

# Анализаторы влажности

***MX-50 / MS-70***  
***MF-50 / ML-50***

**Q&A / СПРАВОЧНИК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**



***Тесты наилучшими средствами***

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>MX/MF/MS/ML Спецификация и аксессуары</b> .....	4
<b>ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ</b> .....	5
Измерение .....	5
1. Что такое влагосодержание? .....	5
2. Метод измерения .....	6
3. Точность .....	8
4. Образцы .....	8
Калибровка .....	10
Разное .....	10
<b>Анализаторы влажности (MX/MS/ML/MF)</b> .....	11
Метод нагрева .....	11
Измерение .....	11
<b>Использование анализаторов</b> .....	12
Анализ данных .....	12
Измерение образцов .....	13
<b>Типичные результаты измерения в табличной форме</b> .....	14
<b>АНАЛИЗ ДАННЫХ</b> .....	20
1. Программное обеспечение WinCT-Moisture .....	20
2. Пример дисплея RsFig .....	21
3. Автоматическое определение температуры нагрева с помощью RsTemp ...	25
<b>Обслуживание</b> .....	30
1. Галогенная лампа .....	30
2. Очистка .....	30

## Спецификация

Модель	MS-70	MX-50	MF-50	ML-50
НПВ образца, г.	71	51	51	51
Дискретность взвешивания, г	0,0001	0,001	0,002	0,005
Погрешность содержания влаги, %	0,001/0,01/0,1	0,01/0,1	0,05/0,1/1	0,1/1
Точность измерения влажности: проба >1 г.	0,05%	0,1%	0,2%	0,5%
>5 г.	0,01%	0,02%	0,05%	0,1%
Температура сушки, °C	30-200 (шаг – 1°C)	50-200 (шаг – 1°C)		
Кол-во программ измерения в памяти, шт	20	10	5	
Функция памяти данных	100	50	30	
Программы измерения (режимы)	Стандартный режим / Быстрый режим / Режим автоматического завершения / Таймер / Ручной режим			
Способ измерения	Влажная основа / Сухая основа / Твердое содержание / коэффициент			
Тип дисплея	Большой VFD			
Интерфейс	Стандартный RS-232C			
Программное обеспечение	WinCT-Moister	WinCT	–	
Рабочая температура эксплуатации прибора	5–40°C, ОВВ < 85%			
GLP/GMP/ISO	Доступно			
Функция самотестирования	Стандартная			
Размер чашки для образца	Ø 85 мм			
Питание	АС 100-200В (3А), или АС 200-240В (1.5А), 50/60 Гц, ~400Вт			
Габаритные размеры / вес	215 x 320 x 173 мм / ~ 6кг			
Стандартная комплектация	Алюминиевые чашки Ø 85мм (20шт у MX/MF/MS, 10шт у ML), держатель (2шт MX/MF/MS, 1шт ML), пинцет, ложка, тест образец (натрий тартрат дигидрат), чехол прибора, карта быстрой справки (только MX/MF/MS), кабель RS-232C (только MX/MS), чехол дисплея, сетевой кабель, инструкция, справочник пользователя.			

## Аксессуары

АХ-МХ-31	Чашка для образца (Ø 85 мм, 100 шт.)
АХ-МХ-32-1	Стекловолоконная пластина (Ø 70 мм, 100 шт.) (фильтровальная бумага)
АХ-МХ-32-2	Стекловолоконная пластина (Ø 78 мм, 100 шт.)
АХ-МХ-33	Контрольный образец (тартрат дигидрат натрия, 30г x 12 шт.)
1ЕТJ240V/400W	Галогенная лампа (АС 200В – 240В)
АХ-МХ-35	Держатель чашки ( 2 шт.)
АХ-МХ-36	Пинцет (2 шт.)
АХ-МХ-37	Ложка (2 шт.)
АХ-МХ-38	Чехол дисплея (5 шт.)
АХ-МХ-39	Защитный чехол
АХ-МХ-40	Кабель RS-232C ( 2м, 25 – 9 штырьков) (для моделей MF-50, ML-50)
АХ-МХ-41	Калибровочная гиря (20г, эквивалент гири класса F1 OIML)
АХ-МХ-42	WinCT-Moisture (CD-ROM: Программное обеспечение Windows)
АХ-МХ-43	Калибратор температуры (только для МХ-50, MS-70)

## Основные понятия

### ИЗМЕРЕНИЕ

#### 1. Влагосодержание

##### 1. Что такое влагосодержание?

Влагосодержание обычно определяется как процентное содержание воды в твердом, жидком или парообразном материале. Если образец жидкий или газообразный, влагосодержание может определяться как выраженный в процентах вес воды, содержащейся в заданном объеме образца, и в этом случае он называется гигроскопической влагой или влажностью. Поскольку возможны различные виды классификации влагосодержания, которым соответствуют различные наименования, то оценка результатов измерения, а также их обработка требуют особого внимания.

Влага, удерживаемая на поверхности какого-либо материала, называется адгезивной водой. Свободная вода, присутствующая в гигроскопической влаге, а также во влаге, удерживаемой на каком-либо материале при определенных условиях (давление, температура, объем и т.п.), называется абсорбированной водой, и является эквивалентом влагосодержания. Вода, входящая в химическое соединение с каким-либо материалом или находящаяся внутри него, – это кристаллизационная или гидратированная вода, а соответствующая влажность – связанная вода или комбинированная вода.

#### СПРАВКА

При измерении влагосодержания с помощью анализатора влажности используются некоторые материалы со стабильным уровнем влагосодержания. Типичным с этой точки зрения материалом является тартрат дигидрат натрия. Этот материал широко известен также как вторичный продукт виноделия. Этот материал является гидратом, то есть имеет гидратную воду в кристаллизованном виде. Кроме того, это сложная форма (молекулярная формула:  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , рациональная формула  $[\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CH}(\text{OH})\text{COONa}]_2$  / молекулярная масса 230.0823) тартрата натрия (молекулярная формула:  $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , рациональная формула  $[\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}]_2$  / молекулярная масса 194.0517) и двух молекул воды ( $2\text{H}_2\text{O}$  молекулярная масса 36.03056). Тартрат дигидрат натрия преобразуется в тартрат натрия (ангидрид) при освобождении двух молекул кислорода в результате нагрева. Поскольку температура плавления тартрата дигидрата натрия 150°C, при комнатной температуре он стабилен, и освобождения кристаллизационной воды из его молекул не происходит, но при этом начинается термический распад других составляющих. Таким образом, чтобы избирательно испарить кристаллизационную воду при измерении влагосодержания с помощью анализатора влажности с использованием метода нагрева и сушки, необходимо чтобы температура нагрева составляла 150-200°C. Уровень влагосодержания рассчитывается, как доля двух молекул воды, т.е.  $(36.03056 / 230.0823) \times 100 = 15.66\%$ .

### 1. Как измеряется влагосодержание с помощью анализатора влажности?

Влагосодержание можно измерить методом нагрева, методом Карла Фишера, диэлектрическим методом, методом инфракрасной абсорбции, методом нейтронного анализа или кристаллической осцилляции. Из перечисленных методов наиболее часто применяемыми в лабораторных условиях являются методы нагрева и сушки и Карла Фишера. Методы инфракрасной абсорбции и диэлектрический подходят для процессов обработки. Метод нагрева предполагает, что уровень влагосодержания рассчитывается по весу воды, выпаренной из твердого или жидкого образца после его нагревания в течение некоторого времени, при температуре равной или превышающей температуру испарения образца. Потеря веса растет по мере нагрева образца и, в конце концов, стремиться к постоянной величине. Образец может пиролизироваться или испаряться в зависимости от его характеристик, а значит, то, что испаряется – это не обязательно вода. Однако выбор подходящего размера пробы, температуры нагрева, времени нагрева и т.д. позволяет получить результат, сравнимый с тем, который дает использование метода Карла Фишера.

Помимо всего прочего анализаторы влажности, использующие метод нагрева, удобны в работе, благодаря простоте и ясности их принципа действия, а также небольшому размеру. Их эксплуатация и обслуживание не требуют больших затрат, что делает возможным использование этих приборов широким кругом пользователей, тестирующих различные виды образцов. Диапазон измерений – от 0.01/ 0.1% до 100%. Таким образом, даже образцы со 100% влагосодержанием могут быть измерены легко и точно. Анализаторы влажности, реализующие принцип нагрева, в качестве источника тепла могут использовать галогенную лампу, инфракрасную лампу, защищенный нагреватель или микроволновый нагреватель. Нагреву подвергается проба образца, находящаяся на электронных весах, которые взвешивают пробу до и после нагрева, чтобы определить потерю влаги. Следовательно, электронные весы должны использовать технологию, которая не допускает нагрева датчика нагрузки и таким образом предотвращает дрейф температуры. Это важно, учитывая, что температура может достигать 150-200°C. Метод Карла Фишера – это метод, при котором влагосодержание измеряется путем электрохимического титрования, что возможно, благодаря тому, что в присутствии метилового спирта реагент KF (Карл Фишер), в том числе йод, дисульфид водорода, пиридин, реагируют с водой.

