

Работа с системами ИСП-МС: освоение искусства использования конуса

В этой статье предлагаются рекомендации по достижению наилучших аналитических характеристик прибора ИСП-МС и указания по техническому обслуживанию. В частности, статья будет посвящена конусам интерфейса.



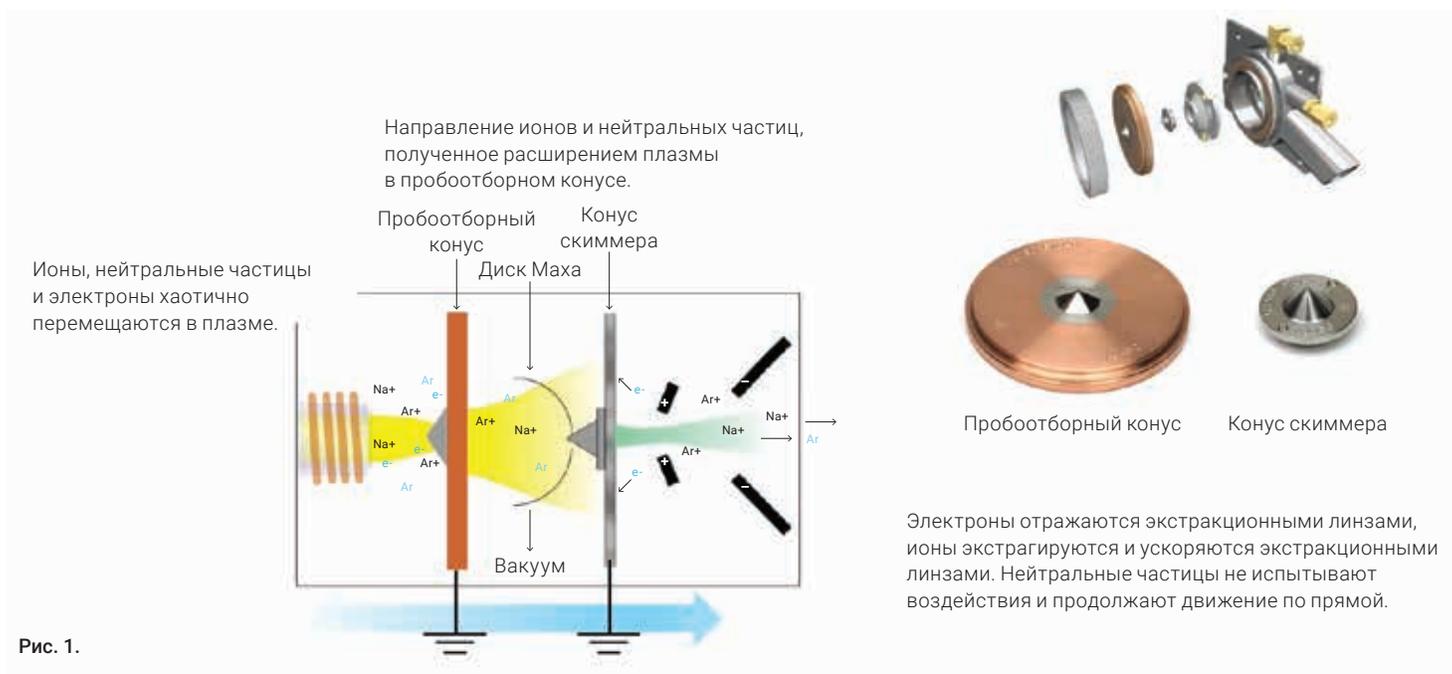
## Автор

Гарет Пирсон (Gareth Pearson),  
продукт-менеджер отдела  
расходных материалов  
для ИСП-МС,  
Agilent Technologies,  
Австралия

## Введение

В зоне интерфейса, где находятся конусы, внутри плазмы, при очень высоких температурах и атмосферном давлении, образуются ионы аналитов. Эти ионы передаются в масс-спектрометр, работающий при низком давлении. Сперва аналиты пропускаются через первый конус (пробоотборный конус), потом они поступают в зону интерфейса низкого давления, где поток ионов расширяется и экстрагируется при помощи второго конуса (конуса скиммера) и экстракционных линз.

На Рисунке 1 показано схематическое изображение зоны интерфейса. Задача экстракционных линз и пробоотборных конусов заключается в том, чтобы доставить ионы аналита к реакционной ячейке, а затем в квадруполь масс-спектрометра. Помимо перехода от атмосферного давления к очень низкому давлению, важно исключить все фотоны или нейтральные частицы, которые будут способствовать возникновению фонового сигнала, и перенести в масс-спектрометр только положительно заряженные ионы аналита.



Для оптимизации такого переноса ионов компания Agilent предлагает несколько программных инструментов.

**Процедура запуска:** автоматически предложит оптимизировать параметры плазмы ИСП, в том числе установить ось горелки, поток газа, поступающего в распылитель, и отследить рабочие характеристики прибора в стандартных условиях. Будет создан отчет о важных значениях рабочих характеристик, которые можно отслеживать в течение срока службы прибора ИСП-МС для контроля изменений и своевременного выявления признаков сбоев в работе.

