Анализ технических полимеров посредством ГПХ (ЭХ)

Сборник технической информации

Авторы

Грег Сондерс (Greg Saunders),
Бен Маккрит (Ben MacCreath)
Аджилент Текнолоджиз инк.



The Measure of Confidence

Agilent Technologies

Содержание

Анализ полимеров посредством ГПХ (ЭХ)

Введение 3

Техника для ГПХ (ЭХ) фирмы «Аджилент»

Колонки для ГПХ (ЭХ) 4

Стандарты для ГПХ (ЭХ) 4

Приборы для ГПХ (ЭХ) 4

ГПХ (ЭХ) полимеров в агрессивных растворителях

Агрессивные растворители 5

Анализ полиэфирэфиркетона (ПЭЭК) посредством ГПХ 5

Анализ полибутилентерефталатной смолы в ГФИП посредством ГПХ 6

Анализ полиэтилентерефталата с использованием орто-хлорфенола как альтернативного растворителя 7

Анализ полимеров посредством ГПХ (ЭХ) при высоких температурах

Выбор колонки для анализа полиолефинов 8

Анализ полипропилена посредством ГПХ (ЭХ) при высоких температурах: исследование сходимости результатов 9

Анализ разветвления полиэтилена с помощью ПО Cirrus GPC для многодетекторной комплектации прибора 10

Анализ полифениленсульфида 11

Сопутствующие изделия 13

Техническая информация «Аджилент» по ГПХ (ЭХ) 14

Анализ полимеров посредством ГПХ (ЭХ)

Введение

Пластмассы всё шире используются в строительстве и других отраслях техники для изготовления элементов механизмов и конструкций. Относительная дешевизна полимерных материалов в сочетании с их привлекательными свойствами — механической прочностью, износостойкостью и стойкостью к химическим и физическим воздействиям обуславливает их превосходство над многими традиционными материалами, в частности, деревом и металлами, в важнейших сферах применения. Чем больше проектируют и разрабатывают новых полимерных материалов с новыми свойствами, тем явственнее предпочтение, которое отдают пластмассам. Чтобы создавать новые материалы, свойства которых отвечают показателям назначения, необходимо хорошо понимать поведение полимеров. Соответственно, анализ таких материалов играет важнейшую роль при разработке и освоении производства технических полимеров.

Гель-проникающая хроматография (ГПХ), вариант эксклюзионной хроматографии (ЭХ), представляет собой известный метод измерения молекулярно-массового распределения (ММР) – характеристики, в значительной степени определяющей многие физические свойства полимеров. Обычно увеличение средней молекулярной массы (ММ) полимера влечет за собой улучшение его характеристик, а ее более широкое распределение (полидисперсность) – ухудшение, однако при одновременном повышении обрабатываемости.

Технические полимеры обычно отличаются низкой растворимостью и высокой прочностью, поэтому их анализ сопряжен с существенными затруднениями, например, необходимостью работать с агрессивными растворителями и при повышенных температурах. Для решения подобных аналитических задач необходим высокоэффективный прибор для ГПХ, позволяющий работать при повышенных температурах и, как правило, выполненный как моноблок. Именно таким является прибор для ГПХ (ЭХ) PL-GPC 220 фирмы «Аджилент». PL-GPC 220 позволяет производить анализ при более высоких температурах, чем все серийные приборы конкурирующих фирм. Ниже приведена информация по приборному обеспечению и условиям анализа ряда типов технических полимеров.

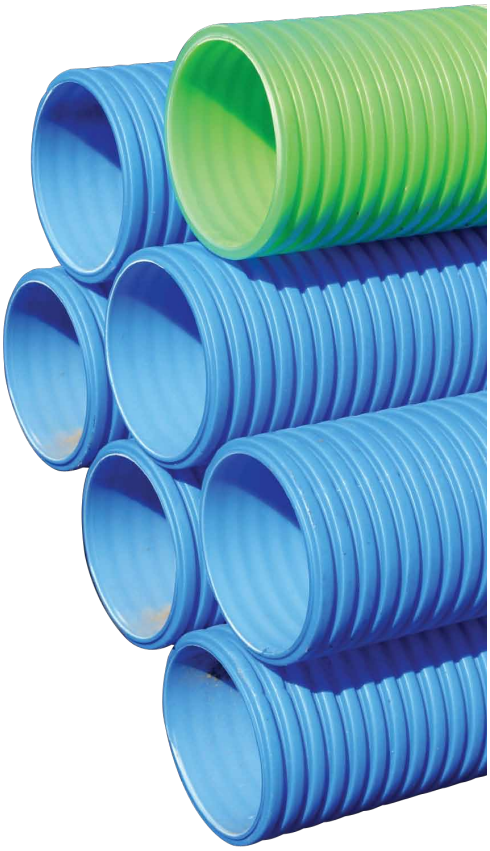


Таблица 1. *Влияние ММР на свойства технических полимеров*

	Прочность	Твердость	Хрупкость	Вязкость расплава	Хемостойкость	Растворимость
Увеличение ММ	+	+	+	+	+	–
Сужение ММР	+	+	–	+	+	+

Техника для ГПХ (ЭХ) фирмы «Аджилент»

Фирма «Аджилент» выпускает самый широкий ассортимент техники для ГПХ, идеально пригодной для анализа технических полимеров, – колонки, стандарты, приборы и программное обеспечение (ПО).