$H_2O + I_2 + SO_2 + 3RN + CH_3OH \rightarrow 2RN \cdot HI + RN \cdot HSO_4CH_3$  (ангидрид)  
Вода (реагент) KF реагент метиловый спирт (RN:основа I:йод SO<sub>2</sub>: дисульфид водорода).

Принцип измерения в методе Карла Фишера базируется на описанной выше химической реакции. Значит, влагосодержание рассчитывается через количество KF реагента, которое избирательно реагирует с водой, образуя титрованный ангидрид, и необходимое для того, чтобы вся вода вступила в реакцию. Количество реагента детектируется электродами, поскольку реагент титруется в образец в воде. Метод Карла Фишера использует 2 способа детектирования: объемный метод и кулонометрический; последний используется в официальных измерениях. Этот метод требует использования реагента, который является химическим реактивом, и таким образом, не останавливает естественную химическую реакцию и окисление самого реагента, уменьшая множитель или эквивалент воды в реагенте путем извлечения влаги из воздуха и взаимодействия с ней во время ее удержания и /или использования. В этом случае, перед началом измерений необходимо проверить множитель на предмет количества реагента, которое может вступить в реакцию с водой, и реагент должен быть аккуратно сохранен. Как было сказано, метод Карла Фишера требует тщательного контроля, проверки реагента и сложной рабочей процедуры, что отличает его от метода нагрева. Вместе с тем он может использоваться для детектирования влагосодержания в таких материалах, как пар, а также материалах с очень низким содержанием влаги.

Анализаторы влажности, работающие по методу инфракрасной абсорбции, используют возможности инфракрасного излучения, имеющего особую длину волны, которая поглощается водой. Уровень влагосодержания определяется, исходя из коэффициента мощности отраженного света (образец освещается светом, имеющим длину волны, поглощаемую водой, и две другие длины волны – непоглощаемые, что необходимо для того, чтобы избежать несоответствия, вызванного неровностью поверхности материала, или его местоположением.) Этот метод пригоден для стабильных непрерывных измерений порошков или зерна.

Нейтронный анализатор детектирует влагу по свойствам водорода, скорость нейтронов которого снижается водой и различна в различных материалах. Быстрый нейтральный луч становится термическим нейтроном, когда вода в образце уменьшает скорость нейтронов, и таким образом, происходит неконтактное, недеструктивное, в реальном времени и без пауз измерение влагосодержания по числу термальных нейтронов. Типичными образцами являются плавленые материалы.

Анализаторы влажности, работающие по методу кристаллической осцилляции, используют устройство с функциональной тонкой мембраной на электродах, которая распознает абсорбированные кристаллы влаги, изменяющие частоту кристаллического осциллятора. Анализатор измеряет частоту, чтобы определить влагосодержание образца. Этот метод подходит для измерения следового количества влаги в образцах газа.

No.	Q	A
1	Какая разница между анализатором A&D и анализатором Карла Фишера?	<p>1. Анализатор MX/MF/MS/ML использует метод нагрева и сушки, при котором происходит сравнение веса пробы до и после нагрева и сушки, в то время как анализатор Карла Фишера титрует электрохимическим способом KF реагент, содержащий йод, в образце.</p> <p>2. Метод Карла Фишера позволяет выполнять измерения в диапазоне от нескольких промилле до 100% (вода), но работа с прибором сложна, а сам прибор дорог. Анализаторы MX/MF/MS/ML очень просты в обращении, выполняют измерения за очень короткое время и доступны по цене.</p> <p>3. В тех случаях, когда требуется разрешение менее 0.01% и 0,001%, анализаторы MX/MF/MS/ML являются более предпочтительным выбором с точки зрения простоты обращения, точности и текущих затрат. Нет никакой разницы в результатах, полученных методом Карла Фишера и методом нагрева и сушки, однако анализаторы MX/MF/MS/ML имеют лучшие показатели повторяемости результатов, чем анализаторы Карла Фишера.</p>

#### Точность

No.	Q	A
1	Что означает точность 0.02%?	Это колебание и повторяемость результатов измерения уровня влагосодержания, когда один и тот же образец многократно тестируется в одних и тех же условиях. В статистике это называется стандартным отклонением.

#### Образцы

No.	Q	A
1	Что собой представляет реагент тартрат дигидрат натрия, и в каких случаях он необходим?	<p>Он может использоваться для тестирования самого анализатора влажности, поскольку его уровень влагосодержания рассчитан теоретическим путем. Тартрат дигидрат натрия – это тартрат натрия, химически связанный с двумя молекулами воды или кристаллизационной воды, и он опять превращается в тартрат натрия после того, как молекулы воды высвобождаются в результате нагрева. Его уровень влагосодержания – это доля двух молекул воды, то есть <math>36.031/230.082 = 15.66\%</math>.</p> <p>Этот образец является стандартным аксессуаром модели MX, MS и дополнительной принадлежностью для моделей MF, ML (30г x 12 шт).</p>
2	Почему эмпирически не получен результат равный 15.66%?	1. Уровень влаги, входящей в состав материала как кристаллизационная вода, теоретически равен 15.66%, однако влажность окружающей среды равна 10% ~ 90%RH, и эта влага может механически налипать на образец. Количество такой влаги может составлять до 0.09% образца. Кроме того, влага и/или загрязнения, оставшиеся на чашке, случайные ошибки измерений, а также комбинация этих факторов могут привести к тому, что результат, полученный в реальных условиях, составит 15.0 или 16.0%.

		<p>2. Если разница между реальным результатом и 15.66% велика, это означает, что температура сушки слишком низкая.</p> <p>В случае тестирования тартрата дигидрата натрия точность измерений влагомера устанавливается равной MID, температура нагрева – 160°C и, после предварительного нагрева в течение 8 минут, 5 г образца равномерно размещается на чашке.</p>
3	Безопасен ли тартрат дигидрат натрия? Существуют ли какие-то особые правила обращения с ним?	<p>1. Он совершенно безопасен. Тартрат дигидрат натрия используется в качестве пищевого ароматизатора, и таким образом, будучи съедобным, является безопасным материалом (если только съеденная доза не превышает 218г, что может привести к летальному исходу). Однако в случае попадания на слизистую оболочку глаз или носа его следует немедленно смыть.</p> <p>2. Нет никаких особых правил обращения с материалом, даже при его утилизации. Его можно утилизировать, как огнеопасные отходы.</p>
4	Можно ли повторно использовать тартрат дигидрат натрия?	Нет. Влага, однажды выделившаяся из кристалла образца под воздействием тепла, не может быть восстановлена.
5	Что не следует тестировать с помощью анализатора?	<p>1. Взрывоопасные и/или легко воспламеняющиеся материалы, а также материалы, выделяющие сильный запах при нагреве, не следует тестировать методом нагрева и сушки. Такие материалы не должны тестироваться с помощью анализатора.</p> <p>2. Материалы, у которых сначала происходит высушивание поверхностного слоя, и при этом образуется мембрана, создающая высокое внутреннее давление, не следует тестировать с помощью анализатора, т. к. это может быть опасно.</p> <p>3. Материалы, свойства которых неизвестны, и, следовательно, они могут попасть в две описанные выше категории, не должны тестироваться с помощью анализатора.</p>
6	Каков минимальный размер пробы, которую можно протестировать?	В случае использования MX/MF/MS/ML можно протестировать пробу весом $\geq 0.1$ г. Если размер пробы достаточен для начала измерений, на LCD дисплее появится индикатор образца
7	Каков максимальный размер пробы, которую можно протестировать?	В случае использования MX/MF/ML можно протестировать пробу весом до 50 г, в случае использования MS-70 – пробу весом до 70г. Если вес пробы превысит это значение, на дисплее появится индикация "E".
8	Верно ли то, что чем больше размер пробы, тем выше точность измерений?	Нет, не верно. Излишек образца может не прогреться равномерно внутри, или же время нагрева может быть слишком большим. В этом случае показатель повторяемости результатов может ухудшиться.
9	Влияет ли на результат то, как образец, например порошок, помещен на чашку.	Да. От того, как проба размещена на чашке, зависит распределение тепла. Для точного определения уровня влагосодержания необходимы равномерный нагрев и испарение. Поэтому образец должен располагаться на чашке плоско.

