

**ЕВРОПЕЙСКИЙ КОНГРЕСС РАБОТНИКОВ
И И МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

21st

th **EUROPEAN CONGRESS
OF MEAT RESEARCH INSTITUTES**

ter **EUROPÄISCHER KONGREGß
DER FLEISCHFORSCHUNGSINSTITUTE**

ème **CONGRES EUROPEEN
DES INSTITUTS DE RECHERCHES
SUR LES VIANDES**

N.E.Fedorow, I.A.Rogow, A.W.Gorbatow,
E.E.Afanassow, A.E.Golowkin,
W.W.Fomenko

EINE FLIESSLINIE ZUR HERSTELLUNG

DARMLOSER WURSTERZEUGNISSE

.N

64

МОСКВА 1962г.

EINE FLIESSLINIE ZUR HERSTELLUNG DARMLOSER
WURSTERZEUGNISSE

Prof. N.E.Fedorow, Kand.techn.Wis I.A.Rogow,
Kand.techn.Wis. A.W.Goroatow, Ing. E.E.Afanassow,
Ing. A.E.Golowkin, W.W.Fomenko

Das Moskauer technologische Institut der Fleisch-
und Milchindustrie. UdSSR

Entwicklung einer Fließlinie zur Herstellung darmloser
Wursterzeugnisse ohne langwierigen Füllens, Abbindens, Abhän-
gens usw. ist äusserst erwünscht. Bei solcher Methode kann
elektromagnetische Energie angewendet werden, die besonders
voll in Wärme übergeht. Als Energiequellen können hochfrequen-
te und Widerstandserwärmung sowie infrarote Strahlung im
breiten Spektrum dienen.

Es ist schwer, die Erzeugnisse in einer Fließlinie im
geschlossenen Kanal zu verfertigen, da dabei plastisch-viskose
Strömung des Fleischbräts gestört wird, was mit den thermo-
biologischen Veränderungen dessen struktural-mechanischen
Eigenschaften zusammenhängt (1).

In der letzten Zeit werden in verschiedenen Industrie-
zweigen zur thermischen Behandlung (2-8) infrarote Erwärmung

sowie Widerstandserwärmung des Produkts immer mehr angewendet. Doch finden die genannten Methoden in der Fleischindustrie wenig Verbreitung, da sie techniko-ökonomisch und experimentell nicht genug begründet sind.

Unsere Aufgabe bestand in der Entwicklung von einer zweckmässigen Einrichtung zur Herstellung der darmlosen Würste in der Fließlinie sowie in der Prüfung von einzelnen Elementen und Knöten dieser Anlage.

Im allgemeinen soll die Anlage folgende Geräte einschließen:

- 1) Form- und Portionierungseinrichtung mit eventueller Brät-Vorerwärmung zwecks Eiweisskoagulation;
- 2) Einrichtung zum Verleihen des Räucheraromas und -Geschmacks (elektrische Räucherung);
- 3) Einrichtung zur endgültigen Wärmebehandlung und Krustebildung;
- 4) Verpackungsapparat für Fertigerzeugnisse.

Die Räucherungs- sowie Verpackungsvorgänge sind weit bekannt (9, 10) und werden in der vorliegenden Arbeit nicht besprochen.

Während der Formung mit Vorerwärmen im Elektrokoagulator bewegt sich der Brätstrom gegen die unbeweglichen Elektroden, die eine formende Quadrat- oder Rechteckdüse bilden. Im Laufe des Erwärmens nimmt der elektrische Widerstand des Brätstromes ab, woraus die Notwendigkeit der Energieveränderung entsteht. Zur Elektrokoagulation-Regelung wird die Brätrohrleitung sektionsweise eingerichtet. Jede reihenschluss eingeschaltete Sektion dient als Wärmeelement, das von den Ne-

bensektionen elektroisoliert ist (Abb. 1).

Die elektrische Speisung erfolgt durch die jeder Sektion entsprechende Transformationsstufe, wobei der Zufuhr der erforderlichen Elektroenergie je nach der Veränderung von Erzeugnis-Beschaffenheit bei der Wärmebehandlung variieren kann. Ausserdem ersetzt der Autotransformator, wo jede Sektion getrennt und differenziert gespeist wird, eine komplizierte Programmregelung; er wird ein Mal für den gesamten technologischen Vorgang je nach der Erzeugnisart eingestellt.

