

UNTERSUCHUNG VON GEFRIERUNG DER KLEINSTÜCKIGEN FLEISCHWAREN IN DER VIBRIERAEROSTEDENDEN SCHICHT

N.A.GERASSIMOW, W.A.TELDER, A.W.JAKOVLEW

Leningrader technologisches Institut für Kältetechnik, UdSSR

Es wird die Beschreibung des Prüfstandes, Methodik von Experimentdurchführung und die Auswertung der Versuchsangaben angegeben. Die Untersuchungsergebnisse zeugen von den großen Perspektiven der Verwendung der mechanischen Auflockerung der Schicht kleinstückiger Fleischprodukte während ihres Nachgefrierens in einer vibrieraerosiedenden Schicht von bedeutender Dicke.

Die Anwendung des vorläufigen Nachgefrierens gibt die Möglichkeit, diese Methode auch für größere Fleischerzeugnisse zu benutzen, darunter für Koteletten und "Pellmenji", und die Anwendung der Vibration intensiviert das Nachgefrieren dieser geschütteten Produkte sogar bei beträchtlicher Schichtdicke.

STUDIES ON FREEZING MEAT PRODUCTS IN SMALL PIECES IN FLUIDIZED BED WITH VIBRATION

N.A.GERASSIMOV, V.A.TADER, A.V.YAKOVLEV

Leningrad Technological Institute of Refrigerating Industry, Leningrad, USSR

The description of the rig, that of the approach and the treatment of experimental data are presented in the paper.

As the investigation shows, mechanical loosening of bulked meat products in small pieces is likely to be practicable when they are frozen in a thick fluidized bed. When preliminary subfrozen, meat products of larger size (e.g., dumplings, croquettes, cutlets) may be processed by this method. Vibration is found to promote freezing of such products even in thick layers.

ETUDE DE LA CONGELATION DES PETITES PRODUITS DE BOUCHERIE DANS LE LIT VIBROAERO-FLUIDIFIE

N.A.GUERASSIMOV, V.A.TEYDER, A.V.JAKOVLEV

Institut technologique du Froid, Léninegrad, U.R.S.S.

On décrit l'installation, la méthode de la réalisation des essais et le traitement des données expérimentales. Les résultats de la recherche montrent les avantages perspectifs de l'utilisation de l'ameublissement de la couche des petits produits de boucherie au cours de leur congélation définitive dans un lit vibroaérofluidifié d'une épaisseur considérable. L'utilisation de la faible congélation préalable permet d'employer cette méthode pour des produits plus gros, y compris les pelménis (oreillettes farcies de viande) et les croquettes. L'utilisation de la vibration intensifie la congélation définitive de ces produits en vrac, même quand l'épaisseur de la couche est considérable.

Исследование замораживания мелкоштучных мясопродуктов в виброаэрокипящем слое

Н.А.ГЕРАСИМОВ, В.А.ТЕЙДЕР, А.В.ЯКОВЛЕВ

Технологический институт холодильной промышленности, г.Ленинград, СССР

Приводится описание стенда, методики проведения эксперимента и обработки опытных данных. Результаты исследования свидетельствуют о перспективности использования механического разрыхления слоя мелкоштучных мясопродуктов при домораживании их в виброаэрокипящем слое значительной толщины. Применение предварительного подмораживания позволяет использовать этот способ для более крупных продуктов, в том числе для пельменей и котлет, а использование вибрации интенсифицирует домораживание этих продуктов россыпью даже при значительной толщине слоя.

Исследование замораживания мелкоштучных мясопродуктов в виброаэрокипящем слое

Н.А.ГЕРАСИМОВ, В.А.ТЕЙДЕР, А.В.ЯКОВЛЕВ

Технологический институт холодильной промышленности, г.Ленинград, СССР

Массовое производство быстрозамороженных мелкоштучных мясопродуктов, в том числе пельменей, фрикаделек, котлет и других мясных полуфабрикатов, находит все большее распространение в СССР и за рубежом, а общий объем производства составляет миллионы тонн. Учитывая специфические особенности таких мясопродуктов (нежная консистенция, липкая или панированная поверхность и т.д.), их предпочитают замораживать россыпью в воздушных скороморозильных аппаратах, либо в криогенных аппаратах. Благодаря универсальности и дешевизне замораживание в воздухе более широко применяется для холодильной обработки большинства мелкоштучных продуктов. Одним из путей повышения интенсивности замораживания в воздухе является подмораживание мелкоштучных мясопродуктов на стальной ленте, обдуваемой холодным воздухом, с последующим домораживанием их россыпью в слое значительной толщины. Однако при этом от 60 до 90% времени затрачивается на домораживание, что сдерживает увеличение производительности всего замораживающего устройства. Для интенсификации процесса домораживания мелкоштучных мясопродуктов в воздухе и уменьшения размеров аппарата сотрудниками отраслевой лаборатории кафедры холодильных установок предложено применить комплексное воздействие потока воздуха и вибрации на толстый слой домораживаемого продукта, т.е. проводить домораживание в виброаэрокипящем слое.

