

Приходится ли переделывать анализы ИСП-ОЭС?

Как прекратить тратить время на повторные анализы



История Люка

Люк (имя изменено) работал химиком-аналитиком в Очень точной лаборатории. В его обязанности входил анализ проб методом ИСП-ОЭС, а также работа с ГХ и другие лабораторные работы. Люк накопил несколько лет опыта работы, однако не считал себя экспертом ни в одном из этих методов анализа. Если у него возникали проблемы с одним из приборов, он просил помощи у одного из своих более опытных коллег.

Лаборатория выполняла анализы для самых различных клиентов, от комбинатов пищевой промышленности, которым был нужен контроль качества их продукции, до анализа проб воды для местных государственных служб. Лаборатория гордилась точностью своих результатов и тем, что никогда не затягивает с выдачей результатов анализов дольше оговоренных сроков. На основе этих результатов клиенты лаборатории решали, соответствует ли их продукция требованиям и можно ли выпускать ее в продажу. Ошибка в результатах могла бы сильно повредить репутации Очень точной лаборатории.

Люк соблюдал все стандартные процедуры контроля качества. Он тщательно готовил пробы и стандарты, стараясь не допустить попадания в них загрязнений и не внести в анализ ошибок. Однако, несмотря на все усилия, ему постоянно приходилось повторять исследования. Иногда анализ не проходил проверку контроля качества, иногда в ходе работы что-то шло не так, а иногда результаты просто выглядели подозрительно. Иногда Люку приходилось переделывать до 20% анализов. А иногда он даже перепроверял результаты, выполняя анализ пробы другим методом, например ИСП-МС. Это не только заставляло его нервничать, но и отнимало немало времени, и ему зачастую приходилось задерживаться на работе. Клиенты тоже были недовольны задержками в выдаче результатов анализа.

Люк был бы очень рад уменьшить количество повторных анализов. Тогда бы у него было больше времени на другие обязанности, которые добавили бы ценности его работе.

К счастью, всегда можно найти способы повысить надежность процесса анализа. В этой электронной книге вы найдете описание самых распространенных причин неудачного анализа и того, как их избежать.

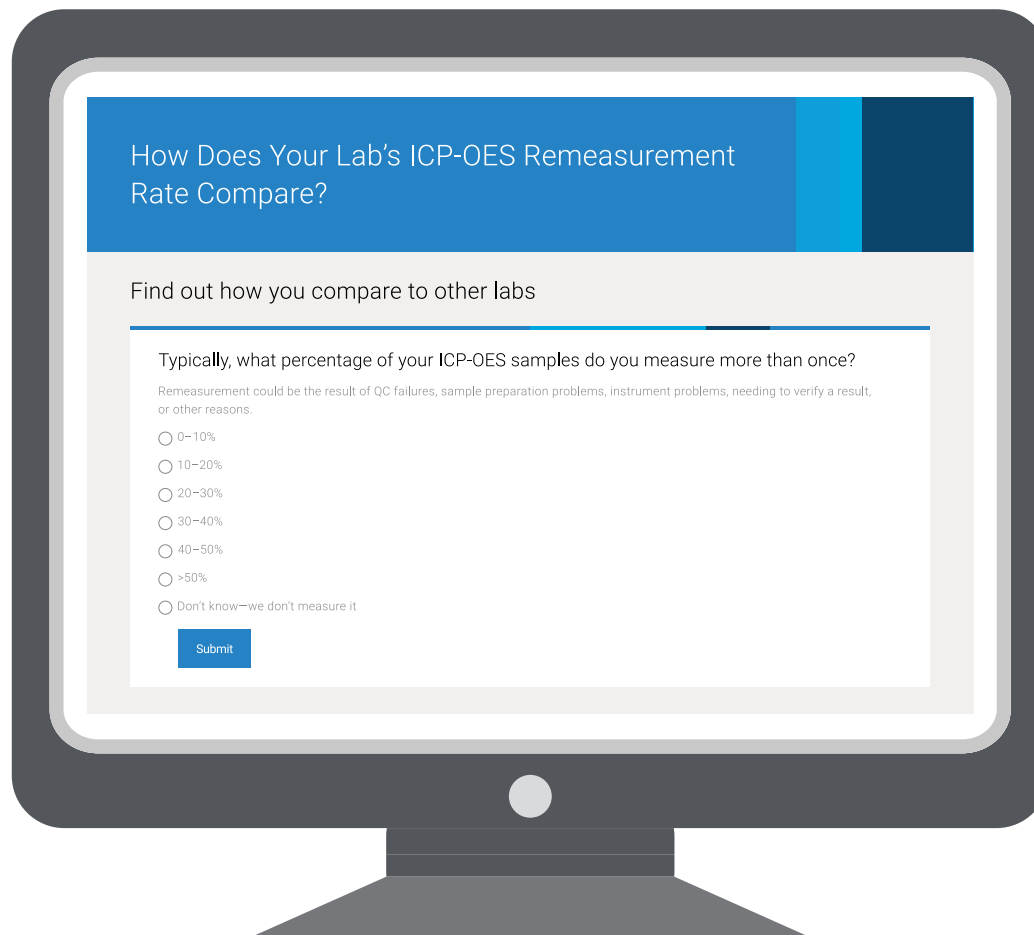
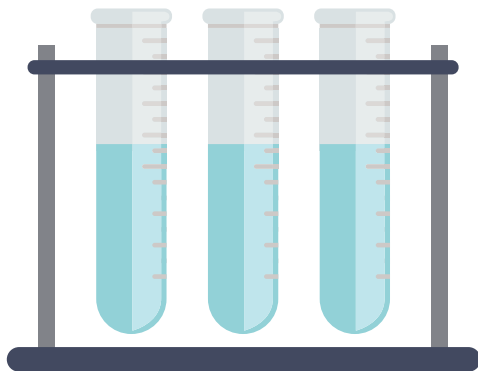


Люк часто ловит себя на том, что тратит время на переделку анализов из-за неудачной проверки контроля качества или других проблем.