Die Untersuchungen ergaben, dass es am zweckmässigsten ist das Erwärmen bis zu einer Temperatur durchzuführen, die solche struktural-mechanischen Eigenschaften des Bräts bedingt, bei denen die plastische Deformation die elastische überwiegt. Dies ermöglicht, die erforderliche Höhe des hydraulischen Widerstands im Formungsteil der Rohrleitung zu erhalten. Auf solche Weise sichert das Elektrowärmegerät eine teilweise Eiweisskoagulation, die zur Bildung der Anfangswurstform erforderlich ist. Die genannte Elektrokoagulation erfolgt bei 45-50°C. Die zur Garmachung des Produkts erforderliche Wärme soll eine andere ausserhalb des Elektrowärmegeräts liegende Wärmequelle liefern.

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass der elektrische Betriebsfrequenz-Strom im System Elektroden-Brät komplizierte elektrochemische Veränderungen hervorruft, die zur Elektrodenerosion führen. Als Elektrodenmaterial dienten verschiedene Stahlsorten, Aluminium und Platin. Das letzte ergibt keine sichtbare Erosion, allerdings sind dabei die Brätveränderungen nicht ausgeschlossen. Die mit den Elektrolyseer-

scheinungen und daraus resultierenden Folgen zusammenhängenden Schwierigkeiten veranlassten uns, das elektrische Erwärmen des Bräts zu beseitigen und die beständige Wurstform auf rein konstruktivem Wege zu erzielen.

Zu diesem Zweck wurden die Formung und Portionierung in einer aus Vinyl-Kunststoff hergestellten Rotor-Einrichtung vorgenommen. Das allgemeine Einrichtungs-Schema ist aus der Abb.2 ersichtlich. Das Brät wird dem Trichter (1) zugeführt, wo es mit Hilfe einer Kegelschnecke die Formungs-Kolbenzellen auf dem Rotor (2) einfüllt. Die geformte Wurst kommt auf den Förderer. Elektrische Räucherung kann dem Erzeugnis Räucheraroma und -Geschmack verleihen. Dazu wurden in die Anlage ein Raucherzeuger (4) und ein Hochspannungs-Ionisationssystem (5) mit lokalem Rauchabsauger (7) und Scheider eingebaut. Die geformten Würste gelangen auf dem Förderer in die Wärmebehandlungszone, wo die infraroten Lampen (8) aufgestellt sind. Beim Räuchern treten aus der Wurst Brühe und Fett aus, die in eine Rinne (9) abfließen. Im Apparatgehäuse (11) gibt es eine Absaugermaschine (10). Die Fertigwaren gelangen mittels des Querförderers (12) entweder in den Verpackungsraum oder in die Ansammlungskammer. Die Apparatsteuerung sowie die automatische Kontrolle der Herstellungsprozesse erfolgen von einem Steuerpult aus.

Die Arbeitsleistung der Anlage in bezug auf Brät kann bei kontinuierlicher Fließarbeit nach folgenden Formeln berechnet werden

$$G_I = 3600 \gamma \cdot f \cdot w \quad \text{kg/h,}$$

worin γ - Volumengewicht, kg/m^3

f - Brat-Querschnittfläche, m^2

w - Fließbandgeschwindigkeit, synchrone Geschwindigkeit des Brätaustritts aus der Düse, $m/Sek.$

Die Behandlungsdauer (τ Sek.) und Fließbandgeschwindigkeit sind bei konstanter Streckenlänge, die der Kammerlänge gleich ist, durch eine einfache Gleichung $\tau w = l$ verbunden.

Falls die Beanspruchung je l laufendes Meter

$$G_I = \gamma \cdot f \text{ kg/m,}$$

beträgt das Erzeugnisgewicht in der Kammer

$$G_{I \text{ kam.}} = \gamma \cdot f \cdot l \text{ kg.}$$

Die Leistung in bezug auf Fertigerzeugnisse ist

$$G_2 = G_I \frac{100-a}{100} \text{ kg/h,}$$

wobei a - den Prozent der verdampften Flüssigkeit während der Herstellung bezeichnet - und bei den gegebenen G_I u G_2 nach der Formel $a = (I - \frac{G_2}{G_I}) \cdot 100\%$ zu dem Gewicht berechnet wird.