Калибровка		
No.	Q	A
1	Возможна ли калибровка анализатора влажности MX/MF/MS/ML с помощью тар-трата дигидрата натрия?	Нет. Однако можно выполнить проверку точности прибора с помощью такого образца, поскольку его уровень влагосодержания теоретически определен. Анализаторы влажности, использующие принцип нагрева и сушки, взвешивают образец до и после нагрева, и алибровка веса и температуры возможны.
2	Может ли пользователь выполнить калибровку веса и температуры?	Да (калибровка температуры возможна только для модели MX, MS). Кроме того, результаты такой калибровки могут быть распечатаны в соответствии с нормами GLP, GMP, ISO. 1. Для калибровки веса рекомендуется использовать калибровочную гирию весом 20г. (дополнительная принадлежность – AX-MX-41). 2. Для калибровки температуры можно использовать калибратор температуры (дополнительная принадлежность – AX-MX-43).
3	Имеются ли диаграмма системы трассировки и сертификат измерений?	Входит во комплект поставки: Сертификат соответствия тип средств измерения, относящийся к анализатору, распространяются на калибровку веса и температуры.

Разное		
No.	Q	A
1	Нужно ли учитывать влагу, содержащуюся в стекловолоконной пластине в случае ее использования?	Обычно нет. Однако если Вы хотите добиться особой точности и удалить влагу из пластины, высушите ее в сушильном шкафу перед использованием.
2	Возможно ли абсолютное измерение уровня влагосодержания? (Только ли содержание воды может быть измерено?)	Нет. Минералы, такие как металлы, стекло, песок могут содержать влагу только в виде воды. Однако из большинства образцов, имеющих органическое происхождение, в зависимости от температуры может быть выпарена не только вода, но и другие составляющие. Результаты измерения зависят от температуры нагрева.

## Анализаторы влажности (MX/MF/MS/ML)

Метод нагрева		
No.	Q	A
1	Каковы преимущества галогенной лампы, используемой в анализаторах MX/MF/MS/ML?	Галогенная лампа была выбрана, т.к. ее уровень нагрева в единицу времени выше, чем при использовании других методов нагрева, кроме того, полезный срок службы больше. Т. о., влагомер с галогенной лампой позволяет сократить время измерений. Она излучает значительно больше света, чем другие лампы, что также является преимуществом, если нужно наблюдать за образцом во время нагрева.
2	Разница между галогенной и инфракрасной лампами? Можно ли их сравнить друг с другом?	Галогенная лампа излучает 95% света в пределах длины волны инфракрасного излучения, и таким образом ее энергетические характеристики сопоставимы с характеристиками инфракрасных ламп.
3	Как быстро нагревается анализатор влажности с галогенной лампой?	Она может нагреть чашку до 200°C за 2 минуты (начиная с комнатной температуры), что значительно быстрее, чем при использовании инфракрасной лампы или метода защищенного нагревателя.
4	Что такое фильтр SRA?	SRA – это использование вторичного излучения. Это инновационный метод нагрева, разработанный компанией A&D для анализаторов влажности MX/MF/MS/ML. Ранее использовавшийся метод, при котором галогенная лампа непосредственно нагревала образец на чашке, не позволял добиться равномерного нагрева, вследствие разницы изменения расстояния между лампой и образцом. SRA позволяет исправить этот недостаток, и таким образом, образец может быть нагрет равномерно с помощью тепла, повторно излученного стеклом, помещенным сбоку и под лампой. (Подана заявка на патент).

Измерение		
No.	Q	A
1	Каково минимальное время измерения?	Это зависит от материала и содержания влаги, но поскольку в приборе используется галогенная лампа мощностью 400Вт, нагрев чашки от комнатной t°C до 200°C происходит ~ за 2 минуты. Кроме того, в анализаторе установлен датчик SHSTM, разработанный для аналитических весов, определение веса пробы до и после нагрева выполняется с высокой степенью точности, следовательно, требует меньшего размера пробы, чем раньше. При соответствующей t°C нагрева и размере пробы, время измерений составляет от нескольких до 20 минут. Следовательно, время нагрева и измерения уменьшается, в силу следующих причин:  1. Быстрый нагрев до заданной температуры.  2. Для измерений требуется проба очень маленького размера.

2	Зачем нужно видеть, что происходит внутри анализатора во время нагревания?	Возможность видеть, что происходит внутри, дает пользователю ощущение безопасности. Возможен перегрев воды в составе образца, горючие компоненты могут испаряться, кроме того, некоторые материалы могут обугливаться или распадаться. Для пользователя очень важно иметь возможность визуально оценивать ситуацию, следя за процессом через смотровое окно.
3	Одинакова ли температура на дисплее и температура образца?	Температура на дисплее соответствует температуре на чашке, т.е. t°C образца, особенно если он равномерно распределен на чашке. Однако если образец распределен неравномерно или имеет твердую оболочку, t°C на дисплее соответствует t°C поверхности образца.  Анализатор A&D не имеет сенсора непосредственно на чашке, но он рассчитывает место, температуру которого можно считать температурой на чашке, и помещает туда сенсор. Пользователь может выполнить калибровку температуры (только MX, MS).
4	Что представляет собой высокоточный SHS?	SHS (Super Hybrid Sensor) – это супергибридный сенсор. Это датчик веса, разработанный компанией A&D, который позволяет выполнять взвешивание с высокой скоростью – до 1 сек., и используется в аналитических весах, требующих высокого разрешения и точности.  SHS, используемый в анализаторе влажности MX/MF/MS/ML, позволяет выполнять динамическое взвешивание и таким образом измерять уровень содержания влаги за более короткое время. (Подана заявка на патент.)
5	Зачем нужны 2 рукоятки у чашки?	Если необходимы повторные измерения, не следует использовать горячую чашку для образцов. Чтобы избежать этого, нужно по очереди пользоваться двумя чашками и двумя ручками. Это позволит не только повысить повторяемость и надежность результатов, но также избежать возможных травм (например, ожогов).

## Использование анализатора

### Анализ данных

№.	Q	A
1	Можно ли протестировать соевые или кофейные зерна?	Нет. Бобовые должны быть сначала измельчены в блендере или кофемолке, поскольку t°C на поверхности может значительно отличаться от t°C внутри. Кроме того, размолотые зерна можно нагреть более равномерно. Измельченные образцы следует начинать тестировать сразу после измельчения, т.к. размельчив образец, Вы увеличиваете площадь его поверхности, и она становится способной абсорбировать влагу из окружающего воздуха.
2	Можно ли тестировать такие образцы, как молоко или коллоиды?	Коллоиды, такие как взвешенные в воде твердые частицы, или имеющие поверхностное натяжение, часто приобретают точечную структуру. В таких случаях используйте стекловолоконную пластину* для адсорбирования образца т.о. Вы повысите уровень повторяемости результатов, а также уменьшите t°C измерений на 1/3 или на 1/2. Вес стекловолоконной пластины необходимо тарировать. *AX-MX-32

3	Каким образом тестируются овощи, водоросли и грибы?	В качестве пробы нужно использовать типичные части указанных продуктов.
---	---	---

## Измерение образцов

Ниже сравниваются результаты, полученные с помощью анализатора MX и Карла Фишера. В качестве образца использовался материал с невысоким уровнем влагосодержания.

### 1) Условия измерений

- + Образец: Пластик (полиэтилен)
- + Температура нагрева: 180°C
- + Количество измерений: 5
- + Анализаторы:  
Анализатор влажности, использующий метод нагрева и сушки:  
MX/MF/MS/ML (A&D)  
Анализатор влажности, использующий метод Карла Фишера: KF

### 2) Результаты

Анализатор	Вес пробы	Влажность	Повторяемость	Коэффициент вариации (CV)	Время нагрева
	g	%	%	%	мин
MX-50	10	0.298	0.0045	1.49	6.8
KF	0.3	0.3072	0.0065	2.13	19

\*В таблице приведены средние значения уровня влажности и времени нагрева. Количество знаков соответствует реальным для каждого прибора показаниям дисплея.

(1) Согласно приведенным данным, нет какой-то очевидной разницы в результатах, полученных с помощью двух анализаторов. Можно сказать, что результаты, полученные анализатором MX/MF/MS/ML, сопоставимы с результатами, полученными анализатором Карла Фишера.

(2) Что касается точности или повторяемости и коэффициента вариации, анализатор MX показал меньший разброс значений. Если один и тот же образец тестируется несколько раз подряд, анализатор MX превосходит KF с точки зрения повторяемости результатов.

(3) Анализатор MX требует меньше времени для измерений. MX выполняет измерение за 6.8 мин, в то время как KF – за 19 (почти в 3 раза больше!). Кроме того, хотя это и не показано в таблице, анализатор KF требует 6 мин. на подготовку и настройку прибора и реагента, в целом на измерение тратится около 2 часов.

