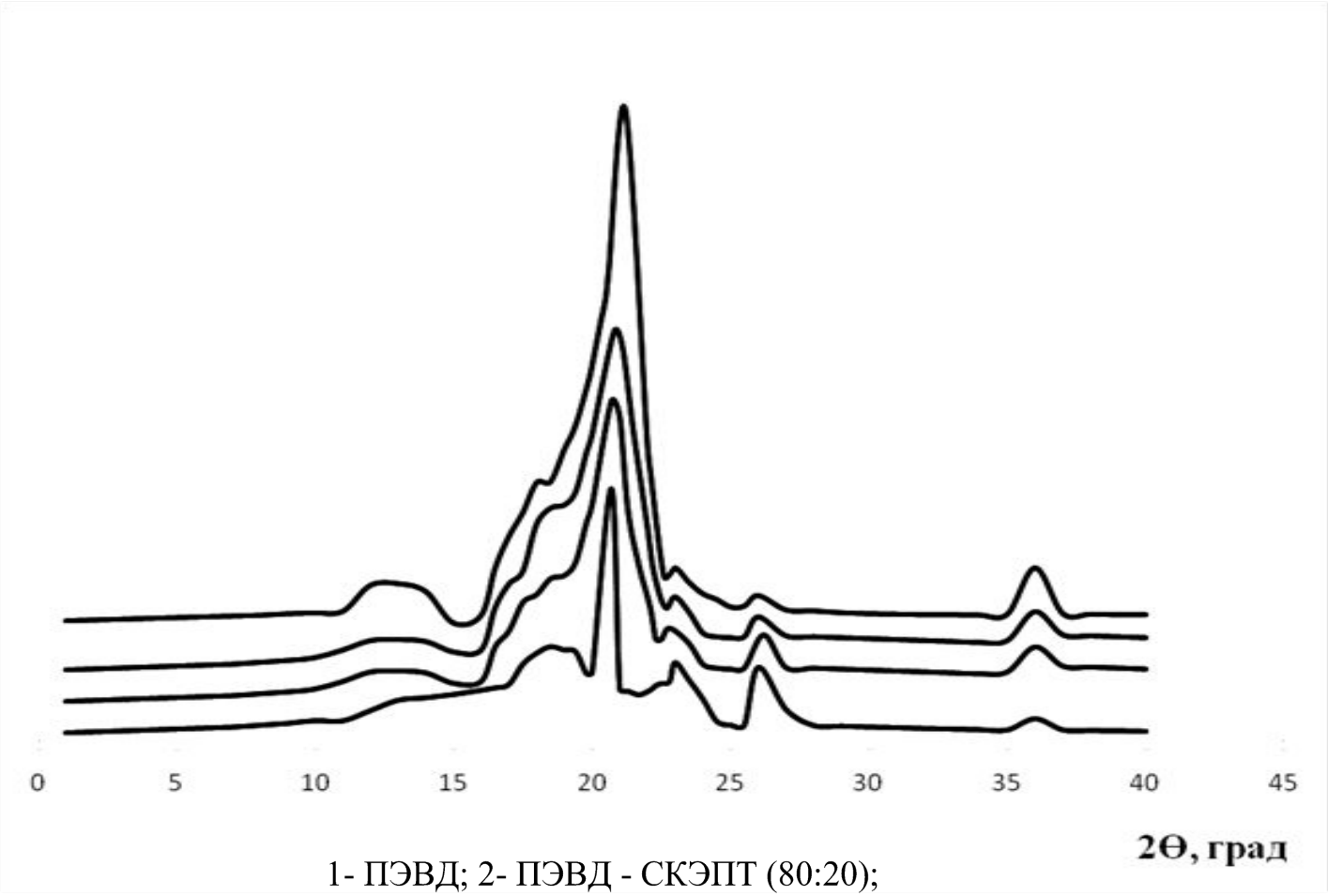
ПЭ-СКЭПТ (соотношение 80-20)



ПЭ-СКЭПТ (соотношение 20-80)



