



# **Рекомендации по применению анализаторов влажности**

**i-Thermo G  
M5-Thermo**

## Содержание

Введение	3
1 Термогравиметрическое измерение с помощью галогенного анализатора влажности	4
2 Использование галогенного анализатора влажности	5
2.1 Размер образца	5
2.2 Подготовка образца	5
2.3 Определение параметров измерения	6
2.3.1 Режим сушки	7
2.3.2 Критерий остановки	8
2.3.3 Отображение результата	9
2.4 Передача данных на принтер или ПК	10
3 Примеры измерений с помощью галогенного анализатора влажности	11
3.1 Продукты питания	11
3.2 Промышленные товары	25
Приложение	35

## **Введение**

Влажность образца – это не только содержание воды в материале. Под «влажностью материала» понимают все летучие вещества, которые выделяются при нагревании и приводят к потере веса образца. К ним относятся:

- Вода
- Жиры
- Масла
- Спирты
- Органические растворители
- Ароматизаторы
- Летучие компоненты
- Разлагающиеся вещества

Существует множество методов определения содержания влаги в образце.

Методы можно разделить на две категории:

Абсолютный метод используется для непосредственного определения содержания влаги в образце (например, потери веса при высушивании). К таким методам относятся сушка в сушильном шкафу, инфракрасная сушка и микроволновая сушка. Все три метода используют термогравиметрический метод. Косвенное определение проводят с помощью производных методов. Измеряется физическое свойство, связанное с влажностью (например, поглощение электромагнитного излучения). К этим методам относятся титрование по Карлу-Фишеру, инфракрасная спектроскопия, микроволновая спектроскопия и т. д.

## **1 Термогравиметрическое измерение с помощью галогенного анализатора влажности.**

Галогенный анализатор влажности i-Thermo фирмы BEL ENGINEERING обеспечивает быстрые и надежные результаты измерений. Приборы измеряют по принципу термогравиметрии. Образец взвешивается и нагревается галогенной лампой (инфракрасное излучение). Потеря веса непрерывно регистрируется, и сушка завершается в соответствии с определенным критерием. Содержание влаги рассчитывается автоматически по разнице веса. Сушка с помощью галогенных прожекторов является дальнейшим развитием метода инфракрасной сушки.

В процессе сушки в галогенном анализаторе влажности образец поглощает инфракрасное излучение галогенной лампы. Излучение проникает в большую часть образца и преобразуется в тепловую энергию. Таким образом, образец нагревается очень быстро. Небольшая часть излучения отражается от образца или проходит через него. Количество отраженного излучения во многом зависит от того, светлый это образец или темный. Для более темного вещества следует выбирать несколько меньшую температуру сушки, чем для более светлого образца.

Глубина проникновения ИК-излучения зависит от проницаемости образца. При меньшей проницаемости ИК-излучение проникает только в верхние слои. Таким образом, теплопроводность вещества имеет решающее значение для дальнейшего переноса тепла в более глубокие слои. Чем выше теплопроводность, тем быстрее и равномернее нагревается образец.

По этой причине вещество необходимо распределять равномерно и тонким слоем на чашке для проб.

Инфракрасное излучение является частью спектра электромагнитных волн. Это невидимое тепловое излучение возникает на длинноволновом конце оптического спектра. Инфракрасное излучение подчиняется законам оптики и может быть объединено, например, с помощью вогнутого зеркала.

## 2 Работа галогенного анализатора влажности

Качество результатов измерений во многом зависит от оптимальной подготовки пробы и правильного выбора основных параметров измерения, таких как:

- ⇒ Размер образца
- ⇒ Температура сушки
- ⇒ Критерий остановки
- ⇒ Период сушки

Оптимальная температура и продолжительность сушки зависят от типа и размера образца, а также требуемой точности результата измерения. Их можно определить только экспериментальным путем.

### 2.1 Размер образца

Основные правила: Чем более неоднородна проба, тем больший объем пробы требуется для получения воспроизводимого результата.

Количество пробы обычно составляет от 5 до 15 г при толщине слоя от 2 до 5 мм. В противном случае может произойти неполное высыхание, увеличение времени измерения, образование корки на поверхности образца, горение верхнего слоя и, как результат, невоспроизводимые результаты измерений.

### 2.2 Подготовка образца

Готовьте по одному образцу для измерения. Это предотвращает обмен влаги с окружающей средой. Если необходимо отобрать несколько проб одновременно, их следует упаковать в герметичные коробки, чтобы они не претерпели изменений при хранении.

Чтобы получить воспроизводимые результаты, распределите образец тонким и равномерным слоем на чашке для образца.

Неравномерное распределение тепла в высушиваемом образце приведет к неравномерному распределению тепла, что приведет к неполному высыханию и увеличению времени измерения. Кластеры образцов вызывают повышенный нагрев верхних слоев, что приводит к возгоранию или образованию накипи.

