

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОЛИМЕРАМ АНИОННОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Глуховской В.С., Литвин Ю.А., Ковтуненко Л.В.

Воронежский филиал ФГУП «НИИСК», Воронеж, Россия

В настоящее время на рынке полимеров анионной полимеризации наиболее широкое применение нашли: растворный БСК, который начинает конкурировать с эмульсионным БСК, и термоэластопласты.

1. Промышленный синтез бутадиен-стирольных статистических сополимеров

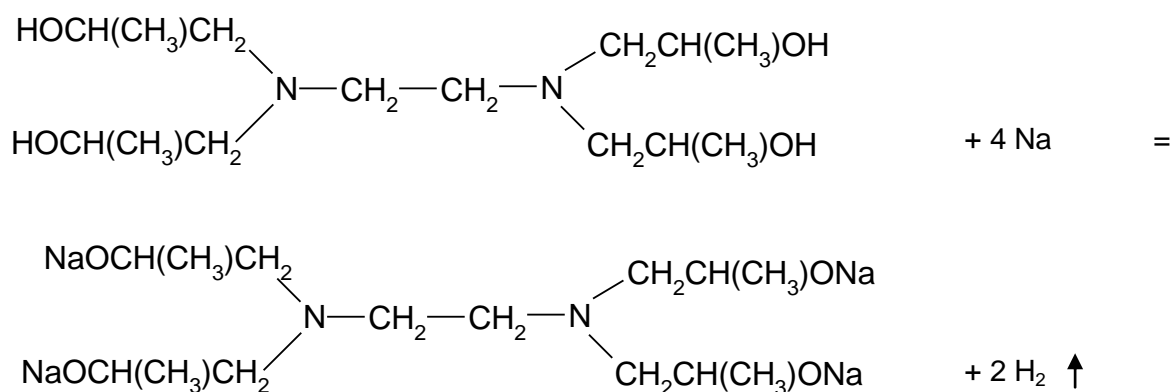
ОАО «Воронежсинтезкаучук» совместно с В.ф. ФГУП «НИИСК» освоил промышленный процесс получения статистического бутадиен-стирольного маслонеполненного каучука ДССК-2545М27.

Для этой цели разработана каталитическая система н-бутиллитий: алкоксид натрия [1]. Ранее в литературе [2, 3, 4, 5] описаны условия сополимеризации бутадиена со стиролом в присутствии н-бутиллития, модифицированного трет. -бутилатом натрия в различных растворителях: толуоле, гептане, циклогексане. Однако, указанная иницирующая система имела недостаток: трет.-бутилат натрия нерастворим в углеводородных растворителях, что вызывает большие трудности при его дозировке на полимеризацию.

В качестве алкоксида натрия использован лапрамолат натрия, который растворим в толуоле и раствор его легко дозируется. Разработан промышленный процесс получения лапрамолата натрия. Для этого был использован промышленно выпускаемый ОАО «Нижнекамскнефтехим» Лапрамол-294 (ТУ 22266-010-10488057-84) и металлический натрий по ТУ 2112-122-05742752-99.

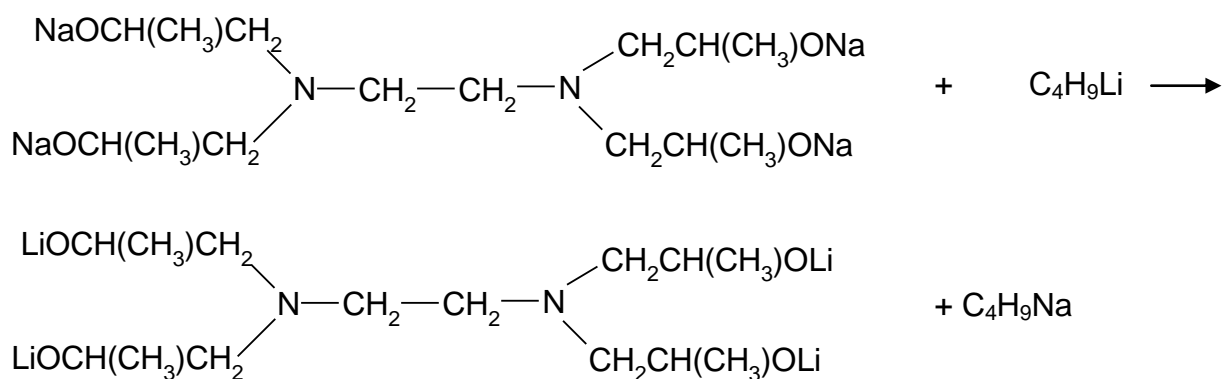
Сущность процесса получения лапрамолата натрия заключается в следующем. Сначала в реактор загружают слитки натрия и толуол. Затем содержимое аппарата нагревают до температуры 105 °С, включают мешалку и