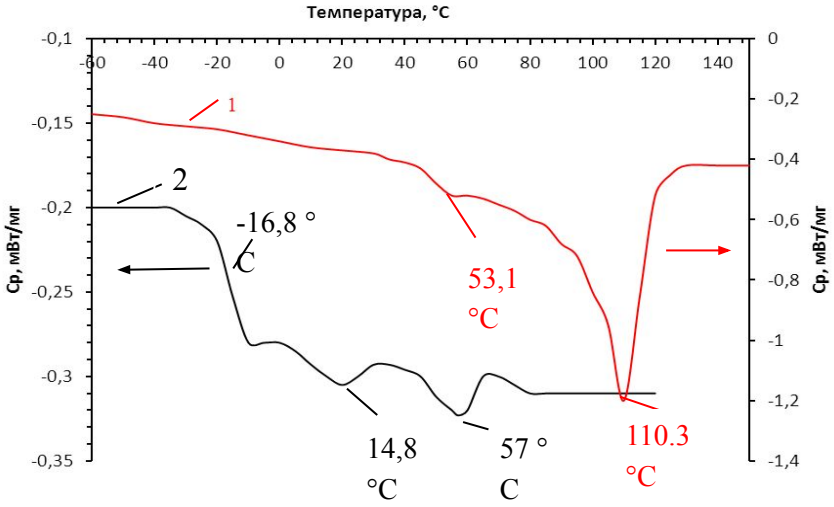
Рентгенограммы термопластичных эластомеров

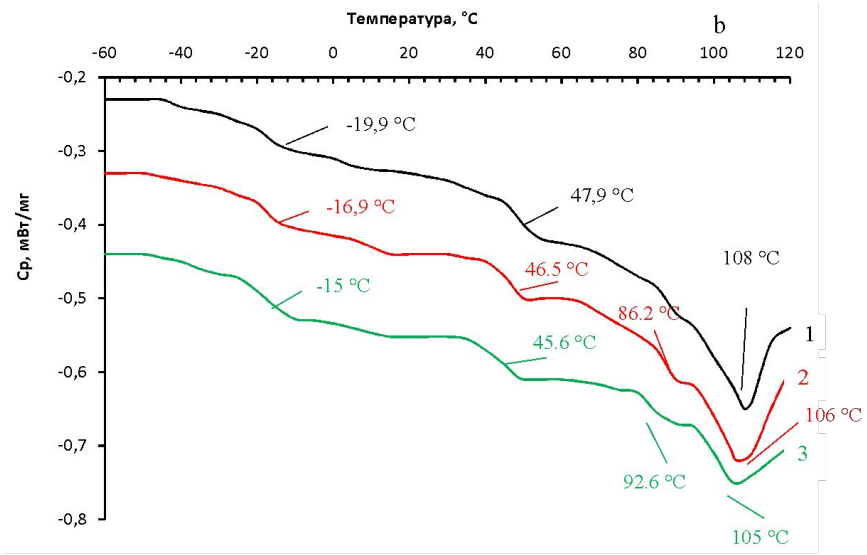


1- ПЭВД; 2- ПЭВД - СКЭПТ (80:20);
3- ПЭВД – СКЭПТ (50:50); 4- ПЭВД – СКЭПТ (20:80)