**Автоматическая настройка линз и параметров экстракции:** исключает вероятность вариативности, связанной с человеческим фактором, и обеспечивает постоянные рабочие характеристики, чтобы экстракция ионов линзами соответствовала наилучшей производительности ИСП. Обычно мы рекомендуем выполнять весь комплекс процедур при запуске. Импульсные и аналоговые коэффициенты, как правило, настраиваются отдельно для каждой методики, поскольку они уникальны для элементов, используемых в методике. Мы также рекомендуем проводить глобальную настройку прибора и настройку в рамках каждой партии анализа, т. е. в рамках каждой выполняемой методики.

## Конусы интерфейса

Рассмотрим подробнее конусы интерфейса. Они являются ключевыми элементами в обеспечении должной производительности ИСП-МС, поэтому следует регулярно выполнять проверку их состояния, уделяя особое внимание области отверстий конусов. Для этого компания Agilent предлагает удобный увеличительный инструмент. Этот инструмент оснащен системой подсветки и обеспечивает 10-кратное увеличение с отображением измерительной шкалы. В ходе проверки необходимо убедиться, что отверстие не засорено, имеет круглую форму и правильный размер. Диаметр пробоотборного конуса должен составлять один миллиметр. При засорении его необходимо очистить, а увеличенный диаметр означает конец срока службы и необходимость замены.

Некоторые проблемы с конусами интерфейса могут возникать в результате неправильного обращения или использования. Сами по себе конусы очень хрупкие, в частности наконечник конуса скиммера, который сужается до очень маленького диаметра, поэтому при неправильном обращении его легко повредить. В процессе очистки, демонтажа и повторной установки на приборе наконечник не должен контактировать с какими-либо поверхностями.

Необходимо использовать правильное основание для конуса скиммера, важнейшую роль играет материал основания. Для никелевого конуса скиммера нужно использовать основание из нержавеющей стали; такая конфигурация по умолчанию используется в системах с х-образными линзами. Если используются платиновые конусы, основание скиммера должно быть из латуни. Это конфигурация по умолчанию для полупроводниковых приборов Agilent. Она позволяет контролировать температуру наконечника для предотвращения перегрева и обеспечивает равномерное отложение матрицы на наконечнике.

В данном случае необходимо добиться баланса, поскольку, с одной стороны, необходимо проводить техническое обслуживание конусов для обеспечения их рабочих характеристик, но не рекомендуется проводить очистку чаще, чем это необходимо. Каждая очистка конусов приводит к сокращению срока их службы. Особое внимание должно уделяться наконечнику конуса, в частности состоянию отверстия; нет никакой необходимости очищать/полировать его внешнюю поверхность до исходного состояния. Внешний вид поверхности конуса не играет большой роли, но необходимо убедиться в отсутствии загрязнений, правильном размере и форме отверстия (Рисунок 2).

После установки новых конусов или очистки существующих их необходимо подготовить к работе. Это поможет уменьшить дрейф результатов из-за исходного отложения матрицы пробы на чистой поверхности конуса. Нужно добиться равномерного распределения матрицы на поверхности конуса — тонкий слой может улучшить чувствительность, поскольку он снижает уровень фонового сигнала, особенно для никеля и меди.



Рис. 2.

В качестве общего указания по подготовке конусов Agilent рекомендует распылить раствор кальция в концентрации 50 млн д. Кальций разводят в 1% азотной кислоте и затем выполняют распыление в течение примерно 10 минут. Затем следует распылить промывочный раствор, например, с 1% азотной кислоты, в течение еще 10 минут, после чего конус будет готов к работе.

Если же вы анализируете один и тот же тип матриц проб ежедневно, то достаточно распылить типовую матрицу обрабатываемой пробы в течение приблизительно 15 минут; это можно сделать в рамках процедуры прогрева прибора. Зажгите плазму, распылите пробу вместо промывочного раствора и после начального прогрева распыляйте холостой или промывочный раствор в течение 10 минут — это позволит настроить конус на конкретный анализ.

Третий вариант подойдет для лабораторий экологического контроля, где можно распылять раствор для проверки интерференций ([6020, раствор для проверки интерференций, А, кат. № 5188-6526](#)). Этот раствор нужно разбавить сверхчистой водой в пропорции 1 : 10 и распылять до 30 минут. Рекомендовано применение условий плазмы общего назначения с автонастройкой в режиме без газа. После этого распылите промывочный раствор 5% азотной кислоты в течение 10 минут.

Как уже упоминалось, все эти процедуры можно выполнять в процессе прогрева прибора, чтобы дополнительно не задерживать проведение анализа. На Рисунке 3 показаны правильно подготовленные конусы: именно в таком состоянии они должны быть перед началом анализа.

Зачем и когда нужно очищать конусы? В этой статье уже упоминалось, что следует избегать излишней очистки конусов, поскольку это может привести к сокращению срока их службы. Если наблюдается снижение чувствительности, плохая долгосрочная стабильность или повышенный уровень фонового сигнала матрицы, никеля или меди, то обычно это означает, что пора провести техобслуживание.