Из-за отсутствия приемлемых расчетных зависимостей для определения коэффициента теплоотдачи при домораживании мелкоштучных мясопродуктов в виброаэрокипящем слое пришлось прибегнуть к экспериментальному исследованию. В задачу эксперимента входило получение средних значений коэффициентов теплоотдачи в виброаэрокипящем слое различной толщины. Одновременно исследовалось влияние вибрации на скорость фильтрации и сопротивление виброаэрокипящего слоя при отрицательных температурах воздуха. Исследования проводились на экспериментальном стенде (рис.1), состоявшем из следующих элементов: камеры I квадратного сечения, две стороны которой были обшиты водостойкой фанерой, а две другие выполнены прозрачными; решетки 4, вентилятора 5, вибратора 2, воздухопроводов 8, изолированных пенополистиролом, воздухоохладителя 9, подключенного к фреоновой холодильной установке и измерительных приборов. Решетка 4 подвешивалась в камере на пружинных амортизаторах 3, а ее каркас был жестко связан с вибратором дебалансного типа. С помощью вибратора создавались колебания решетки частотой 24 Гц и амплитудой $I \pm 3,2 \text{ мм}$, причем величина амплитуды измерялась с помощью мерного клина, а изменение ее величины достигалось путем замены противовесов вибратора.

Холодный воздух в камеру подавался центробежным вентилятором, производительность которого регулировалась с помощью шиберов на всасывающем канале, а расход воздуха определялся по средней скорости во всасывающем воздуховоде. Скорость движения воздуха измерялась с помощью нормальной трубки в комплекте с микроманометром ЦАГИ.

Такой же микроманометр использовался для измерения сопротивления слоя и решетки. Исследование проводилось на парафиновых и алюминиевых моделях пельменей, а также на продуктах (пельмени, котлеты). Высота неподвижного слоя на решетке при проведении исследований для моделей пельменей изменялась от 0,063 до 0,147 м, для пельменей составляла 0,105 м и котлет — 0,080 м.

Методика проведения эксперимента на моделях и продукте в основном совпадала. Отличие заключалось в том, что перед опытом пельмени и котлеты подмораживались на металлических листах в специальной камере, после чего продукт загружался на вибрирующую решетку опытной камеры, температура в которой была $-23 \pm -25^\circ\text{C}$.

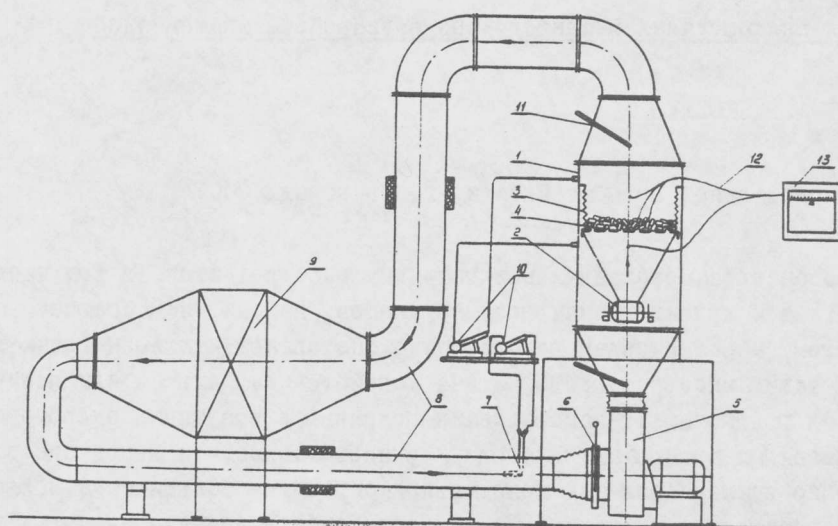


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 - камера; 2 - вибратор; 3 - пружинные амортизаторы; 4 - решетка; 5 - вентилятор; 6 - шибер; 7 - нормальная трубка; 8 - воздуховоды; 9 - воздухоохладитель; 10 - микроманометр ЦАГИ; 11 - термометр; 12 - термопары; 13 - электронный автоматический потенциометр ЭПП-09-МЗ.