туда же дозируют 50 %-ный раствор лапрамола в толуоле. При этом протекает реакция:



Образуется растворимый в толуоле лапрамолат натрия с концентрацией по натрию 1,0-1,4 мол/л. Условия синтеза обеспечивают замещение всех четырех водородов в гидроксильных группах на натрий.

При взаимодействии н-бутиллития с лапрамолатом натрия в углеводородной среде образуется натрийорганика по схеме



в виде желто-лимонного осадка нерастворимого в углеводородном растворителе.

В случае использования олигополибутадиениллития вместо бутиллития образуется олигобутадиенилнатрий, который растворим в углеводородном растворителе.

Технологически изучены два способа ввода инициатора полимеризации в заранее приготовленную шихту (растворитель + мономеры). Отдельно дозировали н-бутиллитий и раствор лапрамолата натрия (ЛН), и заранее готовили растворимый инициатор путем предварительного синтеза олигобутадиениллития. К нему дозировали расчетные количества раствора ЛН и получали растворимый инициатор. Оба варианта дозировки инициатора не вызывают никаких трудностей.

Разработанная иницирующая система ведет сополимеризацию на натриевых активных центрах, а лапрамолат лития стабилизирует активные центры и подавляет реакцию обрыва и передачи цепи, как это установлено при полимеризации в присутствии натрийалкила и алкоксидов щелочных металлов [5]. В связи с тем, что сополимеризация мономеров протекает на натрийорганике, то и микроструктура диеновой части, а также константы сополимеризации стирола и бутадиена контролируются натриевым активным центром. При этом содержание 1,2-звеньев в диеновой части сополимера достигает $50 \pm 5\%$ при температуре полимеризации $47 - 65$ °С. Найденные константы сополимеризации оказались равными для бутадиена $r_1 = 0,88$, стирола $r_2 = 0,51$, в то время как при сополимеризации на бутиллитии они равны соответственно $r_1 = 26$ и $r_2 = 0,04$ [6].

При любой конверсии мономеров состав сополимера одинаков, что свидетельствует о том, что микроблочность стирола сополимера не превышает 1% (таблица 2). В условиях непрерывной полимеризации мономеров изучено влияние молярного соотношения Na/Li на содержание 1,2-звеньев.

Как следует из рис.1, с увеличением молярного соотношения Na/Li увеличивается содержание винильных звеньев.

Уже через 1 час конверсия мономеров достигает 80 % (рис. 2).

С использованием указанной иницирующей системы выпущено более 20 тыс. тонн каучука ДССК - 2545М27, технология переработки которого освоена на Ярославском шинном заводе.

2. Свойства промышленных высоковинильных бутадиен-стирольных растворных каучуков

Свойства резин с использованием высоковинильных растворных БСК и высокодисперсной двуокисью кремния и силанов соответствуют требованиям магического треугольника : хорошее сцепление с сухим и влажным дорожным покрытием, высокие показатели сопротивления качению, низкий износ протектора шины. Высокодисперсная двуокись кремния с большой площадью поверхности приводит к почти 40 % снижению сопротивления качению и примерно 30 % снижению теплообразования в процессе эксплуатации шин. Применение двуокиси кремния в технологии производства шин выдвигает на первый план проблему оптимизации технологических и технических свойств резин. Для их решения используются растворные бутадиен-стирольные каучуки ДССК.

Протекторные резины на основе ДССК с высоким содержанием винильных звеньев и техуглерода также позволяют повысить сцепные свойства с мокрой поверхностью.

ОАО «Воронежсинтезкаучук» продолжает работы по промышленному освоению марочного ассортимента растворных бутадиен-стирольных каучуков. Наряду с уже освоенной маркой ДССК-2545М27 (с 45-50 % винильных звеньев) выпущены промышленные партии ДССК-2560М27 (с содержанием винильных звеньев до 65 %).