Сколько анализов приходится переделывать в вашей лаборатории?

В онлайн-опросе, проведенном в 2019 г., более 200 опрошенных указали долю анализов ИСП-ОЭС, которые им приходилось делать больше одного раза.

В среднем, по их словам, им приходится повторять 15% анализов. Интересно, что более 15% опрошенных не фиксируют, сколько анализов они переделывают, поэтому даже не представляют себе, сколько времени и денег на это тратят.



Сколько стоит повторный анализ ИСП-ОЭС?

В большинстве лабораторий понимают, сколько стоит простой прибора, когда поломка или плановое техобслуживание не позволяет делать анализы проб. Однако как посчитать стоимость повторного анализа?

Неудачная проверка контроля качества для нормативной или собственной методики может привести к необходимости повторить калибровку, проверку параметров прибора (IPC), холостой анализ, а затем переделать более десяти последних анализов. Для сложных проб повторный анализ зачастую включает в себя, кроме собственно анализа ИСП-ОЭС, минерализацию пробы.

«В большинстве лабораторий понимают, сколько стоит простой прибора. Но сколько стоит повторный анализ проб?»

Расходы на повторные анализы складываются из нескольких элементов:

Очевидные расходы

Расходные материалы, в том числе аргон, электричество и реактивы.

Зарплата персонала.

Неочевидные расходы

Упущенная возможность выполнить платный анализ других проб.

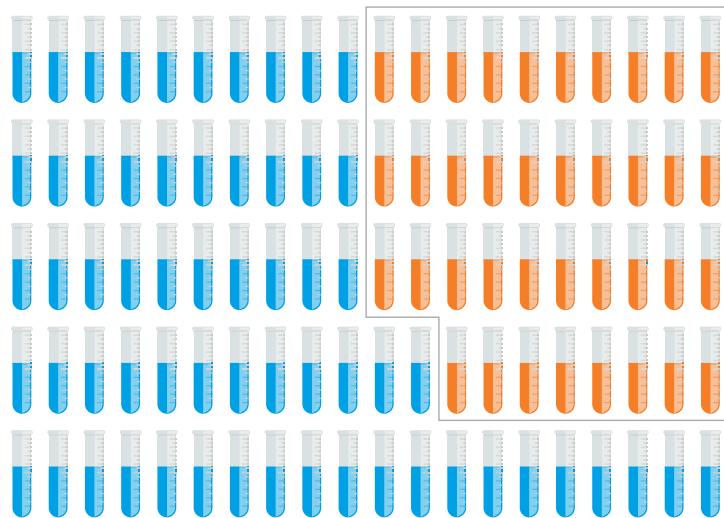
Повышенная текучка персонала из-за неудовлетворенности работой и необходимостью постоянно работать сверхурочно.

Потерянная репутация и даже потеря клиентов из-за задержек и ошибочных результатов.



Расчет стоимости повторного анализа

250
Проб в неделю



15%

приходится анализировать повторно по той или иной причине, то есть обрабатывать 38 проб в неделю.

2,5 минуты

на анализ одной пробы — обычное время для быстрых ИСП-ОЭ спектрометров.

38 проб × 2,5 минуты равно

95 минут



За год в сумме получается 82 ч или две рабочие недели.

Как видно из примера, расходы на повторные анализы растут

Самые распространенные причины неудачного анализа и как их избежать

Есть много причин, по которым может понадобиться повторить анализ. Пробы можно перепутать, а в ходе анализа что-то может пойти не так. Иногда можно не замечать проблему, пока проверка контроля качества не провалится или пока не проверить результаты и не заметить несоответствия. В любом случае переделка анализов стоит времени, денег и нервов.

Причины необходимости переделать анализ обычно делятся на две категории: **проблемы, связанные с прибором,** и **проблемы, связанные с пробой.**

Проблемы, связанные с пробой, включают в себя всё: от минерализации и пробоподготовки до помех от матрицы и перепутанных проб.

Как предотвратить большинство распространенных причин повторения анализа и прекратить бесполезную трату времени?

Контроль качества

Вы не знакомы с контролем качества? Не знаете, чем отличается внутренний стандарт от раствора для проверки параметров оборудования? Определения этих терминов можно найти на стр. 5 методики 200.7 EPA США, доступной [по ссылке](#), и методики 6010с EPA США, доступной [по ссылке](#).



Проблемы, связанные с прибором

1. Засорение распылителя

Проблема и ее причины

Мелкие частицы могут быть невидимы в водных растворах, однако они могут привести к засорению форсунки распылителя. К засорению может также привести отложение частиц солей в форсунке. Любые из этих частиц могут частично или полностью заблокировать капилляр форсунки стеклянного концентрического распылителя. Это ведет к ряду проблем в работе прибора, что, в свою очередь, неминуемо заставит переделать ряд анализов.

Типичным признаком частичного засорения распылителя является дрейф результатов измерения стандарта для периодической проверки пригодности калибровки (CCV). Обычно анализ стандарта CCV выполняется периодически в ходе работы.

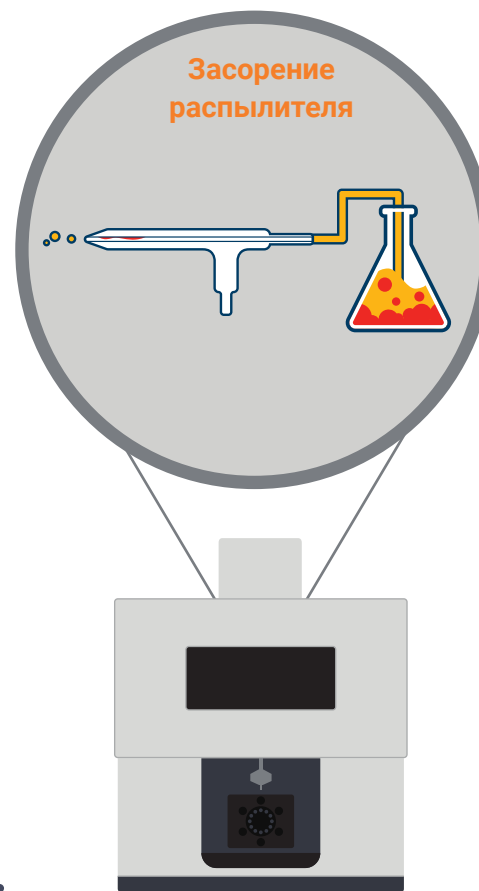
Полное засорение распылителя приводит к полному отсутствию сигнала и легко обнаруживается, так как прибор перестает выдавать результаты.

