

Устройства для определения структурно-механических характеристик мясных продуктов

Ишевский А.Л., Сорокин В.И.

ishev.53@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и
оптики

Институт холода и биотехнологий

Структурно-механические характеристики, определяют органолептические и технологические показатели всего спектра мясных изделий. В работе приведены схемы лабораторных установок и уравнения для определения предельного напряжения сдвига и усилия резания пищевых продуктов. Установки позволяют также исследовать модули упругости, процессы релаксации и ползучести, получать деформационные кривые при различных скоростях деформации. Представлена зависимость предельного напряжения сдвига слоев вареного мясного продукта, в зависимости от концентрации структурирующей добавки. Установки, просты в изготовлении и использовании. Они могут быть сделаны силами любого мясоперерабатывающего предприятия или организацией занимающейся продажей функционально-технологических добавок.

Ключевые слова: реологические характеристики мясных изделий, предельное напряжение сдвига, усилие резания.

Apparatus for determining the structural and mechanical properties of meat products

Ishevsky A.L., Sorokin V.I. ishev.53 @ mail.ru

St. Petersburg National Research University of Information Technologies,
Mechanics and Optics

Institute of Refrigeration and biotechnology

Structural and mechanical characteristics, determine the organoleptic and technological characteristics of the full range of meat products. The article presents the scheme of laboratory facilities, and equations to determine the maximum shear stress and effort of cutting food products.

Plants can also explore the modulus of elasticity, creep and relaxation processes, to obtain strain curves at different strain rates. Shows the dependence of the limiting shear layers of cooked meat product, depending on the concentration of structuring agents. Installations easy to manufacture and use. They can be made by any meat processing company or organization engaged in the sale of functional and process aids.

Keywords: rheological properties of meat products, the limiting shear stress, cutting force.

Структурно-механические характеристики важные параметры, которые необходимо учитывать при изготовлении всего спектра мясных изделий. Эти параметры определяют и органолептические и технологические характеристики сырья, промежуточных и конечных продуктов всего ассортимента предприятия. Шерманом [1] была предложена классификация структурных характеристик пищевых продуктов, которая может быть использована для установления органолептической оценки консистенции продукта. Характеристики разделены на три класса: первичные, связанные с аналитическими и геометрическими свойствами (содержание воздуха, влаги, жира и других компонентов; размер и форма частиц); вторичные, связанные с основными реологическими свойствами (упругость, вязкость, адгезия); третичные, связанные с механическими процессами измельчения и жевания продукта. Третичные характеристики имеют термины, наиболее часто используемые потребителями при оценке различных продуктов мясопереработки: влажные, липкие, сухие, мягкие, твердые, пористые, нежные, грубые, прилипающие, водянистые, жирные, липкие. В технологии производства мясных продуктов концентрации структурирующих добавок необходимо подбирать, с учетом технологических особенностей сырья. Учитывая то, что исходное сырьё поступает с разными значениями рН, жирности, и как следствие с разной влагоудерживающей и влагосвязывающей способностью, необходимо варьировать концентрации структурирующих добавок. При этом возникает необходимость определения структурно-механических характеристик конечного продукта, так как в конечном продукте гидратированные структурирующие добавки образуют гелиевую прослойку, которая при повышенных концентрациях добавки нарушает консистенцию, не равномерно распределяясь по объему продукта, образуя на периферии прослойки, ухудшающие показатели продукта («кусаемость», «формосохранение» и т.п.). Напряжение сдвига и усилие резания, структурные параметры, относящиеся по Шерману [1] к третьему классу, характеризующие органолептические свойства продукта. Для мясных продуктов, полученных из низкосортного мясного сырья, с высоким содержанием белков соединительной ткани и жирных кислот, третичными структурно-механическими характеристиками потребительских и технологических свойств, будут являться показатели: липкости, мягкости (твердости), пористости, нежности (грубости), тестообразности, комковатости, водянистости, густоты и жирности. Эти показатели определяют концентрацию структурирующей добавки, а, следовательно, и органолептические и технологические параметры продукта. В мясопереработке сырьё, промежуточные и конечные продукты, обладают всем комплексом физико-химических свойств реальных объектов, в том числе реологическими или структурно-механическими, часто не укладывающиеся в рамки свойств классических