Технологический процесс получения ДССК-2560М27 предусматривает непрерывную полимеризацию мономеров. Используемая каталитическая система обеспечивает сближение констант сополимеризации бутадиена и стирола,

регулирование содержания винильных звеньев, высокую скорость сополимеризации при получении полимера с высокой молекулярной массой и подавление гелеобразования в аппаратах полимеризаторов. Проблема предотвращения образования сверхвысокомолекулярного полимера в полимеризаторах является достаточно сложной. После полимеризации мономеров раствор полимера смешивается с раствором антиоксиданта АлСиб и маслом пластификатором.

Полимер на всех стадиях процесса в полимеризационной батарее, на технологической нитке и в готовых партиях контролировался по вязкости по Муни по микроструктуре и молекулярно-массовым характеристикам.

Вязкость по Муни базового полимера для наполнения маслом составляла 110-120 усл. ед.

Основными параметрами характеризующими качество каучука являются микроструктура и молекулярно-массовые характеристики.

Микроструктура полимера контролируется один раз в смену (таблица 3).

Полученный полимер имел линейную структуру о чем свидетельствует мономодальный вид гель-хроматограмм. Среднечисленная молекулярная масса (M_n) составляла 180-210 тыс., а средневесовая (M_w) 390-440 тыс. Содержание сверхвысокомолекулярных фракций $M_w > 10^6$ находилась на уровне 5 - 7 %, содержание низкомолекулярных фракций $M_w < 50$ тыс. было незначительным и составляло 2-3 %.

Полидисперсность полимера 2,0 - 2,2, что характерно для непрерывного процесса полимеризации (таблица 4).

Получены также полимеры с бимодальным молекулярно-массовым распределением и полидисперсностью равной 2,1.

Методом дифференциальной сканирующей калориметрии были получены данные по температуре стеклования ДССК с различным содержанием 1,2-звеньев (таблица 5). Как следует из таблицы 5 с повышением содержания 1,2-звеньев повышается температура стеклования. Для ДССК-2545М27 с содержанием звеньев ~50 % температура стеклования составляет минус 37 ÷ минус 32 °С, а для ДССК-2560М27 температура стеклования минус 28 ÷ минус 28 °С. При этом следует отметить, что масло понижает на 6-7 °С температуру стеклования полимера. После экстракции масла температура стеклования ДССК-2560 составляла минус 18,4 °С (номер образца 15, табл. 5), также как и у полимера из полимеризационной батареи (номер образца 16, табл. 5).

Были выпущены промышленные партии ДССК-2560М27 с маслами «Норман» и ПН-6к. Изучены свойства каучуков, резиновых смесей и вулканизатов на основе указанных полимеров в соответствии с ТУ (таблица 6).

Отмечены высокие значения физико-механических показателей резин. Наличие высокого содержания винильных звеньев (60 %) обуславливает низкую эластичность по отскоку вулканизатов при температуре 20 °С, что улучшает сцепление шин, на их основе, с мокрым дорожным покрытием.

3. Промышленный технологический процесс получения бутадиен-стирольных термоэластопластов

Бутадиен-стирольные термоэластопласты (ДСТ) самые крупные по объёму производства и потребления и самые низкие по цене представители термопластичных эластомеров, имеющие каучукоподобные свойства, но перерабатываемые как термопласты.

Отсутствие термоэластопластов в Российской Федерации сдерживало развитие таких отраслей промышленности как обувная, строительная

(кровельные материалы и герметики), дорожное строительство (модификация битумов), получение модифицированных полистиролов и полиолефинов, создание адгезивов. До 1990 года наша страна вынуждена была закупать 36 тыс. тонн ежегодно обувных композиций на основе бутадиен-стирольных термоэластопластов.

На первом этапе для организации производства отечественных термоэластопластов необходимо было разработать технологию и создать производство литийорганических инициаторов. Для этого были изучены закономерности синтеза металлоорганических соединений – этиллития, н–бутиллития, втор – бутиллития, бутэтиллития (смесь этиллития + н–бутиллитий), инициированного мономером этиллития. На основании изученных закономерностей разработан и осуществлен технологический процесс получения литийорганических соединений взаимодействием металлического лития с галоидными алкилами.

Синтез инициатора для производства ТЭП состоит из следующих стадий.

1. Получение дисперсии лития в диспергаторе в среде парафина при температуре 190 – 200 °С и интенсивном перемешивании. Размер полученных частиц лития составляет 40 – 120 мкм.