Также возможны изменения в вакууме интерфейса. Обычно, когда конусы начинают засоряться или отверстие блокируется, вакуум интерфейса может отличаться от нормального уровня, что также указывает на необходимость проведения техобслуживания. Если конусы выглядят так, как показано на Рисунке 4 (по сравнению с Рисунком 3), это означает чрезмерное отложение матрицы, в частности вокруг отверстия, и необходимость в очистке.

Помните, что при очистке конусов не стоит цель добиться состояния «как новые»; нужно довести их до состояния, как показано на Рисунке 3, с равномерным распределением матрицы по поверхности.

Компания Agilent рекомендует пошаговую процедуру для очистки конусов интерфейса. Часто требуется всего лишь обработать конус ультразвуком в чистой воде. Мы предлагаем ватные валики с тонким кончиком, которые позволяют очистить заднюю сторону конуса и убедиться в проходности отверстия. Сперва протрите конусы ватными валиками, смоченными водой, а затем обработайте ультразвуком в чистой воде в течение не менее пяти минут (обычно 20 минут) и повторите по необходимости. Очистку необходимо повторять до тех пор, пока вода после ультразвуковой обработки не будет оставаться чистой.



Рис. 3.



Рис. 4.

Затем можно очистить конус 2% раствором Citranox, но только в том случае, если это требуется в рамках применяемой методики. Мы рекомендуем проводить обработку ультразвуком в течение 2–3 минут, промыть конус чистой водой, затем обработать его ультразвуком в чистой воде около пяти минут, чтобы убедиться в удалении всех остатков Citranox. Для получения дополнительной информации посетите веб-сайт [www.agilent.com/en/promotions/icp-ms-resource](http://www.agilent.com/en/promotions/icp-ms-resource).

На этом этапе большинство конусов должны быть чистыми и пригодными к использованию. При более тяжелом загрязнении после обратной установки конуса и проверки чувствительности и рабочих характеристик анализа мы рекомендуем провести более агрессивную очистку с 2% раствором азотной кислоты. Не следует обрабатывать ультразвуком или замачивать конусы в кислоте, поскольку воздействие кислоты может привести к появлению щербин на поверхности конуса. Вместо этого, окуните ватный валик в 2% раствор азотной кислоты и с его помощью очистите обе стороны конуса. Затем промойте конус в чистой воде, проведите ультразвуковую обработку в чистой воде в течение нескольких минут и повторите процедуру для удаления остатков кислоты. После очистки конусов и перед обратной установкой проверьте состояние графитовой прокладки, которая расположена позади пробоотборного конуса; при обнаружении деформации или разрывов замените ее.

Для установки и затяжки конуса скиммера используйте инструмент для его извлечения, затем наденьте на пробоотборный конус стопорное кольцо, которое следует затягивать исключительно вручную. Главным показателем правильности установки является уверенный переход прибора в режим анализа при поджоге плазмы. Также необходимо знать стандартное давление интерфейса в вашей системе и проверять его для проверки правильности работы интерфейса.

Мы провели углубленное исследование рабочих характеристик конусов Agilent для приборов ИСП-МС Agilent 7900 с конфигурацией с x-образными линзами (т. е. никелевым пробоотборным и никелевым скиммер конусами) для измерения производительности и сравнения с конусами других производителей. Вы можете ознакомиться с [полным текстом статьи здесь](#), а ниже приведены основные результаты.

На Рисунке 5 показано сравнение веса пробоотборного и скиммер конусов. Слева представлены конусы Agilent в сравнении с конусами других производителей. Основной вывод заключается в том, что у всех конусов есть свои особенности, и их можно сгруппировать по производителям. Эти особенности могут приводить или не приводить к проблемам с производительностью, но абсолютно очевидно, что конусы производятся по разным методикам и не соответствуют техническим характеристикам Agilent.

На Рисунке 6 представлено сравнение чувствительности при автоматизированных процедурах запуска и автонастройке для условий с «легкой» матрицей. Характеристики новых, ни разу не использованных, конусов показаны на верхнем графике, и можно видеть, что показатели конусов Agilent (синий цвет) превышают показатели конусов других производителей. На нижнем графике на Рисунке 6 представлены результаты после процедуры подготовки с помощью стандарта МКС (международная классификация стандартов), описанной для лабораторий экологического контроля. Конусы Agilent специально предназначены для этих процедур и обеспечивают наилучшую чувствительность.