модельных тел Гука, Ньютона или Сен-Венана. Теоретическая модель мясного сырья, обладает с точки зрения технологического процесса реологическими свойствами и свойством «сплошности» [2], представляя собой обычную сплошную среду. В технологических операциях мясопереработки, связанных с разрушением структуры исходного сырья, нарушается сплошность исходного сырья, с изменением реологических свойств, поэтому материалы мясопереработки - реологически нестационарны [2]. При этом, мясной фарш при кутеровании проявляет свойства тиксотропии, при котором усилие кутерования во времени уменьшается в результате предшествующей деформации исходного сырья. При введении в фарш структурирующих добавок, система начинает проявлять антитиксотропические или реопектические [3] свойства, которые определяют вероятность формосохранения [2] мясных изделий, их товарного вида и сохранения в процессе производства, складирования и транспортировки под действием собственной массы или массы расположенных выше изделий. Именно поэтому возникает необходимость определения усилий сдвига и резания. На кафедре технологии мясных, рыбных продуктов и консервирования холодом Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий были собраны лабораторные установки, для определения предельного напряжения сдвига и усилий резания пищевых продуктов, схемы которых представлены соответственно на рисунках 1 и 2. Работа установки, для определения предельного напряжения сдвига (рис.1), основана на принципе вискозиметра Вейлера–Ребиндера, в котором, в том числе и во времени, может измеряться усилие вытягивания и перемещение плоской прямоугольной пластины из среды [4].

На представленном устройстве, в простейшем случае, предельное напряжение сдвига можно рассчитать как:

$$\tau_0 = P/2S, \text{ где}$$

P – сила перемещения по оси сдвига, при котором происходит смещение слоев продукта до конца, кгс

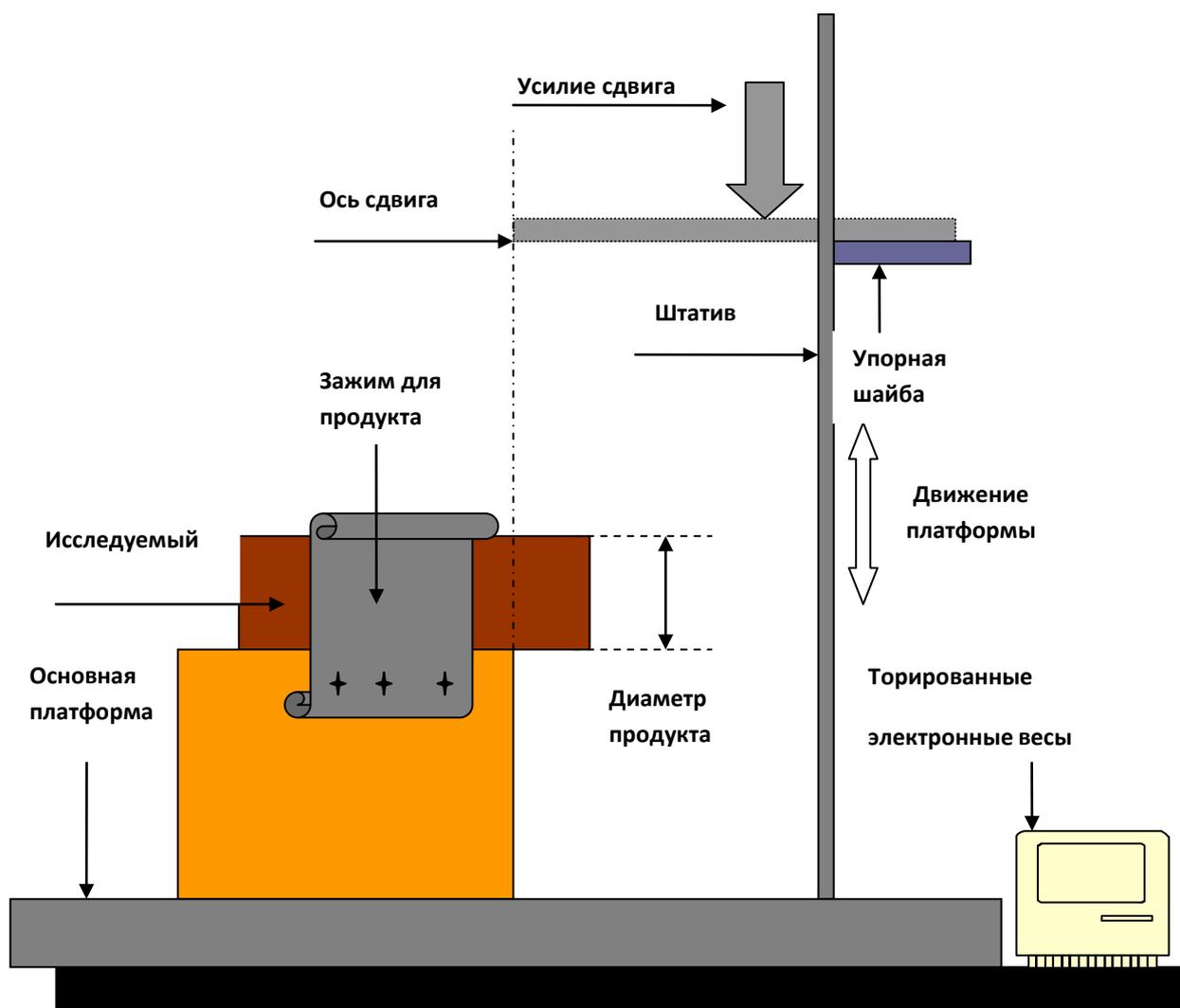
S - площадь поперечного сечения продукта, м²