In dieser Arbeit wurde besonders auf das Studium des infraroten Bräterwärmens bei kontinuierlicher Fließarbeit geachtet. Als Strahlungsenergie-Erzeuger dienten gasgefüllte Quarzröhrchen mit Wolframspirale, blossgelegte Nichromspiralen und keramische Platten. Die Strahlungselemente wurden mit parabolischen Reflektoren aus poliertem Aluminium versorgt. Die Reflektorenform wurde nach der Gleichung

$$y = 0,0312 x^2 \text{ berechnet.}$$

Die Vorversuche ergaben, dass der optimale Abstand zwischen der Strahlerachse und der Produktoberfläche 100 mm betragen soll.

Die Strahler werden dem Wienschen Gesetz gemäss folgen-

derweise charakterisiert:

Tab. 1

Strahler- Charakteristik	Quarzstrahler	Blossgelegte Spiralen	Keramische Platten
Mikron	1,4	2,41	4,0
T°K	2060	1200	721

In der Tabelle 1 sind die dem Maximum der Energieverteilung im Spektrum entsprechenden Wellenlängen angegeben.

Die Temperaturränder im Wurstquerschnitt wurden mit Hilfe thermoempfindlicher Elemente bestimmt (3, 11). Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse wurden verallgemeinerte Temperaturkurven für die Wurstoberfläche $t_{ob.}(\bar{t})$ und für den Wurstkern $t_k(\bar{t})$ zusammengestellt (Abb. 3). Wie aus den Kurvenverlauf ersichtlich ist, wächst die Wurst-Oberflächentemperatur unter Einwirkung von Quarzstrahlern langsamer an, als es bei den blossgelegten Spiralen der Fall ist, was durch eine tiefere Energieeindringung ins Materialinnere bei der Wellenverkürzung bedingt ist. Diese Tatsache wird auch durch eine schnellere Temperatursteigerung im Wurstkern bei der Quarzstrahler-Anwendung bestätigt.

Durch die keramischen Platten wird an der Oberfläche ein ähnlicher Effekt (wie mit den blossgelegten Spiralen) erzielt, nur dauert der Vorgang 1,5-2 Mal länger. Die Temperaturbedingungen bei den Plattenanwendung sind etwas "weicher" als es bei den blossgelegten Spiralen der Fall ist.

Die Berechnung der Temperaturregimes von nicht stationär-

en Wärmeprozessen wird meistens nach den kriteriellen Gleichungen (8, 12) vorgenommen. Zum Vergleich wird auf der Zeichnung (Abb.4) die Abhängigkeit der dimensionlosen Temperatur im Wurstkern vom Fourierschen Kriterium, sowohl theoretischen als auch nach den experimentellen Durchschnittswerten berechneten bei $Bi = \infty$ (wobei Bi-Kriterium = $\frac{\alpha \cdot R}{\lambda}$).

Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, stimmen die experimentellen Kurven mit den theoretischen recht gut überein. Eine Differenz im Kurvenverlauf ist dadurch zu erklären, dass im Fourierschen Kriterium der Potentialleitungskoeffizient nicht berücksichtigt wird (2,5,12-14).

Die graphisch-analytische Auswertung der Versuchsergebnisse ergab für verschiedenartige Strahler eine Reihe von speziellen Abhängigkeiten zur Temperaturbestimmung im Wurstkern und auf der Oberfläche des Erzeugnisses als einer Funktion der Zeit.

Tab. 2

Die Art des Strahlers	Kerntemperatur t_k	Oberflächentemperatur $t_{ob.}$
Quarzstrahler	$t_k = t_0 \cdot 1^{0,0061 \tau}$	$t_{ob.} = 0,855 t_0 \tau^{0,383}$
Blossgelegte Spiralen	$t_k = t_0 \cdot 1^{0,00508 \tau}$	$t_{ob.} = 0,5 t_0 \tau^{0,511}$
Keramische Platten	$t_k = t_0 \cdot 1^{0,0035 \tau}$	$t_{ob.} = 0,35 t_0 \tau^{0,445}$

Analytische Auswertung der speziellen Gleichungen mit Berücksichtigung der Spektralcharakteristik der Strahler ergab eine allgemeine Gleichung

$$t_k = t_0 \cdot 1^{(7,5 - \lambda) \tau \cdot 10^{-3}} \quad (I)$$

$$t_{0b} = 4,15 \cdot 10^{-4} \cdot t_0 \cdot T \cdot \tau^{0,55} \sin 0,55, \quad (2)$$

worin t_0 - Anfangsbrättemperatur.