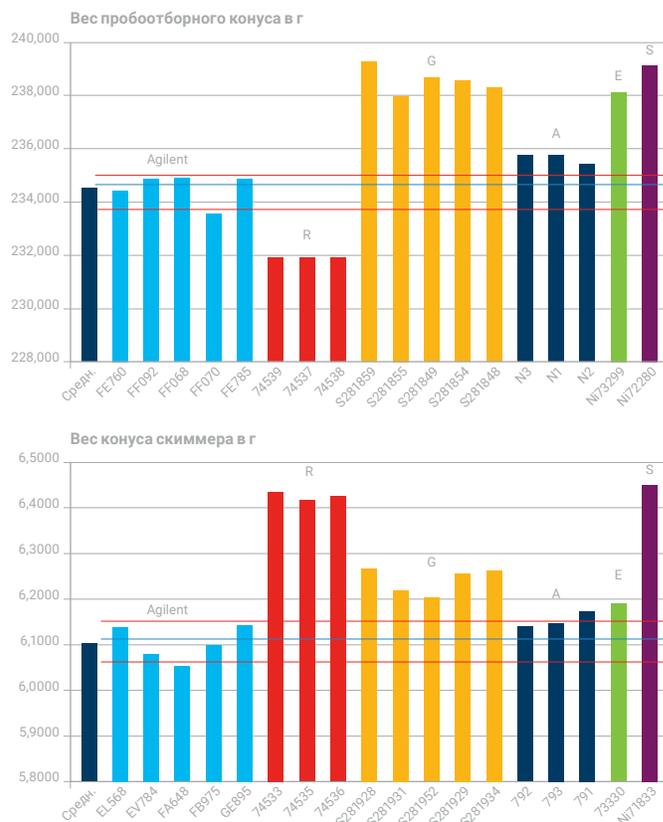


Рис. 5.

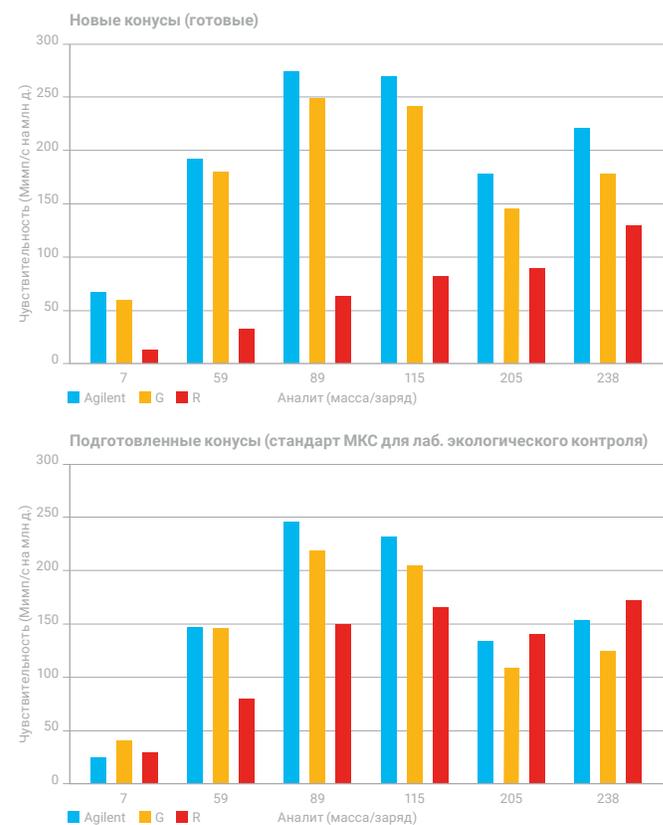
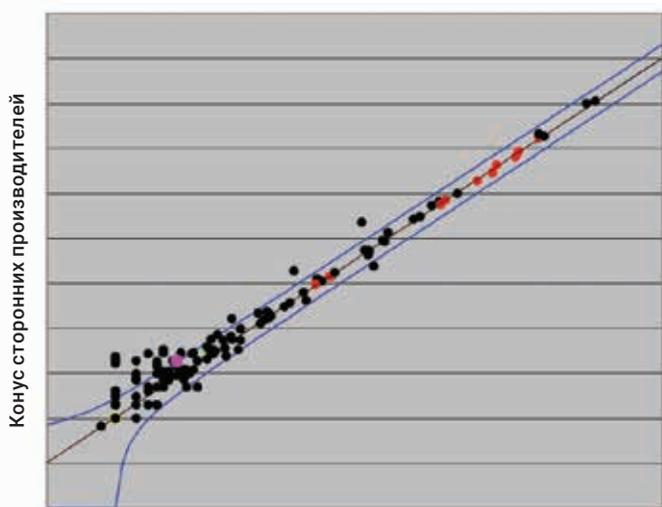


Рис. 6.

Мы также изучили фоновый сигнал. Фоновый сигнал, как и уровень чувствительности, крайне важны для определения уровней концентраций эквивалентных фону (ВЕС). На Рисунке 7 показано сравнение конусов Agilent при сканировании в полном диапазоне масс с тестируемыми образцами конусов других производителей. Синие линии показывают уровни, которые следует считать естественными вариациями, а значения выше верхнего уровня указывают на повышенный фон на определенных массах для тестируемого конуса. Это пример анализа в режиме без газа, и он ясно показывает, что ряд масс дает более высокий фоновый сигнал в конусах других производителей.



Конус Agilent

Рис. 7.