Большая толщина слоя или возможное появление накипи делают невозможным выход влаги из образца. Из-за остаточной влажности результаты измерений, рассчитанные таким образом, не будут точными и воспроизводимыми.

Для жидких, пастообразных, жиросодержащих, плавящихся и сильно отражающих образцов следует использовать фильтры из стекловолокна. Это также применимо к образцам, у которых при тепловом воздействии на поверхности образуется пленка. Фильтр из стекловолокна обеспечивает равномерное и быстрое распределение тепла и предотвращает образование непроницаемой пленки на поверхности образца.

### Подготовка пробы из твердых веществ:



- Равномерно распределите порошкообразные или зернистые образцы на чашке.
- Крупные образцы измельчите с помощью ступки или мельницы. При измельчении образца избегайте подачи тепла, так как это может привести к потере влажности.

### Подготовка образцов с высоким содержанием влаги:

Чтобы подготовить пробу таких образцов, как кетчуп, майонез или зубную пасту, выдавите необходимое количество образца в чашку для образцов и распределите его с помощью лопаточки. Работайте быстро, поскольку испарение может начаться уже при распределении образца, если в нем высокое содержание легколетучих компонентов.

### Подготовка пробы из жидкости:



Налейте жидкость в лоток так, чтобы распределить ее по всей площади. Высоковязкую пробу равномерно распределите по чашке с помощью шпателя.

Для жидкостей, паст или плавящихся образцов мы рекомендуем использовать фильтр из стекловолокна. Стекловолоконный фильтр имеет следующие преимущества:

- равномерное распределение благодаря капиллярному притяжению
- отсутствие образования капель
- быстрое испарение благодаря большей поверхности

## 2.3 Определение параметров измерения

Доступны следующие параметры измерения:

- ⇒ Режим сушки
- ⇒ Критерий окончания сушки
- ⇒ Отображение результата

### 2.3.1 Режимы сушки

Режимы сушки, которые можно выбрать, различаются в зависимости от прибора. Подробную информацию см. в руководстве по эксплуатации, прилагаемом к каждому устройству.

Примеры настроек:

#### Стандартная сушка

##### 1. Автоматический режим окончания:

Образец нагревается до заданной температуры при нормальной мощности и затем выдерживается при этой температуре. Масса образца со временем уменьшается. Измерение завершается автоматически, если достигнута заданная потеря веса (M).

При установке условий автоматического отключения на низкое значение вы получите измеренное значение содержания влаги, которое приближается к фактическому значению, но время измерения увеличивается. При установке высокого значения измерение можно завершить быстро, но в некоторых случаях измерения могут быть прерваны до того, как вода испарится в достаточной степени.

##### 2. Окончание сушки по времени:

Образец нагревается до заданной температуры при нормальной мощности и затем выдерживается при этой температуре. Измерение завершается по истечении установленного времени.

Этот метод подходит для образцов, где низкие потери при измерении могут сохраняться в течение неопределенного периода времени.

#### Быстрая сушка

Быструю сушку можно применять для образцов с содержанием влаги от 5 % до 15 % (например, для жидкости) и для термостойких образцов с высокими температурами разложения. Например, тартрат натрия и мелкозернистая мука.

Для быстрой сушки включается этап предварительного нагрева, т. е. температура будет повышаться очень быстро и превысит заданную температуру сушки, пока не упадет ниже заданного эталонного значения. Затем температура снижается до заданного значения. Сушка завершается в зависимости от настройки по истечении заданного времени или заданной потери веса (M).



### **Мягкая сушка**

Мягкая сушка подходит для веществ, не терпящих быстрого нагрева прожекторами. Есть также вещества, которые при быстром нагревании вызывают образование корки на поверхности. Эта корка будет влиять на испарение влаги. Температура при такой сушке повышается до заданного значения медленнее, чем для стандартной сушки. Измерение завершается в зависимости от настройки.



### **Ступенчатая сушка**

Поэтапная сушка подходит для измерения каждого компонента, если температура испарения воды и летучих компонентов, содержащихся в пробе, различны.

При повышении температуры вода испаряется, и изменение содержания влаги в нормальных случаях будет постоянно уменьшаться. Однако в некоторых случаях содержание влаги снова увеличивается выше определенной температуры. Вероятно, потому, что вначале испаряется вода, а затем начинают испаряться труднолетучие вещества или образец начинает разлагаться. Такие измерения ненадежны, поскольку точное измерение содержания влаги невозможно. Это явление происходит, например, при измерении влажности соевых бобов. В этом случае ступенчатая сушка может быть полезна для испарения воды при низкой температуре перед повышением температуры с целью определения содержания влаги в компонентах с высокой температурой кипения. Однако трудно разделить компоненты, температура кипения которых близка к температуре кипения воды, или компоненты с такой же высокой температурой кипения.