Избежать переделки анализов из-за засорения распылителя можно, наблюдая за результатами анализа стандарта CCV и проб во время работы прибора.

Что же делать?

Если вы часто сталкиваетесь с засорением распылителя, примите следующие меры.

- Фильтрация или центрифугирование проб.
- Уменьшение глубины погружения зонда автосамплера до минимума. Это уменьшит вероятность попадания частиц, скопившихся на дне пробирки, в капилляр зонда.
- Замена распылителя другим, с большим внутренним диаметром капилляра.
- Использование увлажнителя аргона, чтобы предотвратить высыхание кончика форсунки. Это не позволит отложениям солей накапливаться на нем и снизит вероятность засорения от растворов с высокой концентрацией растворенных веществ.



2. Проблемы с горелкой

Проблема и ее причины

К необходимости частого повтора анализов могут привести проблемы, возникающие из-за плохого обслуживания горелки прибора. Анализ проб с высокой концентрацией матрицы, например 100 г/л, может привести к накоплению кристаллических отложений в инжекторе горелки. Эти отложения могут привести к частичному засорению инжектора горелки и снижению интенсивности сигнала. Если в ходе работы выполняется анализ нескольких стандартов контроля качества, то постепенное снижение интенсивности сигнала может быть признаком засорения горелки.

Для различных стандартов контроля качества это снижение интенсивности может выражаться по-разному.

- Частый анализ государственных стандартных образцов (ГСО), включенных в лабораторные стандарты контроля качества, покажет снижение степени обнаружения. Снижение интенсивности сигнала может также проявляться как уменьшение доли внутреннего стандарта.

- Низкая степень обнаружения у стандартов контроля качества, например у стандарта для периодической проверки пригодности калибровки (CCV), также свидетельствует о снижении интенсивности сигнала.

Что же делать?

Если показания прибора для калибровочных стандартов изменились, это указывает на снижение интенсивности и вероятное засорение. Чаще всего это случается с горизонтальными горелками. Вертикальные горелки меньше подвержены такому типу неполадок. Предотвратить засорение может горелка с большим внутренним диаметром инжектора.

Проведение каждое утро автоматизированной проверки параметров прибора, которая покажет их соответствие или несоответствие характеристикам, установленным производителем, поможет выявить любую проблему с чувствительностью. Прохождение теста на чувствительность на подходящем стандартном растворе покажет, что горелка чистая, правильно собрана и установлена.

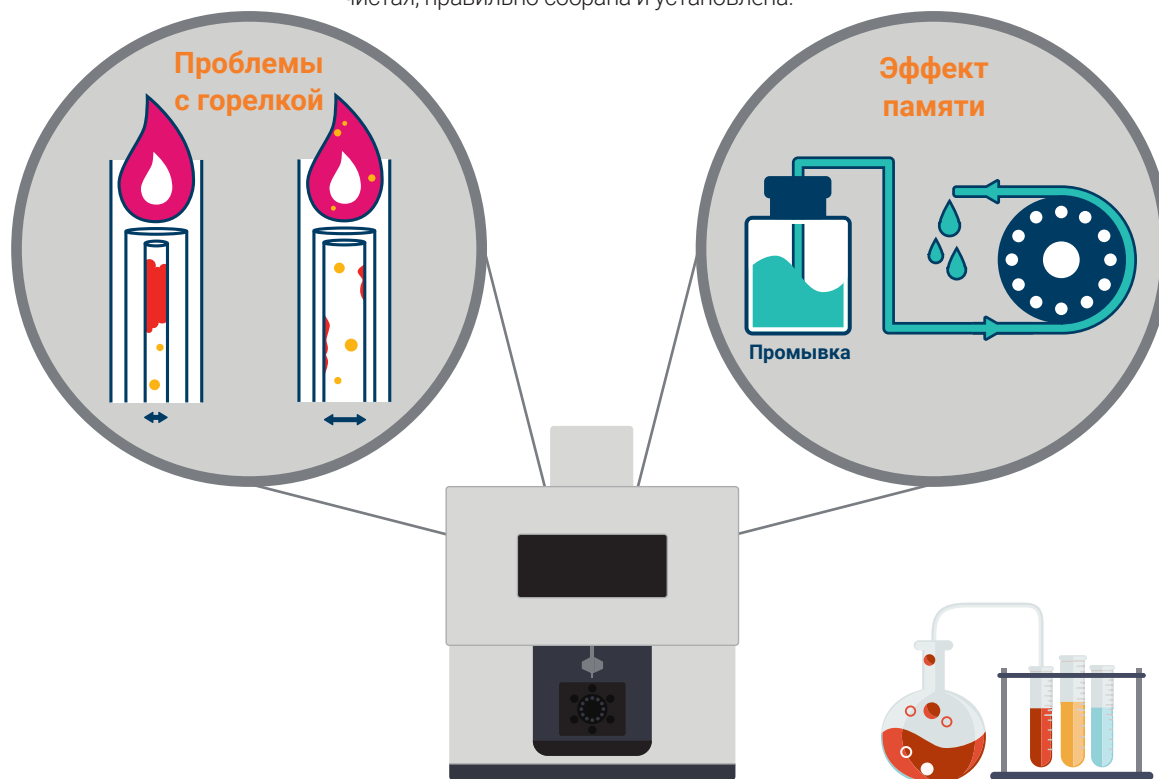
3. Эффект памяти

Проблема и ее причины

Проба с неожиданно высоким содержанием матрицы в серии может вызвать загрязнение следующей пробы из-за переноса хорошо абсорбирующихся элементов, например бора, молибдена или вольфрама. Такое загрязнение может привести к неверным, избыточно высоким результатам анализа.