Аналогичные результаты наблюдались в режиме с применением гелия и аэрозольного разбавления, где у других производителей наблюдается повышение фонового сигнала в диапазоне масс, причем для одних и тех же значений масс; это влияет на ВЕС для вашего анализа.

Затем мы сравнили стабильность, как краткосрочную (20 минут), так и долгосрочную. Все тестируемые конусы Agilent в целом соответствуют требуемым техническим характеристикам; единственное исключение составляет долгосрочная стабильности для лития, но он является наиболее сложным элементом. Относительно лития проблемы наблюдаются у многих сторонних производителей, но помимо этого присутствуют и неудовлетворительные результаты по стабильности других элементов. На Рисунке 8 представлен наихудший сценарий — слева можно увидеть типичный график стабильности за два часа, увеличенный для демонстрации любых отклонений, со значениями, указанными в процентном ОСО. Как правило, за такой промежуток времени мы ожидаем ОСО менее 3%. С правой стороны можно увидеть значительный дрейф результатов конусов других производителей. Все конусы использовались в одинаковых условиях и были подготовлены в соответствии с нашей рекомендованной процедурой для лабораторий экологического контроля; таким образом, очевидно, что к результатам, полученным с помощью конусов сторонних производителей, следует относиться с большей осторожностью.

И снова о выборе подходящего типа конуса (Таблица 1): в ассортименте компании Agilent представлены конусы из различных материалов для соответствия требованиям конкретной области применения. Как правило, пробоотборный конус и конус скиммера в системах с х-образными линзами изготавливаются из никеля — этот материал подходит для большинства распространенных типов анализов. Никель обладает хорошей термической и химической стойкостью и обеспечивает наиболее экономичную работу.

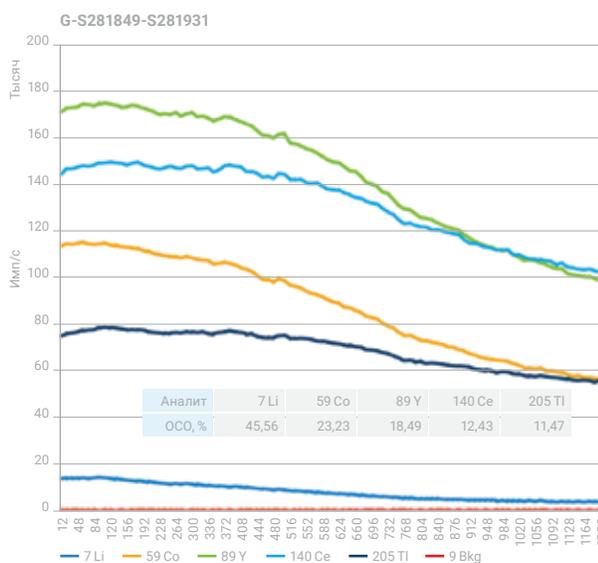
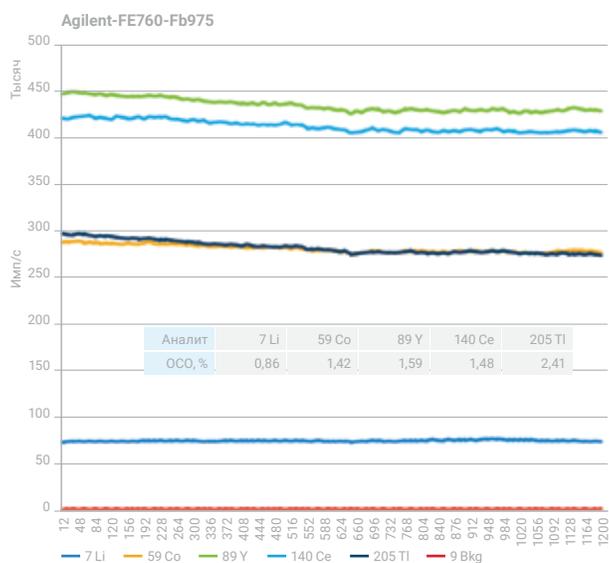


Рис. 8.

Таблица 1.

Тип конуса	Модель ИСП-МС	Требуемое основание скиммера	Рекомендованные применения
Никелевые конусы пробоотборника/скиммера	Стандартная комплектация моделей 7500a/i/c/ce/cx, 7700x/e, 7800/7900 и 8800/8900 с x-образными линзами	Нержавеющая сталь	Подходят для большинства стандартных применений. Хорошая термическая и химическая стойкость. Обеспечивают наиболее экономичную работу. Как правило, расход 3–5 шт. в год (при обработке ~350 проб в день).
Никелированный пробоотборный конус	Опциональный вариант для всех моделей 77/78/7900 и 88/8900.	–	Для проб с содержанием > 0,5% HCl или стандартной работы с (U)NMI и максимальным коэффициентом аэрозольного разбавления.
Платиновые конусы пробоотборника/скиммера	Стандартная комплектация моделей 7500/cs, 7700s, 7900 с s-образными линзами и полупроводниковых моделей 8800/8900. Опциональный вариант для всех других моделей.	Латунь	Требуется для анализа агрессивных кислот (в частности, фтористоводородной кислоты) и при использовании дополнительного газа O <sub>2</sub> /Ar при анализе органических растворителей. Для кислот с высокой вязкостью и температурой кипения используют пробоотборный конус с большой вставкой 18 мм, например для H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> или H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> .
Платиновый скиммер с медным основанием	Стандартная комплектация полупроводниковых моделей 7700s, 7900, 8800/8900 и модели 8900c.	Латунь	Рекомендуется для проб с наименьшим нижним пределом обнаружения и высоким содержанием матрицы. Как правило, расход 1–2 шт. в год (при обработке ~350 проб в день).
Платиновый скиммер с никелевым основанием	Стандартная комплектация модели 8900m.	Латунь	Рекомендуется для анализа органических веществ.