Колонки для ГПХ (ЭХ)

Использование при анализе высоких температур и вязких растворителей приводит к существенному сокращению срока службы колонок. В этом случае лучшим вариантом будут колонки для ГПХ фирмы «Аджилент», превосходящие все известные аналоги по устойчивости и надежности. В широком ассортименте имеются изделия, предназначенные для анализа технических полимеров, обычно отличающихся высокой ММ и вязкостью, а также специализированные колонки для анализа конкретных материалов, например, PLgel Olexis. Применяемые «Аджилент» сорбенты характеризует большой диапазон значений зернения и размеров пор, что позволяет подобрать колонки в точном соответствии с ММ анализируемого материала и благодаря этому добиться максимально высокого качества результатов анализа посредством ГПХ (ЭХ).



«Аджилент» выпускает большой типоразмерный ряд колонок для ГПХ (ЭХ).

Стандарты для ГПХ (ЭХ)

Для градуировки приборов при анализе технических полимеров методом ГПХ используют стандарты полимеров с малой полидисперсностью и очень точно определенной ММ. Чаще всего при использовании целого ряда органических растворителей в качестве стандарта для градуировки как колонки для ГПХ, так и светорассеивающих и вискозиметрических детекторов применяют полистирол.



Набор для градуировки EasiVial фирмы «Аджилент»

Приборы для ГПХ (ЭХ)

Прекрасным дополнением к колонкам «Аджилент» является более широкий, чем у любого из конкурентов, ассортимент приборов для ГПХ (ЭХ) в моноблочном исполнении, перекрывающий самый большой диапазон температур — от комнатной до 220 °C.

Прибор для ГПХ (ЭХ) «Аджилент» PL-GPC 220 также имеет моноблочное исполнение и обеспечивает непревзойденную воспроизводимость результатов во всех аналитических задачах ГПХ (ЭХ) и во всем диапазоне рабочих температур. PL-GPC 220 обладает исключительной адаптабельностью: он позволяет производить анализ почти в любых сочетаниях полимера, растворителя и температуры (последняя — в пределах от 30 до 220 °C).

Прибор PL-GPC 220 позволяет проводить анализы в любом из вариантов ГПХ (ЭХ) и может использоваться для анализа всего спектра технических полимеров, в том числе, требующих для этого весьма высоких температур. Приборы допускают установку дополнительных детекторов, например, светорассеивающего и вискозиметрического, комплектуются специализированным ПО, позволяющим анализировать подробно свойства технических полимеров. Всеобъемлющий ассортимент колонок и приборов фирмы «Аджилент» обеспечивает существенный полезный эффект при анализе технических полимеров.



Прибор-моноблок для ГПХ (ЭХ) PL-GPC 220

Подробнее о технике «Аджилент» для ГПХ (ЭХ):
www.agilent.com/chem/gpcsec

ГПХ (ЭХ) полимеров в агрессивных растворителях

Агрессивные растворители

Многие полимеры, особенно технического назначения, крайне плохо растворимы, и то в небольшом количестве растворителей. Дело в том, что они обладают высокой ММ или степенью кристалличности, чем обусловлены их высокая прочность и твердость. Для растворения материалов с большей ММ требуется разрыв большего количества молекулярных цепей, а материалов с большей степенью кристалличности — как правило имеющихся межцепных связей.

Прибор-моноблок для ГПХ (ЭХ) PL-GPC 220 пригоден для работы даже с самыми агрессивными растворителями. Рассмотренные далее примеры аналитических задач относятся к анализу технических полимеров, для растворения которых или элюирования в ходе анализа требуются агрессивные растворители.

Анализ полиэфирэфиркетона (ПЭЭК) посредством ГПХ

Показатели назначения материала: высокопараметрические изделия, капилляры для жидкостной хроматографии (ЖХ)

Полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) впервые был получен фирмой «Ай-си-ай» (ICI) в 1971 г. Он был первым из технических термопластов нового поколения, отличающихся высокой хемостойкостью, механической прочностью и термостойкостью, сохраняющихся при довольно высоких температурах — до 315 °C. ПЭЭК — материал дорогостоящий. Он обладает высокой степенью кристалличности, а его структура представляет собой основную цепь полимера с повторяющимися двумя эфирными и кетоновой группами. Высокая стоимость данного материала вполне оправдана в ряде вариантов его применения, например, для производства элементов поршней двигателей, изоляции кабелей, деталей самолетов, поскольку ни один другой материал не обладает таким сочетанием характеристик. Однако те же характеристики ПЭЭК, которыми обусловлена его ценность как технического материала, делают крайне затруднительным анализ посредством ГПХ. ПЭЭК обладает весьма высокой хемостойкостью; он растворяется лишь в сильных или концентрированных безводных реактивах с окислительными свойствами, а большинство органических и неорганических веществ на него вообще не действуют. Ранее разработанные методики анализа ПЭЭК предполагали использование смесей трихлорбензола (ТХБ) и фенола и работу при высоких температурах.