Таким образом, при измерении уровня влагосодержания материала, подобного полиэтилену, анализатором MX/MF/MS/ML, Вы можете получить результаты, сопоставимые с результатами, полученными анализатором KF. При этом MX превосходит KF с точки зрения точности. MX требует значительно меньше сложных подготовительных процедур по сравнению с KF, поэтому время измерений меньше.

## Типичные результаты измерений в табличной форме

### Предметы потребления

No.	Классификация	Образец	Вес (г)	Режим измерения	Темп. чашки (°C)	Время (мин)	Влагосодержание			Примечания
							Сред. Знач. (%)	Повторяемость (%)	CV * (%)	
1	Предмет потреб.	Табак	1	Standard-MID	100	6.5	10.58	0.339	3.2	Насыпьте листья и протестируйте. Сильный запах при нагреве
2	Предмет потреб.	Сухой корм	1	Standard-MID	160	9.2	8.68	0.059	0.68	Раскрошите миксером. Сильный запах при нагреве
3	Предмет потреб.	Зуб. паста	1	Standard-MID	180	6.4	36.43	0.472	1.3	Поместите образец равномерно на чашку
4	Предмет потреб.	Крахмал для белья (жидкий)	1	Standard-MID	200	5.5	93.38	0.17	0.18	Используйте стекловолоконную пластину
5	Предмет потреб.	Крахмальный клей (Паста)	5	Standard-MID	200	14	83.34	0.102	0.12	Поместите образец равномерно на чашку
6	Предмет потреб.	Клей (Паста)	1	Standard-MID	200	9.7	61.3	0.309	0.5	Поместите образец равномерно на чашку
7	Предмет потреб.	Мыло (Жидкое)	1	Standard-MID	200	6	92.01	0.157	0.17	Используйте стекловолоконную пластину
8	Предмет потреб.	Помада	1	Standard-MID	100	1.9	0.778	0.1938	24.91	Размажьте образец
9	Предмет потреб.	Жидкий тон для лица	1	Standard-MID	140	12.6	75.93	0.126	0.166	Используйте стекловолоконную пластину
10	Предмет потреб.	Еловые стружки (сухие)	1	Standard-MID	200	3.7	11.17	0.081	0.73	
11	Предмет потреб.	Кварцевый песок	10	Standard-HI	200	2.3	0.498	0.0741	14.88	
12	Предмет потреб.	Цемент (Порошок)	5	Standard-MID	200	3	0.408	0.0222	5.44	
13	Предмет потреб.	Шпаклевка (Паста)	1	Standard-MID	200	7.3	33.73	0.549	1.63	
14	Предмет потреб.	Синтетич. канифольная краска (Акриловая и вододисперсионная)	1	Standard-MID	200	13.6	53.93	0.15	0.28	Используйте стекловолоконную пластину
15	Предмет потреб.	Бумага для ксеркса	1	Standard-MID	200	2.8	4.69	0.174	3.17	Нарежьте образец небольшими кусочками
16	Предмет потреб.	Картон	1	Standard-MID	100	4.2	6.66	0.109	1.64	Нарежьте образец небольшими кусочками
17	Предмет потреб.	Мел (порошок)	15-20	Automatic (0.005%/min)	180	~4	0.18			Равномерно распределите порошок
18	Предмет потреб.	Обмотка (кабеля)	1	Standard-MID	100	~3	2.2			Линейный метод нагрева, шаг 3 минуты с 60 С

\*CV(Коэффициент вариации) = SD / Среднее x 100

### Продукты питания А (зерно, бобы, морепродукты, приправы, специи и ароматизаторы)

No.	Классификация	Образец	Вес (г)	Режим измерения	Темп. чашки (°C)	Время (мин)	Влагосодержание			Примечания
							Сред. Знач. (%)	Повторяемость (%)	CV * (%)	
19	Продукт	Кукурузная крупа (Порошок)	5	Standard-MID	160	17.5	12.06	0.072	0.6	
20	Продукт	Кукурузный крахмал (Порошок)	5	Standard-MID	200	7.1	12.74	0.137	1.08	
21	Продукт	Крахмал	5	Standard-MID	180	7.8	15.95	0.157	0.99	
22	Продукт	Гречневая мука	5	Standard-MID	180	10.2	15.13	0.191	1.26	
23	Продукт	Мука	5	Standard-MID	200	7.3	13.03	0.26	2	
24	Продукт	Рисовая мука	5	Standard-MID	200	7.6	12.89	0.134	1.04	
25	Продукт	Овес	5	Standard-MID	200	13.7	13.56	0.066	0.49	
26	Продукт	Овсяные хлопья (Зерно)	1	Standard-MID	160	19.7	11.8	0.352	2.98	
27	Продукт	Белый рис	5	Standard-MID	200	14.3	15.88	0.198	1.25	Раскрошите миксером
28	Продукт	Рис обработ-й	1	Standard-MID	200	15.3	64.51	0.384	0.6	
29	Продукт	Соевый порошок	5	Standard-MID	160	8.2	9.92	0.061	0.61	
30	Продукт	Орехи кешью	5	Standard-MID	140	8.5	3.04	0.01	0.33	Раскрошите миксером
31	Продукт	Масляный арахис	5	Standard-MID	140	9.6	2.1	0.077	3.67	Раскрошите миксером
32	Продукт	Зерно кофе (Порошок)	5	Standard-MID	140	9.8	4.43	0.036	0.81	
33	Продукт	Сушеный кальмар	2	Standard-MID	180	20.5	26.21	0.312	1.19	Нарежьте образец небольшими кусочками
34	Продукт	Вареная сухая рыба	2	Standard-MID	160	8.3	17.28	0.235	1.36	Раскрошите миксером
35	Продукт	Сухие снетки	5	Standard-MID	200	15.3	70.23	0.246	0.35	
36	Продукт	Сушеные рыбные хлопья	1	Standard-MID	120	6	14.69	0.77	5.24	Раскрошите миксером
37	Продукт	Рыбная колбаса	2	Standard-MID	200	15.6	78.02	0.227	0.29	Нарежьте образец небольшими кусочками
38	Продукт	Сахарный песок (Порошок)	5	Standard-MID	160	1.7	0.162	0.013	8.02	
39	Продукт	Мягкий коричневый сахар (порошок)	5	Standard-MID	160	5.4	0.973	0.0386	3.97	
40	Продукт	Ароматическая соль	5	Standard-MID	100	1.1	0.086	0.0151	17.56	
41	Продукт	Соль	5	Standard-MID	200	1.7	0.16	0.0082	5	
42	Продукт	Приправы Ароматизаторы	5	Standard-MID	100	8.5	1.55	0.02	1.29	
43	Продукт	Кетчуп	1	Standard-MID	160	16.1	70.42	0.643	0.91	Распределите продукт между двух стекловолоконных пластин.

44	Продукт	Майонез (На яичном желтке)	1	Standard-MID	200	2.9	19.65	0.235	1.20	
45	Продукт	Перец (молотый)	5	Standard-MID	160	15.9	12.23	0.142	1.16	
46	Продукт	Перец чили (порошок)	5	Standard-MID	120	17.3	5.81	0.06	1.03	
47	Продукт	Перец чили ароматизированный (порошок)	5	Standard-MID	120	16.9	4.9	0.085	1.73	
48	Продукт	Сухая горчица	5	Standard-MID	140	9.3	4.76	0.051	1.07	
49	Продукт	Сухой хрен	5	Standard-MID	140	11.4	3.7	0.082	2.22	
50	Продукт	Хрен (Тертый)	1	Standard-MID	200	15.1	39.07	0.123	0.32	Раздробите образец на стекловолоконной пластине
51	Продукт	Имбирь (Тертый)	1	Standard-MID	200	11.9	84.77	0.439	0.52	
52	Продукт	Дижонская горчица (Паста)	1	Standard-MID	200	13.5	54.55	0.416	0.76	
53	Продукт	Лимонная кислота	5	Standard-MID	100	7.2	4.54	0.21	4.63	
54	Продукт	Обезвоженная глюкоза	5	Standard-MID	140	1.7	0.696	0.0054	0.78	