2. Отделение порошка лития от парафина

Дисперсия лития в парафине загружается в аппарат с мешалкой, туда же подается растворитель – нефрас или его смесь с циклогексаном. При нагревании парафин растворяется, после чего смесь отслаивается в течение 2 – 3 часов и нижний слой, содержащий парафин, удаляется. Верхний слой, содержащий взвесь порошка лития в растворителе, промывается второй порцией растворителя, после чего подается растворитель и суспензия при перемешивании переводится в аппарат для синтеза.

3. Синтез инициатора

В аппарат, содержащий суспензию лития, при температуре $40 \div 50$ °С и постоянном перемешивании непрерывно подается хлористый алкил (хлористый этил, хлористый бутил или их смесь). После окончания реакции смесь подается на фильтр для отделения от примесей.

4. Отделение инициатора от твердых примесей

Полученная после реакции смесь содержит кроме раствора основного продукта хлористый литий и небольшое количество непрореагировавшего лития.

Отделение раствора инициатора от побочных твердых продуктов осуществляется методом фильтрации в аппарате-фильтре, снабженном стальной сеткой. Фильтрат – раствор инициатора направляют в сборник готового продукта. К остатку на фильтре подают растворитель и взмучивают с помощью мешалки. Полученная суспензия подается на дегазацию водой.

Наличие производства литийорганических инициаторов или источника их поставки - одно из условий создания производства бутадиен-стирольных термоэластопластов (ДСТ).

Для достижения высокой иницирующей способности н-бутиллития, бутэтиллития и этиллития иницированного мономером используется электронодонор метил – трет - бутиловый эфир (МТБЭ) или тетрагидрофуран. Применение в качестве инициатора, системы RLi + электронодонор позволяет обеспечить быстрое протекание стадии иницирования (присоединение первой молекулы стирола) и после дующую высокую скорость роста цепи, следовательно, узкое молекулярно-массовое распределение полистирольного блока – $M_w/M_n=1,05 - 1,15$.

Синтез диен - стирольных термоэластопластов осуществляется методом анионной полимеризации в среде смешанного растворителя циклогексан +

нефрас (соотношение 75: 25) в присутствии литийорганических инициаторов. Проведенные исследования по изучению закономерностей блоксополимеризации бутадиена со стиролом (определение каталитической активности литийорганических соединений, выбор агента сочетания при получении разветвленных ДСТ, получение полимера с заданными молекулярно-массовыми характеристиками, взаимосвязь состава ДСТ с физико-механическими свойствами) позволили осуществить промышленный выпуск бутадиен-стирольных термоэластопластов.

Промышленный процесс получения ТЭП осуществляется следующим образом. В полимеризатор загружают растворитель, RLi + электронодонор и стирол. Загрузка компонентов производится автоматически с помощью АСУТП по программе. После полимеризации стирола к полистириллиту подают бутадиен и полимеризуют мономер в адиабатическом режиме. В случае получения линейного ДСТ-30-01 к полистирол-полибутадиениллиту подают порцию стирола и продолжают полимеризацию стирола или проводят сочетание двухблочного сополимера дифенилдихлорсиланом. Радиально-разветвленный ТЭП синтезируют путем сочетания «живущего» двухблочного сополимера с помощью четыреххлористого кремния или тетраэтоксисилана. Затем раствор полимера направляют в усреднитель, куда подают антиоксидант и далее полимер выделяют водной дегазацией.

Растворитель направляют на рекуперацию, а полимер с помощью шнековых машин сушат от влаги и в виде крошки упаковывают.

Впервые создана технология получения термоэластопласта в виде порошка упругодеформационным методом.

Зарубежные производители порошка ТЭП используют криогенный метод с расходом 600-700 кг жидкого азота на 1 т порошка, при этом стоимость 1 т

термоэластопласта возрастает на 30 %. Разработанный нами упрягодеформационный метод получения порошка ТЭП повышает его стоимость только на 10 % за 1 тонну.

Наличие отечественных ТЭП стимулировало развитие обувной промышленности (выпуск композиций для низа обуви на основе термоэластопластов), модификации битумов для дорожного строительства, модификации полистирола и полиолефинов, создание ассортимента адгезивов. Прирост потребности в ТЭП на последующие годы будет составлять 6 – 10% в год.

Разработка и промышленное освоение процесса производства отечественных термоэластопластов относится к периоду 1988 - 1990 г.г. В течение ряда лет продолжается работа по созданию марочного ассортимента термоэластопластов и совершенствованию технологии.