Для целей описанного ниже анализа пробу ПЭЭК растворяли в течение двух часов в небольшом количестве дихлоруксусной кислоты при 120 °C. После растворения раствор разбавили хлороформом до необходимой концентрации 0,2 % (массовая доля к объему), профильтровали, с целью удаления нерастворенного материала, и ввели в прибор, термостат которого был заранее доведен до необходимой рабочей температуры.

На хроматограмме был получен широкий пик ПЭЭК, обработка результатов дала значения ММ 70 000 г/моль и полидисперсности 2,2. Большой пик в конце опыта обусловлен избытком дихлоруксусной кислоты, использованной при пробоподготовке.

Условия

Проба:	Полиэфирэфиркетон (ПЭЭК)
Колонки:	2 шт. «Аджилент» PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1110-6100)
Элюент:	80 % хлороформа 20 % дихлоруксусной кислоты
Расход:	1,0 мл/мин
Объем пробы:	200 мкл
Детектор:	PL-GPC 220

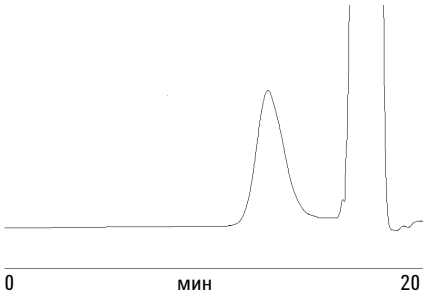


Рис. 1. *Хроматограмма пробы ПЭЭК*

Анализ полибутилентерефталатной смолы в ГФИП посредством ГПХ

Показатель назначения: механообработанные изделия

Полибутилентерефталатные (ПБТ) смолы находят широкое применение в тех сферах, где важнейшим достоинством материала является твердость и стойкость к повреждениям. Однако остаточные механические и тепловые напряжения в изделиях, получаемых литьем под давлением, могут привести к деградации и, как следствие, снижению физических характеристик. ММР смолы — важнейший показатель начала деградации, позволяющий оценить механические свойства изделия. ПБТ растворим в 1,1,1,3,3,3–гексафторизопропаноле (ГФИП), представляющем собой полярный органический растворитель, пригодный для растворения таких полярных полимеров, как полиамиды и сложные полиэфиры.
В рассматриваемом анализе использован ГФИП с добавлением 20 мМ трифторацетата натрия (NaТФА) с целью предотвращения конгломерации. Анализ производили при температуре 40 °C на двух колонках «Аджилент» марки HFIPgel, предназначенных специально для работы с ГФИП. Использован прибор-моноблок для ГПХ (ЭХ) PL-GPC 220 с двумя детекторами – дифференциальным рефрактометрическим и вискозиметрическим. Применение в ГПХ чувствительного к ММ вискозиметрического детектора позволяет рассчитывать ММ на основе гидродинамического объема (в предположении о применимости универсальной градуировки), благодаря чему значение ММ не зависит от того, какой стандарт был использован для градуировки колонки. Для универсальной градуировки использованы стандарты полиметилметакрилата (ПММА) производства «Аджилент».

В табл. 2 приведены полученные посредством ГПХ с вискозиметрическим детектором средние значения ММ и характеристической вязкости пробы материала до и после литья. ММР со всей очевидностью указывает на деградацию после литья, т.е. снижение прочности материала по сравнению с исходным.

Таблица 2. *Средние значения ММ и характеристической вязкости ПБТ*

	Mn, г/моль	Mw, г/моль	Характеристическая вязкость, $г^{-1}$
Проба смолы	24 400	48 600	0,535
Исходный материал	11 200	24 000	0,306

Условия

Проба:	ПБТ смола
Колонки:	2 шт. PL HFIPgel, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1114-6900HFIP)
Элюент:	ГФИП + 20 мМ NaТФА
Расход:	1,0 мл/мин
Объем пробы:	200 мкл
Температура:	40 °C
Детектор:	PL-GPC 220, вискозиметрический

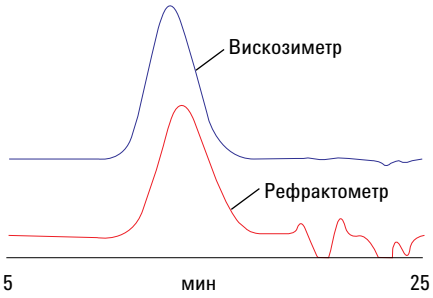


Рис. 2. *Хроматограммы исходной ПБТ смолы до литья (с двух детекторов на одном графике)*

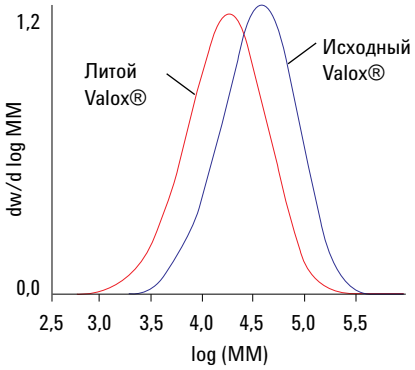


Рис. 3. *ММР двух проб*

Анализ полиэтилентерефталата с использованием орто-хлорфенола как альтернативного растворителя

В качестве альтернативы ГФИП для анализа ПЭТ можно использовать орто-хлорфенол. Данный растворитель является вредным, обладает высокой вязкостью и требует повышенных температур.