\*CV(Коэффициент вариации) = SD / Среднее x 100

**Продукты питания В (бакалейные изделия, молочные продукты, легкие закуски и кондитерские изделия, напитки и прочее)**

No.	Классификация	Образец	Вес (г)	Режим измерения	Темп. чашки (°C)	Время (мин)	Влагосодержание			Примечания
							Сред. Знач. (%)	Повторяемость (%)	CV * (%)	
55	Продукт	Хлеб	1	Standard-MID	160	7.3	36.65	0.550	1.50	Тестируйте измельченный образец
56	Продукт	Хлебная крошка	1	Standard-MID	200	6.2	32.36	0.505	1.56	
57	Продукт	Сухой суп	5	Standard-MID	140	14.1	4.73	0.079	1.67	
58	Продукт	Суп быстрого приготовления из бобов	1	Standard-MID	160	12.9	63.43	0.728	1.15	Распределите образец между двумя стекловолоконными пластинами
59	Продукт	Китайская лапша	2	Standard-MID	140	9.6	1.53	0.091	5.96	Раскрошите образец
60	Продукт	Гренки	2	Standard-MID	160	8.4	5.68	0.119	2.1	Раскрошите образец
61	Продукт	Коричневый рис, крупа	2	Standard-MID	160	7.9	4.42	0.071	1.61	Раскрошите образец
62	Продукт	Макаронны	2	Standard-MID	200	15.8	13.7	0.211	1.54	Раскрошите образец
63	Продукт	Сухая пшеничная лапша	5	Standard-MID	200	20	13.36	0.109	0.82	Нарежьте образец на части длиной ~3 см.
64	Продукт	Сухая вермишель из бобового крахмала	2	Standard-MID	200	15.8	14.8	0.15	1.01	Нарежьте образец на части длиной ~3 см.
65	Продукт	Сухие коричневые водоросли	1	Standard-MID	200	9.2	11.49	0.367	3.19	Раскрошите миксером

66	Продукт	Проростки дерева	2	Standard-MID	180	18.3	13.13	0.227	1.73	Нарежьте образец на части длиной ~3 см.
67	Продукт	Вяленая говядина	2	Standard-MID	200	26.7	27.65	0.243	0.88	Нарежьте образец небольшими кусочками
68	Продукт	Рисовые крекеры	5	Standard-MID	140	17.1	6.93	0.045	0.65	Раскрошите образец
69	Продукт	Печенье	5	Standard-MID	140	5.5	2	0.054	2.7	Раскрошите образец
70	Продукт	Карамель	2	Standard-MID	140	16.4	5.94	0.071	1.2	Расплющите образец до толщины ~1 мм и поместите на стекловолоконную пластину
71	Продукт	Сушеные бананы (Кусочки)	1	Standard-MID	180	7.0	4.53	0.060	1.32	Тестируйте измельченный образец
72	Продукт	Картофельные чипсы	5	Standard-MID	140	9.3	1.88	0.054	2.87	Раскрошите образец
73	Продукт	Закуска (Креветочная)	5	Standard-MID	160	6.4	2.54	0.043	1.69	Раскрошите образец
74	Продукт	Закуска (Жареная лапша)	5	Standard-MID	140	8.7	1.31	0.039	2.98	Раскрошите образец
75	Продукт	Джем	1	Standard-MID	160	17.0	33.96	0.109	0.32	
76	Продукт	Мед (Темп. сушки, 120°C)	1	Standard-MID	120	20.3	17.76	0.282	1.59	Используйте стекловолоконную пластину
77	Продукт	Мед (Темп.сушки, 140°C)	1	Standard-MID	140	14.5	19.38	0.539	2.78	Используйте стекловолоконную пластину
78	Продукт	Мед (Темп.сушки, 160°C)	1	Standard-MID	160	20.4	22.92	1.599	6.98	Используйте стекловолоконную пластину
79	Продукт	Сгущенное молоко	1	Standard-MID	140	11.9	25.59	0.4	1.59	Используйте стекловолоконную пластину
80	Продукт	Заменитель молока (Жидкий)	1	Standard-MID	200	4.5	61.83	0.491	0.79	Используйте стекловолоконную пластину
81	Продукт	Масло (Твердое, соленое)	1	Standard-MID	140	4.1	14.94	0.186	1.24	
82	Продукт	Тертый сыр	1	Standard-MID	160	8.1	10.65	0.252	2.37	
83	Продукт	Сливки	2	Standard-MID	140	16.7	6.49	0.255	3.93	
84	Продукт	Молоко	1	Standard-MID	140	6.7	87.11	0.069	0.08	Используйте стекловолоконную пластину
85	Продукт	Йогурт А	1	Standard-MID	160	11.5	81.17	0.383	0.47	Используйте стекловолоконную пластину
86	Продукт	Йогурт В	1	Automatic (0.5%/мин)	180	5.4	88.07	0.209	0.24	Тестируйте образец, поместив его внутрь согнутой стекловолоконной пластины и крепко прижав
87	Продукт	Соевое молоко	1	Standard-MID	180	5.6	90.11	0.142	0.16	Используйте стекловолоконную пластину

88	Продукт	Зеленый чай, листья	5	Standard-MID	140	11.6	5.53	0.023	0.42	Раскрошите миксером
89	Продукт	Растворимый кофе А	1	Standard-MID	120	7.1	7.66	0.100	1.31	
90	Продукт	Растворимый кофе В	4	Standard-MID	100	5.9	2.06	0.055	2.67	
91	Продукт	Апельсиновый сок	1	Standard-MID	140	7.3	89.48	0.209	0.23	Используйте стекловолоконную пластину
92	Продукт	Порошкообразные холодные напитки	5	Standard-MID	120	2.7	0.408	0.0476	11.67	
93	Продукт	Холодные напитки (желеобразные)	1	Standard-MID	140	17.5	76.3	0.285	0.37	Используйте стекловолоконную пластину
94	Продукт	Агар (Порошок)	5	Standard-MID	180	8.5	17.76	0.125	0.7	
95	Продукт	Желатин (Порошок)	5	Standard-MID	200	15.4	16.03	0.223	1.39	

\*CV(Коэффициент вариации) = SD / Среднее x 100

### Химикаты, пластики и резина

No.	Классификация	Образец	Вес (г)	Режим измерения	Темп. чашки (°C)	Время (мин)	Влагосодержание			Примечания
							Сред. Знач. (%)	Повторяемость (%)	CV * (%)	
96	Химикат	Крем для кожи (Паста)	1	Standard-MID	160	16	77.06	0.543	0.7	Распределите образец между двумя стекловолоконными пластинами
97	Химикат	Тартрат дигидрат натрия	5	Standard-MID	160	7.7	15.7	0.026	0.17	
98	Химикат	Целлюлоза	5	Standard-MID	180	5.2	4.37	0.136	3.11	
99	Химикат	Стеарат кальция	5	Standard-MID	180	7.6	2.9	0.03	1.03	Сильный запах при нагреве
100	Химикат	Оксид цинка	5	Standard-HI	200	2.3	0.142	0.0216	15.21	
101	Химикат	Оксид алюминия	5	Standard-HI	200	2.4	0.098	0.013	13.27	
102	Химикат	Магnezия	2	Standard-HI	200	5.2	1.52	0.164	10.79	
103	Химикат	Тальк	5	Standard-HI	200	2.5	0.144	0.0114	7.92	
104	Химикат	Карбонат кальция	5	Standard-HI	200	3.1	0.228	0.0205	8.99	
105	Предмет потребл.	Древесный уголь	1	Standard-MID	200	2.5	11.24	0.591	5.26	
106	Промышл. продукт	Активированный древесный уголь (Сыпучий, для дезодорирования)	5	Standard-MID	120	6.6	9.96	0.142	1.43	
107	Промышл. продукт	Кремнегель (Сыпучий)	5	Standard-MID	200	5.2	11.74	0.072	0.61	Оставить на сутки при комнатной температуре( 23°C)
108	Промышл. продукт	Кремнегель (Таблетки)	3	Standard-MID	200	4.7	8.25	0.068	0.82	Оставить на сутки при комнатной температуре( 23°C)

109	Промышл. продукт	Тонер для принтера (Порошок, черный)	5	Standard-MID	100	1.6	0.298	0.0130	4.36	
110	Пластик	Полиэтилен (терефталатовый шарик)	10	Standard-HI	180	6.8	0.298	0.0045	1.34	Справка: Средний уровень влагосодержания 0.307%, повторяемость 0.0065% и среднее время измерения 19.0 мин. при 180°C, проба 0.3г, метод Карла Фишера
111	Пластик	ABS смола	10	Automatic (0.005%/min)	140	12.1	0.425	0.0093	2.19	
112	Пластик	Полиметил-метакрилат	10	Automatic (0.005%/min)	100	19.4	0.488	0.015	3.07	Сильный запах при нагреве
113	Электронное изделие	CPU (100pin, Пластик QFP, 14*20мм)	10	Standard-HI	120	1.7	0.064	0.0055	8.59	Оставить в термостатической камере при ОВВ 80% и 30°C на 48 часов
114	Покрышка	Покрышка	5	Standard-MID	200	4.3	22.3	0.08	0.36	Мелко раздробить

\*CV(Коэффициент вариации) = SD / Среднее x 100

## Анализ данных

### 1. Программное обеспечение WinCT- Moisture

Использование программного обеспечения «WinCT-Moisture» совместно с анализатором влажности MX-50/MF-50/MS-70/ML-50, работающим по методу нагрева и сушки, позволяет легко передавать результаты измерений через RS-232C на ПК для хранения и анализа.