### **2.3.2 Критерий остановки**

Критерий остановки определяет момент окончания измерения и отображения результата. Обычно анализаторы влажности предлагают два разных критерия отключения. Отключение по времени (TIME) или снижение веса в единицу времени (AUTO). Встроенные весы непрерывно определяют потерю веса образца во время сушки.

Если потеря массы меньше указанной по истечении определенного периода времени, сушка заканчивается.



### 2.3.3 Отображение результата

Отображение результатов позволяет выбрать отображение в % влажности, % сухой массы, сухой массы ATRO\*, влаги ATRO\* и остаточного веса в граммах.

#### Вычисление:

#### Объяснение символов

**W:** начальный вес (вес при старте измерения)

**D:** остаточный вес (вес в конце измерения)

**M:** потеря веса = начальный вес – остаточный вес

Единица	Вычисление	Индикация
[%] влажность	$\frac{W - D}{W} = 100\%$	0 – 100%
[%] сухой остаток:	$\frac{D}{W} \times 100\%$	100 – 0%
ATRO* сухого остатка	$\frac{W - D}{D} \times 100\%$	100 – 999%
ATRO* влажности	$\frac{W}{D} \times 100\%$	0 – 999%



\* ATRO – это параметр, который используется исключительно в лесной промышленности.

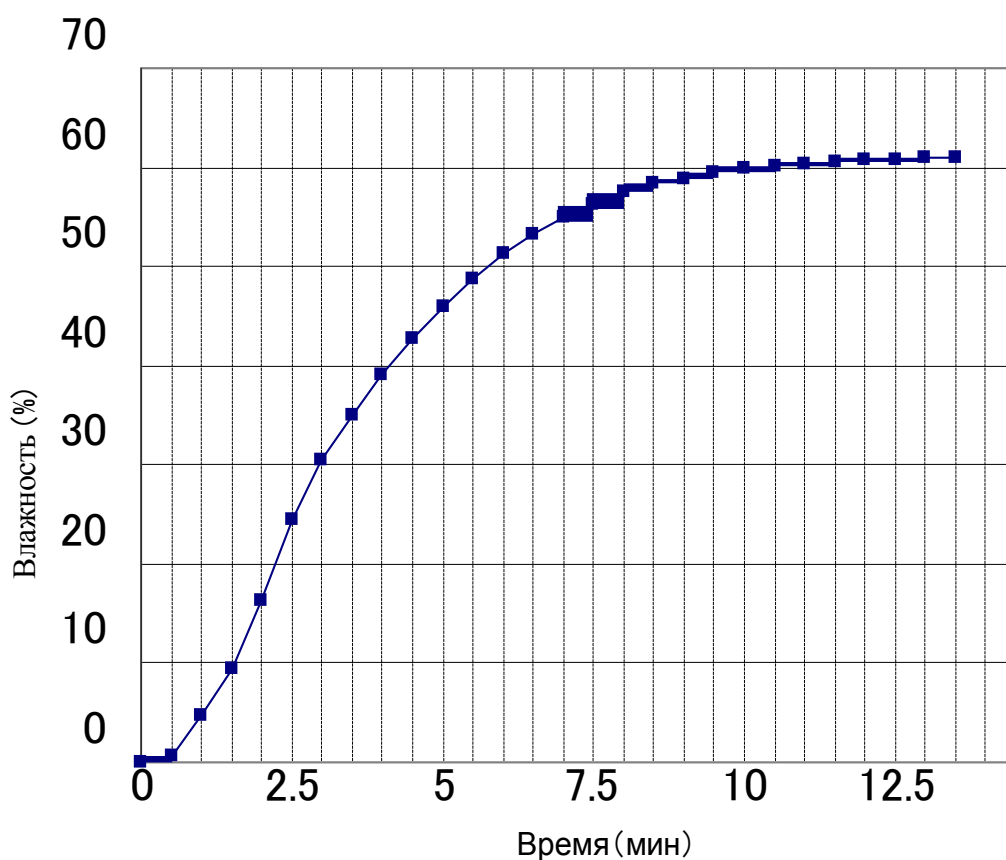
Влажность древесины (ATRO) означает процентное содержание воды в древесине, выраженное в процентах от массы обезвоженной древесины. Рассчитывается на основе разницы между сырым весом и сухим остатком.

## 2.4 Передача данных на принтер или ПК

Для обеспечения успешной связи между анализатором влажности и принтером должны быть выполнены следующие условия.

- Отключите анализатор влажности от источника питания и подсоедините его к интерфейсу принтера с помощью подходящего кабеля.
- Параметры связи (скорость передачи данных, биты и четность) анализатора влажности и принтера должны совпадать.

На основании полученных ПК данных может быть построен график:



### 3 Примеры измерений с помощью галогенного анализатора влажности

#### 3.1 Продукты питания

##### 3.1.1 Поваренная соль (NaCl)

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ время 10 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	5.032 g	0.08
2.	5.021 g	0.09
3.	5.052 g	0.08
Средн.		0.083

Образец до измерений



Равномерно распределяется на чашке

Образец после измерений



Практически не изменяется

### 3.1.2 Молоко

Для жидкостей рекомендуется использовать стекловолоконный диск (опция). Таким образом сокращается время сушки и повышается воспроизводимость.