Пробы растворяли в течение 30 мин при 110 °C. При комнатной температуре полимер остается в растворе, однако вследствие высокой вязкости элюента ГПХ следует проводить при повышенной температуре. Исследованы три сорта ПЭТ, отличающиеся значениями характеристической вязкости. Сравнение полученных результатов обнаруживает незначительные различия между ними.

Условия

Проба:	ПБТ смола
Колонки:	2 шт. PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1110-6100)
Элюент:	орто-хлорфенол
Расход:	1,0 мл/мин
Температура:	100 °C
Детектор:	PL-GPC 220

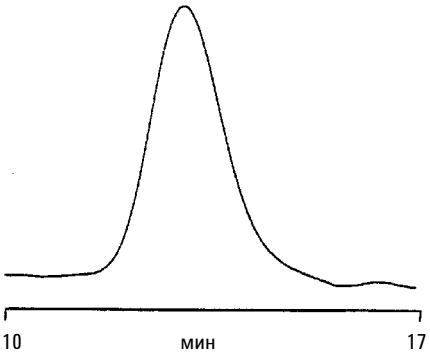


Рис. 4. *Хроматограмма пробы ПЭТ*

Идентификация пиков
1. XB = 0,72
2. XB = 0,75
3. XB = 0,84

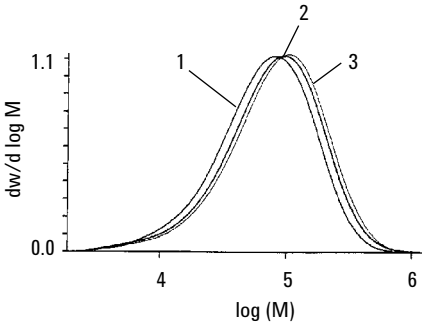


Рис. 5. *ММР проб ПЭТ*

Анализ полимеров посредством ГПХ (ЭХ) при высоких температурах

Анализ при высоких температурах

Некоторые полимеры с высокой степенью кристаллличности, например, полиэтилен, обладают низкой растворимостью, и то при высоких температурах. Дело в том, что кристаллическая структура разрушается только при повышенной температуре, а при охлаждении материал рекристаллизуется и осаждается из раствора. В такого рода задачах высокие температуры необходимы в продолжение всего анализа, чтобы пробы оставались в растворе. Прибор-моноблок для ГПХ (ЭХ) PL-GPC 220 позволяет поддерживать постоянную температуру 200 °C на инжекторе, колонках и проточных кюветах детекторов, вплоть до точки выхода из прибора. Далее описаны примеры анализа при высоких температурах полимеров с высокой степенью кристалличности с помощью прибора PL-GPC 220.

Выбор колонки для анализа полиолефинов

К полиолефинам относятся вещества с самой различной ММ – от низкомолекулярных углеводородных восков до сверхвысокомолекулярных твердых пластмасс. ММР полиолефинов прямо связано с такими их физическими характеристиками, как твердость, вязкость расплава и степень кристалличности. ГПХ (ЭХ) как метод полного определения ММР полиолефинов получила предпочтение во многих лабораториях.

Выбор колонок для анализа конкретного полиолефина зависит от диапазона его ММ. Для анализа низкомолекулярных материалов можно использовать высокоэффективные колонки со сравнительно малым размером пор. Более высокомолекулярные материалы требуют более крупных размеров частиц (для минимизации эффектов сдвига) и широкого распределения размеров пор.

На рис. 6–8 показаны характерные данные для четырех проб сильно различающихся полиолефинов. Все результаты получены с помощью прибора PL-GPC 220.

Условия

Проба:	Линейные углеводороды
Колонки:	2 шт. «Аджилент» PLgel 3 мкм 100Å, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1110-6320)
Элюент:	ТХБ
Расход:	0,8 мл/мин
Объем пробы:	20 мкл
Температура:	145 °C
Детектор:	PL-GPC 220

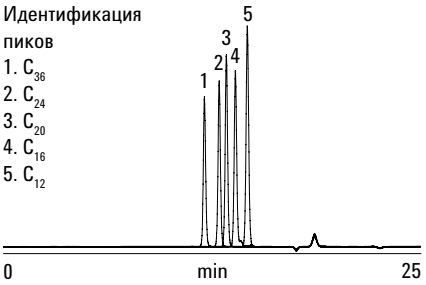


Рис. 6. *Разделение группы низкомолекулярных линейных углеводородов на двух колонках PLgel 3 мкм 100Å*

Условия

Проба:	Углеводородный воск
Колонки:	2 шт. «Аджилент» PLgel 5 мкм MIXED-D, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1110-6504)
Элюент:	ТХБ
Расход:	1,0 мл/мин
Объем пробы:	100 мкл
Температура:	160 °C
Детектор:	PL-GPC 220

