

The optimization of energy capacity of the processing equipment of the meat industry

A.N. BOGATYRYOV and N.N. MIZERETSKY

The Moscow Technological Institute of Meat & Dairy Industries, Moscow, USSR

G.D. KONTCHAKOV

The All-Union Meat Research Institute, Moscow, USSR

The problem of energy resources in the meat industry can be solved through the optimization of all the technological processes and equipment - starting from the receipt of raw materials to the distribution of finished products to consumers. At present, most energy-consuming are meats heating and refrigerating processes and equipment.

A non-linear character of optimization ways, which are derived analytically, the historical character of the units proper to measure the optima - all these peculiarities bring forward a demand for replacing the traditional means of the analysis of meat technological systems with more modern ones. The paper indicates how, in the absence of a unique equation for substance condition (utilizing the existing energy resources), energy expenses in the meat industry can be optimized and new low-energy-consuming meat products can be prepared.

Optimierung der Energieintensität der technologischen Ausrüstung in der Fleischindustrie

A.N. BOGATYREW und N.N. MISEREZKY

Das Moskauer technologische Institut für Fleisch- und Milchindustrie, Moskau, UdSSR

G.D. KONTSCHAKOW

Das Allunions-Forschungsinstitut für Fleischwirtschaft, Moskau, UdSSR

Das Problem von Energiequellen für die Fleischindustrie kann durch die Optimierung von technologischen Vorgängen und Ausrüstungen von der Rohstoffannahme bis an die Lieferung der fertigen Produktion an die Verbraucher gelöst werden. Zur Zeit sind die technologischen Vorgänge und Ausrüstungen für die Wärme- und Kältebehandlung von Fleischwaren besonders energieintensiv. Das nichtlineare Wesen von Optimierungswegen, die mit Hilfe von analytischen Mitteln gefunden werden, die Historizität von Einheiten zur Bestimmung des Optimums - all diese Besonderheiten fordern es, die traditionellen Analysemiteln von technologischen Systemen in der Fleischindustrie durch moderne zu ersetzen. In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, wie es unter Bedingungen der Abwesenheit einer einheitlichen Gleichung des Stoffzustandes (bei der Ausnutzung von vorhandenen Energiequellen) die Optimierung des Energieverbrauches in der Fleischindustrie und die Herstellung von neuen energiemichtintensiven Fleischwaren realisiert werden können.

13.7

Optimisation de la capacité d'absorption de l'énergie de l'équipement technologique pour l'industrie de viande

A.N.BOGATIREUV et N.N.MIZERETSKY

Institut technologique de Moscou pour l'industrie de viande et de lait, Moscou, URSS

G.D.KONTCHAKOV

Institut de recherches pour l'industrie de viande de l'URSS, Moscou, URSS

Les problèmes des ressources énergétiques de l'industrie de viande peuvent être résolus pour le compte de l'optimisation des processus technologiques et de l'équipement sur toute la ligne dès la réception des matières premières jusqu'à la livraison des produits finis aux consommateurs. A l'étape actuelle les processus technologiques et l'équipement pour le traitement thermique et frigorifique des produits carnés sont les plus capables d'absorber l'énergie.

Le caractère non linéaire des voies d'optimisation qu'on peut déterminer à l'aide des moyens analytiques, l'historicité des unités mêmes du mesurage d'optimum - toutes ces particularités provoquent la nécessité de changer les moyens traditionnels de l'analyse des systèmes technologiques de l'industrie de viande en ceux-ci plus modernes. Le rapport montre de quelle manière, dans des conditions d'absence de l'équation commune d'état de la substance (à utilisation des sources d'énergie existantes), peut-on réaliser l'optimisation de consommation d'énergie de l'industrie et la production de nouveaux types de produits carnés à petite capacité d'absorber l'énergie.