Конус скиммера, никель



Основание скиммера, нержавеющая сталь



Конус скиммера, платина



Основание скиммера, латунь

Пробоотборный конус имеет медное основание, однако мы рекомендуем использовать никелированное медное основание, если часто анализируются матрицы с высоким содержанием хлорида или выполняется разведение аэрозолей в режиме NMI-плазмы, при котором плазма более горячая. Эта обеспечит дополнительную стойкость и более продолжительный срок службы пробоотборных конусов.

Agilent также предлагает платиновые пробоотборные конусы и конусы скиммера. Такие конусы устанавливаются в базовых конфигурациях систем с s-образными линзами и полупроводниковых приборах. Они требуются для анализа агрессивных кислот, особенно фтористоводородной кислоты, и мы настоятельно рекомендуем их применение в органическом анализе с использованием дополнительного кислорода для выжигания углерода в плазме.

Также предлагается улучшенный платиновый конус с большой вставкой 18 мм (по сравнению со стандартной вставкой 12 мм), который рекомендуется для применения с очень агрессивными кислотами, в том числе серной и фосфорной кислотой, благодаря его повышенной стойкости. Обычно в качестве стандартной конфигурации предлагается медное основание, но для анализа органических матриц рекомендуется использовать платиновый скиммер конус с никелевым основанием.

Недавно ассортимент был дополнен тремя видами наборов по уходу за конусами. Их комплектация разработана с учетом всего необходимого для техобслуживания конусов, включая два пробоотборных конуса: можно выбрать стандартные никелевые конусы с медным основанием, никелированные или платиновые конусы. В комплект входит лупа для технического обслуживания и проверки конусов, упаковка ватных валиков и прокладки для пробоотборных конусов. Более подробную информацию можно найти на сайте [www.agilent.com/cs/library/flyers/public/5991-8673-icpms\\_conecarekit\\_flyer.pdf](http://www.agilent.com/cs/library/flyers/public/5991-8673-icpms_conecarekit_flyer.pdf).

Компания Agilent предлагает программу переработки для наших платиновых конусов. По этой программе вы сможете сдать на переработку в Agilent не только обе модели платиновых конусов, но и экран горелки для получения скидки на приобретение новых продуктов в дальнейшем. Более подробную информацию можно найти на сайте [www.agilent.com/chem/Ptcone](http://www.agilent.com/chem/Ptcone).

## Советы и ресурсы

И в конце мы приводим некоторые советы, подсказки и ресурсы, которые помогут вам выполнять процедуры технического обслуживания и добиваться наилучшей производительности приборов ИСП-МС.

**Рекомендованная процедура завершения работы.** Следуйте приведенным ниже этапам.

1. Перед выключением плазмы в течение нескольких минут распылите кислотный промывочный раствор. Это поможет предотвратить отложение пробы на внутренней поверхности распылителя после анализа.
2. Погасите плазму и выключите охладитель.
3. Уберите капилляр из промывочного раствора, снова запустите насос и выкачайте оставшийся промывочный раствор из распылительной камеры.
4. Снимите прижимные планки с трубок насоса и мостики с креплений. Убедитесь, что трубки больше не растянуты на роликах насоса.
5. Опустошите сосуд для сливов.
6. Закройте текущую рабочую таблицу, оставьте программу MassHunter запущенной.
7. Оставьте питание от сети включенным. В этом случае прибор останется в режиме ожидания (обеспечивает наиболее быстрый запуск).

**График техобслуживания.** В график техобслуживания входит ежедневная проверка давления в газовых магистралях. При падении давления ниже указанного уровня программное обеспечение выведет предупреждающие сигналы, однако подачу газа следует всегда тщательно

контролировать. Проверьте трубки перистальтического насоса, покатайте их между пальцами, чтобы убедиться в эластичности и отсутствии сдавленности. Осмотрите лабораторную посуду, все соединения внутри системы ввода проб и проверьте пробоотборный конус (для этого необходимо открыть крышку прибора) на предмет надлежащего внешнего вида и отсутствия высокого уровня отложения матрицы на наконечнике. Заменяйте трубки перистальтического насоса с необходимой частотой (как правило, еженедельно). Проверьте горелку и рециркулятор, о котором часто забывают, и также проверьте масляный роторный насос на предмет вакуума интерфейса; проверьте уровень и состояние масла с точки зрения его цвета, поддерживайте уровень масла по необходимости.