Создано и работает производство литийорганических инициаторов мощностью 20 тонн/год (в пересчете на 100 %-ный бутиллитий). Инициатор выпускается в виде 10-15%-ных растворов в нефрасе или смешанном растворителе. Качество отечественного н-бутиллития не отличается от качества н-бутиллития фирмы Chemetall. Сведения о технологии получения литийорганических соединений зарубежных фирм отсутствуют.

Свойства отечественных термоэластопластов соответствуют лучшим зарубежным аналогам (таблица 7).

Создано и работает производство бутадиен-стирольных термоэластопластов мощностью 30 тыс. тонн/год на ОАО «Воронежсинтезкаучук» и 800 тонн/год в Воронежском филиале ФГУП «НИИСК».

Библиографический список

1. Пат РФ 2228339 RU, C 08F36/06, C08F136/06, C08F236/10/ Бюл. № 13. 10.05.2004.
2. Cheng I. Ch., Halasa A.F., Jate D.P. J. Polymer Sci. Pol.Chem.Ed.,1973,V 11, N1. P. 253.
3. Самоцветов А.Р., Кирчевская И.Ю., Проскурина Н.П. и др. Высокомогл. соед. 1981. т. А23. № 1. С. 89.
4. Авт. свид. СССР 729199 SU, C08F36/04, C08F4/48, Бюл. № 15. 25.04.1980.
5. Halasa A.F. European Rubber Journal.1990.№ 6. P.35
6. Korotkov A.A., Internationale Symposium on Makromolec. Chemic, Praha, 1957/ P. 66

Таблица 1. Свойства Лапрамола 294

Наименование показателей	Норма по ТУ
Внешний вид	прозрачная жидкость от бесцветного до слабо-желтого цвета
Гидроксильное число, мг КОН/г	720 - 800
Массовая доля азота, %	9,1 - 10,0
Вязкость динамическая при температуре 50 °С, МПа·с	1500 - 2000
Массовая доля воды, %	
при перевозке в ж.д. цистернах, не более	0,1
при перевозке в бочках, не более	0,3

Таблица 2. Содержание стирола и 1,2-звеньев в сополимере на различной стадиях конверсии мономеров при непрерывной полимеризации

Наименование показателя	№ полимеризатора по ходу процесса			
	1	2	3	4
Условия процесса				
Температура, °С	47	60,5	63,3	62
Конверсия, %	50,9	89,0	98,8	100
Свойства каучука				
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С) / пластичность по Карреру	43/0,51	77/0,31	115/0,24	124/0,17
Связан. стирол, %	25	24,3	24,3	24,5
1,2-звеньев, %	52,5	53,0	50,4	51,1
Данные ГПХ				
$M_n \cdot 10^{-3}$	102	149	165	177
$M_w \cdot 10^{-3}$	221	289	334	375
$M_z \cdot 10^{-3}$	469	575	680	763
$P = M_z/M_w$	2,12	1,99	2,03	2,03
$D = M_w/M_n$	2,16	1,94	2,03	2,12

Подача компонентов на полимеризацию:

Растворитель - 16,8 т/час (23 °С); Бутадиен – 1,125 т/час (23 °С); Стирол – 0,375 (23 °С);
Rli – 8,3 моль/т мономеров; Модификатор – 6,5 г. экв./ т мономеров.