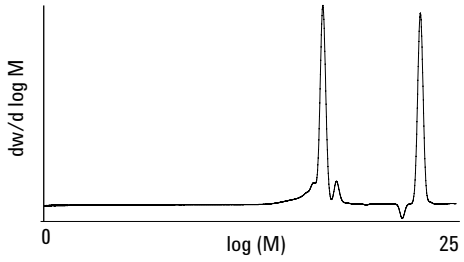


Рис. 7. *Хроматограмма углеводородного воска сравнительно низкой ММ, полученная на двух колонках PLgel 5 мкм MIXED-D*

Условия

Проба:	Полиэтилен
Колонки:	3 шт. PLgel Olexis, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1110-6400)
Элюент:	ТХБ
Расход:	1,0 мл/мин
Объем пробы:	200 мкл
Температура:	160 °C
Детектор:	PL-GPC 220

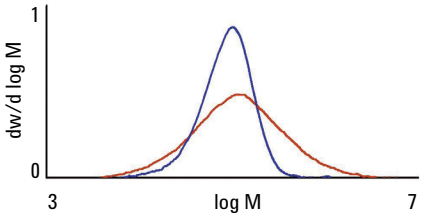


Рис. 8. *ММР проб полиэтилена средней и высокой полидисперсности (на одном графике)*

Анализ высокомолекулярных материалов следует проводить на колонках с крупнопористым гелем PLgel Olexis, поскольку в этом случае сводится к минимуму деградация вследствие сдвига и достигается разрешение до 100 000 000 г/моль (при зернении 13 мкм). Данные примеры иллюстрируют разнообразие полиолефинов и адаптабельность колонок серии PLgel при их анализе.

Анализ полипропилена посредством ГПХ (ЭХ) при высоких температурах: исследование сходимости результатов

Показатели назначения материала: пластмассовые трубы, бутылки и другие емкости

Прибор-моноблок для ГПХ (ЭХ) PL-GPC 220 идеально подходит для анализа полипропилена. Для приготовления пробы коммерческого полипропилена (ПП) использовано устройство пробоподготовки PL-SP 260VS фирмы «Аджилент». Расход составлял 1,5 мг/мл, температура растворения 160 °C, продолжительность – два часа. Во флаконы автосамплера PL-GPC 220 поместили шесть аликвот основного раствора, флаконы установили в поворотный штатив с температурой в горячей зоне 160 °C, теплой зоне 80 °C.

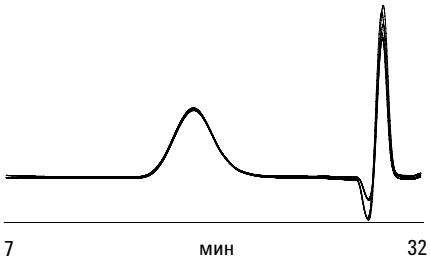


Рис. 9. *Хроматограммы, построенные по необработанным данным шести последовательных анализов проб ПП (показаны на одном графике)*

Для анализа данных произведена градуировка по стандартам полистирола с использованием в уравнении Марка-Хоувинка приведенных ниже параметров. В результате получены показанные в табл. 3 значения эквивалентной ММ полипропилена.

Полистирол в ТХБ[1]	$K = 12{,}1 \times 10^{-5}$	$\alpha = 0{,}707$
Полипропилен в ТХБ[2]	$K = 19{,}0 \times 10^{-5}$	$\alpha = 0{,}725$

Таблица 3. *Результаты расчета ММ и разброса в процентах для шести проб ПП*

Номер пробы	Mp	Mn	Mw
1	127 132	65 086	185 795
2	131 893	65 089	185 236
3	128 673	66 802	186 202
4	132 062	67 417	188 048
5	131 625	69 320	188 679
6	130 227	69 677	186 188
Среднее	130 202	67 232	186 691
Станд. отклонение	1 693	1 815	1 239
Разброс, %	0,13	2,70	0,66

Результаты анализа с помощью прибора PL-GPC 220 на колонках PLgel 10 мкм MIXED-B демонстрируют превосходную сходимость.

Условия

Проба:	Полипропилен
Колонки:	3 шт. PLgel Olexis, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1110-6400)
Элюент:	ТХБ + 0,0125 % БГТТ
Расход:	1,0 мл/мин
Объем пробы:	200 мкл
Температура:	160 °C
Детектор:	PL-GPC 220

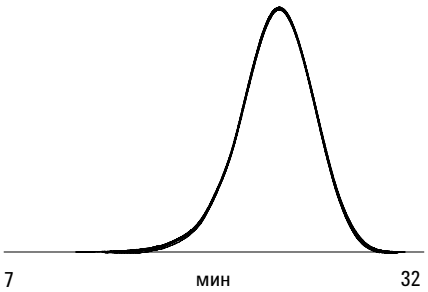


Рис. 10. *Результаты расчета ММР шести последовательно введенных проб ПП (на одном графике)*

Источники

[1] H. Col, D. K. Giddings, *J. Polym. Sci.*, (A2) **8** (1970) 89

[2] T.G. Scholte et al, *J. Appl. Polym. Sci.*, **29** (1984) 3763

Анализ разветвления полиэтилена с помощью ПО Cirrus GPC для многодетекторной комплектации прибора

Показатели назначения материала: пластмассовые пакеты и другие емкости

Наличие длинноцепных (свыше шести атомов углерода) разветвлений в полиолефинах существенно влияет на такие их физические характеристики, как вязкость расплава и механическая прочность. Распределение ветвей в полиолефинах определяется механизмом полимеризации. Значительный интерес представляет получение материалов с хорошо определенной ММ и известным распределением разветвления для конкретных показателей назначения.

