

Выбор данного способа сушки не случаен, так как он позволяет эффективно проводить процесс выпаривания влаги из продукта при низких температурах кипения, обеспечивает высокую скорость протекания процесса и наиболее полную сохранность пищевой ценности конечного продукта [2].

Основу экспериментальной установки составляет струйный насос 1, схема которого представлена на рисунке 2, позволяющий создать достаточно высокое разрежение в системе.

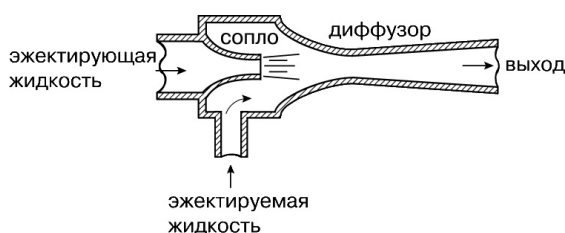


Рисунок 2 – Струйный насос

В струйных насосах, в отличие от машинных, нет движущихся элементов. В них высокоскоростная струя жидкости малого расхода увлекает (эжектирует) значительный объем среды, находящейся при меньшем давлении. Струйные насосы обладают рядом существенных достоинств: простота конструкции, надежность работы, легкость изготовления, долговечность, небольшие габариты и стоимость, простота эксплуатации. Недостатком их является низкий КПД (0,2...0,35) и относительно большой расход рабочей жидкости (в 1,5...3,0 раза превышающий расход эжектируемой жидкости).

Исходный пищевой продукт помещается в стеклянную емкость 4, которая в свою очередь устанавливается в рабочую камеру микроволновой печи 5. Температура исходного продукта определяется с помощью погруженной в него термопары ТХА с диаметром термоэлектродов 0,5 мм, подключенных к измерительно-регулятору 8 «Сосна-012». Образующийся «соковый» пар, проходя через теплообменник типа «труба в трубе» 2, конденсируется и попадает в стеклянную емкость 3, установленную на подставке 14. Герметичность системы обусловлена применением быстросъемных крышек со специальными затворами 15, а также силиконового герметика для устранения подсосов в местах установки арматуры. Установка температуры кипения влаги в исходном продукте осуществляется за счет регулирования двух параметров: разрежения в системе, регулируемого с помощью вентиля 12 (изменяет расход рабочего потока жидкости через струйный насос), и мощности энергоподвода, регулируемой с помощью панели управления микроволновой печи 5 в диапазоне от 100 до 900 Вт. Масса исходного и конечного продукта измеряется с помощью электронных весов 7 ВТН_г-15, а время эксперимента – с помощью счетчика-секундомера электронного 9.

Проведенные предварительные испытания комбинированного способа сушки укропа и петрушки показали правильность его выбора, продемонстрировали высокую скорость протекания процесса при низкой (40...45°C) температуре нагрева, сохранение цвета продукта.

Список использованной литературы

1. Акулич, П.В. Тепло- и влагоперенос при СВЧ-конвективной сушке растительных материалов / П.В. Акулич, А.В. Акулич, А.В. Темрук // Материалы 14-го Минского международного форума по тепло- и массообмену, 10–13 сентября 2012 г. / Институт тепло-и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси. – Минск, 2012.
2. Кирик, И.М. Экспериментальный стенд для концентрации термолабильных жидких пищевых сред / И.М. Кирик, А.В. Кирик, Д.С. Чернов // Удосконалення процесів і обладнання – запорука інноваційного розвитку харчової промисловості: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 65-річчю кафедри процесів та апаратів харчових виробництв НУХТ: 8–10 листопада 2016 р. – Київ: НУХТ, 2016. – С. 54–55.