Что же делать?

Периодический анализ холостого калибровочного стандарта в ходе работы поможет обнаружить неожиданное загрязнение. Однако этот подход вряд ли поможет обнаружить все случаи эффекта памяти, разве что холостой анализ выполняется очень часто. Автоматическое определение продолжительности промывки обеспечит защиту от эффекта памяти для каждой пробы.



4. Параметры прибора не соответствуют спецификации

Проблема и ее причины

Проблемы с прибором или с коммуникациями (например, для подачи аргона или холодной воды) могут привести к снижению его аналитических характеристик. Такая ситуация может привести к повышению разброса результатов и снижению чувствительности, линейного динамического диапазона и других параметров прибора.

Такие проблемы может быть сложно обнаружить. Прежде чем найдется причина, может потребоваться повторить множество анализов.

Что же делать?

Чтобы не переделывать анализы из-за проблем с прибором, каждый день до начала работы выполняйте автоматизированную проверку параметров прибора.

5. Неправильные параметры методики

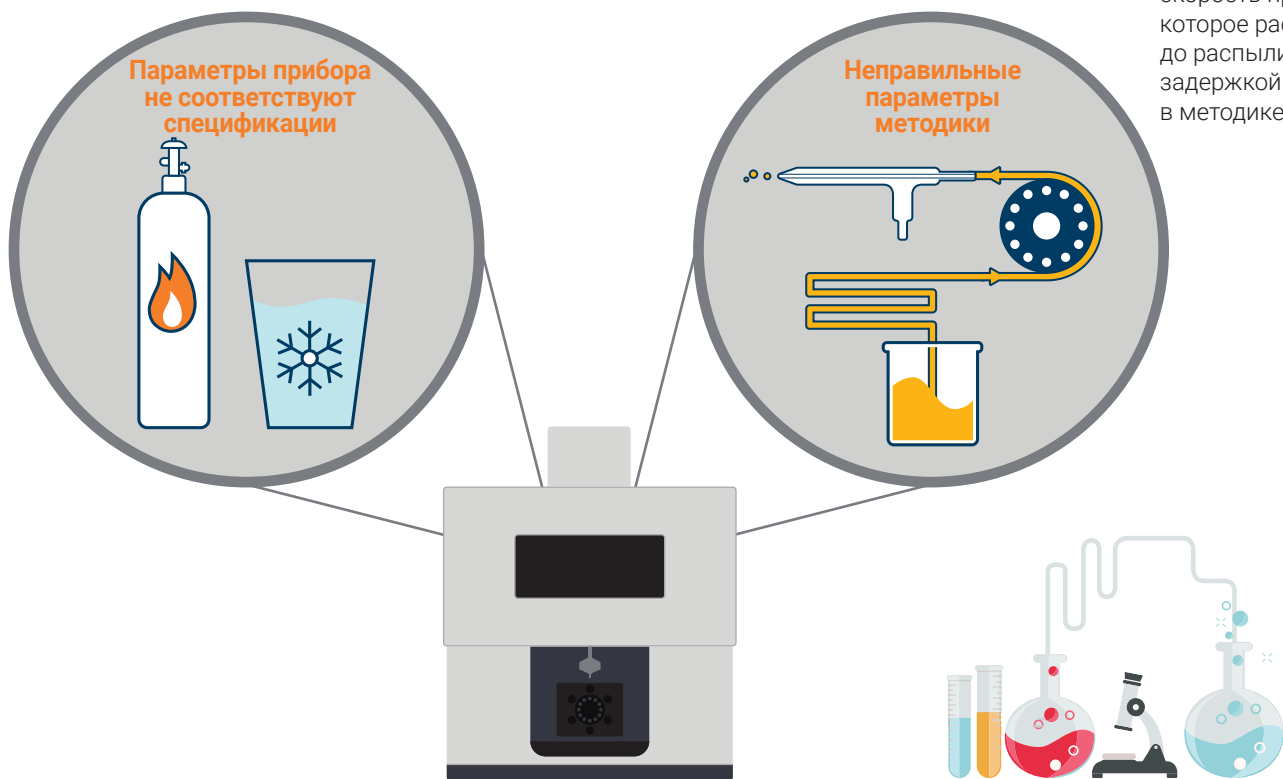
Проблема и ее причины

Параметры методики прибора, такие как расход газа, мощность микроволнового излучения, скорость прокачки и время задержки, могут сильно повлиять на результаты. Например, недостаточная мощность микроволнового излучения и расход аргона могут привести к падению температуры плазмы. Это приведет к тому, что не все атомы и ионы пробы будут возбуждены, что, в свою очередь, приведет к падению эмиссии и снижению чувствительности. А это приведет к увеличению разброса результатов при определении элементов в следовых количествах. Иногда разброс будет выходить за установленные в лаборатории пределы, и когда это произойдет, придется переделывать анализы, бесполезно расходуя на это время.

Что же делать?

Чтобы предотвратить такие ситуации, включайте в серию анализов стандарты лабораторного контроля (LCS), приготовленные из государственных стандартных образцов (ГСО). При разработке методик всегда следует стараться пользоваться ГСО с матрицей, похожей на матрицу проб. Во время анализа ГСО следует попытаться получить хорошие степени обнаружения для элементов в следовых количествах (при условии, что эти следовые количества не ниже спецификации производителя для данного прибора). Если у вас не получается добиться хороших степеней обнаружения для следовых элементов, метод следует оптимизировать дальше.

Оценить, насколько правильно подобраны скорость прокачки пробы и задержка, можно по разбросу результатов анализа стандарта контроля качества. Проверьте оба этих параметра до начала анализа. Чтобы проверить, соответствуют ли скорость прокачки и задержка ввода заданным значениям, вручную включите высокую скорость прокачки и засекайте время, за которое раствор дойдет от зонда автосамплера до распылительной камеры. Это время и будет задержкой ввода. Также стоит вручную задать в методике высокую скорость прокачки.