fig. 1. Experimental rig: 1 - freezing chamber; 2 - vibrator; 3 - spring buffers; 4 - perforated screen; 5 - fan; 6 - valve; 7 - standart tube; 8 - air ducts; 9 - air cooler; 10 - micromanometer ЦАГИ; 11 - thermometer; 12 - thermo-couples; 13 - electronic self-balancing potentiometer ЭПП-09-МЗ.

При проведении опытов две котлеты (пельмени), с заделанными в их центре и на поверхности хромель-копелевыми термопарами и такие же защищенные термопары укладывались поверх слоя продукта. Измерение температур и запись их на ленту осуществлялись электронным автоматическим потенциометром.

При обработке результатов опытов по записям на ленте строились термограммы (рис.2), данные которых использовались для определения коэффициента теплоотдачи. Для этих целей из термограмм использовались значения $t_c, t_s, t_{cm}, \vartheta, \Delta t_v, \Delta \tau$.

Коэффициент теплоотдачи рассчитывался по формуле

$$\alpha = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t_v}{F \cdot \vartheta \cdot \Delta \tau}$$

где m - масса модели или единичного продукта, кг;

c - теплоемкость материала модели или продукта, кДж/кг.град;

Δt_v - приращение средней объемной температуры за интервал $\Delta \tau$, град;

F - поверхность модели или единичного продукта, м²;

ϑ - перепад температур между поверхностью модели или продукта и охлаждающей средой, град;

$\Delta \tau$ - интервал времени, для которого подсчитывалось значение α , с.

Результаты вычислений представлены в виде графика на рис.3. На графике нанесено изменение α_{cp} в зависимости от амплитуды A колебания решетки для котлет при высоте неподвижного слоя $H_0 = 0,08$ м для моделей пельменей и пельменей при $H_0 = 0,105$ м. Из графиков следует, что комплексное воздействие потока холодного воздуха и вибрации на толстый слой из домораживаемого продукта оказывается целесообразным, т.к. способствует интенсификации теплообмена в слое продукта. Продолжительности домораживания котлет и пельменей от температуры -3°C до -15°C в центре в виброкипящем слое, полученная опытным путем, приведена в таблице I и оказывается примерно в 1,4 + 1,5 раза меньшей, чем при домораживании в таком же, но спокойном слое.

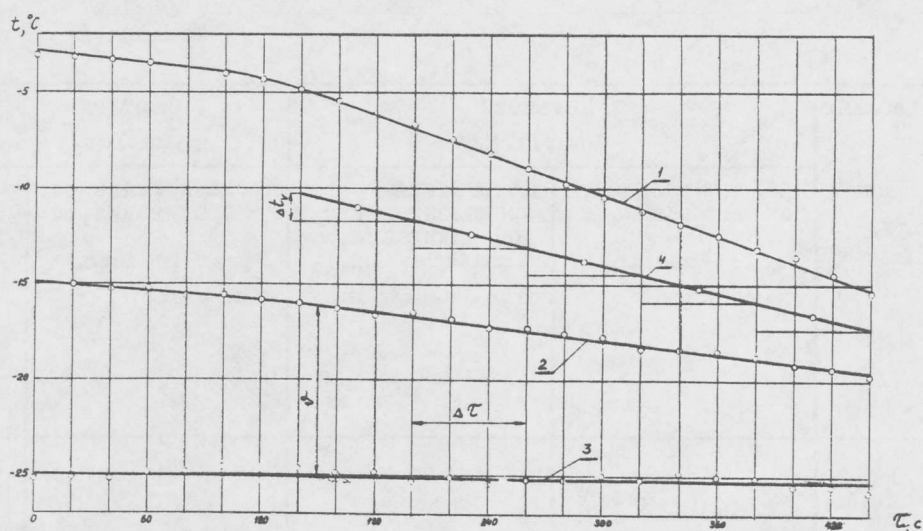


Рис.2. Пример обработки термограмм: 1 - температура в центре продукта t_c ; 2 - температура поверхности продукта t_s ; 3 - температура охлаждающей среды t_{cm} ; 4 - средняя объемная температура продукта (по расчетным данным) t_v .