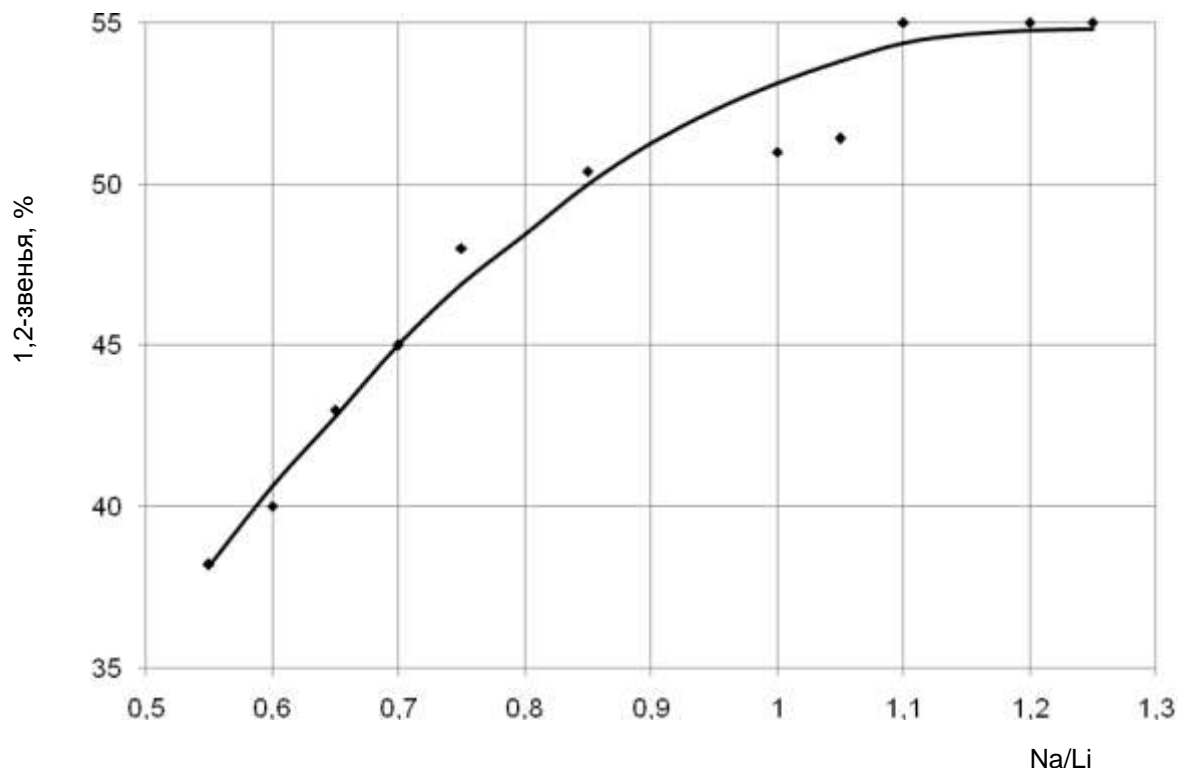


Рис. 1. Зависимость содержания 1,2-звеньев в бутадиеновой части от молярного соотношения Na/Li