Die Gleichungen sind für den untersuchten Bereich der Strahler-Charakteristiken bei Kerntemperatur bis $75-80^{\circ}\text{C}$ gültig.

Die erhaltenen Ergebnisse ermöglichen sowohl die Temperaturberechnung beim infrarotem Erwärmen als auch eine zweckmässige Strahler-Auswahl. Am besten bewährten sich die Quarzröhrchen.

Charakteristisch für das infrarote Erwärmen der Fleischwaren ist der veränderliche Adsorptionskoeffizient, der gegen Ende steil zunimmt. Das hängt damit zusammen, dass die Schwarzfärbung der Wurst immer intensiver wird. Das Formungsverfahren beeinflusst die Höhe des Adsorptionskoeffizienten. Bei rotierender Formung ist der Koeffizient höher, als bei der fliessenden Düsenformung, da der Unebenheitsgrad beim ersten Verfahren deutlicher ist.

Die infrarote Bestrahlung übt eine bedeutende bakterizide Wirkung aus. So, überleben in einer 3 mm - dicken Schicht nach 3 Min. langer Bestrahlung nur 2,3 Prozent zu der Anfangsmikroflora.

Die nach der angegebenen Methode erzeugten Würste haben eine leuchtend-glatte Oberfläche, genügende mechanische Festigkeit, einen angenehmen Geruch und Geschmack.

LITERATUR

- I. Федоров Н.Е., Горбатов А.В., Рогов И.А. О нестационарном тепловом режиме при движении фарша в трубах, "Мясн. индуст. СССР", I, 1962, 50.
2. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки, Госэнергоиздат, М., 1956.
3. Лебедев П.Д. Сушка инфракрасными лучами. ГЭИ, М.-Л., 1955.
4. "Food technol.", 14, 9, 1960, 449.
5. Сегал Е.Р. Технологические основы сушки томатопродуктов инфракрасными лучами. Диссертация, МТИПП, М., 1953.
6. Леконт Ж. Инфракрасное излучение, Изд.инostr.лит., 1959.
7. Сахарова Н.Н. Опыт применения инфракрасных лучей для термической обработки рыбы при изготовлении сардин и шпрот, ГОСИНТИ, М., 1958.
8. Гинзбург А.С. Теплофизические основы процесса выпечки, Пищепромиздат, М., 1955.
9. Федоров Н.Е., Рогов И.А., Электрокопчение колбасных изделий, Сб. тех. информ. МПММП СССР, 18, 1956.
10. "Modern packaging", 31, 2, 1957, 154.
- II. Смит Р., Джонс Ф., Чеснер Р. Обнаружение и измерение инфракрасного излучения, Изд. иностр. лит., 1959.
12. Лыков А.В. Теория теплопроводности. Гостехиздат, 1952.
13. Негушил Н.Е. Исследование упруго-пластических свойств макаронных изделий в процессе сушки, Диссертация, МТИПП, М., 1950.
14. Розенталь Е.О. Исследование процесса сушки желатина, Диссертация, МТИПП, М., 1954.