6. Грязное входное окно

Проблема и ее причины

Входное окно — это стеклянное окошко между камерой горелки и камерой, в которой находится оптическая система прибора.

По мере того как на этом окошке накапливаются загрязнения, снижается количество света, попадающее на оптику и детектор. Грязное входное окно приводит к снижению чувствительности.

Это ведет к большому разбросу результатов, что, в свою очередь, может привести к тому, что анализы придется повторить, особенно те, в которых определяются следовые элементы. Эту проблему можно заметить, наблюдая за результатами анализов стандарта контроля качества. Однако к повышенному разбросу результатов могут привести множество проблем с аналитическими характеристиками прибора. Поэтому его точную причину определить непросто.

Что же делать?

Включите очистку входного окна в график техобслуживания прибора. Ежедневная автоматизированная проверка параметров прибора также поможет заметить потерю чувствительности.

7. Проблемы с трубками подачи пробы — подтекающие соединения, пузырьки и неправильное натяжение

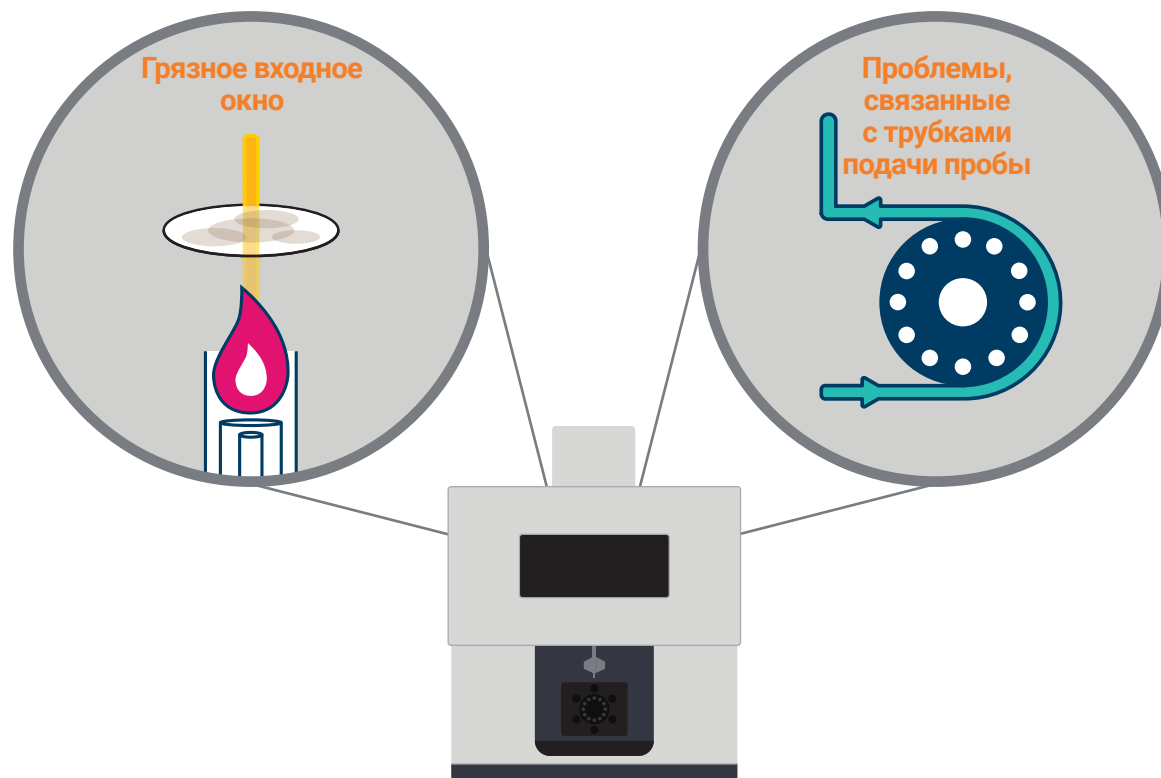
Проблема и ее причины

Изношенные, подтекающие и плохо установленные трубки перистальтического насоса могут привести к повышенному разбросу результатов. За разбросом можно наблюдать по результатам анализов стандарта контроля качества, но эти анализы зачастую выполняются с интервалом в 30–40 минут. Ожидать провала очередной проверки контроля качества, чтобы начать поиск проблемы — это потеря времени, так как проблему можно будет обнаружить только через 30–40 минут.

Что же делать?

Регулярное техническое обслуживание помогает предотвратить проблемы с трубками перистальтического насоса. Важно проверять эластичность, форму, подключение и натяжение трубок в начале каждого рабочего дня или тогда, когда этого требует ваш типовой регламент. Помните, что ослабив натяжение трубок перистальтического насоса в конце рабочего дня, вы увеличиваете их срок службы. Эти проверки помогут снизить вероятность того, что вам придется переделывать анализы из-за проблем с трубками насоса. Вы также избежите бесполезной траты времени на приработку новых трубок.

Как уже говорилось, автоматизированная проверка параметров прибора перед началом ежедневной работы покажет, не выходит ли разброс результатов за указанные производителем значения.



8. Грязная распылительная камера

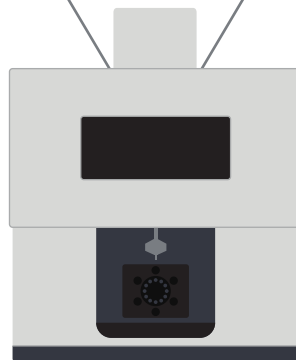
Проблема и ее причины

Загрязнение распылительной камеры приводит к плохому стоку жидкости и неравномерному всасыванию аэрозоля в плазму. Чтобы проверить распылительную камеру на чистоту, пронаблюдайте за тем, как раствор стекает по ее стенкам. Жидкость должна стекать по стенкам распылительной камеры равномерной пленкой. Если вместо пленки по стенкам бегут капли, распылительная камера загрязнена.