**Система заблаговременного оповещения о необходимости профилактического обслуживания.** Специальное программное обеспечение Agilent напомнит о техобслуживании — система заблаговременного оповещения о необходимости профилактического обслуживания (EMF). В окне EMF отображаются условия использования различных компонентов и прогнозируется проведение техобслуживания. Обычно система используется для контроля состояния форвакуумного насоса, замену масла в котором рекомендуется выполнять каждые полгода, однако при необходимости вы можете задать собственные настройки, поскольку система полностью адаптивна (Рисунок 9).

Если с прибором работают несколько пользователей, журнал пользователя может стать полезным инструментом контроля — пользователи могут вносить в него данные о проведенном техобслуживании, а дата и время сохраняются автоматически; этот журнал сохраняется в хронологических данных прибора.

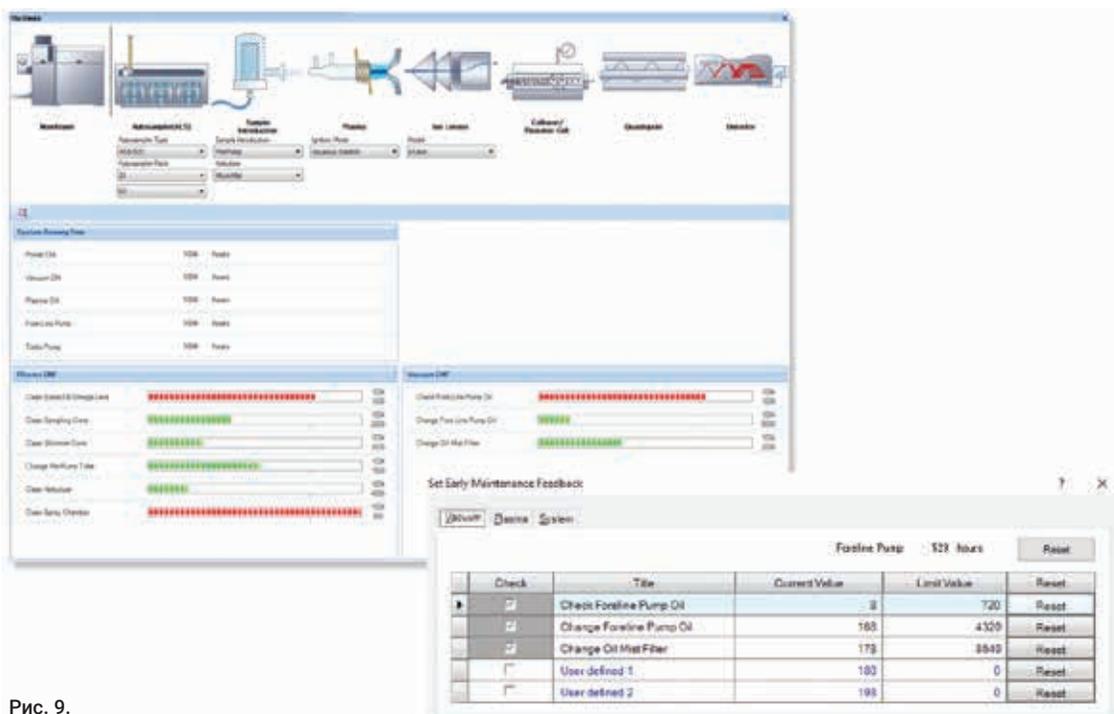


Рис. 9.

**Основные расходные материалы для ИСП-МС.** Чтобы избежать простоев, организуйте запас для замены стеклянных деталей, т. е. горелки, распылительной камеры, распылителя (поскольку эти компоненты могут быть сломаны во время замены), а также соединительных трубок и стыковочных конусов. Не забывайте о материалах, необходимых для автосамплера (пробирках для проб, штативах, зондах и трубках для ввода пробы), или, при использовании системы быстрого переключения потоков (системы ISIS), также держите для нее запас трубок и соединителей.

В ассортименте компании Agilent представлены как индивидуально комплектуемые, так и базовые наборы необходимых расходных материалов для обеспечения бесперебойной работы прибора ИСП-МС в течение 12 месяцев. Имеются наборы для приборов разных моделей, но вы можете отдельно выбрать материалы специально для вашей конфигурации ИСП-МС, в том числе типы конусов. Более подробную информацию можно найти на сайте [www.agilent.com/cs/library/brochures/ICP-MS\\_Supplies\\_Kit\\_5991-5006EN\\_Brochure.pdf](http://www.agilent.com/cs/library/brochures/ICP-MS_Supplies_Kit_5991-5006EN_Brochure.pdf).