Fig. 2. Thermogram:

1 - product core temperature t_c ; 2 - product surface temperature t_s ; 3 - cooling medium temperature t_{cm} ; 4 - product mean volumetric temperature (on data obtained) t_v .

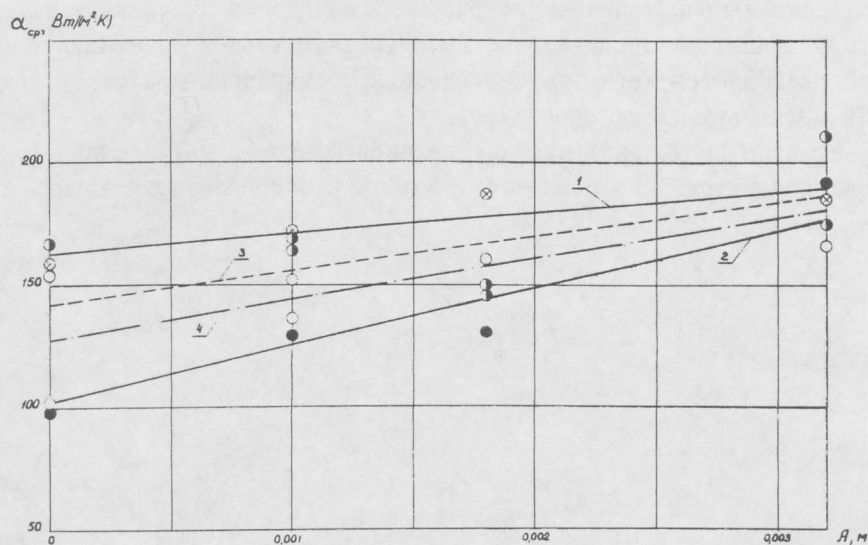


Рис.3. Зависимость изменения среднего значения коэффициента теплоотдачи при доморазживании мелкоштучных мясopодуктов в виброаэрокипящем слое от амплитуды колебаний решетки: 1 - для алюминиевой цилиндрической модели пельмени при $H_0 = 0,105$ м - $\otimes$; 2 - для парафиновой цилиндрической модели пельмени при $H_0 = 0,105$ м - $\bullet$; 3 - для пельменей при $H_0 = 0,105$ м - $\circ$; 4 - для котлет при $H_0 = 0,080$ м - $\circ$.

Fig. 3. Heat transfer coefficient value change during final freezing of meat products in small pieces in a vibrant fluidized bed with perforated screen vibration: 1 - for aluminium cylinder dumpling model at $H_0 = 0,105$ m - $\otimes$; 2 - for paraffin cylinder dumpling model at $H_0 = 0,105$ m - $\bullet$; 3 - for dumplings at $H_0 = 0,105$ m - $\circ$; 4 - for cutlets at $H_0 = 0,080$ m - $\circ$.

Таблица I table 1

Амплитуда колебаний решетки, м Perforated screen vibration range, m	Пельмени Dumplings		Котлеты Cutlets	
	Продолжительность домораживания, с Final freezing time, sec	Сокращение продолжительности домораживания, % Final freezing time reduction, %	Продолжительность домораживания, с Final freezing time, sec	Сокращение продолжи- тельности доморажива- ния, % Final free- zing time reduction, %
0	700	0	840	0
0,0010	530	24	580	21
0,0018	480	31	520	28
0,0032	400	43	440	48

Использование полученных значений коэффициентов теплоотдачи в виброаэрокипящем слое позволяет определить продолжительность домораживания продуктов в нем.

Гидродинамическое исследование виброаэрокипящего слоя показало, что при воздействии вибрации на слой продукта хорошее разрыхление слоя достигается при скорости фильтрации воздуха, которая ниже критической, необходимой для образования кипящего слоя; при этом сопротивление слоя и решетки при различных режимах с вибрацией не превышало 60 мм вод.ст., что позволяет использовать для подачи воздуха обычный центробежный вентилятор.

Таким образом применение механического разрыхления слоя значительной толщины из предварительно замороженных мясopодуkтов с помощью вибратора в сочетании с продуванием воздуха сквозь слой оказывается легко осуществимым и эффективным средством ускорения процесса домораживания мелкоштучных мясopодуkтов.

Одновременно наглядно продемонстрирована целесообразность двухстадийного замораживания мелкоштучных мясopодуkтов, что позволяет создать высокопроизводительный и сравнительно компактный аппарат.