Плохой сток жидкости из грязной распылительной камеры ведет к повышенному разбросу результатов. За разбросом можно наблюдать по результатам анализа стандарта контроля качества или внутреннего стандарта. Проблема в том, что контроль качества зачастую выполняется с интервалом порядка 30 минут. Если по результатам контроля качества вы обнаружили проблему, значит вы потеряли 30 минут рабочего времени.

Что же делать?

Включите чистку распылительной камеры в регулярное техобслуживание прибора. Также следует в начале каждого рабочего дня выполнять автоматизированную проверку параметров прибора. Она покажет, соответствует ли разброс результатов спецификации производителя.



Как чистить распылительную камеру?

В этом видео вы найдете информацию о выборе и чистке распылительной камеры ИСП-ОЭ спектрометра.

www.agilent.com/en/video/spraychamber



Проблемы, связанные с пробой

1. Спектральные помехи

Проблема и ее причины

В спектральном диапазоне ИСП-ОЭ спектрометра имеются десятки тысяч атомных и ионных эмиссионных линий различных химических элементов. Эмиссия от посторонних элементов иногда может привести к ошибочно высоким результатам. Эта ситуация часто встречается во время анализа проб с полностью неизвестным составом. В таких пробах может быть множество «скрытых» элементов, линии которых налагаются на эмиссионные линии определяемых элементов. Это может привести к помехам, т. е. неожиданно высокой измеренной концентрации определяемых элементов. Такие помехи будут влиять на результаты анализа.

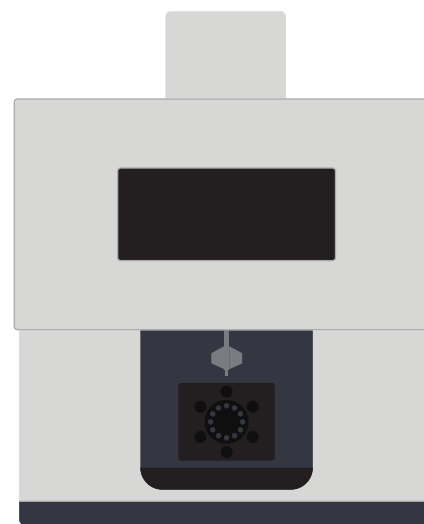
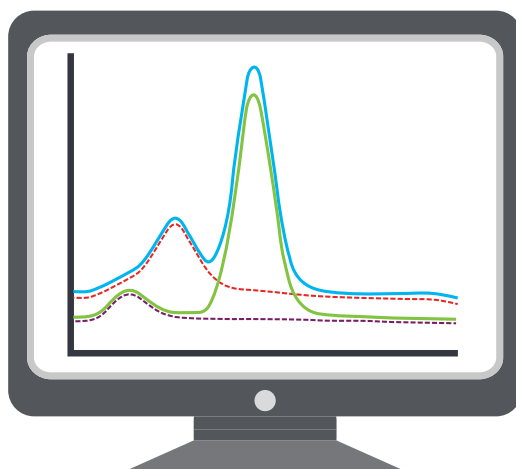
Что же делать?

Ниже описываются способы предотвращения влияния спектральных помех на результаты анализа.

- Если состав пробы неизвестен, выберите для каждого определяемых элементов несколько линий. Эта простая тактика — отличный способ контроля качества, который позволит обнаружить помехи и избежать их влияния. Получив результаты анализа для нескольких линий одного элемента, сравните их и убедитесь, что результаты для всех линий совпадают. Спектральные помехи от неизвестных элементов будут приводить к ошибочно высоким результатам. Все такие выбросы следует отбросить. Из линий, для которых результаты совпадают, выберите одну с наилучшими аналитическими характеристиками. Аналитические характеристики линии определяются

разбросом результатов (т. е. низким значением ОСО), чувствительностью (т. е. максимальным значением отношения интенсивности сигнала к квадрату фонового сигнала (SRBR)) и отсутствием очевидных спектральных помех, выглядящих как плечо на пике спектральной линии (т. е. спектральная линия должна иметь правильную гауссову форму).

- Если вы подозреваете наличие спектральных помех и знаете, какие элементы могут их вызывать, скомпенсируйте их с помощью поправок на межэлементное влияние.
- Простая альтернатива измерению поправок на межэлементное влияние — это разработка модели деконволюции спектральных линий. О том, как это сделать, можно узнать в интерактивной справке управляющей программы вашего ИСП-ОЭ спектрометра.



2. Проблемы с калибровкой

Проблема и ее причины

Приготовленные вручную калибровочные стандарты могут быть недостаточно точными. Это приведет к тому, что программа построит неправильную калибровочную кривую и рассчитанные концентрации исследуемых проб будут содержать ошибки. Ниже перечислены некоторые причины ошибок калибровки.

- Некалиброванные пипетки.
- Плохо отмытая или недостаточно долго отмоченная мерная посуда.
- Перекрестное загрязнение исходных растворов в случаях, когда их набирают пипеткой непосредственно из бутылки. Всегда набирайте исходный раствор в отдельную пробирку и выливайте неизрасходованный остаток.
- Ошибочный выбор неправильного исходного раствора при приготовлении многоэлементных стандартов из одноэлементных исходных растворов.
- Отсутствие или удвоение концентрации одного или более элементов в многоэлементном стандарте.
- Исходные растворы с истекшим сроком годности.
- Разложение исходных растворов или стандартов из-за неправильного хранения.
- Низкое качество реактивов.
- Неправильный выбор кислоты для стабилизации.

Что же делать?