WinCT-Moisture (CD-ROM) – это стандартный аксессуар модели MX-50, MS-70 но может быть также приобретен отдельно (номер аксессуара No. AX-MX-42).

Программное обеспечение WinCT-Moisture включает в себя результаты измерений по некоторым типичным образцам (около 100 примеров), а также следующие 4 программы.

- RsFig (1) ПО для передачи данных вывод на дисплей данных процедуры определения уровня влагосодержания и результатов измерения в графическом виде.
- RsTemp автоматическое определение температуры нагрева образцов
- RsCom программа передачи данных
- RsKey программа переноса данных

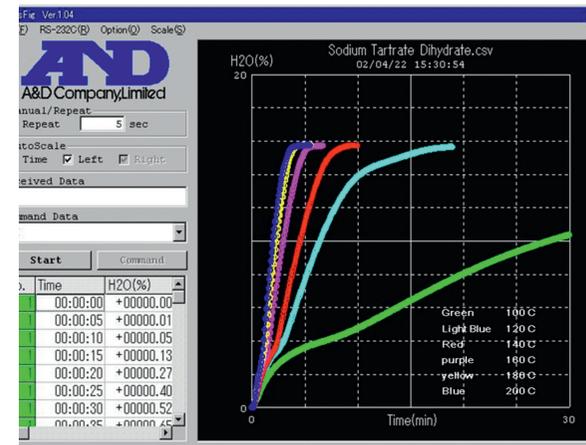
ПО	Детали
●RsFig	RsFig во время измерений преобразует данные, полученные с MX-50, MS-70 или MF-50 через RS-232, в графическую форму. Пользователь получает возможность следить за всем процессом изменения и конвергенции. Возможен также вывод перекрывающихся графиков. Процесс измерений, выполняемых многократно при различных температурах нагрева можно вывести на дисплей в виде одиночного графа. Данные могут быть сохранены в CSV файлах. Полезная программа для проверки условий измерения уровня влагосодержания.
●RsTemp	RsTemp автоматически определяет оптимальную температуру нагрева для измерения уровня влагосодержания путем повышения температуры нагрева каждые 5 минут на 20°C, от 100°C до 200°C. В последнем варианте ПО интервалы температур программируются пользователем. Температура нагрева определяется автоматически через ~30 мин. Уровень влагосодержания (M) и потеря влаги (dM/dt) выводятся на дисплей во время измерений в графическом виде. Данные могут быть сохранены в CSV файлах. RsTemp – полезная программа для контроля температуры сушки, наиболее подходящей для тех или иных образцов.
●RsCom	Можно передавать данные между MX/MS/MF/ML и ПК через RS-232C. RsCom – программа, полезная для работы на MX/MS/MF/ML. Данные могут быть сохранены в текстовых файлах. Может быть получен отчет в формате GLP.
●RsKey	Выходные данные, полученные с MX/MS/MF/ML, могут быть переданы через RS-232C в различные программные приложения (Microsoft Excel, etc.). RsKey используется в тех случаях, когда данные редактируются с помощью каких-либо программных приложений. Выходные данные с MX/MS/MF/ML могут быть автоматически переданы в другое приложение, также как при пользовании клавиатурой. Данные можно передавать в Excel, Text Editor (Word, блокнот), etc. Может быть получен отчет в формате GLP.

Справка об уровне влагосодержания некоторых образцов ●Moisture\_data.html  
 Данные об уровне влагосодержания, измеренном с помощью MX-50 для 112 образцов, хранятся в WinCT-Moisture (CD-ROM): \English\Moisture\_data.html. Здесь можно найти основную информацию по работе прибором (например, основные данные об уровне влагосодержания в образцах, условия измерения и т.д.)

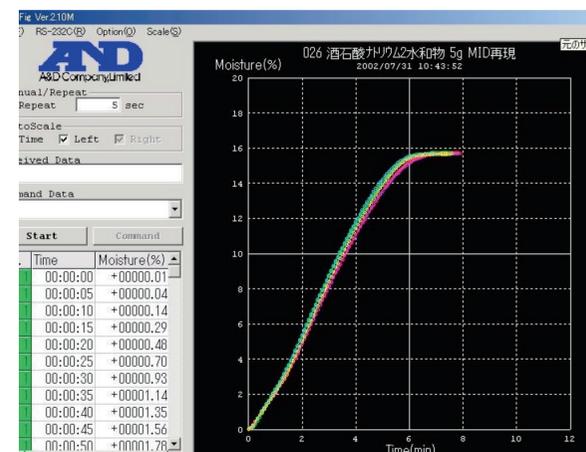
## 2. Пример дисплея RsFig

RsFig считывает данные процесса измерения уровня влагосодержания и результаты измерений (CSV файлы) и преобразует их в графическую форму.

На горизонтальной оси представлено время, прошедшее с начала измерений (мин.), на вертикальной – уровень влагосодержания (%). Уровень влагосодержания рассчитывается, исходя из уменьшения количества образца, вызванного испарением влаги в результате нагрева. Он измеряется в точке, где изменений больше не происходит (на графике – сглаженный участок кривой). Результаты измерений могут быть выведены в виде перекрывающихся графиков в одном окне, как показано ниже.



Тартрат дигидрат натрия: нагрев со 100°C до 200°C, шаг изменения температуры – 20°C.



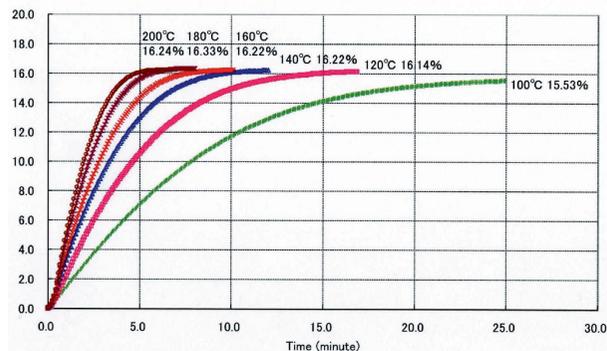
Тартрат дигидрат натрия: измерен 5 раз при температуре 160°C. Все 5 графиков, соответствующих результатам измерений, наложены друг на друга, что подтверждает высокий уровень повторяемости.

## Примеры измерений, выполненных с помощью RsFig.

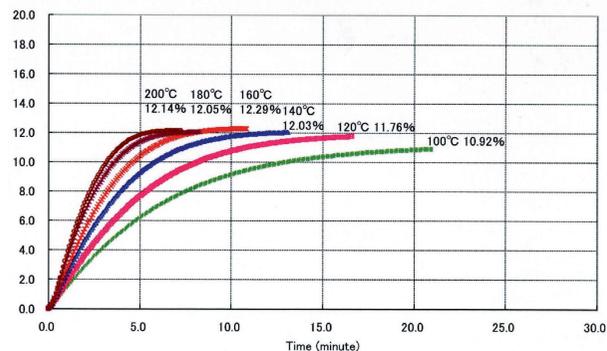
### Пример 1

Окончательное значение уровня влагосодержания остается неизменным при различных значениях температуры, т.к. образец обладает высоким уровнем жароустойчивости. Для подобных образцов измерения могут быть выполнены за очень короткое время путем нагрева до наибольшей возможной температуры.

К числу таких образцов относятся тартрат дигидрат натрия, жидкое мыло, стиральный порошок, мука тонкого помола, молоко, (растительный жир), порошок агара и т.д.



Крахмал  
(MX-50, 5r, Standard-MID)



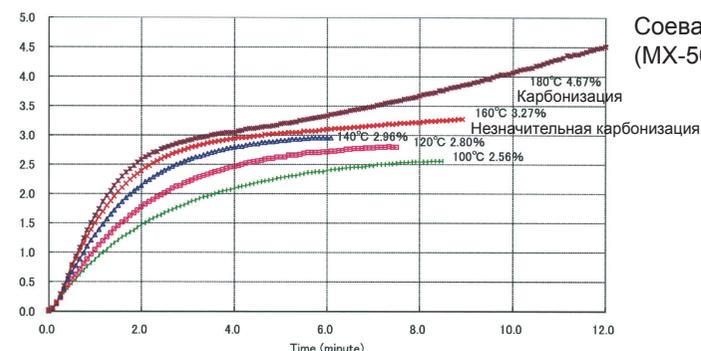
Кукурузный крахмал  
(MX-50, 5r, Standard-MID)

### Пример 2

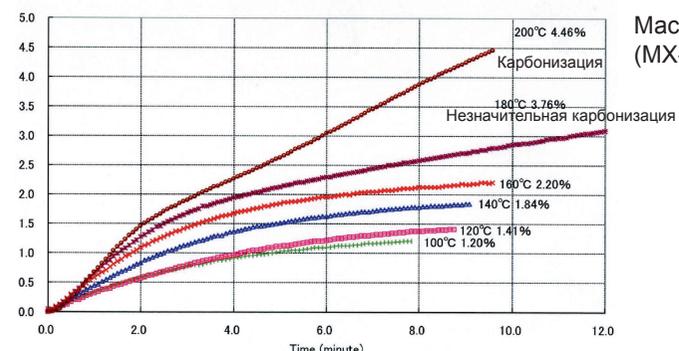
Кривая измерения уровня влагосодержания резко меняет угол наклона, начиная с определенной точки температуры нагрева

Подобные образцы рекомендуется измерять при такой температуре, когда уровень влагосодержания стабилизируется и резких изменений наклона кривой не происходит.

