

УДК 631.365.036.3

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ ПРИ СУШКЕ
ПРОДУКТА В ВИБРАЦИОННОЙ СУШИЛКЕ**

Загороднев Василий Владимирович

магистрант

Иосифов Андрей Игоревич

аспирант

Щербаков Сергей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент

scherbakov78@yandex.ru

Криволапов Иван Павлович

кандидат технических наук, доцент

ivan0068@bk.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье анализируются параметры вибрации при сушке продукта и ее воздействие на продукт в процессе тепломассопереноса. Предлагается приборы и методика для определения параметров вибрации.

Ключевые слова: вибрация, измерение, сушка

Многочисленными исследованиями доказано [1-5], что применение вибрации позволяет существенно интенсифицировать процесс сушки. Вибрация способствует перемешиванию продукта и создает кипящий слой. При этом разработки вибрационного сушильного оборудования ведутся на уровне экспериментальных установок и проектов. Следовательно, имеется необходимость в дальнейшем углублении научных исследований, направленных на разработку, обоснование конструктивно-технологических параметров и режимов работы вибрационных сушилок для сушки растительной продукции [5].

Вибрация — это механическое колебание, в нашем случае рабочей камеры сушилки. В зависимости от типа вибрации необходим контроль различных параметров вибрации.

Применение вибрации при сушке позволяет создать отрывной режим движения плодов по перфорированным тарелкам с одновременным воздействием на плоды воздушного потока, создание данного режима сильно зависит от параметров вибрации- амплитуды и частоты, угла направления колебаний, диаметра плодов и их массы, плотности плодов и среды, высоты слоя плодов.

Для определения таких параметров вибрации как амплитуда и частота необходимо использовать современные приборы и методики.

Как известно, вибрацию, возможно, измерить с помощью вибросмещения, виброскорости и виброускорения.

Виброскорость - эта величина прямо связана с энергией колебаний. Именно этот параметр рекомендуется измерять при контроле состояния машин и агрегатов. Чаще всего измеряется в миллиметрах в секунду (мм/с).

Виброперемещение - это механическое движение контролируемой поверхности. Удобнее использовать в качестве единиц измерения микрометры (мкм) или миллиметры (мм).

Амплитуда, размах, СКЗ.

Поскольку виброускорение, виброскорость и виброперемещение в каждый момент времени различные, чтобы оценить эти величины используется три способа (рис.1):

- 1 — Измерить размах, то есть разницу между минимальным и максимальным значением.
- 2 — Измерить амплитуду, то есть максимальное по модулю значение величины.
- 3 — Измерить среднеквадратичное значение величины.

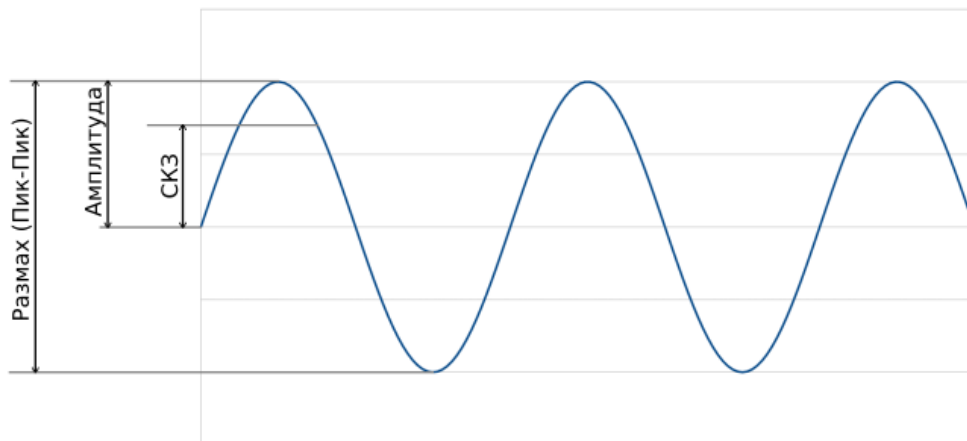


Рисунок 1- Амплитуда, размах, среднеквадратичное значение величины (СКЗ)

Вибросмещение рассматривается как основная мера амплитуды вибрации, имеет размерность (мкм) и определяется по формуле:

$$d = A_d \cdot \sin(\omega\tau) \quad (1)$$

Процесс преобразования смещения в скорость или скорости в ускорение эквивалентен математической операции дифференцирования. Или обратное преобразование с помощью интегрирования.

Виброскорость измеряют в м/с или мм/с и определяют по формуле:

$$v = dd / d\tau = \omega A_d \cdot \cos(\omega\tau) \quad (2)$$

Для измерения вибрации чаще всего используются акселерометры. Это датчики, которые измеряют мгновенное значение ускорения. Сигнал с датчика поступает в прибор, который на основании множества значений ускорения вычисляет все остальные параметры вибрации. Ускорение — величина непосредственно связанная с силой, вызывающей ускорение, поэтому эта

величина широко применяется для анализа параметров вибрации. Кроме того, поскольку датчик измеряет именно этот параметр, при его измерении достигается максимальная точность. Наиболее распространена единица измерения — метры на секунды в квадрате (м/с^2), но иногда также применяют g (ускорение свободного падения) или другие относительные единицы измерения (например, в дВ относительно какого-нибудь изначального уровня принятого за 0 дВ).