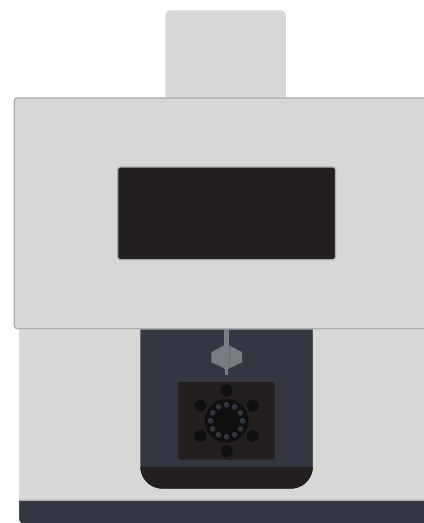
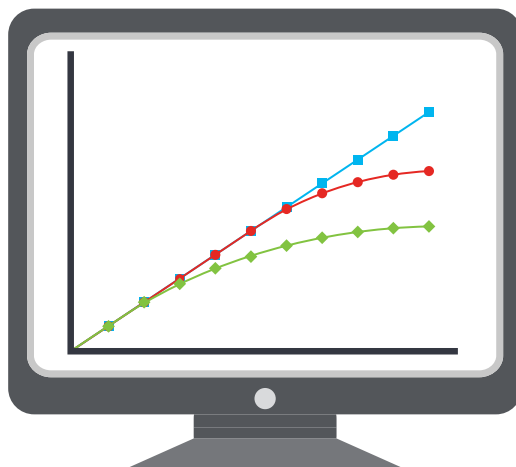
Чтобы гарантировать точность калибровочных растворов, примите следующие меры.

- Всегда проверяйте точность калибровочных стандартов по стандарту начальной проверки точности калибровочного стандарта, сделанному из исходного раствора другого производителя.
- При изготовлении многоэлементного стандарта из одноэлементных исходных растворов всегда проверяйте концентрацию примесей по сертификату анализа, чтобы убедиться в том, что ей можно пренебречь.
- Рекомендуется пользоваться только специальными стандартами для ИСП. Не пользуйтесь стандартами для атомно-абсорбционной спектроскопии, так как в них зачастую содержится больше примесей, и они могут быть приготовлены из солей, несовместимых с другими соединениями.
- Для матриц из разбавленной азотной кислоты калибровочные стандарты, содержащие молибден, титан, сурьму и олово, следует готовить чаще. Эти элементы имеют пониженную стабильность в азотнокислых растворах.

- Пользуйтесь весовыми коэффициентами, чтобы увеличить точность калибровочной кривой при низких концентрациях, особенно при измерении в большом диапазоне концентраций.

Документирование правильных лабораторных процедур в типовых регламентах (SOP) поможет предотвратить многие проблемы, вызванные неправильной подготовкой калибровочных стандартов. Ниже перечислены несколько примеров решения проблем с калибровкой.

- Инвентаризация всех пипеток и ведение электронного журнала их калибровки. На каждую пипетку ставится наклейка с датой следующей калибровки.
- Следование в лаборатории строгому и доказавшему свою эффективность порядку мытья лабораторной посуды.
- Приготовление калибровочных растворов из многоэлементных исходных стандартов.
- Использование электронного журнала сроков годности исходных стандартов, позволяющего системе обеспечения качества лаборатории вовремя утилизировать стандарты с истекшим сроком годности.



3. Примеси в холостых пробах, стандартах и исследуемых пробах

Проблема и ее причины

Признак химического загрязнения холостой пробы, стандартов и исследуемых проб – неправильные результаты контроля качества приготовленного в идентичных условиях стандарта для контроля чистоты лабораторных реагентов. Другими признаками этого являются, например, плохие результаты анализа лабораторной контрольной пробы (LCS) или расхождения между результатами повторных анализов проб матрицы с добавкой (MSD).

Примеси могут появляться по разным причинам.

- Плохая процедура отбора пробы.
- Примеси в реактивах.
- Плохо вымытая посуда для хранения и минерализации проб.
- Неисправность лабораторной системы водоподготовки.

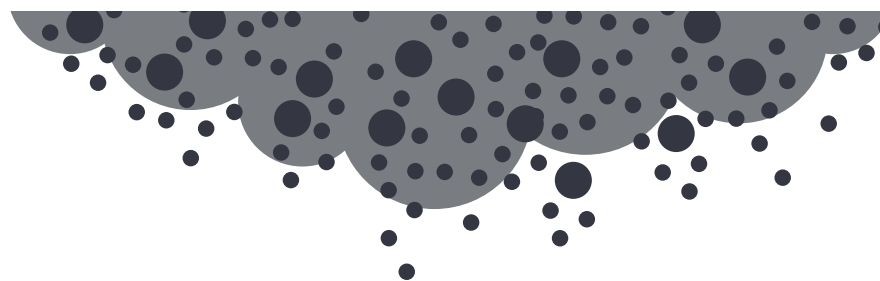
Нередко встречается эффект памяти в системе ввода пробы прибора. Эффект памяти часто проявляется при работе с пробами, содержащими высокие концентрации хорошо абсорбирующихся элементов. Это может привести к ошибочно высоким результатам, погрешностям и большому разбросу результатов. В таком случае будет наблюдаться повышенная интенсивность сигнала для первого повторения, немного меньшая для второго, и т. д., пока сигнал не стабилизируется.

Что же делать?

Помочь обнаружить проблемы с примесями поможет периодический анализ дубликатов проб, приготовленных с нуля. Также можно проверить интенсивность сигналов для холостой пробы и сравнить ее со значениями для холостых проб, анализ которых выполнялся ранее. Если значения слишком высокие, замените холостую пробу, так как она, скорее всего, загрязнена.

Если наблюдается эффект памяти от предыдущих проб, увеличьте время промывки между пробами.

Чтобы избежать загрязнения, убедитесь, что типовые регламенты лаборатории описывают порядок отбора проб, подготовки их к анализу, а также порядок мытья лабораторной посуды. После этого надо будет лишь убедиться в том, что все сотрудники следуют этим требованиям.