УДК 664.084.2:534.647(075.8)

Заплетников И.Н., доктор технических наук, профессор,

Гордиенко А.В., кандидат технических наук, доцент, Пильненко А.К., кандидат технических наук, доцент
Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского, Украина

ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

К важнейшим акустическим параметрам машин относится шумовая характеристика (ШХ). Она влияет на технический уровень и качество конструкции, определяет возможности использования в производственных помещениях и технологических процессах, включается в перечень сертифицированных параметров,

допускаемая величина которых регламентируется рядом отечественных и международных стандартов. Поэтому от точности определения ШХ машины будет зависеть и ее заявляемая величина [1]. Известны точные, технические и ориентировочные методы определения ШХ машин и оборудования. Наибольшую точность измерения имеют точные методы, выполняемые в заглушенных и реверберационных камерах. Для исследования звуковой мощности, излучаемой малогабаритным оборудованием пищевых производств, в ДонНУЭТ создана реверберационная камера объемом 106,75 м³.

В соответствии с определением из серии нормативных документов, стандартов РФ, ИСО 3382, время реверберации (reverberation time) T , с – время, необходимое для спада средней по пространству плотности звуковой энергии в ограниченном объеме на 60 дБ от первоначального уровня после выключения источника звука. Время реверберации можно оценить на меньшем, чем 60 дБ, интервале с последующей экстраполяцией на весь интервал изменения кривой спада. При этом используют специальные обозначения. Так при определении времени реверберации по кривой спада на интервале от 5 до 25 дБ его обозначают T_{20} . Если для определения времени реверберации используют интервал значений кривой спада от 5 до 35 дБ, то его обозначают T_{30} [2]. Реверберация наблюдается всюду, где возможны многократные отражения звука.

Для помещений, обладающих недостатками в акустике (вследствие высоких значений времени реверберации), измерение фактического значения времени реверберации дает возможность рассчитать количество и тип отделочных звукопоглощающих материалов, с помощью которых возможно снизить время реверберации до желаемых (заданных) значений.

Поэтому целью работы является экспериментальное определение времени реверберации в акустической камере для качественной ее оценки.

Уровень звукового давления падает со временем по линейному закону. Время реверберации, в течение которого уровень звукового давления после выключения источника звука уменьшается на 60 дБ (w уменьшается в 10^6 раз), определяется по формуле:

$$T = -\frac{0,162V}{S_{\text{огр}} \ln(1-\alpha_0)} = \frac{0,162V}{4mV - S_{\text{огр}} \ln(1-\alpha_0)}, \quad (1)$$

где V – объем помещения; $S_{\text{огр}}$ – площадь ограждающих конструкций помещения; α_0 – коэффициент звукопоглощения; m – интенсивность звукового луча [3].

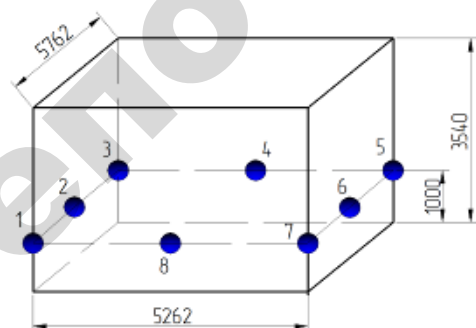
Формулу (1) называют формулой Эйринга. При малых α_0 можно принять:

$\ln(1-\alpha_0) \approx -\alpha_0$, и из (1) вытекает более простая формула Сэбина:

$$T = -\frac{0,162V}{A} = \frac{0,162V}{(\alpha_0 S_{\text{огр}})}, \quad (2)$$

где A – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения.

Данные формулы по измеренному T позволяют определить коэффициенты звукопоглощения в помещениях. Коэффициент звукопоглощения α_0 (sound absorption coefficient) – доля падающей на поверхность препятствия звуковой энергии, поглощаемая этой поверхностью. Коэффициент звукопоглощения зависит от частоты [3]. Звукопоглощение в помещении – величина, определяющая потери звуковой энергии при падении звука на все поверхности помещения, на находящиеся в помещении предметы и людей, а также потери при распространении в воздухе.