- Настройки: стандартная сушка при 140°C/ время 10 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	1.081 g	87.70
2.	1.025 g	87.61
3.	1.031 g	87.68
Средн.		87.66

- Настройки: стандартная сушка при 140°C/ AUTO 0.05 %( M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	1.036 g	7:10	87.47
2.	1.168 g	8:01	87.52
Средн.			87.50

Образец до измерений



1 г молоко равномерно распределяется через стекловолоконный диск

Образец после измерений



После сушки остается тонкое желтое жирное пятно



Измерения были завершены с контролем времени один раз (TIME) и один раз автоматически (AUTO). Оба критерия отключения показывают почти одинаковые результаты для образцов, содержащих большое количество воды и основные компоненты которых имеют относительно высокую температуру кипения.

### 3.1.3 Кристаллический сахар

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ время 5 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	5.003 g	0.14
2.	5.007 g	0.12
3.	5.043 g	0.14
<b>Средн.</b>		<b>0.13</b>

Образец до измерений



Равномерно распределяется по лотку

Образец после измерений



Нет обесцвечивания, но поверхность слегка затвердела.

- ❗ При высокой температуре сушки кристаллический сахар может карамелизоваться (см. следующее фото). Таким образом, точное измерение невозможно.



### 3.1.4 Майонез



Для пастообразных образцов, таких как майонез, мы рекомендуем использовать диски из стекловолокна (опция). Таким образом, время сушки сокращается, а воспроизводимость улучшается.

- Настройки: стандартная сушка при 160°C/ время 10 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	1.078 g	20.52
2.	0.964 g	20.71
3.	1.097 g	20.60
Средн.		20.61

- Настройки: стандартная сушка при 160°C/ AUTO 0.05 %( M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	0.952 g	6:38	20.38
2.	1.319 g	6:21	20.42
Средн.			20.40

Образец до измерений



Образец равномерно распределяется шпателем на фильтре из стекловолокна

Образец после измерений



Вода и масла испаряются, незначительное изменение цвета



Измерения были завершены с контролем времени один раз (TIME) и один раз автоматически (AUTO). Оба критерия отключения показывают почти одинаковые результаты для образцов, содержащих большое количество воды, основные компоненты которых имеют относительно высокую температуру кипения.

### 3.1.5 Растворимый кофе

**i** Для образцов темного цвета установите как можно более низкую температуру сушки.

- Настройки: стандартная сушка при 120°C/ время 10 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	0.994 g	7.33
2.	1.079 g	7.50
3.	0.980 g	7.45
Средн.		7.43

- Настройки: стандартная сушка при 120°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	1.033 g	7:42	6.97
2.	0.749 g	7:06	7.06
Средн.			7.02

Образец до измерений



Образец после измерений



Равномерно распределяется по лотку

Почти не меняет цвет

**i** Измерения были завершены с контролем времени один раз (TIME) и один раз автоматически (AUTO). Оба критерия отключения показывают примерно одинаковые результаты.

- ❗ Если для образцов темного цвета установлена высокая температура сушки (например, 200 °C), образец может (разлагаться) (см. следующее фото), что препятствует точному измерению.



### 3.1.6 Кофейные зерна

Сырые (необжаренные) кофейные зерна были липкими из-за содержания влаги, и их было трудно измельчить в кофемолке. При распределении в лотке для проб образовывались комки размером 2–3 мм. Обжаренные кофейные зерна были мелко измельчены, как обычно (равномерный размер частиц). На сушку необжаренного кофе ушло около 17 минут, что было связано с трудностями при сушке комочков.

Время сушки жареного кофе было короче из-за мелких частиц.

- **Сырые кофейные зерна**

Настройки: стандартная сушка при 140°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	5.162 g	17:00	9.40
2.	5.140 g	16:34	9.42
3.	5.021 g	17:35	9.14
Средн.			9.32

- **Обжаренные кофейные зерна**

Настройки: стандартная сушка при 140°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	3.028 g	5:57	2.58
2.	3.020 g	7:10	2.68
3.	3.057 g	8:10	2.78
Средн.			2.68

Образец до измерений



Равномерно распределен по лотку, видны комочки сырых зерен.

Образец после измерений



Поверхности обгорела, несмотря на высокую воспроизводимость.



### 3.1.7 Зеленый чай

Настройки: стандартная сушка при 120°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	5.056 g	9:15	3.76
2.	5.099 g	9:00	3.75
3.	5.022 g	9:00	3.78
Средн.			3.76

Образец до измерений



Равномерно распределяется по лотку

Образец после измерений



Почти никаких изменений,  
зеленый цвет кажется более  
приглушенным

### 3.1.8 Ячменные хлопья

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	5.758 g	9:50	12.64
2.	5.748 g	10:27	12.67
3.	5.710 g	9:58	12.64
Средн.			12.65

Образец до измерений



Равномерно распределяется по лотку

Образец после измерений



Почти никаких изменений,  
только легкая желтая  
окраска.

