

# Анализ эластомеров методами гель-проникающей хроматографии

## Краткий обзор приложений

### Авторы

Грег Сандерс и Бен МакКрис  
Agilent Technologies, Inc.



## Содержание

## Стр.

Введение .....	3
<b>Натуральные каучуки</b>	
Высококчувствительный анализ натуральных каучуков методом испарительного детектирования по светорассеянию.....	5
Анализ натурального каучука методом тройного детектирования .....	6
<b>Синтетические каучуки</b>	
Анализ синтетического полибутадиена методом тройного детектирования .....	7
Общий анализ синтетических эластомеров .....	8
Анализ полидиметилсилоксана при помощи ГПХ с вискозиметрическим детектором .....	10
Анализ сополимеров поли(стирола/бутадиена) методом традиционной ГПХ ...	11
Дополнительные решения Agilent в области анализа каучуков.....	12
Информация о порядке заказа .....	14
Рекомендуемая техническая литература .....	15

Компания Polymer Laboratories (PL) была основана в 1976 г. с целью вывода на рынок высококачественных колонок, калибровочных стандартов, приборов и программного обеспечения для ГПХ. В течение более чем 30 лет компания разработала множество продуктов, занявших лидирующие рыночные позиции, включая колонки PLgel, PL aquagel-ON, PlusPore, PLgel Olexis, PolarGel и калибровочные стандарты EasiVial. Продукты компании PL, созданные на базе собственных передовых технологий производства, прекрасно зарекомендовали себя благодаря высокому качеству, отличным рабочим характеристикам, а также технической и технологической поддержке мирового класса.

С приобретением PL компания Agilent получила возможность предлагать еще более широкий спектр решений ГПХ для всех типов исследований синтетических и биомолекулярных полимеров. Опции для традиционных систем ГПХ обеспечивают возможность проведения комплексных исследований с использованием многоколоночных и мультidetекторных методов.

## Введение

Эластомеры — это общий термин, относящийся к каучукам (полимерам, обладающим эластичностью). Эластичность — это свойство материала деформироваться под воздействием внешней нагрузки и возвращаться в исходную форму после снятия нагрузки. Эластомеры могут быть термореактивными и термопластическими, сочетающими пластичные и эластичные свойства. По своей природе эластомеры могут быть натуральными или синтетическими. Термореактивные эластомеры состоят из полимерных цепей, соединенных сшивками в результате реакций отверждения (например, в результате вулканизации натурального каучука), что создает рыхлую молекулярную решетку. Это дает полимерным цепям возможность смещаться относительно друг друга при деформации и возвращаться в исходное положение при снятии нагрузки, при этом материал принимает исходную форму. При отсутствии сшивок приложенное усилие вызывает необратимую деформацию. В структуре термопластических эластомеров присутствуют пластичные и эластичные области с более слабыми нековалентными взаимодействиями между цепями, образующими опорные точки, что позволяет материалу возвращаться в исходную форму после снятия внешней нагрузки.

Гель-проникающая хроматография (ГПХ) — это широко распространенная технология получения данных о распределении молекулярных масс полимеров, в т.ч. каучука. Данное свойство оказывает влияние на многие физические характеристики полимеров (см. таблицу 1). В общем, увеличение молекулярной массы ведет к улучшению эксплуатационных свойств материала, в то время как увеличение ширины распределения (полидисперсность) ведет к ухудшению эксплуатационных свойств, но улучшает обрабатываемость материала.

Краткий обзор приложений описывает анализ предварительно отвержденных термореактивных и термопластических эластомеров с помощью ГПХ.

Компания Agilent Technologies предлагает широкий ассортимент колонок, калибровочных стандартов и приборов, идеально подходящих для анализа синтетических и натуральных каучуков.

Колонки Agilent имеют прочную и надежную конструкцию и идеально подходят для использования в приложениях, где необходима чрезвычайно высокая воспроизводимость результатов анализа — например, в приложениях контроля качества. С учетом расширенного набора опций в части размеров частиц вещества и пористости вы можете выбрать колонку, соответствующую молекулярной массе исследуемого материала, и обеспечить, таким образом, высокое качество аналитических данных. В дополнение к колонкам мы производим также калибровочные

стандарты малой полидисперсности с очень точно определенной молекулярной массой, которые используются при калибровке оборудования ГПХ для анализа каучуковых полимеров.

Качество наших колонок и калибровочных стандартов соответствует номенклатуре приборов ГПХ Agilent, способных работать в самом широком диапазоне температур — от комнатной до 220°C.

Данные приборы выполняют все виды ГПХ-исследований и могут применяться для анализа любых полимерных материалов. Приборы могут быть мультidetекторными (например, сочетать функции детектирования по светорассеянию и вискозиметрии) либо могут поставляться в автономном формате (например, линейка испарительных детекторов по светорассеянию Agilent). Специализированное аналитическое программное обеспечение позволяет осуществлять мониторинг биodeградационных свойств материалов.



*Agilent PL-GPC 50 Integrated GPC/SEC System*

## ГПХ-анализ натуральных каучуков

Первым промышленным эластомерным материалом был натуральный каучук, получаемый из сока каучукового дерева **Hevea brasiliensis**. Данное вещество представляет собой полимер изопрена (как правило, цис-1,4-полиизопрен), хотя некоторые разновидности натурального каучука состоят из транс-1,4-полиизопрена. В натуральном неочищенном виде изопреновые материалы содержат небольшие количества белков, жирных кислот, смол и неорганических материалов. Натуральный каучук представляет собой термопластический эластомер. Однако в результате взаимодействия материала с серой образуются сшивки изопреновых цепей (данный процесс известен как вулканизация), что преобразует полимер в терморезистивный материал. Для ГПХ-анализа натурального каучука всегда используется термопластический материал без сшивок.