4. Проблемы с пробоподготовкой и перепутанными пробами

Проблема и ее причины

Неправильная пробоподготовка приводит к ошибочным результатам анализа. Вы можете забыть во время минерализации добавить одну из кислот. Например, для растворения металлов платиновой группы, кроме азотной кислоты, обязательно нужна соляная. Иногда используемая кислота может быть несовместима с определяемыми элементами. Например, добавление серной кислоты к пробам, в которых нужно найти барий или свинец, приведет к тому, что они выпадут в осадок.

Что же делать?

Чтобы обнаружить проблемы с пробоподготовкой, добавляйте к каждой серии анализируемых проб лабораторную контрольную пробу (LCS) с похожей матрицей. Убедитесь, что ГСО готовится для анализа так же, как и пробы. Это даст вам пробу с известной концентрацией, которая позволит заметить проблемы в ходе пробоподготовки.

Совет:

Если для растворения проб вы применяете соляную кислоту, добавьте хлор в методику ИСП. Это поможет легко решить проблему. Хлор не обнаружен? Кто-то забыл добавить соляную кислоту при растворении пробы.



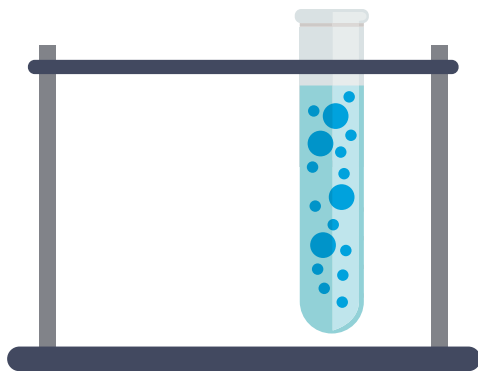
5. Пробы с высоким содержанием матрицы

Проблема и ее причины

Если проба содержит множество различных элементов, все в разных концентрациях, это может привести к ряду сложных взаимодействий. Это может, в свою очередь, привести к повышению или понижению результатов для некоторых из них. Например, высокие концентрации легко ионизируемых элементов, таких как щелочные (натрий, калий) или даже щелочноземельные (кальций, магний) металлы, могут привести к усилению или подавлению сигналов других элементов.

Очень важно перед анализом неизвестных проб быстро определить в них наличие и приблизительную концентрацию щелочных и щелочноземельных металлов. Это позволит выбрать правильную стратегию анализа такой пробы.

Хорошим признаком помехи от легко ионизируемых элементов является низкая степень обнаружения добавки в пробе матрицы с добавкой (MSD). Для большинства элементов помехи от легко ионизируемых элементов приводят к заниженным результатам анализа. Однако в случае щелочных и щелочноземельных металлов результаты могут быть выше действительных.



Что же делать?

Ниже перечислены несколько стратегий борьбы с помехами от легко ионизируемых элементов.

- Добавка внутреннего стандарта и включение коррекции по внутреннему стандарту.
- Иногда, чтобы получить хорошую степень обнаружения, достаточно разбавить пробу. Этот совет предполагает, что концентрация определяемых элементов при этом не упадет ниже предела обнаружения методики.
- Использование калибровочного стандарта с матрицей, совпадающей с матрицей пробы. Если состав пробы абсолютно неизвестен, воспользоваться этим методом может быть не так просто.
- Применение для анализа режимом радиального обзора плазмы.



По мере увеличения концентрации натрия в пробе степень обнаружения калия падает. Эффект особенно отчетливо проявляется в осевом режиме обзора плазмы.

6. Слишком концентрированные пробы

Проблема и ее причины

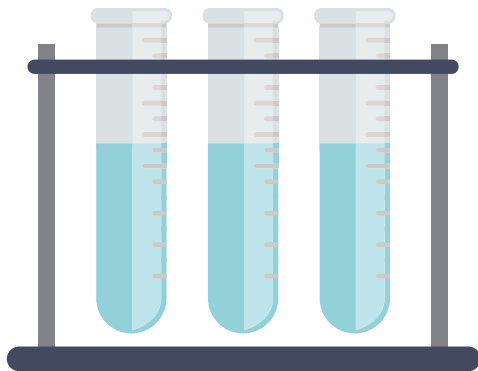
Неожиданно высокая концентрация определяемых элементов может привести к тому, что проба окажется за пределами диапазона калибровки. Это распространенная причина повторения анализа пробы. В результатах такие случаи сразу видны, так как помечаются флажком ошибки, означающим, что результаты находятся за пределами диапазона калибровки. Такие результаты нельзя включать в отчет без проверки линейности калибровки для повышенной концентрации.

Для анализа такой пробы ее можно разбавить или добавить в серию дополнительный стандарт, проанализировать его как обычную пробу и по нему проверить линейность калибровки в нужном диапазоне. При разбавлении пробы следует принимать меры для избежания внесения в нее примесей.

Что же делать?

Существует простой способ автоматически избежать проблем со слишком высокой концентрацией.

- Современные ИСП-ОЭ спектрометры имеют широкий рабочий диапазон длин волн. Это позволяет выбрать для каждого определяемого элемента несколько эмиссионных линий. Одни из них будут очень интенсивными, другие — нет. Если для некоторых линий концентрация будет слишком высокой, вы сможете переключиться на менее интенсивную линию и избежать разбавления пробы.
- Если вы не хотите пользоваться альтернативными линиями меньшей интенсивности, воспользуйтесь функцией автоматического разбавления, которую предлагает ваша программа для ИСП-ОЭС. Она автоматически разбавит любую слишком концентрированную пробу.
- Концентрированные пробы можно также анализировать в режиме радиального обзора плазмы.



Дополнительная информация:

www.agilent.com/chem/

Покупка через интернет:

www.agilent.com/chem/store

Ответы на технические вопросы и доступ к ресурсам сообщества Agilent:

community.agilent.com

США и Канада

1-800-227-9770

agilent_inquiries@agilent.com

Европа

info_agilent@agilent.com

Азиатско-Тихоокеанский регион

inquiry_lsca@agilent.com

Информация может быть изменена без уведомления.

© Agilent Technologies, Inc. 2019
Напечатано в США 24 сентября 2019 г.
5994-1263RU