### 3.1.9 Рис

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	5.938 g	14:19	14.55
2.	5.942 g	13:40	14.47
3.	5.979 g	13:45	14.43
Средн.			14.48

Образец до измерений



Равномерно распределяется по лотку

Образец после измерений



Желтая окраска

### 3.1.10 Кетчуп

**i** Для пастообразных образцов, таких как кетчуп, мы рекомендуем использовать фильтр из стекловолокна (опция). Таким образом, время сушки сокращается, а воспроизводимость увеличивается.

Настройки: стандартная сушка при 140°C/ AUTO 0.1 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	2.544 g	19:50	69.32
2.	2.450 g	19:30	69.36
3.	2.619 g	20:00	69.53
Средн.			69.40

Образец до измерений



Распределяется равномерно по  
стекловолоконному фильтру

Образец после измерений



Темное обесцвечивание

### 3.1.11 Лимонное мороженое

**i** Для пастообразных образцов, таких как мороженое, мы рекомендуем использовать фильтр из стекловолокна (опция). Таким образом, время сушки сокращается, а воспроизводимость увеличивается.

Настройки: стандартная сушка при 140°C/ время 12 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	2.544 g	84.47
2.	2.450 g	84.73
3.	2.619 g	84.38
Средн.		84.53

Образец до измерений



Распределяется равномерно на стекловолоконном фильтре при комнатной температуре

Образец после измерений



Желтое окрашивание

### 3.1.12 Сушеный манго

Настройки: стандартная сушка при 120°C/ время 30 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	3.301 g	8.79
2.	3.748 g	9.04
3.	4.474 g	8.38
Средн.		8.74

Образец до измерений



Кубики толщиной 2–3 мм равномерно распределяются по лотку.

Образец после измерений



Коричневое окрашивание, внешний слой твердеет, внутри остается мягким.

При измерении при 120°C в течение 12 часов было измерено содержание влаги 23,88 %. После измерения образец подвергся карбонизации, вероятно, из-за содержания сахара.



### 3.1.13 Кукурузный крахмал

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ AUTO 0.02 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	5.133 g	9:49	12.27
2.	4.910 g	9:14	12.10
3.	5.097 g	9:12	12.14
Средн.			12.17

Образец до измерений



Равномерно распределяется по лотку

Образец после измерений



Почти без изменений

### 3.1.14 Пальмовая масло

**i** Для пастообразных образцов, таких как пальмовое масло, мы рекомендуем использовать фильтр из стекловолокна (опция). Таким образом, время сушки сокращается, а воспроизводимость увеличивается.

Настройки: стандартная сушка при 120°C/ время 5 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	2.504 g	0.40
2.	2.660 g	0.41
3.	2.537 g	0.43
Средн.		0.41

Образец до измерений



Равномерно распределяется на диске из стекловолокна

Образец после измерений



Почти без изменений, распространяется полностью



### 3.2 Промышленные товары, пластик, шлам и т. д.

#### 3.2.1 Дигидрат тартрата натрия

Дигидрат тартрата натрия ( $\text{NaOOCCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COONa}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) – стабильное нетоксичное вещество. Его обычно используют в качестве стандарта вещества для определения влажности.

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ время 15 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	5.103 g	15.79
2.	5.064 g	15.80
3.	5.021 g	15.80
Средн.		15.80

Образец до измерений



Равномерно распределен

Образец после измерений



Почти без изменений

### 3.2.2 Пластиковый гранулят

Пластиковый гранулят содержит летучие компоненты, которые выделяются при высыхании. Поскольку необходимо было измерить влажность на поверхности гранулята, температуру сушки установили равной 100°C.

Сушка затруднена из-за низкой температуры сушки. В режиме сушки TIME содержание влаги явно увеличивается со временем, что связано с последующим испарением изнутри гранулята.

Время измерения сокращается в режиме сушки AUTO.

Если в процессе сушки помимо влаги выделяются и другие компоненты, галогенный анализатор влажности не подходит для измерения абсолютного содержания влаги.

Настройки: стандартная сушка при 100°C/ время 25 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	10.080 g	0.12
2.	10.016 g	0.13
3.	10.290 g	0.13
Средн.		0.13

Настройки: стандартная сушка при 100°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	10.67 g	1:59	0.07
2.	10.56 g	1:59	0.07
Средн.			0.07

Образец до измерений



Равномерно распределен

Образец после измерений



Почти без изменений

### 3.2.3 Стиральный порошок

Измерения проводились с коммерческим стиральным порошком, содержащим синие частицы отбеливателя.

Температура сушки была установлена на уровне 120°C, чтобы внешний вид образца после сушки оставался практически таким же.