Таблица 1. Влияние распределения молекулярной массы на свойства эластомеров

	Предел прочности	Ударная вязкость	Хрупкость	Вязкость расплава	Стойкость к химическому воздействию	Растворимость
Увеличение Mw	+	+	+	+	+	-
Сужение распределения	+	+	-	+	+	+

## Высокочувствительный анализ натурального каучука методом испарительного детектирования по светорассеянию

Как правило, приготовление раствора натурального каучука для ГПХ вызывает серьезные затруднения, так как полимер содержит относительно большое количество частично сшитого "геля". Обычно во взвешенный образец добавляется аликвота элюента. Допускается оставить смесь на ночь для набухания и растворения, после чего гелеобразный материал перед проведением ГПХ-анализа фильтруется (0,5 мкм).

В данном случае фактическая концентрация полимера может оказаться значительно ниже исходно подготовленной (в зависимости от содержания геля в образце). В связи с этим качество выходного сигнала детектора (обычно рефрактометрического) может быть довольно низким. Испарительный детектор по светорассеянию Agilent 380-ELSD по сравнению с рефрактометром демонстрирует значительно более высокую чувствительность и в данном приложении обеспечивает более качественный отклик. Кроме того, слабый фактический максимальный отклик в значительной степени подчеркивает искажения, вносимые обычно проявляющимся дрейфом базовой линии рефрактометра. 380-ELSD всегда обеспечивает ровную базовую линию что в сочетании с более качественным откликом значительно повышает достоверность начальных и пиковых значений для дальнейших аналитических расчетов ГПХ.

Рефрактометр также чувствителен к системным пикам вокруг области общего проникновения, что проявляется практически всегда, даже если образцы готовятся в аликвоте элюента. Данные системные пики могут создавать помехи определению компонентов с низкой молекулярной массой, которые обычно присутствуют в образцах натурального каучука. 380-ELSD устраняет системные пики за счет процесса испарения, пики нерастворимых компонентов образца остаются в области примесей.

Колонки Agilent PLgel 10 мкм MIXED-B, с их высокой эффективностью (>35 000 тарелок/метр) и широким диапазоном разрешения молекулярной массы (до 10 000 000 дальтон для полистирола), являются наилучшим выбором для анализа полимеров с большой молекулярной массой в соответствующих элюентах.

Сепарация натурального каучука показывает, что комбинация колонок PLgel MIXED-B с детектором 380-ELSD создает высокочувствительную систему для распознавания примесей (рис. 1).

Колонки: PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм, 3 шт.  
Элюент: Тoluол  
Скорость потока (расход): 1,0 мл/мин  
Система детектирования: 380-ELSD

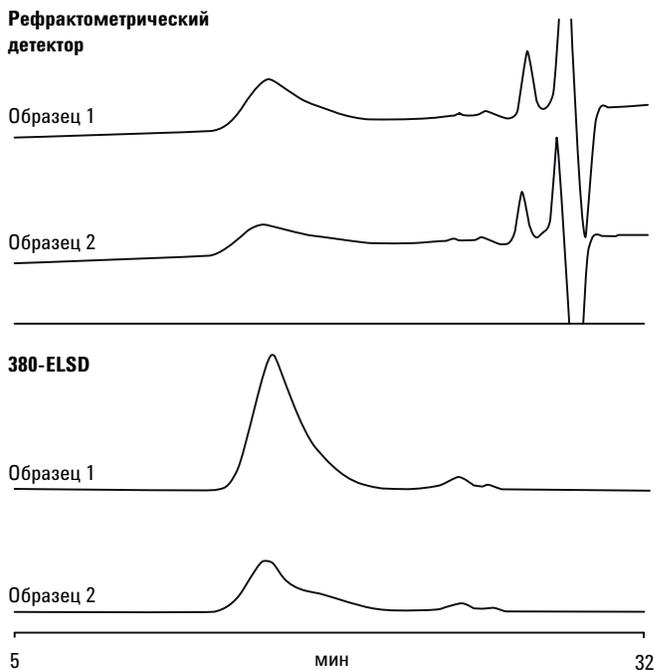


Рис. 1. Стабильная базовая линия и отсутствие помех, создаваемых системными пиками, при использовании испарительного детектора по светорассеянию 380-ELSD (внизу) в сравнении с рефрактометрическим детектором (вверху) иллюстрируют преимущества ELSD для данного приложения

Рис. 2 представляет собой увеличенный фрагмент области примесей, в которой отображаются пики нерастворимых компонентов.

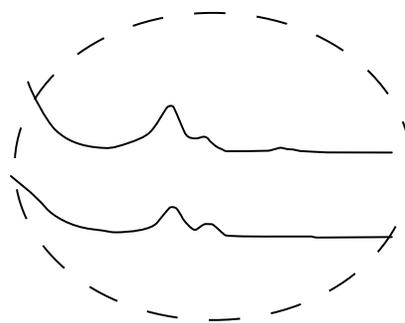


Рис. 2. Увеличенное изображение графиков 380-ELSD, на которых видна область примесей — при рефрактометрическом детектировании эта область скрыта, поэтому для данного приложения предпочтительно применение испарительного детектора по светорассеянию

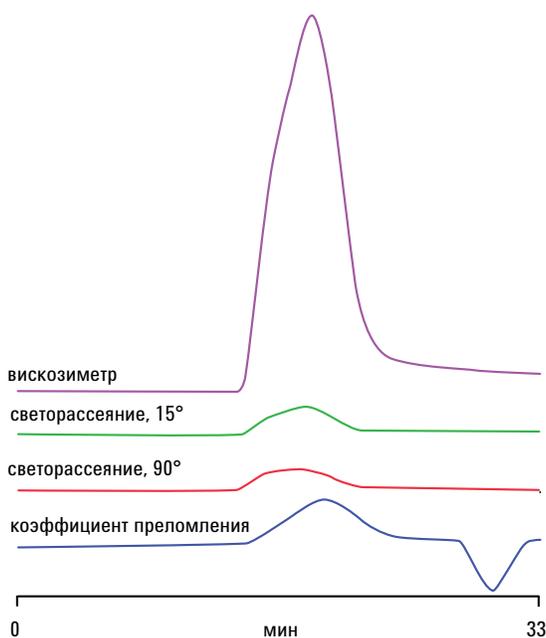
## Анализ натурального каучука методом тройного детектирования

Для получения точных данных о распределении молекулярной массы и молекулярной структуре полимера вне зависимости от калибровки колонок ГПХ с тройным детектированием включает детектор концентрации, вискозиметр и детектор по светорассеянию. Это может быть важно при проведении анализа сложных материалов, для которых не существует структурно аналогичных калибровочных стандартов.