Когда стабилизированная кривая влагосодержания снова меняет угол наклона, это означает, что начинает испаряться какой-то другой компонент, отличный от воды, (липиды, добавки, органические компоненты). В таких случаях применение чрезмерно высокой температуры может отразиться на надежности, повторяемости и точности результатов.



Соевая мука  
(MX-50, 5r, Standard-MID)



Масляный арахис  
(MX-50, 5r, Standard-MID)

### Пример 3

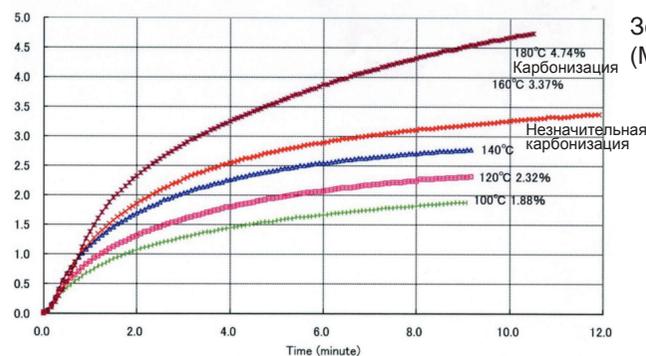
Невозможно определить условия стабильного нагрева путем изменения температурных установок

Возможные причины – высокое содержание летучих масел (жидких) в образце, или карбонизация поверхности образца, вызванная его темной окраской.

Однако возможно измерить и оценить уровень влагосодержания таких образцов, проводя измерения в одних и тех же условиях (размер пробы, температура нагрева, условия прекращения измерений), с предварительно установленной температурой нагрева и условием прекращения измерений (измерения прекращаются, когда потеря влаги в единицу времени выходит за заданные условия).

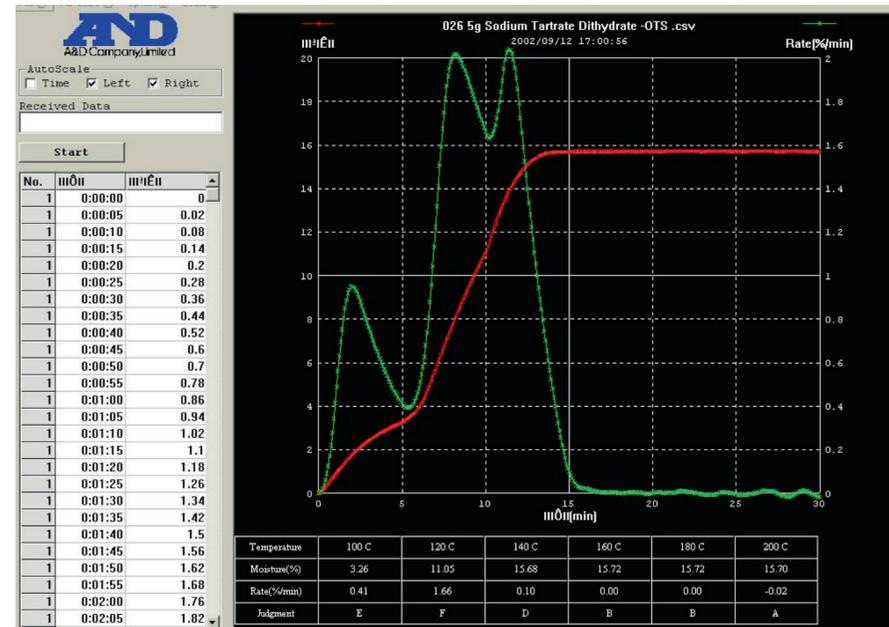
Между тем, можно избежать карбонизации (обугливания) поверхности образца, если поместить сверху на образец стекловолоконную пластину, что позволит производить нагрев при высокой температуре, сокращая, таким образом, время измерений и повышая их точность.

К числу таких образцов относятся зерна кофе и зеленый чай.



Зерна кофе (размолотые) (MX-50, 5r, Standard-MID)

### 3. Автоматическое определение температуры нагрева с помощью RsTemp



RsTemp – это программа определения температуры нагрева. RsTemp позволяет определить оптимальную температуру нагрева (сушки) при измерении уровня влагосодержания с помощью анализаторов MX-50, MS-70, ML-50 и MF-50.

(Программа OTS: Optimal Temperature Search Program – Поиск оптимальной температуры.)

На приведенном выше графике показан пример тестирования тартрата дигидрата натрия с помощью RsTemp.

На горизонтальной оси представлено время. Уровень влагосодержания измеряется в соответствии с автоматическим повышением температуры на 20°C каждые 5 минут\*: 0-5мин.: 100°C, 5-10мин.: 120°C, 10-15мин.:140°C, 15-20мин.: 160°C, 20-25мин.: 180°C, 25-30мин.: 200°C.

Красная кривая показывает изменение уровня влагосодержания, его значение показано на вертикальной оси слева. При изменении температуры нагрева происходит изменение наклона кривой.

Зеленая кривая показывает изменение наклона кривой уровня влагосодержания (красной) в минуту (%/мин.); это значение показано на вертикальной оси справа. Другими словами, зеленая кривая показывает значения первичной производной красной кривой (функции) по времени (t)=dM (t)/dt. (температура Т остается неизменной внутри каждой температурной зоны).

\*В последней версии RsTemp пользователь сам устанавливает параметры шага времени и температуры.

Temperature	100 C	120 C	140 C	160 C	180 C	200 C
Moisture (%)	3.26	11.05	15.68	15.72	15.72	15.70
Rate (%/min.)	0.41	1.66	0.10	0.00	0.00	-0.02
Judgment	E	F	D	B	B	A

Результаты измерений и расчетов приведены в таблице под графиком.  
Параметры сверху вниз:

Temperature      Температура нагрева, устанавливается автоматически.  
Moisture (%)      Уровень влагосодержания.  
Rate (%/min.)    Изменение уровня влагосодержания в минуту.

**Заключение** показывает результаты определения оптимальной температуры нагрева при измерении уровня влагосодержания. Ранжирование результатов обозначено в алфавитном порядке (A,B,C,D,E,F). Значение температуры, отмеченное буквой А, является наиболее подходящим для измерения уровня влагосодержания.

Температура нагрева оценивается, исходя из результатов измерений, выполненных при различных температурах, учитывая стабильность уровня влагосодержания при каждом значении температуры (наклон кривой уровня влагосодержания или коэффициент значения первичной производной (%/мин.)).

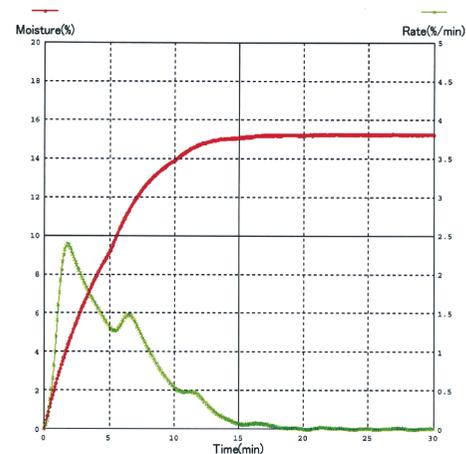
RsTemp – это программное обеспечение, предназначенное для определения температуры нагрева, наиболее подходящей для данного образца, на базе результатов измерения и расчета. Однако необходимо учитывать важность визуальной и обонятельной оценки состояния образца (его растворение, карбонизация, запах, расщепление и т.п.) для того, чтобы принять окончательное решение относительно наиболее подходящей температуры нагрева.

## Примеры измерений, выполненных с помощью RsFig.

### Пример 1

Конечное значение уровня влагосодержания остается неизменным при различных температурах.