Оптимизация энергоемкости технологического оборудования мясной промышленности

Г.Д.КОНЧАКОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

А.Н.БОГАТЫРЕВ, Н.Н.МИЗЕРЕЦКИЙ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Проблема энергетических ресурсов мясной промышленности может быть решена за счет оптимизации технологических процессов и оборудования на всем пути от приемки сырья до доставки готовой продукции потребителям. В настоящее время наиболее энергоемкими являются технологические процессы и оборудование для тепловой и холодильной обработки мясопродуктов. Нелинейный характер путей оптимизации, которые находят с помощью аналитических средств, историчность самих единиц измерения оптимума - все эти особенности выдвигают потребность в замене традиционных средств анализа технологических систем мясной промышленности на более современные. В статье показано, как в условиях отсутствия единого уравнения состояния вещества (при использовании существующих источников энергии) может быть реализована оптимизация энергозатрат отрасли и осуществлен выпуск новых видов неэнергоемких мясопродуктов.

Оптимизация энергоемкости технологического оборудования мясной промышленности

Г.Д. КОНЧАКОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

А.Н. БОГАТЫРЕВ и Н.Н. МИЗЕРЕЦКИЙ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, Москва, СССР

Производство продуктов питания в ведущих странах мира в условиях укрупнения, централизации, специализации и оснащения мясоперерабатывающих предприятий современным оборудованием, а также кооперирования предприятий на уровне районов, регионов и целых континентов является не только ключом к решению многих проблем (Я.Л. Орлов, 1978), но одновременно и источником их возникновения. Так на фоне все возрастающего мирового потребления первичной энергии (табл. 1) (В.В. Михайлов, 1978) проблема эффективного использования энергетических ресурсов мясной промышленности становится весьма актуальной.

Таблица 1
Table 1

Г о д н Year	Потребность в энергии, млрд. т Demand for energy, mlrd t	Население, млн. чел. Population, mln	Удельное потребление энергии, кг/(чел.год) Specific consumption of energy, kg/man-year
1975	8,8	3796	2320
1980	11,0	4050	2720
1985	15,0	4480	3350
1990	17,0	4600	3700
2000	25,0	5200	4800

Ярким подтверждением этого положения являются данные о динамике увеличения расхода энергоресурсов по отрасли за период 1970–1978 г.г. в % к 1966 г. (табл. 2).

Table 2. Таблица 2

Показатель Index	Г о д Year				
Энергоресурсы Energoresources	1970	1975	1976	1977	1978 (план) plan
Топливо Fuel	24,3	45,5	52,2	53	58,3
Электроэнергия Electricity	27,3	81,1	87,0	94,8	107,1
Тепловая энергия Thermal energy	73,5	75,3	87,4	89,7	94,4

Учитывая, что затраты на производство и его социальная эффективность взаимосвязаны для всех видов продукции (К.К. Вальтух, 1978), энергетическая проблема мясоперерабатывающего производства может быть решена только за счет оптимизации технологических процессов и оборудования на всем пути от приемки сырья до доставки готовой продукции потребителям. В настоящее время наиболее энергоемкими являются технологические подсистемы для тепловой и холодильной обработки мясопродуктов.

Например, на процессы сушки пищевых продуктов затрачивается до 15% топлива (А.Ф. Бурлянда, 1978), на производства холода для технологических нужд мясной промышленности – до 57% электроэнергии, причем при переходе от температур порядка – 15°C к температурам порядка – 30°C расход ее увеличивается вдвое. В 1969 г. теплоемкость продукции пищевой промышленности составляла около 7 ГДж/тыс.руб. (В.В. Михайлов, 1978), а уже к 1974 г. расход энергии на производство пищи составил 10 ккал/ккал (I.S. Steinhart, 1974). Механизация и автоматизация тяжелого и малопродуктивного труда на подсобных, складских и транспортных операциях потребует дополнительного расхода энергии до 3500 кВт.ч в год на одного освобожденного рабочего (С. Богатко, 1979). Эти данные подтверждают и тот факт, что единообразная оценка

энергоёмкости технологических процессов и оборудования на сегодняшний день отсутствует.