Был проведен анализ двух образцов натурального каучука методом ГПХ с тройным детектированием. Цель анализа — определить причину, по которой один из материалов оказался непригодным для использования по конечному назначению. Для анализа была использована интегрированная система ГПХ.

Анализ образцов был проведен с помощью интегрированной системы ГПХ Agilent PL-GPC 50 с дифференциальным рефрактометрическим детектором, интегрированным вискозиметром Agilent PL-GPC 50, детектором по светорассеянию Agilent PL-GPC 50 и колонками Agilent PLgel 10 мкм MIXED-B. Данные колонки обеспечивают высокое разрешение для полимеров с большой молекулярной массой даже в случае использования специфических элюентов.

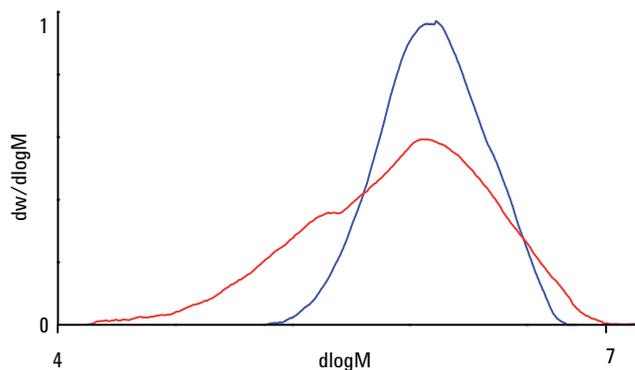
На рис. 3 приведена хроматограмма образца натурального каучука, демонстрирующая отклики разных детекторов.



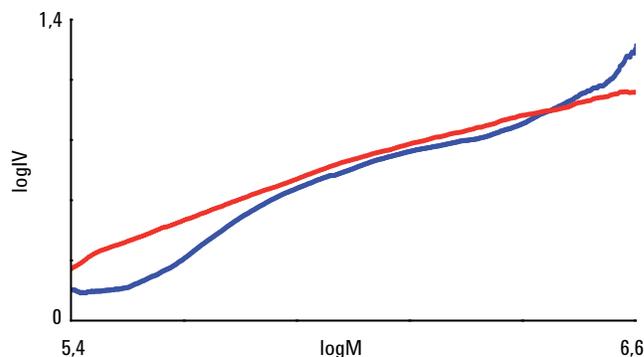
**Рис. 3.** Необработанные данные тройного детектирования для натурального каучука иллюстрируют типовые формы пиков, наблюдаемые у таких материалов

Образцы: Натуральный каучук, 2 образца  
 Колонки: PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм, 3 шт.  
 Элюент: Тoluол  
 Объем вводимой пробы: 200 мкл  
 Скорость потока (расход): 1,0 мл/мин  
 Температура: 50 °C  
 Система детектирования: рефрактометр, вискозиметр и детектор по светорассеянию

Из рис. 4 видно, что молекулярная масса одного из образцов значительно превышает молекулярную массу другого, хотя графики Марка — Хаувинка показывают, что материалы структурно аналогичны (рис. 5).



**Рис. 4.** Совмещение кривых распределения молекулярных масс двух образцов натурального каучука демонстрирует их серьезное несовпадение и, таким образом, указывает на серьезное отличие конечных свойств материалов



**Рис. 5.** Совмещение графиков Марка — Хаувинка для двух образцов натурального каучука показывает сходство структур материалов с расхождением только в области малой молекулярной массы

## ГПХ-анализ синтетических каучуков

### Анализ синтетического полибутадиена методом тройного детектирования

Полибутадиен был одним из первых изобретенных синтетических эластомеров и стал массовой заменой натуральному каучуку во множестве промышленных приложений.

Для проведения данного анализа были использованы две колонки типа Agilent PLgel 5 мкм MIXED-C. Результаты анализа приведены на рис. 6 и 7. Образец полибутадиена был подготовлен с точным соблюдением номинальной концентрации 2 мг/мл в тетрагидрофуране и введен в систему без какой-либо дальнейшей обработки. С целью расчета светорассеяния для образца было использовано усредненное значение  $dn/dc$ .

По данным вискозиметрии и светорассеяния были построены графики Марка — Хаувинка (отношение логарифма характеристической вязкости к логарифму  $M$ , рис. 8). Кривизна графика Марка — Хаувинка может быть результатом структурных изменений полимера как функции молекулярной массы.

Образец: Полибутадиен  
Колонки: PLgel 5 мкм MIXED-C, 300 x 7,5 мм, 2 шт.  
Элюент: Тетрагидрофуран (ТГФ)  
Объем вводимой пробы: 100 мкл  
Скорость потока (расход): 1,0 мл/мин  
Система детектирования: рефрактометр, вискозиметр, детектор по светорассеянию

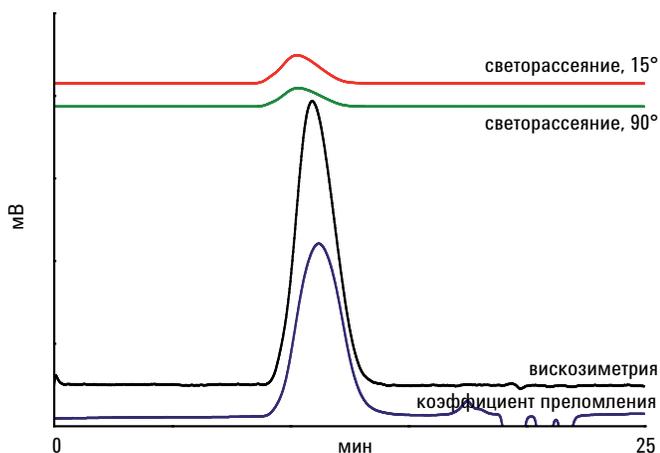


Рис. 6. Тройное детектирование полибутадиена иллюстрирует типовые характеристики образца данного материала