Структурные параметры термопластичных эластомеров на основе полиэтилен / СКЭПТ

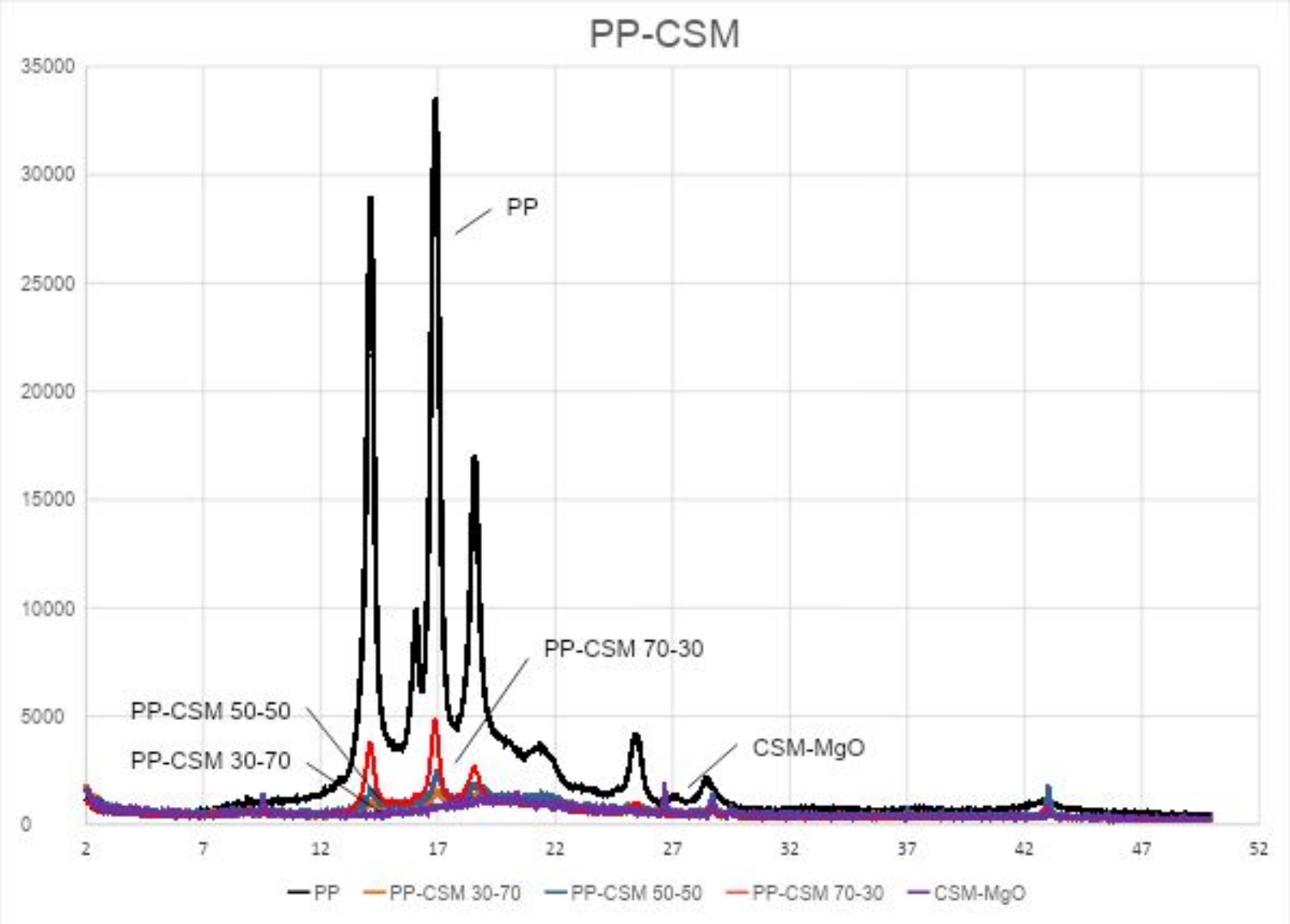
Показатель	Соотношение полиэтилен – каучук, %			
	100:0	80:20	50:50	20:80
Степень кристалличности, %	58,0	22,32	15,74	17,6
Аддитивная (расчетная) степень кристалличности, %	58,0	40,6	29,0	11,6
Характерные рефлексы, 2Ѳ, град	12,0 - 22,0 - 36,0	12,0 - 22,0 26,0 36,0	12,0 19,0 22,0 26,0 36,0	12,0 19,0 22,0 26,0 -