На рис.3. представлена зависимость предельного напряжения сдвига слоев вареного мясного продукта, в зависимости от концентрации структурирующей добавки. Из графика видно, что увеличение концентрации структурирующей добавки более 3,5% не увеличивает усилие сдвига слоев продукта, следовательно, для конечного структурирования мясной системы достаточно концентрации добавки 2,6-3,5%, в зависимости от жирности исходного сырья. Увеличение

концентрации структурирующей добавки не увеличит адгезионные силы сцепления мясной системы, а только ухудшит органолептические

Рис. 1. Схема установки для определения усилия сдвига мясных продуктов

показатели («кусаемость», «упругость», «нежность» и т.п.). Кроме того, избыточная концентрация структурирующей добавки приведет к гелиевому отеку продукта после термообработки. Для контроля органолептических показателей мясных продуктов может быть использована установка для определения усилий резания, схема, которой представлена на рисунке 2.



Усилие среза (F) можно определить следующим образом:

$$F = (G + P_{\min}) * 9,8 \cdot (d * b) \text{ [Н/м}^2\text{]}, \text{ где}$$

G - вес площадки, [кг]

P_{\min} – минимальный вес груза, расположенного на площадке, при котором происходит резание продукта до конца, [кг]

$G + P_{\min}$ - вес среза, [кг]

d - диаметр струны, [м],

b - длина среза, [м],

$S = d * b$ - площадь среза, [м²]

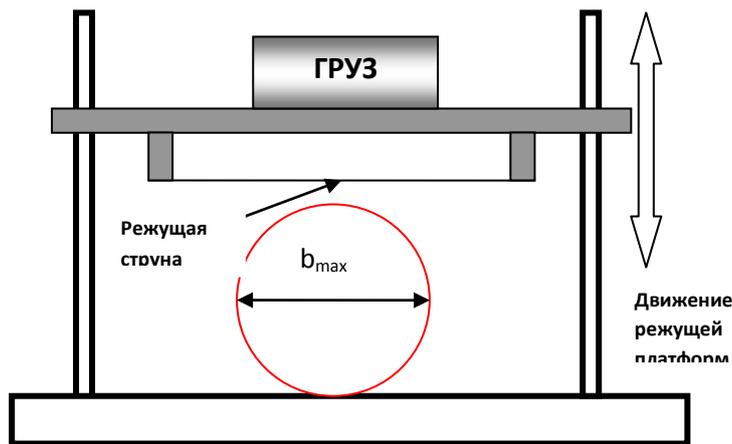
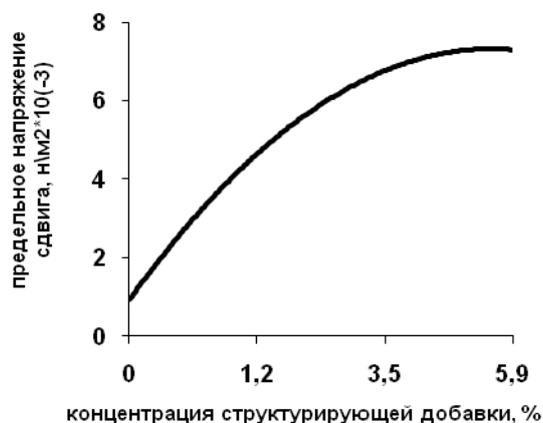