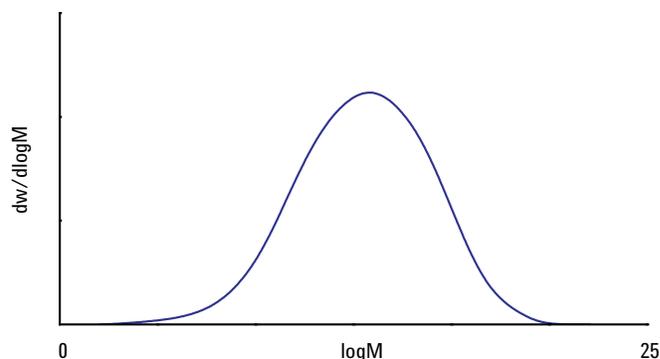


Рис. 7. Распределение молекулярной массы полибутадиена с широким гауссовым пиком

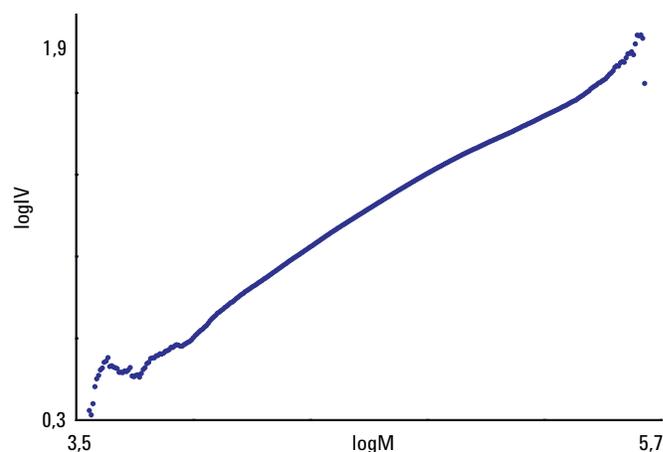


Рис. 8. График Марка — Хаувинка для полибутадиена, кривизна которого может быть отнесена на счет структурных изменений как функции молекулярной массы

## Общий анализ синтетических эластомеров

Полиизопрен может производиться методом синтеза. Он, как полибутадиен и сополимер бутадиена и стирола, относится к обычным эластомерным материалам. Полибутадиен — это синтетический каучук, изготавливаемый из мономера 1,3-бутадиена. Благодаря высокой износостойкости он повсеместно применяется для производства шин, а благодаря очень высокому электрическому сопротивлению — для изоляции электронных устройств. Полибутадиен характеризуется восстановлением исходного состояния после снятия нагрузки на 80%. Это один из самых высоких показателей среди синтетических материалов.

Бутадиенстирольный каучук (БСК) — это синтетический каучук, сополимер стирола и бутадиена. Благодаря высокой стойкости к истиранию он, в смеси с натуральным каучуком, широко используется в производстве автомобильных шин.

Расширенный рабочий диапазон колонки PLgel 10 мкм MIXED-B (до 10 000 000 молек. масс) идеально подходит для анализа разнообразных эластомеров с большими молекулярными массами (рис. 9). Как большинство эластомеров, растворы образцов перед введением в систему фильтруются для удаления нерастворимых гелеобразных фракций.

Колонки: PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм, 3 шт.  
Элюент: Тетрагидрофуран (ТГФ)  
Скорость потока (расход): 1,0 мл/мин  
Загрузка: 0,2% вес/объем, 100 мкл  
Температура: 40 °С  
Объем вводимой пробы: 200 мкл  
Система детектирования: Agilent PL-GPC 220

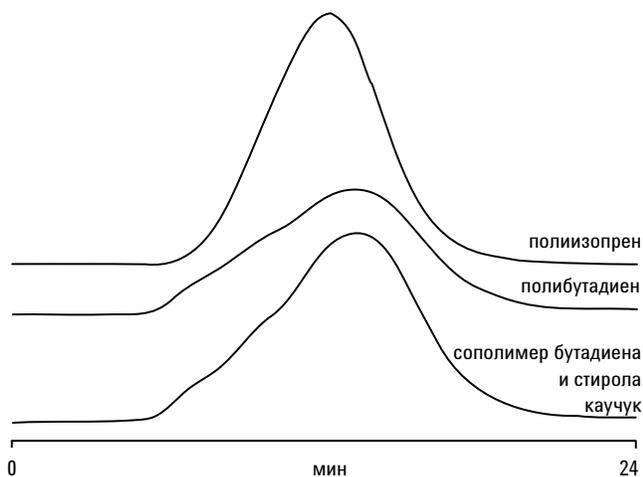


Рис. 9. Хроматограммы трех типов синтетического каучука

Хорошим растворителем для бутиловых каучуков является гексан, однако для хроматографии можно применять и другие растворители, например ТГФ. По сравнению с большинством традиционных растворителей, применяемых в ГПХ (например, с ТГФ), гексан имеет очень низкую полярность. Однако он может с успехом использоваться в колонках типа PLgel (рис. 10).