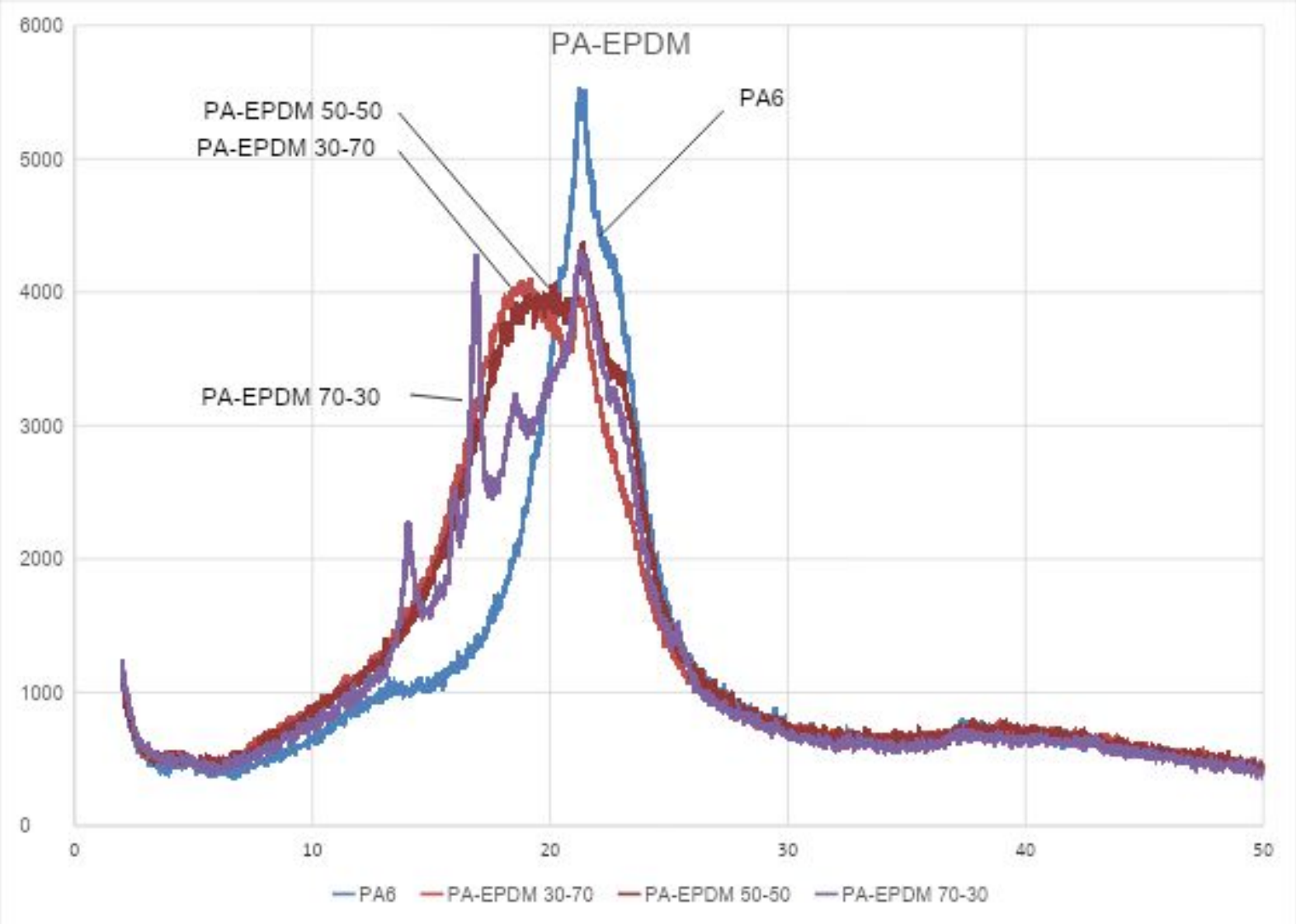


Результаты ДСК а)исходные полимеры 1- LDPE, 2- CSM; b) TPV LDPE/CSM: 1 – 70/30, 2- 50/50, 3- 30/70.