Далее описан анализ трех проб полиэтилена с помощью прибора для ГПХ PL-GPC 220 с дополнительным вискозиметрическим детектором. При синтезе двух материалов был задействован механизм стимулирования разветвления, третий представлял собой стандартное линейное эталонное вещество марки NBS 1475. Анализ проводили при температуре 160 °C на трех колонках PLgel Olexis. В качестве растворителя использован трихлорбензол (ТХБ), стабилизированный 0,015 % бутилгидрокситолуола (БГТ).

В прибор дополнительно к рефрактометрическому детектору был установлен вискозиметрический детектор, для анализа данных использовано ПО Cirrus GPC для многодетекторной комплектации. Анализ производился в предположении о применимости универсальной градуировки. При универсальной градуировке использованы стандарты полистирола. В качестве эталона линейного материала при определении разветвления использован материал без разветвления.

На рис. 11 показаны ММР трех проб. Черная кривая соответствует материалу без разветвления. Различия в ММ проб заметны, несмотря на частичные совпадения графиков.

На рис. 12 показаны графики уравнений Марка–Хоувинка для этих же трех проб. Верхний график соответствует материалу без разветвления. Прочие два материала при любом значении ММ имеют меньшие значения характеристической вязкости, что свидетельствует о наличии разветвления. Для описания этого явления используется коэффициент разветвления g, определяемый следующим уравнением, где ϵ – постоянная:

$$g = \left[\frac{\text{характ.вязкость (разветвленный)}}{\text{характ.вязкость (линейный)}} \right]^{1/\epsilon}$$

Условия

Проба:	Полипропилены
Колонки:	3 шт. PLgel Olexis, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1110-6400)
Элюент:	ТХБ + 0,015 % БГТ
Расход:	1,0 мл/мин
Объем пробы:	200 мкл
Температура:	160 °C
Детектор:	PL-GPC 220 + вискозиметрический

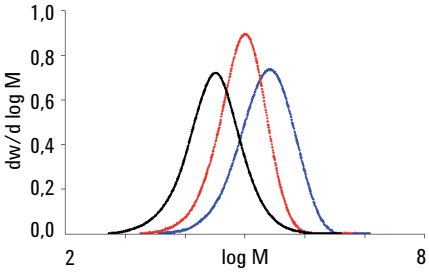


Рис. 11. *Графики ММР трех проб полиэтилена (черная кривая — материал без разветвления)*

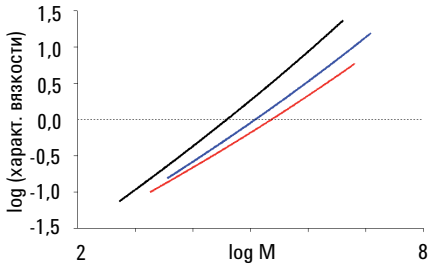


Рис. 12. *Графики уравнения Марка–Хоувинка для трех проб полиэтилена*

Материал без разветвления (используемый как модель) имеет значение g = 1 (кроме области больших ММ, где наблюдается значительный разброс данных). В остальных двух материалах значение g уменьшается при увеличении ММ, что говорит об увеличении количества ветвей. Рассчитанные значения g позволяют определить количество разветвлений на 1000 атомов углерода. Для этого находят модель, лучше всего соответствующую опытным данным. ПО Cirrus GPC для многодетекторной комплектации прибора позволяет применить такой подход, т.к. в нем имеется ряд моделей разветвления. В нашем случае использовано допущение о случайном распределении ветвей в полимере и, соответственно, модель расчета среднечисленного показателя разветвления. Графики значений g и среднечисленного показателя разветвления для трех проб показаны на рис. 13 и 14.

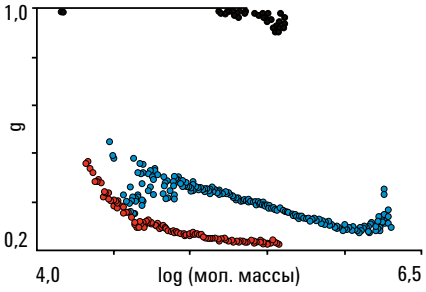


Рис. 13. *Графики коэффициента разветвления g трех проб полиэтилена (черная кривая – материал без разветвления)*

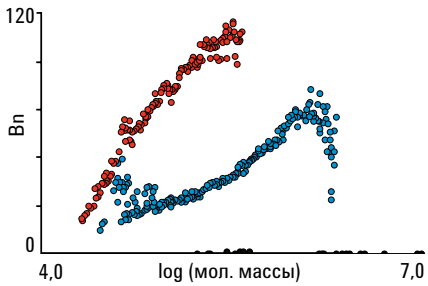


Рис. 14. *Графики зависимости расчетного показателя разветвления от ММ трех проб полиэтилена (черные точки – материал без разветвления)*

Результаты показывают, что в двух пробах с разветвлением графики ММР и распределения разветвления различаются по характеру. Материал с большим разветвлением при данной ММ отличается от второго материала меньшей ММ. Понимание ММР и распределения разветвления материалов позволяет уверенно судить об их сравнительной обрабатываемости.

