

Optimierung von technologischen Untersystemen in der Fleischindustrie

W.M. GORBATOW, R.R. BARBETTI, A.N. BOGATYRJEV, N.N. MISEREZKIJ

Allunions-Forschungsinstitut für Fleischindustrie

Im Zusammenhang mit der intensiven Entwicklung von neuen technologischen Vorgängen in der Fleischindustrie, die in der Regel verschiedenartige technische Ausstattung brauchen, ist das Schaffen eines unifizierten und genauen Systems zur Wahl einer optimalen Variante sehr aktuell.

Es wird eine Methode auf der Grundlage eines thermodynamischen Herangehens angeboten, die es ermöglicht, diese Aufgabe im Rahmen der Gesamttheorie des optimalen Funktionierens von technologischen Untersystemen in der Fleischindustrie zu lösen. Es wird das Gesamtschema der Optimierung dargelegt. Ein konkretes Beispiel für dessen Verwendung wird angeführt.

Optimization of the technological sub-systems in the meat industry

V.M. GORBATOV, R.R. BARBETTI, A.N. BOGATYRYOV and N.N. MIZERETSKY

The All-Union Meat Research Institute, Moscow, USSR

Due to the fact that the meat industry is being equipped with still new technological processes, for which realization a great number of various pieces of equipment is, as a rule, offered, the problem of creating a unified and controlled system for selecting an optimum alternative is quite urgent.

On the basis of the thermodynamic approach, the authors suggested a method which allows to solve the problem within the general of the optimum functioning of the technological sub-systems of the meat industry. A general optimization scheme is presented. A typical example of its application is given.

Optimisation des sous-systèmes technologiques dans l'industrie de viande

V.M. GORBATOV, R.R. BARBETTY, A.N. BOGATIREUV et N.N. MIZÉRETSKY

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

Le problème de l'élaboration d'un système unifié et stricte du choix d'une variante optimale est d'actualité à cause de la saturation intensive de l'industrie de viande en nouveaux processus technologiques dont la mise en oeuvre exige, comme règle, un grand nombre de matériel de différents types.

En se basant sur la conception thermodynamique, les auteurs ont proposé une méthode qui permet de résoudre ce problème en cadre de la théorie générale sur le fonctionnement optimal des sous-systèmes technologiques dans l'industrie de viande. On présente le schéma général d'optimisation et l'exemple concret de son utilisation.

Оптимизация технологических подсистем мясной промышленности

В.М. ГОРБАТОВ, Р.Р. БАРБЕТТИ, А.Н. БОГАТЫРЕВ, Н.Н. МИЗЕРЕЦКИЙ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, г.Москва, СССР

В связи с интенсивным насыщением мясной промышленности новыми технологическими процессами, для осуществления которых предлагается, как правило, большое количество различного оборудования, весьма актуальна задача построения унифицированной и строгой системы выбора оптимального варианта.

Авторами, на основе термодинамического подхода, предложен метод, позволяющий решить эту задачу в рамках общей теории оптимального функционирования технологических подсистем мясной промышленности. Представлена общая схема оптимизации и приведен конкретный пример ее применения.

Оптимизация технологических подсистем мясной промышленности

В.М. ГОРБАТОВ, Р.Р. БАРБЕТТИ, А.Н. БОГАТЫРЕВ и Н.Н. МИЗЕРЕЦКИЙ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, г. Москва, СССР

В настоящее время в мясной промышленности разрабатываются новые виды мясопродуктов и технологические приемы для их производства. При этом, как правило, для осуществления одного и того же технологического процесса предлагается большой выбор разнотипного оборудования. Очевидно наука должна предложить унифицированный и строгий метод выбора оптимального варианта технологического процесса и вида оборудования для его осуществления. При этом определяющим является установление зависимости между экономическим выходом и располагаемыми ресурсами, которая не всегда может быть решена заданием производственной функции и требует создания модели глобального развития (Д.М. Гвишиани, 1978). Первыми шагами на пути построения такой модели следует считать мировые модели Дж. Форрестера, Д. Медоуза, М. Месаровича, Э. Пестеля и минимальную модель Н.Н. Моисеева. В настоящее время теория оптимизации функционирования мясной промышленности не разработана, а ее технологические процессы и оборудование рассматриваются, как правило, в отрыве друг от друга. Такое положение вносит элемент стихийности в процесс модернизации существующих и создания новых технологических подсистем этой отрасли производства. Данные о насыщенности технологических подсистем мясной промышленности в различные периоды ее развития теоретическими, экспериментальными и проектно-внедренческими разработками приведены в табл. I.

Таблица I

Период Period	Теория, % Theory, %	Эксперимент, % Experiment, %	Проектирование и внедрение, % Designing and implementation, %	Итого, % Total
1930-1970	27	49	24	100
1971-1975	18	45	37	100

Как следует из табл. I, в период 1971-1975гг. в мясной промышленности наблюдалось снижение числа теоретических разработок за счет существенного увеличения числа проектно-внедренческих разработок. В табл. 2 приведены данные о потребности отдельных классов технологических подсистем отрасли в обеспечении патентами и авторскими свидетельствами, полученными на основе изучения прогнозов развития мясной промышленности до 2000 года. Эти данные показывают, что основные классы технологических подсистем мясоперерабатывающего производства (II-УI, УШ-Х) в достаточной степени обеспечены современными научно-техническими разработками. В классе I ощущается их недостаток, а в классе УП имеется их избыток.