а



б

Рисунок 1 – Экспериментальное определение времени реверберации в акустической камере
а – схема расположения точек установки микрофона; б – фотография эксперимента

Важным вопросом при конструировании реверберационной камеры является обеспечение минимального звукопоглощения внутри камеры при проведении испытаний. Коэффициент поглощения поверхностей

реверберационной камеры должен быть достаточно мал, чтобы обеспечить продолжительность реверберации, достаточную для создания отраженного звукового поля. Средний коэффициент поглощения всех поверхностей реверберационной камеры в требуемом диапазоне частот не должен превышать 0,06. Этого можно достичь путем использования в конструкции помещения металлических или гладких бетонных стен, с применением эпоксидных или других, не поглощающих лакокрасочных покрытий, а также обеспечить отсутствие щелей в стыках стенок камеры и местах крепления оборудования.

Измерения проводились в лаборатории виброакустики кафедры оборудования пищевых производств ДонНУЭТ в реверберационной камере объемом 106,75 м³ в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО 3382–2–2013 «Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 2. Время реверберации обычных помещений». Время реверберации (в течение которого уровень звукового давления после выключения источника звука уменьшается на 60 дБ) фиксировалось при помощи электронного секундомера, а уровень звукового давления аттестованным шумомером «Ассистент» (Россия) по скорректированному А уровню звука. Излучатель шума звуковой мощностью 120 Вт располагался в центре камеры. Микрофон устанавливался в 4-х углах камеры и по центру 4-х стен (рисунок 1). Результаты измерений приведены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований времени реверберации в акустической камере

Место установки микрофона	Время реверберации, T, с	Коэффициент звукопоглощения в помещении, α_0
Точка 1	3,3	0,0379
Точка 2	3,04	0,0411
Точка 3	3	0,0417
Точка 4	3,16	0,0396
Точка 5	3,02	0,0414
Точка 6	2,98	0,0420
Точка 7	3,08	0,0406
Точка 8	3,1	0,0403

В результате проведения экспериментальных исследований установлено, что среднее время реверберации остается постоянным во всех точках измерений и находится в пределах 3-х секунд.

Используя формулу 2, можно определить средний коэффициент звукопоглощения в помещении α_0 . После вычислений получаем $\alpha_0 = 0,04$.

Полученный результат является вполне приемлемым по полученным характеристикам акустической камеры.

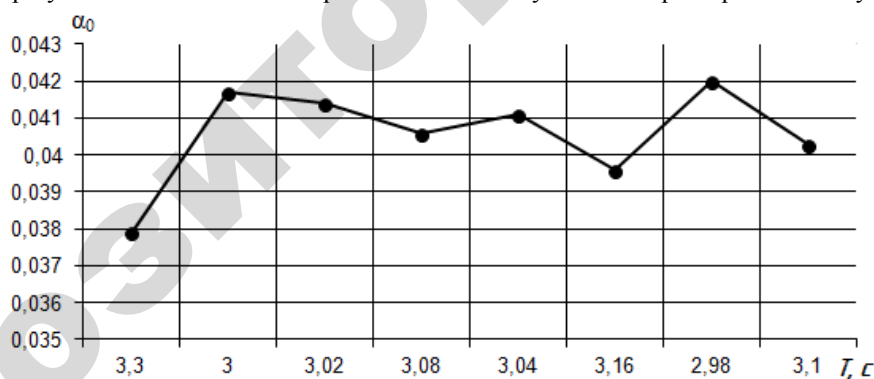


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента звукопоглощения в помещении (α_0) от времени реверберации в акустической камере (T, с).

Выводы. Определен реальный коэффициент звукопоглощения в реверберационной камере (α_0). Установлено, что исследуемая акустическая камера соответствует IV типу реверберационных камер, а также отвечает требованиям, предъявляемым к камерам таких типов, и может использоваться для исследований на современном уровне виброакустических характеристик пищевого оборудования.

Список использованной литературы

1. Андрющенко А.К. Время реверберации как критерий оценки акустических параметров производственных помещений // Акустика среды обитания. 2016. С. 24–32.
2. ГОСТ Р ИСО 3382–1–2013 «Акустика. Измерение акустических параметров помещений. Часть 1. Зрительные залы». Дата введения 2014–12–01.
3. ГОСТ Р 52797.1–2007 (ИСО 11690–1:1996) «Акустика. Рекомендуемые методы проектирования малозумных рабочих мест производственных помещений. Часть 1. Принципы защиты от шума» Дата введения 2008–07–01.