

Расчет заканчивают определением тепловой мощности теплоутилизатора и уточнением коэффициентов эффективности и влаговыпадения.

**Челомбитько М.А., к.с.-х.н., доцент, Ковтик П.В., студент  
Белорусский государственный аграрный технический  
университет**

## **ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ (НРР) – ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД НЕТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

**Ключевые слова:** пищевая промышленность, нетепловые методы обработки, высокое давление.

**Аннотация.** Нетермические методы обработки пищевых продуктов известны как минимальные методы обработки, сохраняющие пищевые и сенсорные характеристики продуктов питания, в отличие от тепловых методов обработки, а также продлевающие сроки их годности за счет ингибирования или уничтожения микроорганизмов. Одним из таких методов является метод высокого давления.

К нетепловым методам обработки пищевых продуктов относятся: высокое давление (НРР), ультразвук, импульсный свет, иррадиация, импульсные электрические поля, ультрафиолетовая обработка, холодная плазма, суперкритический диоксид углерода, микроволновое и радиочастотное нагревание.

Одной из наиболее удачных разработок на сегодняшний день является технология обработки высоким давлением (НРР - High pressure processing). При этом способе пища подвергается давлению между 100 и 1000 МПа в течение минуты. Для сравнения, атмосферное давление обычно составляет около 0,1 МПа, а давление в самой глубокой точке океана составляет около 110 МПа. Высокое давление (НРР) убивает большинство микроорганизмов, повреждая клеточные мембраны, но сохраняя сенсорные и пищевые характеристики пищевого продукта. НРР была впервые использована в

1899 году в Соединенных Штатах, однако в те дни оборудование было не очень надежным, и исследования были прекращены. Опять к этим исследованиям вернулись в 1990 с целью разработки лучшего оборудования.

Процесс НРР включает погружение упакованной пищи в жидкость, а затем подвергая ее давлению равномерно по всему объему. Процесс НРР известен как нетепловой процесс. Однако когда давление подается на продукты питания, температура в них возрастает из-за адиабатического нагрева. Это порождается плотностью воды и пищевых компонентов. Температура повышается приблизительно на 3 °С на 100 МПа. Повышение может быть больше, если продукты содержат жир. При разгерметизации температура падает из-за адиабатического охлаждения. Основные принципы технологии высокого давления определяют поведение продуктов питания во время обработки их давлением. Эти основные принципы включают:

- Принцип Ле Шателье: любая реакция, приводящая к уменьшению объема, усиливается, тогда как реакции, которые увеличивают объем, подавляются.

- Принцип микроскопического упорядочения: при температуре контакта, если давление увеличивается, степень упорядочения молекул данного вещества также возрастает.

- Изостатический принцип: постоянное давление подается на продукты питания со всех сторон.

Давление сжимает продукты, но как только действие давления прекращается, продукты возвращаются к их первоначальной форме.

Если пищевой продукт содержит достаточно влаги внутри себя, давление не будет вызывать повреждения на макроскопическом уровне при условии равномерного распределения давления.

Оборудование для обработки высоким давлением довольно громоздко и имеет следующие основные компоненты:

- сосуд высокого давления вместе с его концевыми затворами;
- система формирования давления;
- устройство контроля температуры;
- система обработки материалов;
- система сбора данных, а также средства контроля и некоторые приборы.

Эта система может быть организована двумя способами: либо пакетный процесс для упакованных продуктов или полунепрерывный процесс, в котором можно обрабатывать неупакованные жидкие продукты.

Сосуд высокого давления является очень важным компонентом этого оборудования. Есть немало аспектов, которые следует учитывать при проектировании сосуда. Например, он должен работать стабильно в безопасном режиме. В сосуде имеются жидкости, проводящие давление, которые позволяют давлению равномерно распределяться по образцу продукта. Продукты, подлежащие обработке, должны быть гибко упакованы, когда они загружаются в камеру высокого давления. Одноразовый вкладыш вводится в цилиндр из нержавеющей стали, а фильтрованная вода используется как изостатическая компрессионная жидкость. Сосуды высокого давления должны быть герметизированы. Как только процесс начинается, давление генерируется прямо или косвенно путем сжатия. В прямом методе жидкость сжимается в сосуде, перемещая поршень, используя гидравлическое давление, тем самым уменьшая объем. В способе косвенного сжатия усилитель направляет жидкость непосредственно в емкость до тех пор, пока желаемое давление не будет достигнуто.

Будущие исследования в области нетермической обработки пищевых продуктов должны учитывать следующие моменты:

- какое влияние оказывают нетепловые технологии обработки пищевых продуктов на окружающую среду;
- сочетание использования новых технологий термической и нетепловой обработки пищевых продуктов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Tewari, G., Jayas, D., & Holley, R. High pressure processing of foods: An overview. *Science Aliments*. 1999. - 19, 619-661.
2. Fellows, P. *Food processing technologies: Principles and practices* (3rd ed ed.). 2009. Boca Raton, FL: CRC Press.
3. Blany, C., & Masson, P. Effects of high pressure on proteins. *Food Reviews International*. 1993. - 9(4), 611-628.
4. Crawford, Y. J., Murano E, A., Olson, D., & Shenoy, k. (1996). Use of high hydrostatic pressure and irradiation to eliminate clostridium sporogenes in chicken breast. *Journal of Food Protection*. 1996. - 59, 711-715.

5. Mertens, B. New methods of food preservation. 1995. - (G. Gould, Ed.) New York: Blackie Academic and Professional.

**Чигарев О.Ю., к.т.н.**

**Институт технологий и природопользования, г. Фаленты,  
Республика Польша**

**Прищепова Е.М., ст. преподаватель**

**УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», Минск, Республика Беларусь**

### **К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СКОРОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ПЛЮЩЕНИЯ**

**Ключевые слова:** скорость деформирования, плющение, сила давления, зерноплющилка.

**Аннотация.** Исследуется упруговязкая модель зерна пшеницы при деформировании вальцами плющилки. Приведены выражения для определения вязкости зерна, силовых характеристик напряженного состояния.

Процесс измельчения зерна в межвальцовом пространстве определяется величиной и соотношением сдвигающих и сжимающих усилий, а также скоростью его деформирования, при этом эффективность измельчения возрастает с увеличением сдвигающих усилий и скорости деформирования.

Для подтверждения сказанного проведено изучение деформации зерновки пшеницы в условиях сжимаемости плоскими штампами и вальцами [1]. Из работы Романьского [2] вытекает, что на процесс деформирования зерна в большей степени влияют такие механические свойства как упругость и вязкость. Упругость связана с первым этапом механического нагружения зерна, а вязкость с последующими этапами возрастания нагрузки. Исследования [3] плющения зерна на прочностной машине Инстрон показали, что данный процесс можно описать обобщенной моделью Кельвина-Фойгта.