Анализ полифениленсульфида

Показатели назначения материала: высокопараметрические мембраны, сукно для ЦБП, электрическая изоляция

Полифениленсульфид (ПФС) – технический полимер, содержащий жесткую главную цепь, в которой чередуются ароматические кольца и связывающие их атомы серы. Высокая хемостойкость и устойчивость к термоудару этого материала, а также его жесткость даже при высоких температурах обуславливают его ценность как конструкционного. ПФС имеет ряд показателей назначения: фильтровая ткань для котлов на угле, сукно для бумагоделательных машин, электрическая изоляция, специализированные мембраны. Немодифицированный ПФС является изолятором, с помощью активаторов ему могут быть приданы полупроводящие свойства.

Анализ ПФС посредством ГПХ крайне затруднителен. Данный материал, весьма хемо- и термостойкий, растворяется только в особых растворителях, например, орто-хлорнафталине, причем при высоких – около 200 °C – температурах. Прибор PL-GPC 220 может работать при таких температурах, а колонки PLgel позволяют производить анализ ПФС.

Условия

Колонки:	3 шт. PLgel 10 мкм MIXED-B, 300 x 7,5 мм (кат. № PL1110-6100)
Элюент:	орто-хлорнафталин
Расход:	1,0 мл/мин
Температура:	210 °C
Детектор:	PL-GPC 220

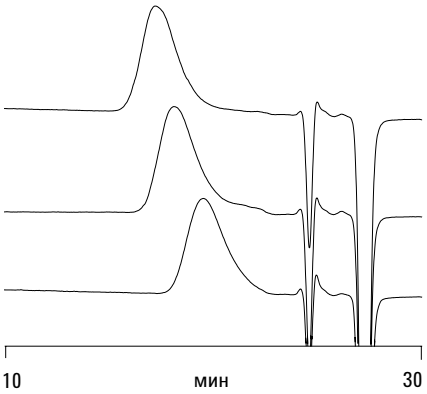


Рис. 15. *Хроматограммы трех проб полифениленсульфида (на одном графике)*

Порядок оформления заказа

В настоящем сборнике технической информации упомянуты приведенные ниже изделия. Полный перечень каталожных номеров изделий для ГПХ (ЭХ) в Интернете: **www.agilent.com/chem/store**

Колонки

Наименование	Кат. №
Agilent PLgel 3 мкм 100Å, 300 x 7,5 мм	PL1110-6320
Agilent PLgel 5 мкм MIXED-D, 300 x 7,5 мм	PL1110-6504
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 MIXED-A, 300 x 7,5 мм	PL1110-6200
Agilent PLgel 20 мкм MIXED-A LS, 300 x 7,5 мм	PL1110-6200LS*
Agilent PLgel Olexis, 300 x 7,5 мм	PL1110-6400
Agilent PL HFIPgel, 300 x 7,5 мм	PL1114-6900HFIP

Стандарты

Наименование	Кат. №
Agilent PS-H EasiVial 2 мл: набор для градуировки с навеской полистирола	PL2010-0201
Agilent PS-M EasiVial 2 мл: набор для градуировки с навеской полистирола	PL2010-0301
Agilent PS-L EasiVial 2 мл: набор для градуировки с навеской полистирола	PL2010-0401
Agilent EasiCal PS-1: набор с подготовленной пробой полистирола	PL2010-0501
Agilent EasiCal PS-2: набор с подготовленной пробой полистирола	PL2010-0601
Agilent PM EasiVial 2 мл: набор для градуировки с навеской полиметилметакрилата	PL2020-0201
Agilent PM EasiVial 4 мл: набор для градуировки с навеской полиметилметакрилата	PL2020-0200

Аппаратура

Наименование	Кат. №
Прибор-моноблок для ГПХ (ЭХ) Аджилент PL-GPC 220	PL0820-0000
Детектор вискозиметрический встраиваемый внутрипотоковый Аджилент PL-BV 400HT	PL0810-3050
Детектор светорассеивающий Аджилент PL-HTLS 15/90	PL0640-1200
Блок пробоподготовки Аджилент PL-SP 260VS**	

Программное обеспечение

Наименование	Кат. №
Аджилент Cirrus GPC	PL0570-2000
Аджилент Cirrus GPC для многодетекторной комплектации	PL0570-2020

* *Малоизлучающий, для комплектации со светорассеивающим детектором*

** *Информацию об изделиях, заказываемых отдельно, можно получить в местном торговом представительстве или у местного дистрибьютора*

Сопутствующие изделия

К числу технических полимеров относятся весьма разнообразные материалы, и хотя для их анализа применяют преимущественно гель-проникающую хроматографию, могут использоваться и другие методы. Фирма «Аджилент» выпускает широкий ассортимент приборов для молекулярной спектрометрии и рентгеновской кристаллографии, пригодных для исследования материалов данного типа. Современная аппаратура «Аджилент» позволяет полнее изучить свойства и состав этих ценных материалов и на этой основе добиться лучшего понимания их поведения и соответствия показателям назначения.