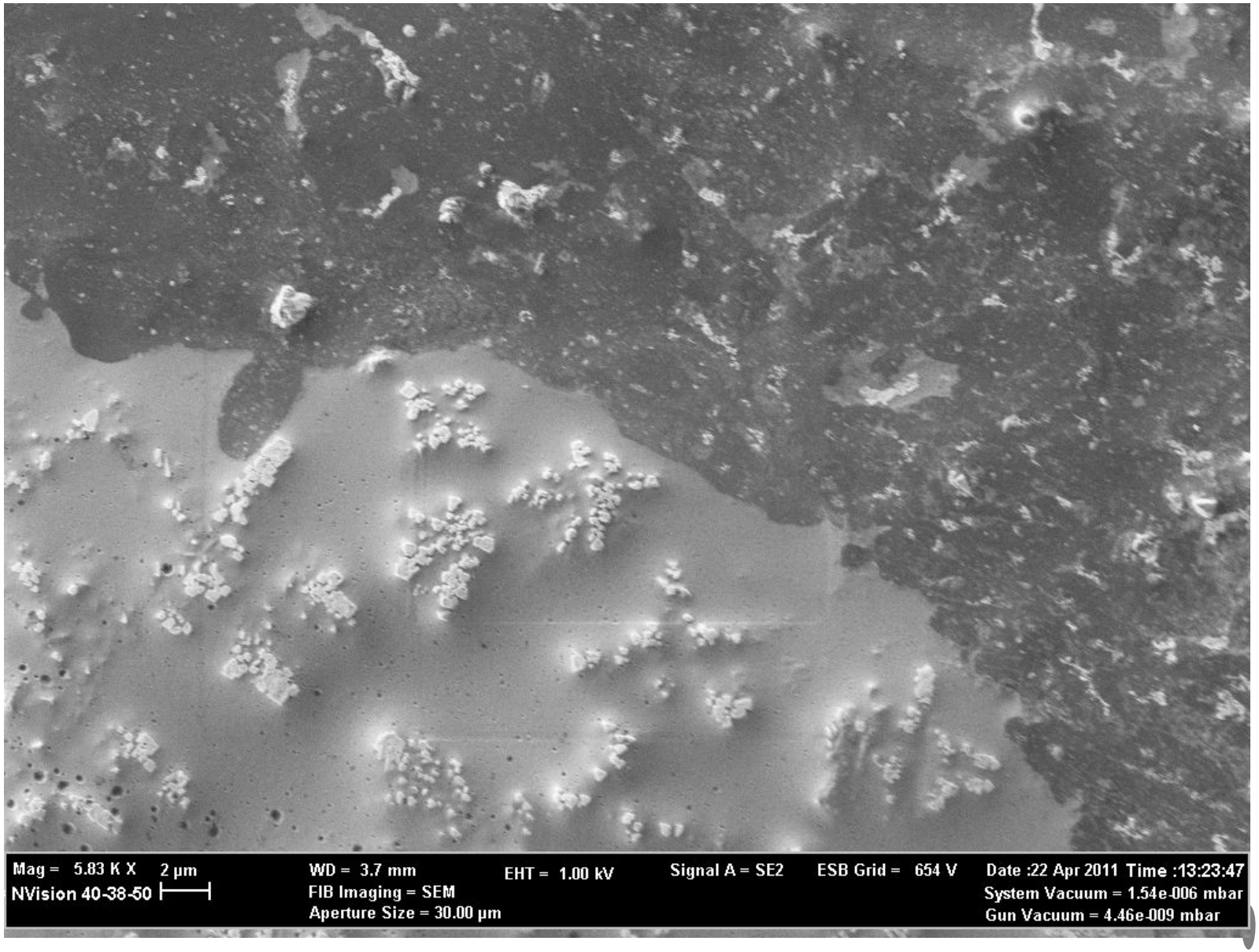
Рентгенограммы термопластичных эластомеров на основе полипропилена и ХСПЭ