Испарение продолжалось после сравнительно длительного времени сушки, равного 13 минутам. Понятно, что влага или летучий компонент испаряются изнутри чистящих частиц, но неясно, какой из компонентов испарился. Условие отключения составляет 0,05 %.

Повышение температуры сушки, вероятно, приведет к разложению образца. Образцы с таким постепенным испарением трудно измерить, поскольку необходимо определить взаимосвязь между типом сушки и разложением образца.

Настройки: стандартная сушка при 120°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	5.086 g	13:15	9.58
2.	5.035 g	12:50	9.75
3.	5.043 g	13:20	9.89
Средн.			9.79

Образец до измерений



Равномерно распределен

Образец после измерений



Почти без изменений

### 3.2.4 Краска на водной основе

Помимо воды, краска содержит немало летучих компонентов, поэтому высыхание занимает много времени. Даже при температуре сушки 200°C сушка не завершилась полностью.

Поскольку содержание влаги превышает 50 %, значения измерения не будут значительно меняться при изменении условий выключения..

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	1.113 g	8:53	52.83
2.	1.171 g	10:12	52.09
3.	1.025 g	9:15	52.24
Средн.			52.39

Образец до измерений



Равномерно распределен

Образец после измерений



Почти без изменений

### 3.2.5 Шламовый кек

Шламовый кек представляет собой высушенный остаток водоочистных сооружений, который затем сжигается. Измерение содержания влаги важно, поскольку высокое содержание воды потребует дополнительной энергии для сжигания.

Образец кека, содержащий влагу и волокна, был помещен на лоток для образцов и раскрошен на кусочки размером около 10 мм. Из-за неприятного запаха на измельчение образца было потрачено мало времени.

Результаты показывают содержание влаги 81 % и хорошо воспроизводятся. Такая хорошая воспроизводимость, по-видимому, была достигнута потому, что образец содержит, помимо воды, лишь несколько летучих компонентов.

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ AUTO 0.05 % (M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	2.170 g	21:03	81.84
2.	2.074 g	21:34	81.20
3.	2.231 g	21:57	81.62
Средн.			81.55

Образец до измерений



Равномерно распределен

Образец после измерений



Почти без изменений

### 3.2.6 Грунт

Грунт для горшков содержит, например, компост, куриный помет и землю. Этот образец также содержал древесную щепу, что могло способствовать несколько повышенному воспроизводству содержания влаги. Благодаря низкой температуре сушки (120°C) после сушки практически не наблюдается никаких изменений внешнего вида.

Настройки: Стандартная сушка 120°C/ АВТО 0,05 %(M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	4.973 g	15:40	33.62
2.	5.065 g	15:50	33.98
3.	5.032 g	15:00	33.59
Средн.			33.40

Образец до измерений



Равномерно распределен

Образец после измерений



Почти без изменений

### 3.2.7 Опилки

Температуру сушки установили на уровне 160°C, поскольку такие образцы могут воспламениться при температуре сушки 200°C. 4 г опилок распределили на противне равномерно чуть более толстым слоем.

Несмотря на толстый слой, эффективное испарение было достигнуто за счет большого количества промежуточных пространств. Это привело к сокращению времени высыхания и хорошей воспроизводимости.

Настройки: Стандартная сушка 160°C/ АВТО 0,05 %(M)

	Вес образца (g)	Время сушки (мин)	Влажность (%)
1.	4.176 g	8:50	34.05
2.	4.032 g	8:30	34.67
3.	4.054 g	8:00	34.41
Средн.			34.38

Образец до измерений



Распределен равномерно, толщина слоя около 4 мм

Образец после измерений



Поверхность слегка обожжена

### 3.2.8 Тонер

Настройки: стандартная сушка при 100°C/ время 2 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)	Время сушки (предварительный прогрев около 5 мин + 2 мин при 100°C)
1.	3.100 g	0.77	7:00
2.	3.102 g	0.71	7:00
3.	3.051 g	0.66	7:00
Средн.		0.71	

Образец до измерений



Равномерно распределен

Образец после измерений



Частичное расплавление



### 3.2.9 Губная помада

Помимо воды, помада для губ содержит такие летучие компоненты, как спирты. Образец плавится при нагревании, после охлаждения до комнатной температуры исходная вязкость и текстура сохраняются.