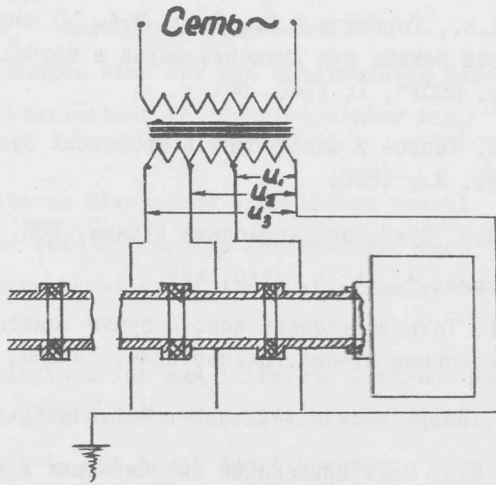


Abb. 1

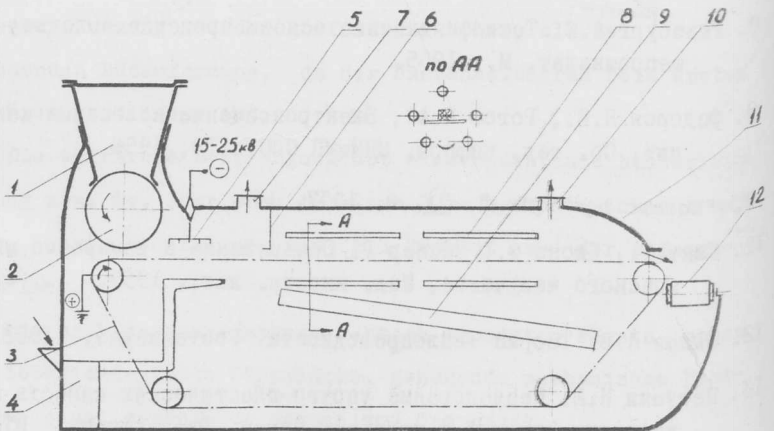


Abb. 2

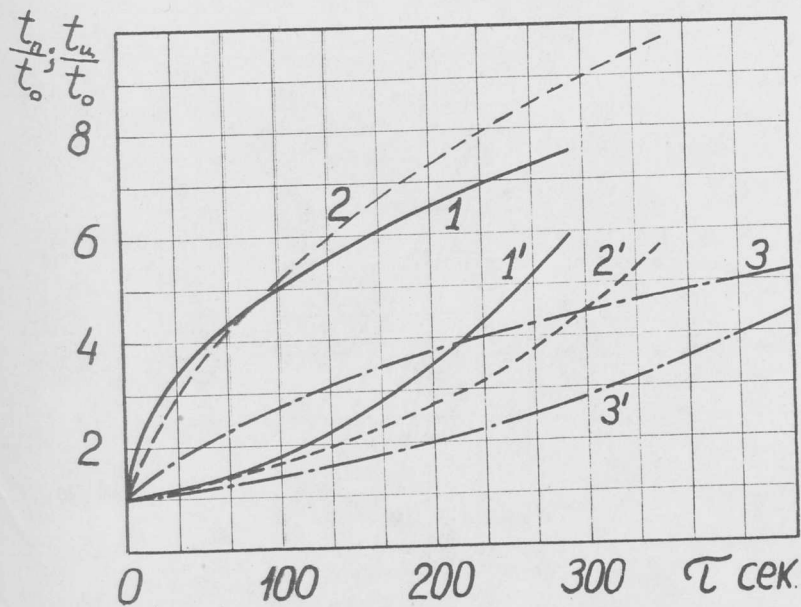


Abb. 3 Quarzröhrchen: I - $\frac{t_{0b.}}{t_0} (\tilde{\tau})$, I' - $\frac{t_k}{t_{0b.}} (\tilde{\tau})$

Blossgelegte Spiralen: 2 - $\frac{t_{0b.}}{t_0} (\tilde{\tau})$, 2' - $\frac{t_k}{t_0} (\tilde{\tau})$

Keramische Platten: 3 - $\frac{t_{0b.}}{t_0} (\tilde{\tau})$, 3' - $\frac{t_k}{t_0} (\tilde{\tau})$

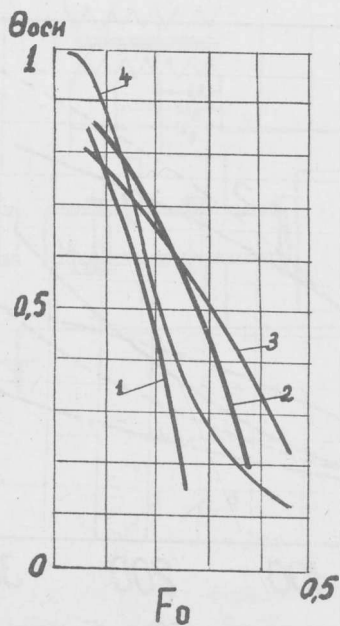


Abb. 4 1 - Quarzröhrchen; 2 - blossgelegte Spiralen;
 3 - keramische Platten; 4 - theoretisch aufgestellte
 Kurve.