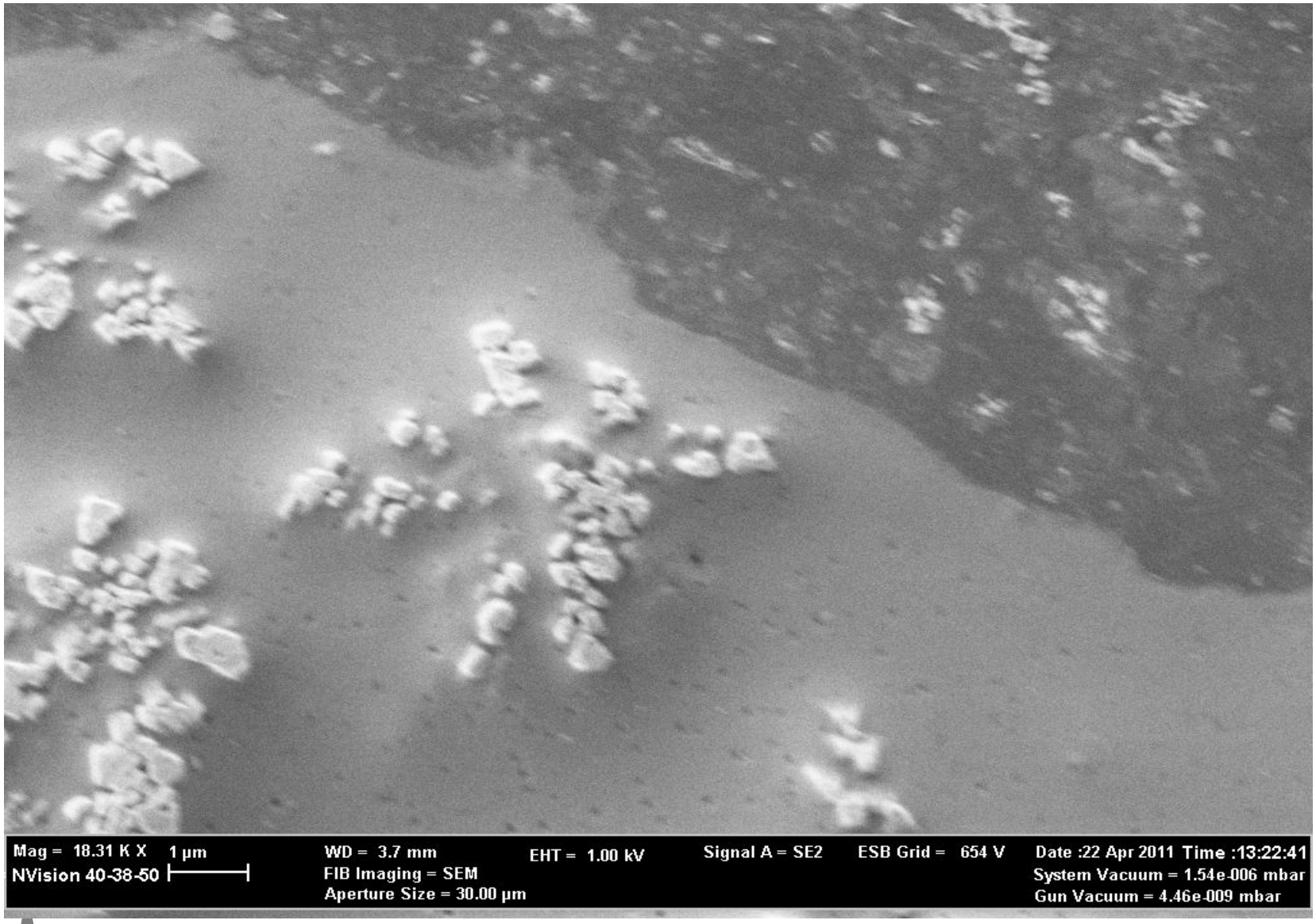
Рентгенограммы термопластичных эластомеров на основе полиамида 6 и СКЭПТ