УФ-Вид-БлИК-спектрометрия

Выпускаемые фирмой «Аджилент» под маркой «Cary» спектрометры УФ, видимого и ближнего ИК диапазонов вот уже 60 лет пользуются заслуженной репутацией приборов превосходного качества и непревзойденной эффективности. Спектрофотометры серии «Cary» – неотъемлемый атрибут лаборатории, стремящейся добиться беспрецедентных результатов спектрофотометрического анализа. Однако эти приборы нашли широчайшее применение и в лабораториях, занятых поточным анализом, где при контроле качества полимеров главную роль играют надежность и удобство в эксплуатации.



Приборы «Аджилент» для ИК-спектрометрии серии 600 обеспечивают самый высокий уровень чувствительности и одновременно позволяют получить подробнейшую информацию о структуре и составе исследуемого материала

Флуоресцентная спектрометрия

Флуоресцентный спектрофотометр Аджилент Cary Eclipse обладает чрезвычайно высокой эффективностью, что, впрочем, характерно для всех приборов Cary, при этом его стоимость на удивление невелика. Этот прибор — воплощение всего лучшего в приборах «Аджилент» вообще и «Cary» в частности: в его составе имеются ксеноновая импульсная лампа, блоки электроники, автоматически идентифицируемые при подключении, ПО с развитым функционалом и понятным интерфейсом.

ИК-Фурье спектрометрия

ИК-Фурье спектрометры и микроскопы «Аджилент» предельно упрощают анализ состава полимера, обеспечивая возможность получения точной химической информации с крайне малых участков образца. Приборы «Аджилент» для ИК-Фурье спектрометрии отличает от известных аналогов полнота использования режима нарушенного полного внутреннего отражения (англ. ATR). Высшего качества визуализации химических свойств можно добиться с помощью приспособления Specac Imaging Golden Gate Diamond ATR, позволяющего сохранять геометрию объекта за счет исключения дисторсии и аберрации и при этом обладающего характерными для техники «Golden Gate» устойчивостью и удобством в эксплуатации.

КР-спектрометрия

Спектрометрия комбинационного рассеяния позволяет получать как количественную, так и качественную информацию о химических соединениях, используемых как технические полимеры. КР-спектрометрия прекрасно дополняет ИК-спектрометрию, особенно при анализе кристаллических полимеров. Выпускаемый фирмой «Аджилент» блок для Фурье-КР-спектрометрии Synergy является самым малогабаритным среди известных аналогов устройством такого рода. Он обеспечивает универсальность аппаратуры, столь востребованную спектрометристами-исследователями.

Рентгеновская кристаллография

В начале 1950-х рентгеновская кристаллография завоевала известность как метод анализа, использованный для расшифровки структуры ДНК. В те времена Розалинда Франклин, вероятно, с удовольствием поработала бы на приборе «Адижлент» Xcalibur E, высокоэффективном дифрактометре для современной лаборатории химической кристаллографии, самом популярном средстве одноволновой кристаллографии низкомолекулярных материалов.

Техническая информация «Аджилент» по ГПХ (ЭХ)

Фирма «Аджилент» выпустила сборники ТИ по биоразлагаемым полимерам, анализу полиолефинов, эластомеров и низкомолекулярных смол. Кроме того, предлагается большой выбор информационных материалов по ГПХ (ЭХ) — листков технической информации, проспектов приборов и технических обзоров.

Публикация	Номер
Биоразлагаемые полимеры	5990-6920EN
Анализ полиолефинов	5990-6971EN
Эластомеры	5990-6866EN
Низкомолекулярные смолы	5990-6845EN
Введение в ГПХ (ЭХ)	5990-6969EN
Справочный плакат по ГПХ (ЭХ)	5990-6882EN
Пособие по выбору колонок	5990-6868EN

Публикации можно найти в Интернет-библиотеке:
www.agilent.com/chem/library

Для заметок

Изделия «Аджилент» для ГПХ (ЭХ)
www.agilent.com/chem/gpcsec

Приобретение через Интернет
www.agilent.com/chem/store

Связь с представительством или
уполномоченным дистрибьютором «Аджилент»
www.agilent.com/chem/contactus

США и Канада
1-800-227-9770
agilent_inquiries@agilent.com

Европа
info_agilent@agilent.com

Азия и Океания
adinquiry_aplsca@agilent.com

Индия
india-lsca_marketing@agilent.com

Информация может быть изменена без предупреждения.

© Фирма Аджилент текнолоджиз инк., 2011
Напечатано в США 7 февраля 2011 г.
5990-6970RU

Agilent Technologies