Для определения амплитуды колебаний можно использовать несколько устаревший прибор ВШВ-003-М2 (рис. 2). Прибор предназначен для измерения вибрации и уровня звука. Съём информации о вибрации осуществляется преобразователями пьезоэлектрическими виброизмерительными ДН-3-МІ ТУ 25-7705.0019-88 или ДН-4-МІ ТУ 25-7705.0020-88 [6, 7].



Рисунок 2 - Прибор для измерения амплитуды колебаний ВШВ-003-М2

Основным параметром измерения вибрации в данной ВКР принята амплитуда колебаний A_1 . Прибор ВШВ-003-М2 (рис. 2) способен измерять виброскорость и виброускорение. Определение уровня вибрации проводится с помощью щупа входящего в комплект прибора, который прикладывается перпендикулярно к измеряемой поверхности [8]. По показанию отклонения стрелки прибора, получают значение виброскорости в мм/с . Так как виброскорость - это значение амплитуды колебаний умноженной на частоту, формула (2), то, зная виброскорость и частоту колебаний, можно легко найти

амплитуду колебаний.



Рисунок 3- Вибротест- МГ4.01

Виброметр Вибротест- МГ4.01 (рис. 3) предназначен для контроля и регистрации виброскорости, виброускорения, амплитуды и частоты синусоидальных колебаний виброустановок.

Виброметр обеспечивает выполнение измерений в оперативном режиме, с фиксацией результатов измерений в энергонезависимой памяти.

Крепление вибропреобразователя на объекте контроля - магнитное (посредством магнитной платформы) или винтовое (винтом М5х7мм).

Данная модификация виброметра дополнительно позволяет выполнять измерения без участия оператора в режимах ожидания (регистрация параметров вибрации, выходящих за пределы граничных значений, установленных пользователем) и наблюдения (регистрация параметров вибрации через интервалы времени, установленные пользователем). Имеет режим передачи данных на ПК.

Получаемая в процессе измерений информация автоматически архивируется и маркируется датой и временем измерения.



Рисунок 4- Виброметр ВИМ-2.0

Виброметр ВИМ-2.0 (рис. 4) предназначен для оперативного контроля параметров гармонической вибрации: амплитуды виброскорости, амплитуды виброускорения, амплитуды виброперемещения и частоты колебаний (от 10 до 200 Гц) различных устройств для создания вибрации (виброплощадки, вибростенды и прочее).

Список литературы:

1. Лазин, П.С. Применение барабанных сушильных установок для интенсификации процесса сушки плодо-ягодной продукции / П.С. Лазин, С.Ю. Щербаков // Сб.: Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, 2016. – С. 115-119.

2. Щербаков, С.Ю. Современные технологии сушки растительной продукции с применением барабанных сушильных установок / С.Ю. Щербаков, П.С. Лазин // Сб.: Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. Скрипникова, 2016. – С. 299-302.

3. Лазин, П.С. Исследование процесса сушки плодов боярышника в сушильном шкафу / П.С. Лазин, С.Ю. Щербаков // Сб.: Современные проблемы развития техники, экономики и общества: материалы II Международной

научно-практической очно-заочной конференции, 2017. – С. 81-84.

4. Щербаков, С.Ю. Повышение качества процесса сушки плодово-ягодной продукции / С.Ю. Щербаков, П.С. Лазин // Сб.: Инновационная деятельность в модернизации АПК: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях, 2017. – С. 68-71.

5. Determination of the energy efficiency of drying hawthorn fruit in a drum dryer with a paddle mixing device / S.Y. Shcherbakov, V.A. Babushkin, I.P. Krivolapov [et al.] // IOP Conference Series: materials Science and Engineering, 919(3), 032009, 2020.

6. Shcherbakov, S.Yu. Drying hawthorn berries in drum dryer using blade agitator / S.Yu. Shcherbakov, P.S. Lazin, I.P. Krivolapov // Amazonia Investiga. - 2019. - Т. 8. - № 21. - С. 588-595.

7. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств: учебник для ВУЗов / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, А.С. Гордеев, А.И. Завражнов. – Москва: КолосС, 2007. – 591 с.

8. Основы проектирования и строительства перерабатывающих предприятий: учебник / А.С. Гордеев, А.А. Курочкин, В.Д. Хмыров, Г.В. Шабурова. – Москва: Агроконсалт, 2002. – 492 с.

UDC 631.365.036.3

**DETERMINATION OF VIBRATION PARAMETERS
WHEN DRYING THE PRODUCT IN A VIBRATING DRYER**

Zagorodnev Vasily Vladimirovich

undergraduate

Andrey Igorevich Iosifov

graduate student

Sergey Yurievich Shcherbakov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Scherbakov78@yandex.ru

Ivan Pavlovich Krivolapov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

ivan0068@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article analyzes the parameters of vibration during drying of the product and its effect on the product during heat and mass transfer. Devices and methods for determining vibration parameters are proposed.

Key words: vibration, measurement, drying