Настройки: стандартная сушка при 100°C/ время 3 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	0.666 g	0.75
2.	0.768 g	0.78
3.	0.923 g	0.65
Средн.		0.73

Образец до измерений



Кусочки толщиной около 3 мм

Образец после измерений



Через 1 мин образцы расплавились

### 3.2.10 Мыло для рук

Настройки: стандартная сушка при 160°C/ время 16 мин

	Вес образца (g)	Влажность (%)
1.	2.373 g	9.14
2.	2.683 g	9.21
3.	2.712 g	8.92
<b>Средн.</b>		<b>9.09</b>

Образец до измерений



Кусочки распределены по чашке

Образец после измерений



Коричневое окрашивание и мелкие пузырьки на поверхности

## 4 Приложение

Материал	Вес образца (g)	Температура сушки (°C)	Время сушки (прибл.) (мин)	Влажность % (прибл.)	Сухой остаток % (прибл.)
АБС-пластик (Novodur P2H-AT)	10	60	10	0.11	
Аккумуляторный свинец	10	110	2.6	0.19	
Акриловый гранулят	10-15	80	12	0.18	
Активированный уголь	10	80	9.8	13.33	
Активированный уголь	7.6	80	4.1	6.12	
Ананас резаный	5	110	14.4	6.71	
Сушеное яблоко	5-8	100	10-15	76.5	
Яблоко резаное	5-8	100	5-10	7.5	
Artesan порошок	0.5	80	3.5		98.44
Аспартам гранулят	0.5	105	3.4		96.84
Молочко для ванны	3	80	27.4	83.87	
Семена хлопка	3-4	110	6.3	6.8	
Сыр с голубой плесенью	2	160	13.3		53.06
Грунт	5	120	15.3	33.4	
Лосьон для тела	3	80	31.6	87.76	
Бобы	4.5	150	9.7	11.85	
Масло	1.7	140	4.3		84.95
Ацетилцеллюлоза	5.5-6	50	1.3	0.81	
Фотобумага	2	150	6.4	5.81	
Кукурузные хлопья	2-4	120	5-7	9.7	
Черепица	2.5	160	10		81.74
Черепица	7	160	20		81.74
Мембрана для диализа (поликарбонат)	0.5	80	2.2	7.85	
Мембрана для диализа (Полиэфир – поликарбонат)	0.5-0.7	80	2.0	7.86	
Герметик	3	160	7		64.04

Материал	Вес образца (g)	Температура сушки (°C)	Время сушки (прибл.) (мин)	Влажность % (прибл.)	Сухой остаток % (прибл.)
Дисперсионный клей	15	140	9.5		55.69
Дисперсионный клей (водный)	2.5	155	7.2	43.77	
Доломит	10-12	160	6.1	0.06	
Чернила для принтера	1.5	120	10		19.15
Фильтр пыли от сжигания мусора	7-10	135	7	26.23	
Горох	3.5	135	7.9	15.19	
Арахис чищенный	2.8	100	4	1.97	
Освежающие конфеты	3-3.4	90	2.9	0.29	
Краска на водной основе	1	160	9.27	52.39	
Краситель (порошок)	1.5	120	3.5		99.07
Керамическая масса	2.5	160	9		86.89
Отходы пленки	8-9	60	1.2	0.4	
Речная вода	4	160	20	99.2	
Фадж	5	130	20	8	
Творожный сыр	1.4	70	15		41.03
Корм в гранулах	3-4	150	5.7	6.35	
Сушеный бобы	3-4	105	5	7.3	
Сушеный горох	5-7	110	9.6	5.89	
Сушеная морковь	5.5-6	120	3	4.92	
Сушеный куриный помет	4	140	8	14.81	
Сушеная кукуруза	5-7	110	10	6.21	
Стеклянный порошок	8-10	160	5	0.26	
Укрепляющий лосьон	1	130	8	97.85	
Гель для волос	5	105	37.0	94.71	
Овсяные хлопья	2	105	5.6	9.35	
Фндук ядра	2.2	100	3.8	4	
Корм для собак	1	160	5.5	6.45	
Тартрат натрия	5	160	15	15.80	

Материал	Вес образца (g)	Температура сушки (°C)	Время сушки (прибл.) (мин)	Влажность % (прибл.)	Сухой остаток % (прибл.)
Йогурт	2-3	110	4.5-6.5	86.5	
Растворимый кофе	1	120	10	70.43	
Кофейные зерна, зеленые	5	140	17.3	9.32	
Кофейные зерна, жареные	3	140	7	2.68	
Какао	2.5	105	4	3.45	
Какао семена	4-5	130	7.8	6.23	
Известняк	12-14	160	5	0.05	
Картофельный порошок	2.5-3.0	130	5.8	12.46	
Картофельные чипсы	3-4	106	7.5	6.9	
Кетчуп	2	120	18	74.44	
Силикагель	9.5	115	4.5	0.63	
Клей	2-5	136	6-8	54.3	
Сушеный чеснок (порошок)	2	100	7.3	5.36	
Угольный порошок	4	160	3.4	2.11	
Мел	8	160	1.7	0.06	
Сахарный песок	5	160	1	0.13	
Синтетическая смола (разбавленная)	2	160	5.9	60.21	
Латекс	1-2	160	5.2	38.64	
Латекс LE1	3-5	125	10.8	46.58	
Латекс LE2	3-5	125	9.4	50.37	
Латекс O44	3-5	125	9.4	50.65	
Чечевица	4	135	5.4	12.49	
Суглинок	10-15	160	5.5	9.89	
Глина	2.5	160	14.5		80.75
Обезжиренное сухое молоко	4	90	5.5	3.67	
Нежирный творожный сыр	1.2	130	8		18.5
Кукурузный крахмал	5	160	7.5	12.94	
Миндаль (карамелизированный)	3.5	80	4.8	1.81	
Миндаль (натуральный)	2.5	100	5.3	4.19	