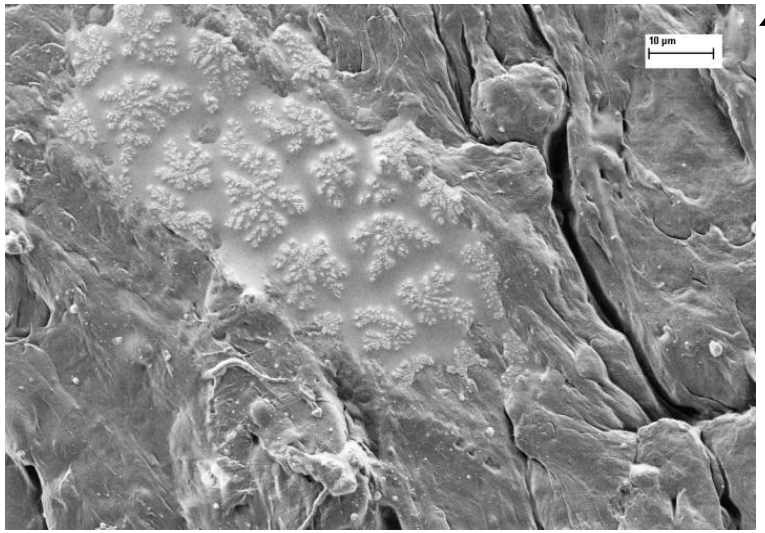
Композиция ПЭ-СКЭПТ (соотношение 70-30)



Композиция ПЭ-СКЭПТ (соотношение 70-30)

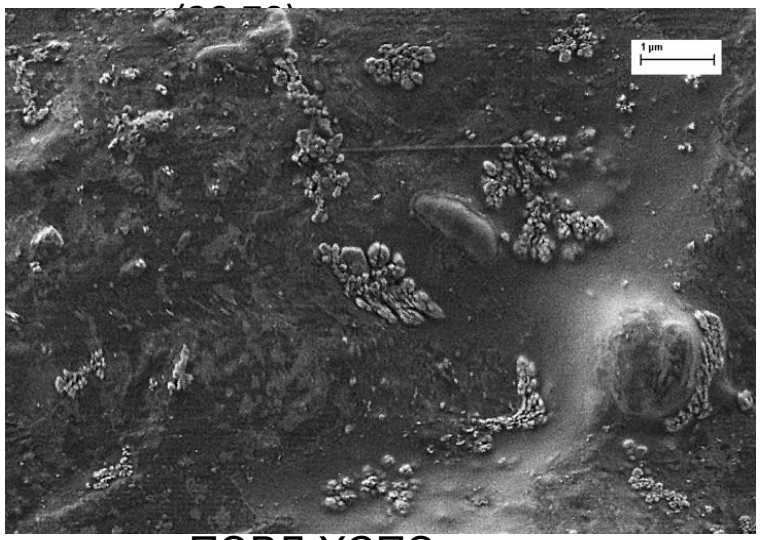


Трмопластичные эластомеры на основе ПЭВД и ХСПЭ

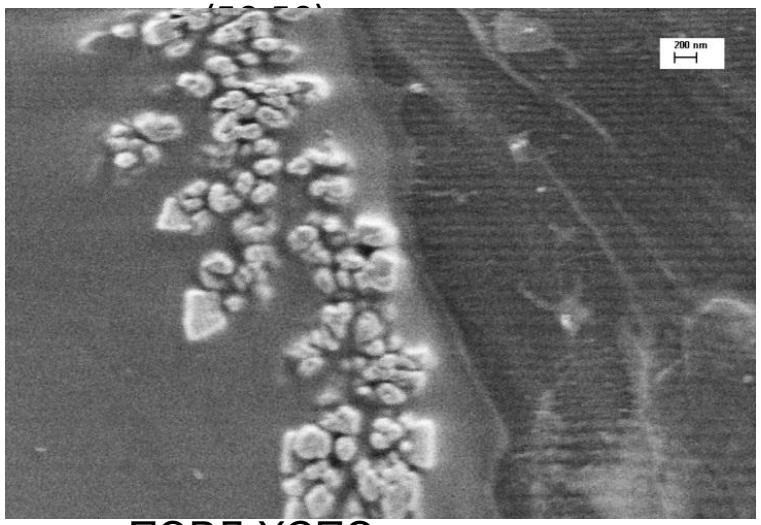


ПЭВД:ХСПЭ

ПЭВД:ХСПЭ



ПЭВД:ХСПЭ
(70:30)