Компания Agilent также производит неорганические и металлоорганические стандарты для атомной спектроскопии. Полный ассортимент продуктов для ААС, МП-АЭС, ИСП-ОЭС или ИСП-МС можно найти на сайте [www.agilent.com/en/product/chemical-standards](http://www.agilent.com/en/product/chemical-standards) или в каталоге стандартов [www.agilent.com/cs/library/catalogs/public/5991-5678EN\\_Chemical\\_Stdns\\_Catalog\\_LR.pdf](http://www.agilent.com/cs/library/catalogs/public/5991-5678EN_Chemical_Stdns_Catalog_LR.pdf). Туда входят оригинальные растворы для настройки и растворы для калибровки длины волны, рекомендованные для проверки рабочих характеристик прибора.

Помимо этого, мы предлагаем индивидуальные неорганические стандарты, чтобы вы могли заказать нужные элементы с требуемой концентрацией вместе с матрицей, для которой они необходимы, с гарантированной быстрой доставкой. Эти стандарты доступны для онлайн-заказа в подразделении Agilent Ultra Scientific на сайте [www.ultrasci.com/components/customstandard](http://www.ultrasci.com/components/customstandard). Индивидуальные продукты производятся по конкретным требованиям покупателя, затем аттестовываются и сертифицируются нашей командой экспертов-химиков на предприятии, сертифицированном в соответствии с ISO 9001, 17025 и руководством № 34.

## Библиотека открытых ресурсов компании Agilent по ИСП-МС

Данная статья носит образовательный характер, чтобы помочь вам добиться наилучшей производительности прибора и избежать проблем. В рамках этой образовательной инициативы компания Agilent разработала специальный веб-сайт — онлайн библиотеку ресурсов для ИСП-МС [www.agilent.com/en/promotions/icp-ms-resource](http://www.agilent.com/en/promotions/icp-ms-resource), где можно найти ссылки на видеоматериалы, которые помогут в выполнении процедур техобслуживания, а также советы, подсказки и другую литературу для обеспечения бесперебойной работы прибора ИСП-МС.

## Выводы

Большинство отказов прибора происходят в зоне ввода проб, поэтому стоит уделить особое внимание стыковочным конусам, трубкам насоса, сливу, горелке, распылительной камере и распылителю, для достижения хорошей ежедневной производительности прибора. Ниже приведен список ресурсов, которые помогут работать с системой ИСП-МС наиболее эффективным образом:

[Канал YouTube Agilent, посвященный атомной спектроскопии](#)

[Запасные части и расходные материалы для приборов ИСП-МС \(онлайн магазин\)](#)

[Рекомендации по применению систем ИСП-МС Agilent](#)

[Краткое справочное руководство по приборам ИСП-МС Agilent](#) (с указанием наиболее распространенных расходных материалов)

[Каталог расходных материалов для спектроскопии компании Agilent](#)

[Высококачественные неорганические и металлоорганические стандарты для атомной спектроскопии компании Agilent](#)

[Каталог расходных материалов Agilent для систем ИСП-ОЭС и ИСП-МС PerkinElmer](#)

[Записанные вебинары по атомной спектроскопии Agilent](#)

Компания Agilent также выпускает ежеквартальный журнал по ИСП-МС Agilent ([www.agilent.com/en-us/newsletters/icpmsjournal](http://www.agilent.com/en-us/newsletters/icpmsjournal)), в котором содержатся практические примеры применения и полезная информация для пользователей систем ИСП-МС. Вы можете подписаться на журнал, нажав на ссылку выше.

И наконец, помните, что работающие в компании Agilent эксперты всегда рядом, если вам необходима помощь, определенные рекомендации касательно конкретной области применения или подробная информация о приборе. Также организован университет Agilent ([www.agilent.com/en/technology/agilent-university](http://www.agilent.com/en/technology/agilent-university)) для обучения новых сотрудников или новых пользователей данной технологии. Предлагается профилактическое техобслуживание всех приборов Agilent для поддержания наилучшего эксплуатационного состояния. Мы также можем предложить консультации по методикам и применению с учетом ваших потребностей.

## Информация об авторе

Гарет Пирсон (Gareth Pearson) (продукт-менеджер отдела расходных материалов для ИСП-МС, Agilent Technologies, Австралия).

Доктор Пирсон закончил университет Халла в Великобритании в 2003 г., получив степень магистра химии по специализации «Аналитическая химия и токсикология». В 2007 г. он получил степень доктора философии в области ИСП-МС, защитив работу «Исследования по определению молекулярных форм элементов и миниатюризация введения проб для ИСП-МС» (Elemental Speciation and Miniaturised Sample Introduction Studies for ICP-MS). С 2007 г. он работал продукт-менеджером в Великобритании и Австралии в области оборудования для спектроскопии и пробоподготовки. В настоящее время доктор Пирсон работает продукт-менеджером в отделе расходных материалов для ИСП-МС в компании Agilent Technologies, в центре инновационных технологий спектроскопии в Мельбурне, Австралия. Он имеет 15-летний опыт работы в области аналитической химии и спектроскопии.



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

Информация может быть изменена без уведомления.

© Agilent Technologies, Inc. 2019 г.  
Напечатано в США, 11 апреля 2019 г.  
5994-0860RU