Колонки: PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм, 3 шт.  
Элюент: Гексан  
Скорость потока (расход): 1,0 мл/мин  
Система детектирования: PL-GPC 50

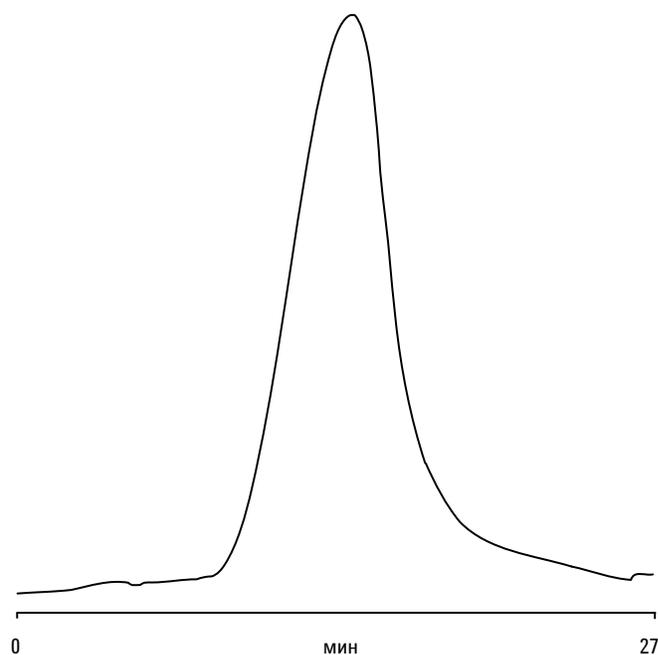
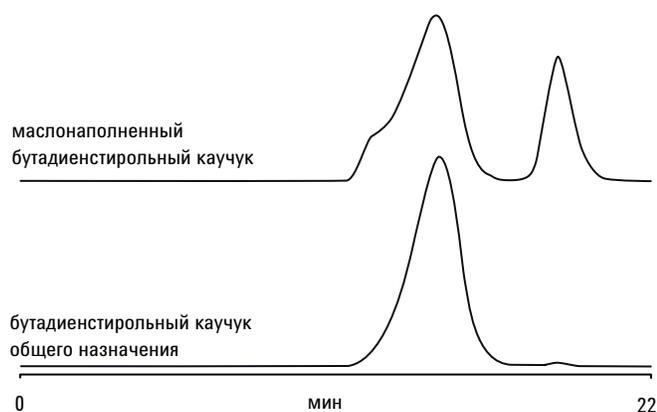


Рис. 10. Хроматограмма бутилового каучука в гексане иллюстрирует возможность получения хорошей формы пика

Промышленные сорта бутадиенстирольного каучука могут содержать фракции с очень большой молекулярной массой, поэтому для успешного анализа концентрация образца в растворе должна быть минимальной во избежание вязкостных эффектов. Некоторые сорта БСК (так называемые маслонаполненные) могут также содержать минеральное масло с малой молекулярной массой в качестве модификатора, которое может быть устранено из пика полимера, допуская таким образом возможность количественного представления с помощью системы Agilent ELSD (рис. 11).

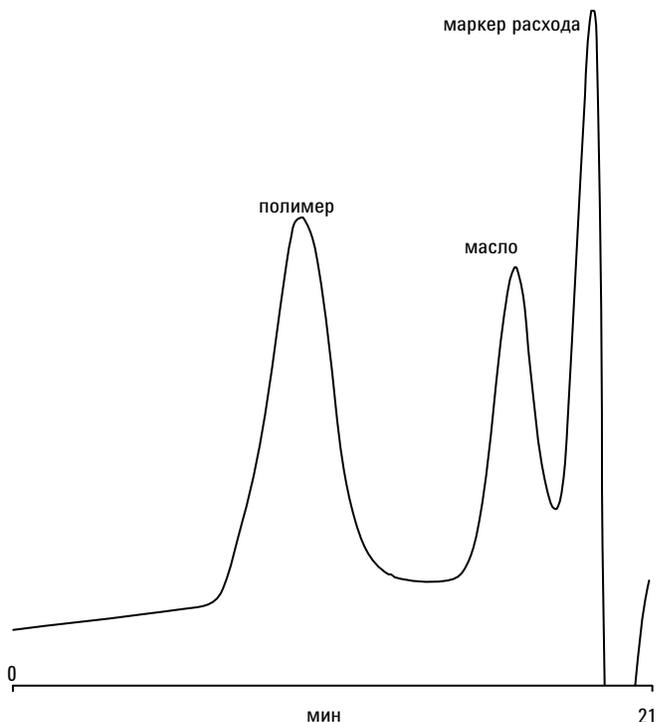
Колонки: PLgel 20 мкм MiniMIX-A, 250 x 4,6 мм, 2 шт.  
 Элюент: Тетрагидрофуран (ТГФ)  
 Скорость потока (расход): 0,3 мл/мин  
 Загрузка: 1 мг/мл, 100 мкл  
 Система детектирования: 380-ELSD (neb=45°C, evap=90°C, gas=0,7 SLM)



**Рис. 11.** Хроматограммы двух образцов бутадиенстирольных каучуков (один — маслонаполненный), иллюстрирующие присутствие добавок с малой молекулярной массой

Анализ образца маслосодержащего БСК (рис. 12) был проведен методом рефрактометрического детектирования. Для обеспечения полного растворения образец был нагрет до 50 °С и аккуратно перемешивался в течение 3 часов. Для удаления гелеобразных фракций рекомендуется фильтрование образца через фильтр 0,5 мкм. Комплект PLgel MIXED-B допускает разрешение как пиков полимера, так и пиков масла.

Колонки: PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм, 2 шт.  
 Элюент: Тетрагидрофуран (ТГФ)  
 Скорость потока (расход): 1,0 мл/мин  
 Объем вводимой пробы: 100 мкл  
 Система детектирования: PL-GPC 50

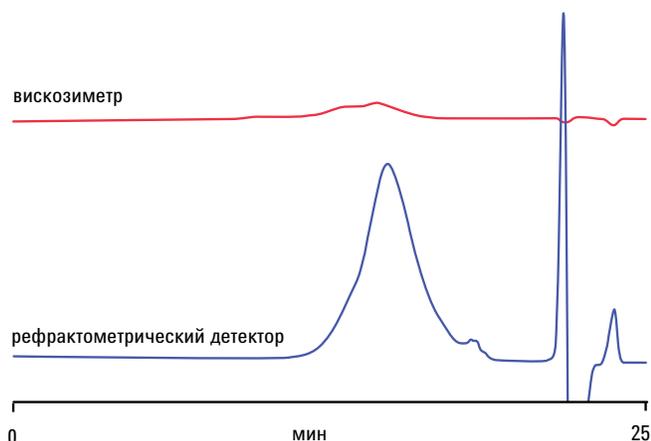


**Рис. 12.** Хроматограмма образца маслонаполненного бутадиенстирольного каучука, иллюстрирующая присутствие добавки (масла) с малой молекулярной массой