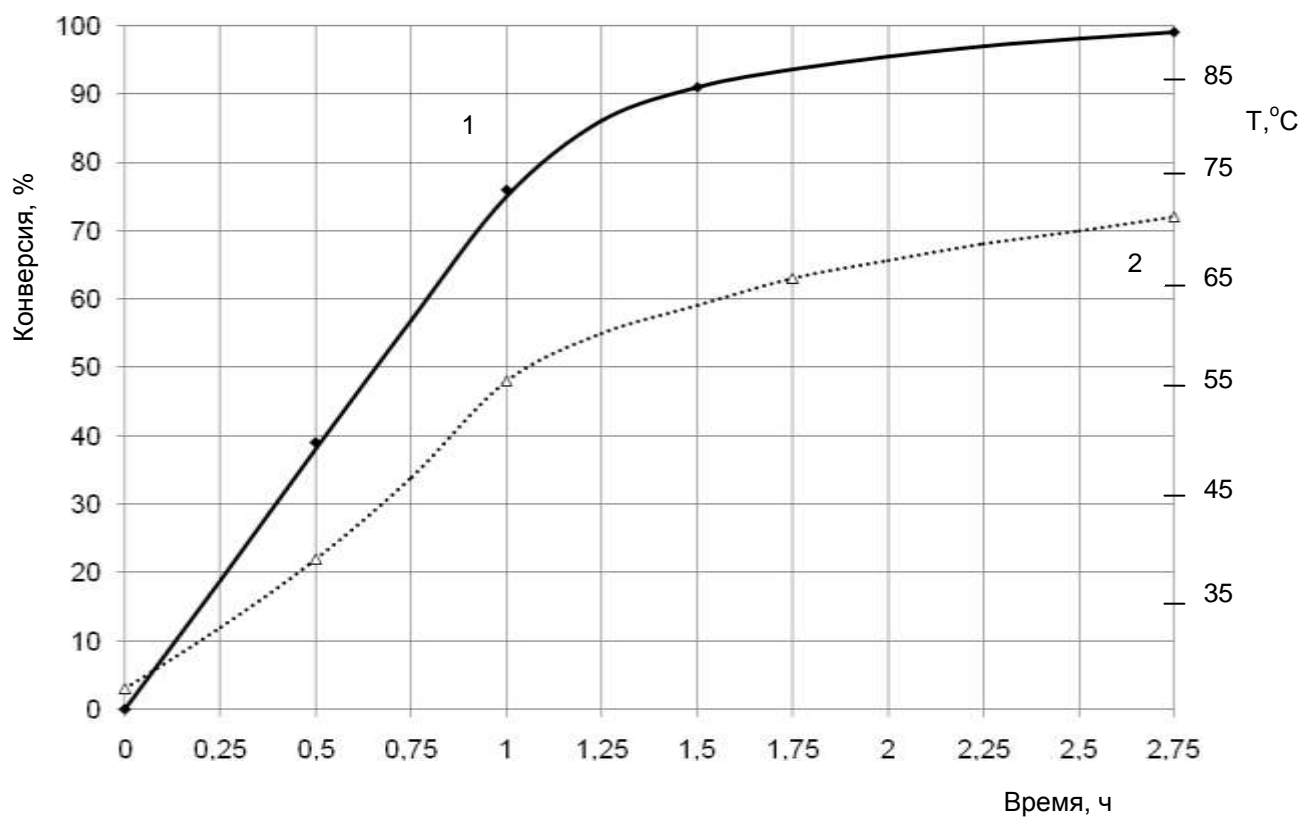


Рис. 2. Конверсия мономеров и температурный режим при выпуске каучука ДССК-2545М27

- 1 – Конверсия мономеров;
- 2 – Температурный режим полимеризации.

Таблица 3. Содержание 1,2-звеньев и связанного стирола на выходе из полимеризационной батареи

Время отбора проб	Содержание 1,2-звеньев, %	Содержание связанного стирола, %
в течение суток		
4 ⁰⁰	63,4	28,4
1 – й день 10 ⁰⁰	58,0	27,0
20 ⁰⁰	55,8	27,0
3-й день 4 ⁰⁰	67,6	29,0
10 ⁰⁰	62,1	28,0
20 ⁰⁰	60,1	27,9
5-й день 4 ⁰⁰	63,5	28,2
10 ⁰⁰	67,1	29,4
20 ⁰⁰	62,8	25,8
7-й день 2 ⁰⁰	65,5	27,0
12 ⁰⁰	62,4	28,5

Таблица 4. Молекулярно-массовые характеристики ДССК-2560М27

№ партии	$M_n \cdot 10^{-3}$	$M_w \cdot 10^{-3}$	$M_z \cdot 10^{-3}$	Полидисперсность $D=M_w/M_n$	Разветвленность $P= M_z/M_n$	Фракция с $M_w > 10^6$, %
48	196	399	617	2,03	1,55	5,1
49	178	404	635	2,27	1,57	5,7
50	206	422	653	2,09	1,55	6,4
51	202	415	638	2,05	1,53	6,0
52	189	402	617	2,13	1,53	5,0
53	169	400	638	2,37	1,59	5,9
54	207	466	720	2,24	1,55	8,6
86 ^a	219	448	737	2,05	1,64	7,3
207	158	339	536	2,15	1,58	3,0

Таблица 5. Зависимость температуры стеклования маслонеполненного каучука ДССК от его микроструктуры

№ образца	$T_{\text{стекл.}}, ^\circ\text{C}$	Массовая доля 1,2-звеньев, %	Массовая доля связанного стирола, %
ДССК с маслом ПН-6 (~ 27 %)			
1	-44,3	41,0	27,0
2	-37,4	46,3	27,0
3	-36,3	50,5	23,3
4	-30,8	51,4	26,7
5	-30,8	58,0	27,0
6	-29,0	59,0	26,5
7	-28,6	63,1	27,0
8	-21,5	67,0	27,0
ДССК с маслом «Норман» (~27 %)			
9	-26,4	59,0	27,0
10	-26,0	59,0	26,0
11	-28,1	60,0	27,0
12	-25,8	61,0	27,0
13	-25,2	62,0	27,0
14	-25,5	64,0	27,0
15	-25,0	66,0	27,0
15 экстраг.	-18,4	66,0	27,0
полимериз. батарея	-18,2	60,0	27,0

Таблица 6. Свойства каучука ДССК-2560М27, резиновых смесей и вулканизатов на его основе