Крахмал (МХ-50, 5г)



Temperature	100 C	120 C	140 C	160 C	180 C	200 C
Moisture(%)	9.11	13.88	15.05	15.20	15.22	15.22

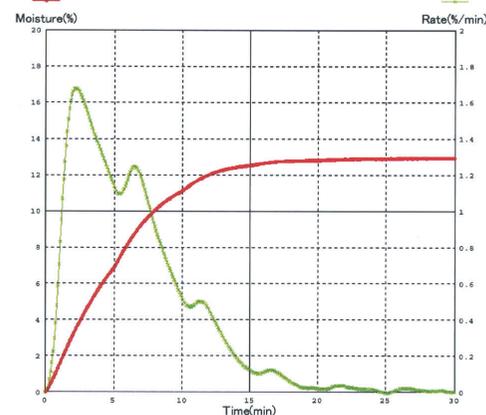
Верхний график показывает результаты измерения для крахмала, нижний – для кукурузного крахмала.

Коэффициент (%/min.) имеет постоянное низкое значение в зоне высоких температур.

Измерения для таких образцов могут быть выполнены за короткое время путем измерения при наибольшей возможной температуре нагрева.

Аналогичными с точки зрения процесса измерения являются такие образцы, как тартрат дигидрат натрия, жидкое мыло, стиральный порошок, мука тонкого помола, молоко (растительный жир), порошок агар и т.д.

Кукурузный крахмал (МХ-50, 5г)

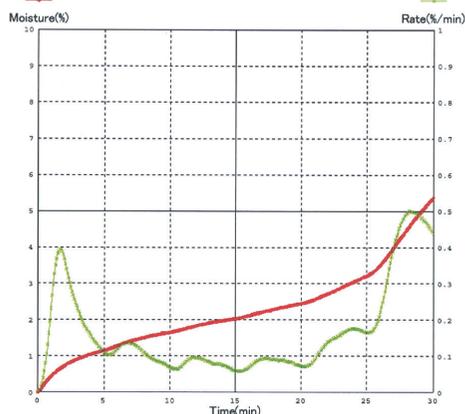


Temperature	100 C	120 C	140 C	160 C	180 C	200 C
Moisture(%)	6.87	11.10	12.51	12.79	12.88	12.93
Rate(%/min)	1.14	0.52	0.12	0.02	-0.01	0.00
Judgment	F	E	D	C	A	B

## Пример 2

Кривая измерения уровня влагосодержания резко изменяет угол наклона, начиная с некоторой точки температуры нагрева.

Соевая мука (МХ-50, 5г)



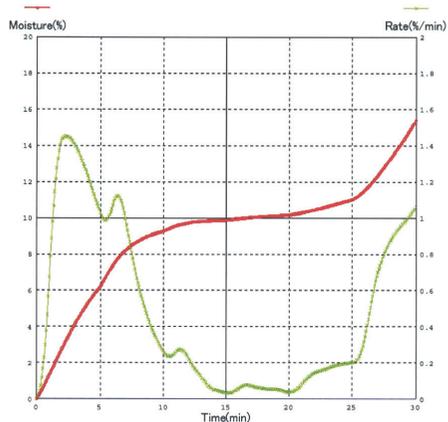
Temperature	100 C	120 C	140 C	160 C	180 C	200 C
Moisture(%)	1.14	1.64	2.03	2.45	3.21	5.37
Rate(%/min)	0.11	0.07	0.06	0.07	0.17	0.44
Judgment	D	B	A	B	E	F

Верхний график показывает результаты измерения для соевой муки, нижний – для масляного арахиса.

Коэффициент (%/мин.) увеличивается сразу после начала нагрева, затем уменьшается, устанавливаясь на низком уровне, затем снова увеличивается.

Возможные причины такого увеличения коэффициента после 180°C следующие: начинают испаряться какие-то ингредиенты, отличные от воды (жидкости, добавки, органические компоненты), либо образец начинает карбонизироваться.

Масляный арахис (МХ-50, 5г)



Temperature	100 C	120 C	140 C	160 C	180 C	200 C
Moisture(%)	6.19	9.25	9.88	10.17	11.02	15.39
Rate(%/min)	1.03	0.27	0.04	0.04	0.20	1.06
Judgment	E	D	A	A	C	F

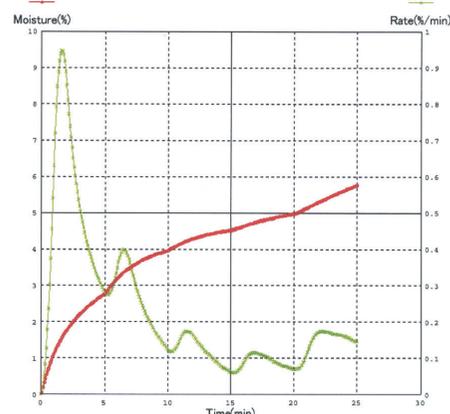
В таких случаях чрезмерное повышение температуры может привести к снижению надежности, повторяемости и точности измерений.

Для таких образцов рекомендуется производить измерение при такой температуре, когда уровень влагосодержания стабилен, и не происходит резкого изменения наклона кривой.

## Пример 3

Невозможно определить условие стабильного нагрева, изменяя установки температуры.

Молотый кофе (МХ-50, 5г)



Temperature	100 C	120 C	140 C	160 C	180 C	200 C
Moisture(%)	2.76	3.95	4.51	4.97	5.76	
Rate(%/min)	0.28	0.12	0.06	0.07	0.15	
Judgment	B	C	A	B	D	

Этот график показывает результаты измерения для кофейных зерен.

Кривая уровня влагосодержания (красная) не стабилизируется в сглаженную линию. Кривая производной (зеленая) поднимается и опускается после начала нагрева, поднимаясь вновь после того, как температура превысит 180°C. У таких образцов, после испарения воды начинается испарение других ингредиентов или карбонизация.

Такие образцы не следует тестировать с помощью анализатора, работающего по методу нагрева и сушки.

Однако возможно измерить и оценить уровень влагосодержания таких образцов, проводя измерения в одних и тех же условиях (размер пробы, температура нагрева, условия прекращения измерений), с предварительно установленной температурой нагрева и условием прекращения измерений (измерения прекращаются, когда потеря влаги в единицу времени выходит за заданные условия).

Между тем, можно избежать карбонизации (обугливания) поверхности образца, если поместить сверху на образец стекловолоконную пластину, что позволяет производить нагрев при высокой температуре, сокращая, таким образом, время измерений и повышая их точность.

К числу таких образцов относятся зерна кофе и зеленый чай.

## Обслуживание

### Галогеновая лампа

No.	Q	A
1	Каков срок службы галогенной лампы?	Около 5,000 часов. Например, если вы используете галогенную лампу по 8 часов в день, срок ее службы составит около 2 лет.
2	Может ли пользователь производить замену галогеновой лампы?	Да, Вы можете производить такую замену, используя руководство по эксплуатации MX/MFMS/ML и используя дополнительную принадлежность A&D AX-MX-34.

### Чистка прибора

No.	Q	A
1	Может ли загрязнение стеклянного корпуса отразиться на измерениях уровня влагосодержания?	<p>Да, может. Нагрев, производимый через запачканное стекло может быть недостаточным для равномерного подогрева образца, что может снизить повторяемость результатов. Одним из достоинств анализатора является то, что он легко поддается чистке. В случае загрязнения стекла выполните следующие действия:</p> <p>после того, как прибор остынет, извлеките фильтр SRA (стекло) и очистите прибор изнутри с помощью нейтрального моющего средства и одноразовой салфетки. Не пользуйтесь органическими растворителями. Описание того, как снять стекло смотрите в руководстве по эксплуатации, глава «Обслуживание» («Замена галогенной лампы»).</p>

## Для заметок

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



#### **ФИРМА-ИЗГОТОВИТЕЛЬ**

A&D Company, Limited

3-23-14 Higashi-Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 170-0013 JAPAN

Tel.: [81] (3) 5391-6132

Fax: [81] (3) 5391-6148

ЭЙ энд ДИ, Япония

170-0013, Япония, г. Токио, Тошима-ку, Хигаши-икебукуро, 3-23-14

Tel.: [81] (3) 5391-6132

Fax: [81] (3) 5391-6148

#### **ФИРМА-ПОСТАВЩИК**

A&D RUS CO, LTD, Россия

Dorozhnaya str., 3, bld. 6, room 8B, Moscow, 117545, Russia

Tel.: [7] (495) 937-33-44

Fax: [7] (495) 937-55-66

Компания ООО «ЭЙ энд ДИ РУС», Россия

117545, г. Москва, ул. Дорожная, д. 3, корп. 6, комн. 8Б

Тел.: [7] (495) 937-33-44

Факс: [7] (495) 937-55-66