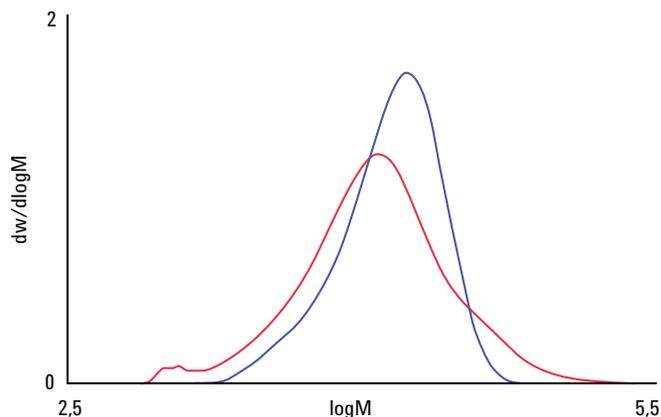
## Анализ полидиметилсилоксана методом ГПХ с вискозиметрическим детектором

Полидиметилсилоксан (ПДМС) — это нетоксичный и негорючий полимерный материал на основе кремния, известный своими необычными реологическими свойствами. ПДМС состоит из полимерных цепей, имеющих формулу  $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}[\text{SiO}(\text{CH}_3)_2]_n\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ , и является вязкоэластичным материалом, который при длительном времени истечения или при высоких температурах имеет свойства жидкости, а при непродолжительном времени истечения или при низких температурах — свойства каучука. Выпускаются разнообразные сорта ПДМС: от жидких до каучукоподобных полутвердых, в зависимости от молекулярной массы полимерных цепей. Данный материал широко используется для производства силиконовых герметиков, смазочных материалов, амортизаторных жидкостей, жидких теплоносителей, а также грудных и других имплантантов. Он также используется в качестве пищевой добавки (E900), применяемой, как противовспенивающий агент и антикомкователь.

Анализ ПДМС проводился методом ГПХ с помощью интегрированной системы ГПХ PL-GPC 50. В связи с важностью вязкостных свойств материала для многих конечных приложений в систему PL-GPC 50 в дополнение к стандартному рефрактометрическому детектору был включен вискозиметр PL-GPC 50. Результаты приведены на рис. 13 и 14. Данное сочетание детекторов также позволяет проводить анализ материала методом универсальной калибровки и получать точные значения молекулярных масс, не зависящие от химического состава стандартов, использованных для калибровки (в данном случае стандартов полистирола). Лучшим растворителем для ПДМС является толуол.

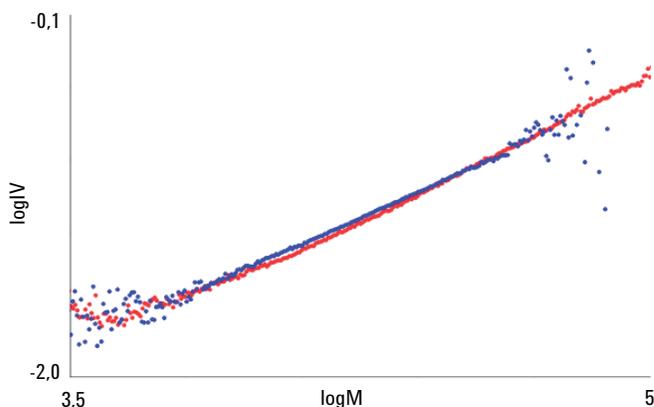


**Рис. 13.** Совмещение хроматограмм рефрактометрического детектора и вискозиметра для образца полидиметилсилоксана демонстрирует типовую форму пиков



**Рис. 14.** Совмещение графиков распределения молекулярных масс для двух различных сортов полидиметилсилоксана с различными рабочими характеристиками

Невзирая на значительную разницу молекулярных масс, график Марка — Хаувинка (рис. 15) показывает, что материалы очень близки по структуре и их вязкостно-эластичные характеристики как функция молекулярной массы предположительно сравнимы.



**Рис. 15.** График Марка — Хаувинка, построенный для двух образцов полидиметилсилоксана, показывает, что материалы очень близки по структуре

Колонки: Agilent PolyPore, 300 x 7,5 мм, 2 шт.  
 Элюент: Толуол  
 Скорость потока (расход): 1,0 мл/мин  
 Объем вводимой пробы: 100 мкл  
 Система детектирования: PL-GPC 50, вискозиметр

## Анализ сополимеров поли(стирола/бутадиена) методом традиционной ГПХ

Блок-сополимер поли(стирола/бутадиена) имитирует многие свойства натурального каучука и применяется в разнообразных отраслях промышленности. Его характеристики обеспечиваются жесткими полистирольными цепями, окруженными сетью эластичного полибутадиена, что придает материалу прочность и гибкость в широком диапазоне температур. Сополимер представляет собой термопластический эластомер и поэтому используется в промышленности для литья под давлением, а также может добавляться в существующий продукт для повышения его эластичности или придания прочности. Распределение молекулярной массы является критичным, поскольку любой гомополимер оказывает значительное влияние на результирующие конечные свойства материала.

Описанный ниже анализ выявил очевидные отклонения, вызванные присутствием гомополимеров наряду с основным сополимером (рис. 16 и 17).