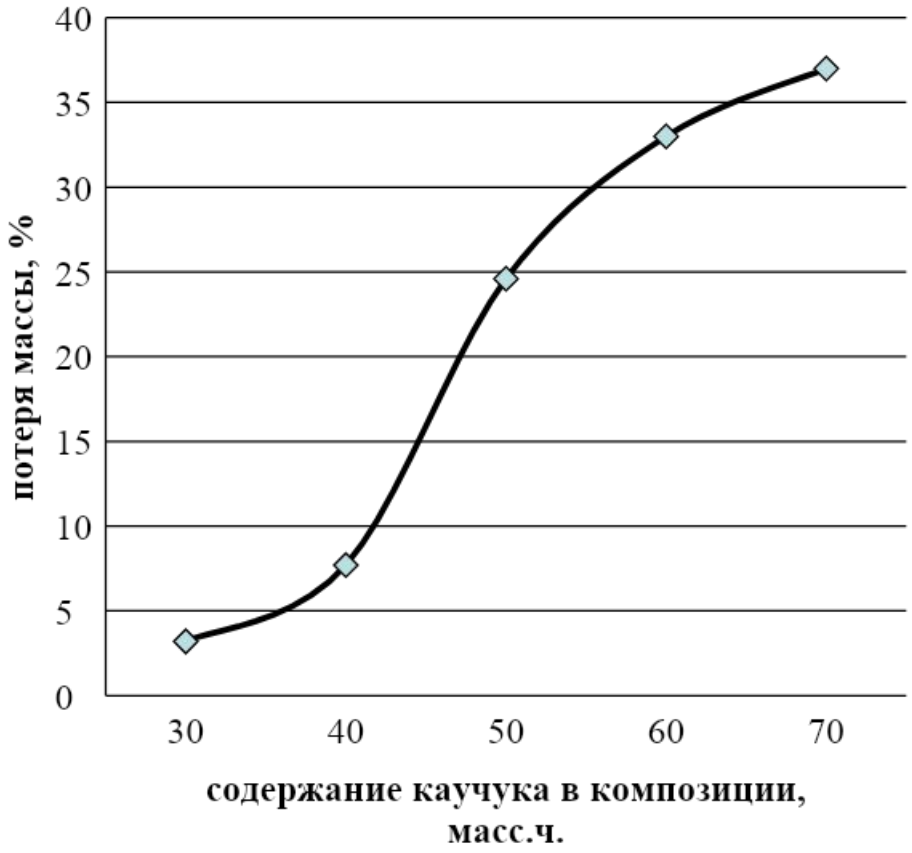


ПЭВД:ХСПЭ
(70:30)

Термопластичные эластомеры на основе ПА6 - СКЭПТ (соотношение 70-30)

Потеря массы образцов после набухания в ЧХУ и дальнейшем высушивании

содержание каучука в композиции, масс. ч.	Потеря массы композиции, %
30	3,2
40	7,7
50	24,6
60	33
70	37



Композиция	Растворитель	Соотношение полимеров	Результаты экстракции, %		Свойства	
			теорет.	практ.	Прочность, МПа	Относительное удлинение, %
Каучук СКМС - полистирол	н-гексан	30 - 70	30	11,9	16,60	38
		50 - 50	50	15,4	10,18	42
		70- 30	70	28,7	3,83	72
Каучук СКЭПТ-полистирол	н-гексан	30 - 70	30	29,37	3,9	44
		50 - 50	50	49,80	7,8	40
		70- 30	70	59,41	13,6	54
Каучук СКН-полиэтиен	1,2-дихлорэтан	30 - 70	30	26,53	5,50	98
		50 - 50	50	45,12	4,10	152
		70- 30	70	65,97	2,31	234

Структура термопластичных эластомеров

Термопластичные эластомеры представляют полимерную композицию, в которой сосуществуют каждая из двух полимерных фаз и одновременно образуется третья фаза, обладающая общими признаками.

Благодарю за внимание
конец первой встречи

Гайдадин Алексей Николаевич,

Волгоградский государственный технический университет,

Lit@vstu.ru