Материал	Вес образца (g)	Температура сушки (°C)	Время сушки (прибл.) (мин)	Влажность % (прибл.)	Сухой остаток % (прибл.)
Маргарин	2.2	160	4	19.15	
Кирпичная масса	7	160	20		80.13
Майонез	1	160	10	20.6	
Мука	8-10	130	4.5	12.5	
Молоко	1	140	7.3	88	
Сухое молоко (ММР)	4.5	100	6.3	2.46	
Сухое молоко (VMP)	4.5	100	5.5	2.56	
Моцарелла	1.5	160	11.1		45.78
Леденцы	3-3.4	115	3.3	0.4	
Натуральный латекс	1.4	160	5.3	42.56	
Нуга	2.5	103	10	0.6	
Тесто для лапши	0.55	160	5	12	
Апельсиновый сок	1	140	10	88.89	
Бумага	1	106	10	6.4	
РА 6 (Ultramide B3WG5)	10	60	10	0.05	
РА 6.6 (Ultramide B3WG5)	10	80	10	0.15	
PBTP (Crastin SK645FR)	10	80	10	0.05	
PC (Macrolon 2805)	10-12	80	15	0.08	
PC/ABS (Babyblend T65MN)	9-11	80	10	0.12	
Черный перец молотый	2	85	8.8	7.97	
Пластик в гранулах (PMMA)	10	100	25	0.13	
PMMA (оргстекло 6N)	10	70	10	0.12	
Полипропилен	13	130	9	0.23	
Полистиролсульфоновая кислота	2-2.5	120	8.7	19.01	
РОМ (Hostaform C9021))	10	80	10	0.13	
PS (Polystyrene 168 N)	10	80	10	0.05	
Пурин	2	105	3.8	8.64	
Творог	1	140	7		18
Кварцевый песок	10-14	160	1.9	0.24	

Материал	Вес образца (g)	Температура сушки (°C)	Время сушки (прибл.) (мин)	Влажность % (прибл.)	Сухой остаток % (прибл.)
Сыр раклет	1.5	160	14.4		56.9
Семена рапса	3-4	90	7.4	6.18	
Рис белый	5	200	12.3	15.12	
Рожь	4.5	150	11.5	10.72	
Красное вино	3-5	100	15-20	97.4	
Гранулы из жома сахарной свеклы	4.5	150	8.6	11.77	
Опилки	4	160	8.3	34.4	
Соль поваренная	5	200	10	0.08	
Хлебные палочки	3-4	75	4.5	1.67	
Шлам	2	200	21	81.55	
Плавленный сыр	1.5	70	15	35.65	
Шоколад	3	140	6	2.4	
Шоколад порошок	2-4	100	4	1.9	
Кухонные отходы	4-5	160	21		17.67
Сало	0.70	160	3.5	1.2	
Шампунь	2	100	21.4	88.9	
Мыло для рук	1	200	6	7.86	
Горчица	2.5-3	80	19		34.69
Кунжут	3	130	8	5.48	
Соевая мука	4.6	95	4.9	4.8	
Соевые бобы, гранулят	5	110	22.6	12.16	
Семена подсолнечника	3-3.5	100	4	5.92	
Подсолнечное масло	10-14	138	2	0.1	
Спагетти	3	105	15.1	10.63	
Ополаскиватель	2	80	13.7	59.64	
Клейковина	1.5	100	8.9		17.96
Спред	2.5-2.8	160	4.5		36.81
Суп быстрого приготовления	2-3	80	4.5-7	3	

Материал	Вес образца (g)	Температура сушки (°C)	Время сушки (прибл.) (мин)	Влажность % (прибл.)	Сухой остаток % (прибл.)
Табак	1.5	100	16	10.18	
Черный чай	2	105	4	7.67	
Зеленый чай	5	120	9	3.76	
Паста	1.5	120	8	10.64	
Текстильное волокно	0.8-1.2	85	3.6	14.03	
Теофиллин	1.5	130	1.9	7.33	
Термопластик PUR – гранулы	15-18	80	18	0.08	
Грецкий орех	2.8	100	5.6	3.5	
Стиральный порошок	5	160	13	9.79	
Оболочка для колбасы	0.2	150	3.5		78.56
Зубная паста	2	100	7.7	34.28	
Целлюлоза	2.5	130	4.5	7.32	
Цемент	8-12	138	4-5	0.8	
Сахар	4-5	138	10	11.9	
Сахарная свекла	2	130	13.4		30.94