Колонки: PLgel 5 мкм MIXED-C, 300 x 7,5 мм, 2 шт.  
Калибровочный стандарт: Polystyrene EasiVia  
Элюент: ТГФ (250 ppm бутилгидрокситолуола (БГТ))  
Температура: 40 °C  
Объем вводимой пробы: 100 мкл  
Система детектирования: PL-GPC 50

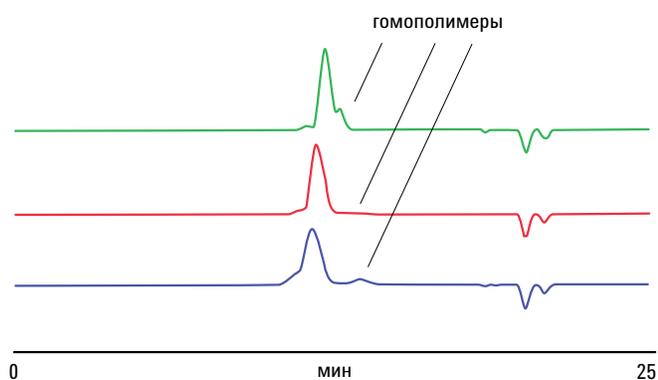


Рис. 16. Хроматограммы бутадиенстирольных каучуков показывают присутствие гомо- и сополимеров

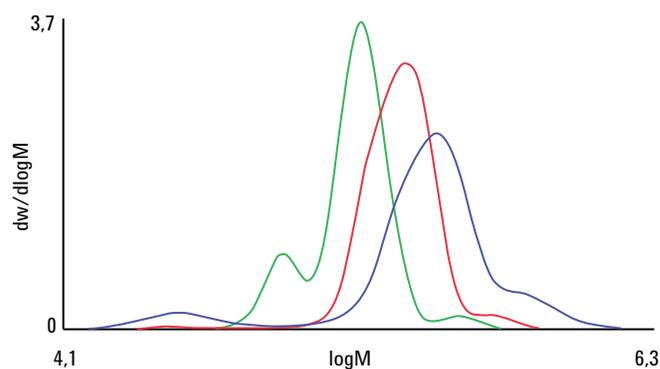


Рис. 17. Совмещение кривых распределения молекулярной массы для образцов бутадиенстирольного каучука показывает явные расхождения распределений молекулярной массы образцов

## Дополнительные решения Agilent в области анализа каучуков

Хотя технология ГПХ прекрасно подходит для анализа натуральных и синтетических каучуков, она не является единственным способом исследования этих важных материалов. Компания Agilent предлагает широкую номенклатуру приборов и расходных материалов, которые могут использоваться для исследования эластомеров в целях защиты окружающей среды, разработки методов утилизации, подтверждения аналогов, деформулирования, контроля качества и анализа разрушений. Приборы Agilent представляют особенный интерес в плане обнаружения добавок или модификаторов — повсеместно распространенных компонентов, встречающихся в составе большинства каучуков промышленного назначения.

### Спектроскопия

Для определения количества “наполнителя” и следового содержания металлов в составных каучуковых продуктах применяются как атомно-адсорбционная спектроскопия (ААС), так и оптическая эмиссионная спектроскопия индуктивно-связанной плазмы (ОЭС-ИСП). Для игрушек, изготавливаемых из каучуковых материалов, существуют мировые стандарты, требующие определения уровня содержания токсичных элементов.

Например, Закон США о повышении безопасности потребительских товаров (CPSIA) от 2008 г., стандарты EN 71 (Часть 3) и AS/NZS ISO 8124.3:2003, определяют требования к исследованию миграции неорганических элементов из игрушек и изделий для детей. Возможности оборудования ААС и ОЭС-ИСП Agilent отвечают данным требованиям и превосходят их. Аналитики также могут использовать методы ААС и ОЭС-ИСП для мониторинга и оценки воздействия каучуковых отходов (в особенности использованных шин) на окружающую среду при использовании их для заполнения выемок после земляных работ или в качестве основания для искусственных рифов, а также для оценки уровней содержания микропримесей в летучей золе, образующейся при сжигании получаемого из шин топлива.

### ЯМР (ядерно-магнитный резонанс)

Исследование каучуков методом ЯМР — это утвердившаяся подобласть исследований твердых тел методом ЯМР. ВМУ (вращение под магическим углом) применяется для улучшения шиммирования магнитного поля, исследование спектральных характеристик каучуков может осуществляться либо методом ВМУ для твердых тел, либо нанометодом. Более сложные опыты по изучению релаксационных характеристик производятся при анализе динамических свойств и морфологии материалов (например, размеров доменов); результаты используются для объяснения диэлектрических и механических свойств каучуков. Системы ЯМР Agilent 400, 500 или 600 МГц, оборудованные принадлежностями для твердотельного ЯМР, идеально подходят для выполнения таких задач.



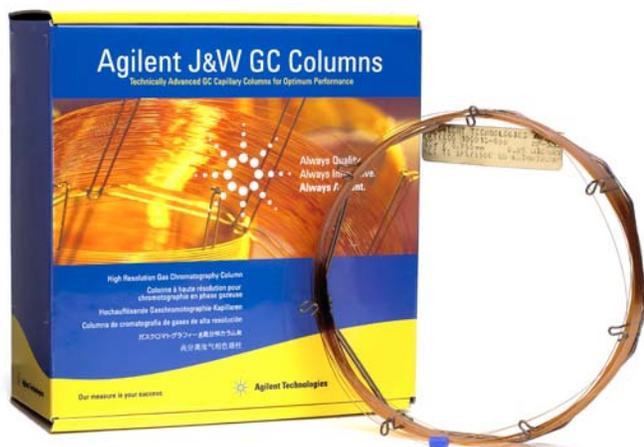
*Магнитно-резонансный спектрометр Agilent 400-MR — лучший выбор для лабораторий, которым требуется компактный и простой в эксплуатации прибор, изо дня в день обеспечивающий достоверные результаты*

## ГХ (Газовая хроматография)

Мониторинг токсичных газов, выделяющихся в процессе производства и вулканизации изделий из каучука, может осуществляться с помощью оборудования газовой хроматографии Agilent. Эта же технология помогает обеспечить безопасность изделий путем определения уровней содержания пластификаторов или нитрозаминов в каучуке пищевого назначения, например в сосках-пустышках или в сосках-бутылочках для детского питания. Для реализации двух методик ASTM (Американского общества испытаний материалов) мы рекомендуем использовать газохроматографические колонки Agilent J&W CP-PoraBOND Q, позволяющие определять наличие акрилонитрила в нитриловом каучуке.