Все вышеизложенное дает основание полагать, что решение проблемы энергозатрат в мясоперерабатывающем производстве необходимо начать с разработки критерия эффективности использования энергии, подведенной к конкретному технологическому процессу или оборудованию. В качестве такого критерия (К) предлагается использовать отношение произведения показателя степени завершенности процесса (η) на энергетический коэффициент полезного действия оборудования (η_0) к числу Дьярмати (G_y):

$$K = \frac{\eta_0 \cdot \eta}{G_y} \quad (I)$$

Типовые графики зависимости $\eta = f(G_y)$ для различных технологических процессов, характерных для мясной промышленности, приведены на рис. 1. Как следует из рис. 1, при одинаковых значениях показателя η_0 в соответствии с формулой (I) менее энергоёмким является оборудование с более высоким значением показателя η/G_y .

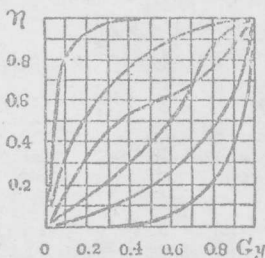


Рис. 1.
Fig. 1

Не менее важной задачей при оптимизации энергоёмкости технологических подсистем мясной промышленности (в условиях отсутствия единого уравнения состояния вещества) является аналитическое описание основных термодинамических характеристик реальных тел (плотности, энтальпии, теплоёмкости, теплопроводности и т.п.). Эта задача может быть решена путем построения аддитивных моделей указанных характеристик. Так, например, для широкого класса растворов, применяемых в мясоперерабатывающем производстве, предлагается использовать аддитивную модель теплопроводности раствора (λ) в зависимости от температуры (t) и концентрации растворенного вещества (C) (вне зоны фазового перехода при условии $t < 0$) в виде:

$$\lambda = \lambda_0 - \frac{\lambda_0}{n_1} \cdot t - \frac{\lambda_0}{n_2} \cdot C \quad (2)$$

В соответствии с критерием (I) энергоёмкость обработки растворов животного происхождения, подчиняющихся уравнению (2), растет с повышением концентрации и уменьшается с понижением температуры раствора. Этот факт дает основание утверждать, что переход от термостерилизации к криостерилизации позволит достигнуть в мясной промышленности существенной экономии энергии. При построении аналитических моделей термодинамических характеристик фарша колбасных изделий, претерпевающего в процессе технологической обработки фазовые превращения, рекомендуется применять метод контурных функций (Г.Д. Кончаков, Н.Н. Мизерецкий и др., 1977) в сочетании с методом периодических решеток (W. Woodside, 1958).

Эти методы дают возможность легко описать энергетические особенности всей группы технологических подсистем для разрушения структуры сырья и создания структуры продукта и, в частности, учесть нелинейность таких многосвязных технологических процессов как варка колбасных изделий (три фазовых перехода), сублимационная сушка мясopодуKтов (неоднозначность показателя t при 4 - стадийности процесса), центрифугирование пищевых жидкостей (волнообразный характер течения жидкости в рабочих каналах центрифуг и наличие бифуркаций в процессе разделения фаз).

Для решения задач оптимизации энергоёмкости технологического оборудования мясоперерабатывающего производства требуется не только наличие некоторого класса конкурирующих технических систем, но и наличие их математических моделей. В схеме (Н.Н. Мизерецкий, 1973) приведены нумерация (№ 1-№ 81), внешний вид и частоты применения совокупности аналитических моделей типовых технологических подсистем мясной промышленности. Совершенно очевидно, что энергоёмкость, например модели № 5 ($1:6,8 = 0,147$), значительно меньше, чем энергоёмкость, например, модели № 81 ($1:0,3 = 3,334$).

Все вышеизложенное дает основание считать, что при задании конкретных целевых функций и, в частности значений критерия "К", процедура оптимизации энергоёмкости технологического оборудования мясной промышленности над полем типовых алгоритмов технологических подсистем (см. схему) с помощью метода стягивающих пересечений может быть реализована до конечного результата.