Рис. 2. Схема установки для определения усилия резания пищевых продуктов

Из зависимости представленной на рис.4 видно, что при превышении концентрации структурирующей добавки в 3,5% вареное изделие становится слишком плотной. До значений 1%, сближение значений начального и конечного усилия среза характеризует недостаток концентрации структурирующей добавки, то после значения 3,7% - её избыток, ухудшающий показатели «кусаемости», «упругости» и «нежности».



— предельное напряжение сдвига, н/м² * 10(3)

Рис. 3. Предельного напряжения сдвига вареного мясного продукта, в зависимости от концентрации структурирующей добавки

Установки позволяют также исследовать модули упругости, процессы релаксации и ползучести, получать деформационные кривые при различных

скоростях деформации. Рассматриваемые установки являются условно-абсолютными реометрами, как ротационные и капиллярные вискозиметры и конические пластометры [3].

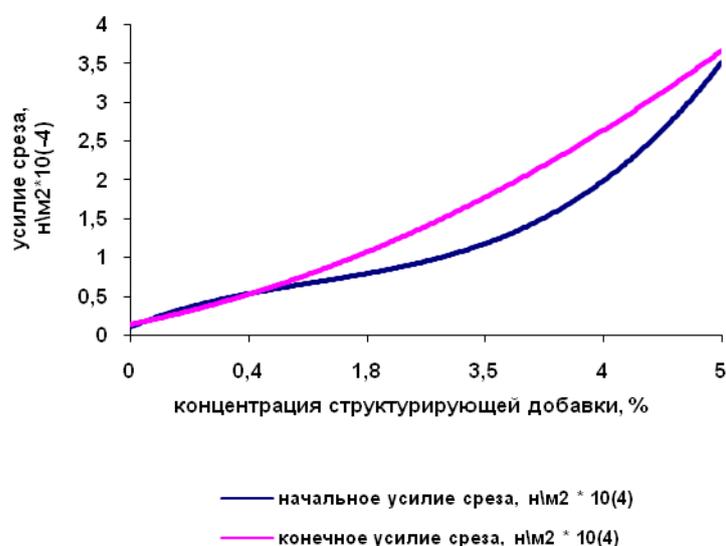


Рис. 4. Зависимость усилия сдвига вареного мясного продукта от концентрации структурирующей добавки

При определении предельного напряжения сдвига инвариантность установки очевидна, но при вискозиметрировании неньютоновских сред (фаршей, структурированных продуктов, мясных полуфабрикатов), с неизвестным реологическим уравнением могут возникнуть проблемы определения скоростей сдвига в зазоре между исследуемым продуктом и режущей пластиной, на поверхности которой скорость сдвига зависит от расстояния между ней и исследуемым продуктом. Кроме того, необходимо учитывать особенности нестационарного пускового периода. Необходимо вычислить время выхода прибора на стационарный режим по моменту, когда ускорение режущей пластины будет практически нулевым, для постоянного расстояния между ней и срезом продукта. Представленные установки, просты в изготовлении и использовании. Они могут быть сделаны силами любого мясоперерабатывающего предприятия или организацией занимающейся продажей функционально-технологических добавок.

Список использованной литературы:

1. Reher E.O., Jazer I. Zur Berechnung des Leistungsverbrauchs und der Optimierung von Scraper-Rührern in laminaren Strömungsbereich für nicht-Newtonscher Flüssigkeiten // Plaste und Kautschuk. – 1970. – Bd. 17, N 9. – S. 642-647.
2. Горбатов А. В. Реология мясных и молочных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 384 с.
3. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справ. / Под ред. Ю. А. Мачихина/. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
4. Измайлова З. Н., Ребиндер П. А. Структурообразование в белковых системах. – М.: Наука, 1974. – 268 с.