Газовый хроматограф Agilent 7890A с автосамплером 7963A



Agilent J&W предлагает самый широкий выбор существующих в настоящее время газохроматографических колонок высокого качества

## ИК-Фурье спектроскопия

ИК-Фурье спектроскопия обладает широкими возможностями предоставления информации о структуре и химическом составе материала. Быстрая неразрушающая химическая идентификация осуществляется с помощью простых в эксплуатации приставок НПВО. Компания Agilent также предлагает пользователям термостатируемые устройства, обеспечивающие возможность исследования образцов эластомеров в желаемых условиях окружающей среды. В сочетании с методикой термогравиметрического анализа (ТГА) комбинированный ТГА/ИК-Фурье спектрометр Agilent осуществляет мониторинг выделяемых образцами каучука газов в реальном времени и выявляет состав сложных химических соединений. В состав наших систем ТГА/ИК-Фурье входит ИК-Фурье спектрометр и интерфейсное устройство ТГА/ИК. Интерпретацию данных осуществляет мощное программное обеспечение Resolutions Pro.



ИК-Фурье спектрометры Agilent семейства 600 обеспечивают высокоинформативное детектирование — высочайший уровень чувствительности в сочетании с подробной информацией о структуре и химическом составе материала

## Информация о порядке заказа

Компания Agilent предлагает своим клиентам надежное оборудование, расходные материалы для различных приложений и комплекс услуг при поддержке наших специалистов в области продуктов и приложений по всему миру, готовых помочь вам в решении ваших аналитических задач. Занимаетесь ли вы мониторингом загрязнения питьевой воды, разработкой новых лекарственных препаратов или экологически чистых видов топлива — наши решения обеспечат именно ту чувствительность, гибкость и производительность, которые необходимы вашей лаборатории.

Колонки и калибровочные стандарты	
Описание	Парт-номер
Agilent PLgel 5 мкм MIXED-C, 300 x 7,5 мм	PL1110-6500
Agilent PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм	PL1110-6100
Agilent PLgel 20 мкм MiniMIX-A, 250 x 4,6 мм	PL1510-5300
Agilent PolyPore, 300 x 7,5 мм	PL1113-6500
Agilent EasiVial PS-H (2 мл)	PL2010-0201
Agilent EasiVial PS-H (4 мл)	PL2010-0200
Agilent EasiVial PS-L (2 мл)	PL2010-0401
Agilent EasiVial PS-L (4 мл)	PL2010-0400
Agilent EasiVial PS-M (2 мл)	PL2010-0301
Agilent EasiVial PS-M (4 мл)	PL2010-0300
Agilent PS-H 2 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0202
Agilent PS-H 4 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0203
Agilent PS-L 2 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0402
Agilent PS-L 4 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0403
Agilent PS-M 2 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0302
Agilent PS-M 2 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0303

Калибровочные стандарты	
Описание	Парт-номер
Agilent EasiVial PS-H (2 мл)	PL2010-0201
Agilent EasiVial PS-H (4 мл)	PL2010-0200
Agilent EasiVial PS-L (2 мл)	PL2010-0401
Agilent EasiVial PS-L (4 мл)	PL2010-0400
Agilent EasiVial PS-M (2 мл)	PL2010-0301
Agilent EasiVial PS-M (4 мл)	PL2010-0300
Agilent PS-H 2 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0202
Agilent PS-H 4 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0203
Agilent PS-L 2 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0402
Agilent PS-L 4 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0403
Agilent PS-M 2 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0302
Agilent PS-M 2 мл Tri-Pack (90 виал)	PL2010-0303

Для получения полной информации о порядке заказа посетите наш веб-сайт по адресу [www.agilent.com/chem/store](http://www.agilent.com/chem/store)

Приборы	
Описание	Парт-номер
Интегрированная система ГПХ Agilent PL-GPC 220	G7820A
Вискозиметр Agilent PL-GPC 220	G7821A
Детектор по светорассеянию Agilent PL-GPC 220	G7822A
Интегрированная система ГПХ Agilent PL-GPC 50	G7810A
Вискозиметр Agilent PL-GPC 50	G7811A
Детектор по светорассеянию Agilent PL-GPC 50	G7812A
Испарительный детектор по светорассеянию Agilent 380-LC	G4260A
Испарительный детектор по светорассеянию Agilent 385-LC	G4261A



## Рекомендуемая техническая литература

Компанией Agilent опубликованы краткие обзоры приложений по биоразлагаемым полимерам, техническим полимерам, анализу полиолефинов, а также по смолам с малой молекулярной массой. Дополнительно мы также предлагаем обширный и информативный перечень литературы по всем аспектам ГПХ, в том числе примечания по применению, информационные листы технических характеристик и технические обзоры.

Публикация	Номер публикации
Введение в ГПХ	5990–6969EN
Руководство по выбору колонок для ГПХ	5990–6868EN
Биоразлагаемые полимеры	5990–6920EN
Технические полимеры	5990–6970EN
Анализ полиолефинов	5990–6971EN
Смолы с малой молекулярной массой	5990–6845EN
Вспомогательные вещества в лекарственных средствах	5990–7771EN
Пищевые добавки	5990–8634EN
Краткое руководство по выбору колонок и калибровочных стандартов	5990–6868EN
Колонки для водной и полярной ГПХ	5990–7995EN
Колонки для ГПХ с органическими растворителями	5990–7994EN
Калибровочные стандарты для ГПХ	5990–7996EN

Все наши публикации вы можете найти в Библиотеке технической литературы по адресу [www.agilent.com/chem/library](http://www.agilent.com/chem/library)

Узнайте, как вывести ваш анализ эластомеров на новый  
качественный уровень

Продукты ГПХ Agilent:

[www.agilent.com/chem/gpcsec](http://www.agilent.com/chem/gpcsec)

Связаться с офисом Agilent или авторизованным дистрибьютором:

[www.agilent.com/chem/contactus](http://www.agilent.com/chem/contactus)



Сведения, описания и технические характеристики,  
приведенные в данной публикации, могут быть изменены  
без предварительного уведомления.

© Agilent Technologies, Inc. 2012  
Отпечатано в Великобритании, 26 апреля 2012 г.  
5990-6866RU