Показатели	Нормы для каучука ДССК-2560М27 по ТУ 38.40387-2007		Номера партий каучука ДССК-2560М27 масло «Норман»				Масло ПН-6к	
	группа I	группа II	48	49	53	54	207	86 ^a
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С)	45-55	56-65	52	49	49	52	47	50
Потери массы при сушке, %	н.б. 0,5	н.б. 0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3
Массовая доля антиоксиданта, % (Ал-Сиб-8)	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4
Массовая доля золы, %	н.б.0,3	н.б.0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Время вулканизации, мин.	-	-	35	35	35	35	35	35
Условное напряжение при 300 % удл., МПа	н.м.8,0	н.м.8,0	8,6	9,2	8,6	9,5	11,4	9,2
Условная прочность при растя-жении, МПа	н.м.17,0	н.м.17,0	18,5	18,3	18,0	18,6	18,8	17,7
Относительное удлинение при разрыве, %	н.м.360	н.м.360	570	460	470	470	450	470
Эластичность по отскоку при 20 °С, %	-	-	-	-	11	9	12	14
Массовая доля связанного стирола, % *	23-27	23-27	27	27	27	27	26	27
Массовая доля 1,2-звеньев, % *	56-66	56-66	59	62	60	61	60	67
Массовая доля сольвентного экстракта, % **	25-30	25-30	25	27	28	29	26	29
Температура стеклования	-	-	-21,4	-25,2	-28,1	-21,7	-27,0	-28,6
Вулканизационные характеристики:	факульт.							
Минимальный крутящий момент M_L , дН•м	2,2±0,4	2,2±0,4	1,86	1,86	1,81	1,82	2,19	2,24
Максимальный крутящий момент M_H , дН•м	13,7±1,6	13,7±1,6	12,92	12,70	12,35	12,20	13,2	13,15
Время начала вулканизации t_{S1} , мин.	-	-	5,05	5,24	4,92	4,93	5,0	4,49
Время достижения 50% степени вулканизации t_{50} , мин.	-	-	8,64	8,75	8,83	8,93	8,3	7,74
Время достижения 90% степени вулканизации t_{90} , мин.	18,0±3,5	18,0±3,5	16,89	16,51	18,08	18,53	15,17	15,91
Тангенс угла механических потерь $tg\delta$	-	-	0,038	0,038	0,036	0,038	0,036	0,030

* - Массовая доля веществ в проэкстрагированном полимере;

** - Массовая доля веществ, экстрагируемых спирто-толуольной смесью (70 : 30 по объему)

Таблица 7. Характеристики отечественных бутадиен-стирольных термоэластопластов, выпускаемых ОАО "Воронежсинтезкаучук", и зарубежных аналогов

Наименование показателя	ДСТ-30Р-01	ДСТ-30-01	ДСТ-45РМ	Аналог ДСТ-30Р-01			Аналог ДСТ-30-01			Аналог ДСТ-45РМ		
				Cariflex TR-1184, ф. Шелл	Finaprene А411, ф. Петрофина	Calprene 411, ф. Pental	Cariflex TR-4261, ф. Шелл	Europrene Solt 6302, ф. Петрофина	Calprene 501, ф. Pental	Cariflex TR-4261, ф. Шелл	Finaprene 484, ф. Петрофина	Calprene 484, ф. Pental
Структура	разветвленная	линейная	разветвленная	разветвленная			линейная			разветвленная		
Содержание связанного стирола, %	30,6	30,0	47,0*	30,6	30,8	30,0	30,0	30,8	31,0	46,0*	44,0*	44,0*
Условная прочность при разрыве, МПа	21,6	24,5	19,6	20,6	19,2	19,6	22,5	22,5	19,6	19,6	17,6	15,6
Относительное удлинение при разрыве, %	700	740	1000	690	680	700	750	720	700	1150	1000	1000
Твердость по Шору А, усл. ед.	82	73	80	82	86	80	75	75	74	70	72	72
Характеристическая вязкость [η], дл/г	1,4	1,0	-	1,4	1,45	1,4	1,0	1,1	1,1	-	-	-
Вязкость по Брукфильду, Па с, 25% раствор в толуоле при 25 °С	25	7,0	-	25	28	25	4,5	5,3	5,3	-	-	-
Кинематическая вязкость 5,23% раствор в толуоле при 25 °С	23	13	-	27	30	24	10	12	13	-	-	-
Показатель текучести расплава при T=190 °С, P=5 кгс г/10мин.	не течет	не течет	4,0	не течет			не течет			5,0	3,0	6,0
Содержание сольвентного экстракта, %	-	-	33,0	-	-	-	-	-	-	33,8	33,0	32,0

* - содержание связанного стирола в расчете на немаслонаполненный блоксополимер