Таблица 2

Период Period	Класс технологической подсистемы Class of technological sub-systems										Итого, % Total
	I	II	III	IV	V	VI	UP	US	IX	X	
	Транспор- тировка и т.п. Transportation, etc.	Убой, разделка Slaughtering & but- chering	Субпро- дукты By-pro- ducts	Холод и т.п. Refri- geration	Кровь и т.п. Blood, etc.	Жиры Fat	Колбасы и т.п. Sausages etc.	Кон- сервы Can- ned meats	Корма и т.п. Feeds, etc.	Клей, желати- н Glue, gelatin	
1930-1970	14	10	4	8	12	12	2	13	12	13	100
1971-1975	13	8	8	11	11	12	3	10	12	12	100
1976-2000	15	10	10	10	10	10	5	10	10	10	100

Таким образом степень оптимизации "Ψ" того или иного объекта мясной промышленности (в том числе и подготовленность технологических подсистем отрасли к применению АСУ) может быть оценена достаточно представительным интегральным показателем:

$$\Psi = \frac{V}{W}, \quad (I)$$

где V - число элементов, имеющих в наличии, из общего числа необходимых;

W - число необходимых (для оптимизации системы) элементов.

Рассматривая проблему оптимизации технологических подсистем мясной промышленности, следует помнить, что она относится к области фундаментальных исследований, т.е. к той области науки, где на основе понятия об идеальном объекте существуют общие законы и явления материального мира и общественного развития. Поэтому для создания аналитических основ оптимизации конструктивных параметров технологического оборудования мясной промышленности необходимо сначала представить соответствующий идеальный объект, что является важнейшим условием формулирования научной теории, после создания которой проблема оптимизации перейдет в область обычных инженерно-технических задач. Существующие в литературе различные точки зрения на проблему оптимизации затрудняют ее решение. Так Р.Г. Стронгин (1975) считает, что для произвольной непрерывной действительной функции при любой заданной точности задача отыскания наименьшего значения вообще не может быть решена путем вычисления значений функции в конечном множестве точек области определения. Аналогичного мнения придерживаются и Я.С. Бродский (1976), утверждающий, что для исследования нелинейных физических систем наиболее эффективным средством является метод асимптотического разложения системных характеристик по степеням малого параметра. В то же время С. Хокинг и Дж. Эллис (1977) полагают, что теория, оперирующая сингулярностями, дефектна. И в самом деле, отказ от модели диффузии с бесконечной скоростью позволил А.Д. Гиргидову (1976) построить техническую теорию турбулентной диффузии. Таким образом на фоне развивающегося в современной физике кризиса аналитических средств исследования (Л.И. Седов, 1978) поиск новых соответствий актуален (Б.П. Корольков, 1976). Совершенно ясно, что широта выбора математических структур (алгебраических, порядковых, топологических, категорийных и комбинационных) для поиска оптимизационных соотношений в мясной промышленности зависит не только от объема выборки эмпирических данных (В.Н. Вапник, 1975), но и от степени их связанности или изолированности и определяется в конечном счете закономерностями материальных образований, из которых эти структуры абстрагируются. Так например, существующие 20 аминокислот могут быть смоделированы 200 выделенными к настоящему времени отношениями, причем это распространяется и на катенаны. В процессе оптимизации система отношений целенаправленно изменяется, такое изменение мы будем трактовать как управление. Учитывая, что связанность (ν) и энтропия (S) являются системными параметрами, поведение которых как термодинамических величин не зависит от природы сил взаимодействия (С.М. Стишов, 1977), уравнение $\nu \cdot S = \nu \cdot \Delta S$ (В.М. Горбатов и др., 1977) может быть использовано как обобщенное уравнение оптимизации (Дж. Варга, 1977). Такая трактовка позволяет, в частности, применять в задачах оптимизации мясной промышленности термодинамический подход, основанный на вариационном принципе в экстремальной формулировке Больцмана (А.И. Яблонский, 1975). В отличие от вариационных задач (в т.ч. и тех, где вектор управления подчинен ограничениям) задачи оптимального управления характеризуются наличием управляющих функций, область значения которых не является векторным пространством. Сущность предлагаемого нами метода стягивающих пересечений заключается в передвижении секущей поверхности эквидистантно самой себе и поверхности координат в сторону убывания показателя ΔZ . Обобщенная схема оптимизации технологических подсистем мясной промышленности по методу стягивающих пересечений представлена на рис. 1. Порядок ее применения покажем на конкретном примере оптимизации оборудования для дообвалки кости. Ранее нами было показано (В.М. Горбатов и др., 1977), что процедура поиска оптимальной технико-экономической оценки алгоритма оборудования ($\Pi = M \cdot \eta$) для дообвалки кости должна начинаться с оптимизации механизма процесса. Очевидно, что механизм процесса с учетом необходимости обеспечения предельно допустимого значения коэффициента использования оборудования является функцией массы сырья, подлежащего переработке, зависящей в свою очередь от мощности предприятия по промпереработке, вида перерабатываемого скота и ассортимента выпускаемой продукции. На основании вышеизложенного оптимальным ($\Delta Z = 0$) для предприятий с мощностью по промпереработке в пределах 3-30 т. в смену является способ дообвалки с применением солевых растворов.

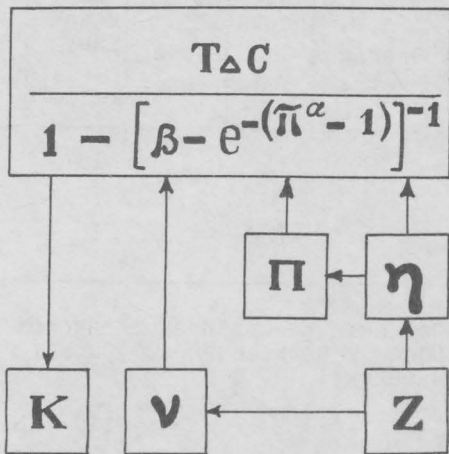


Fig. 1

Рис. I

В качестве примера на рис. 2. Показана принципиальная схема (в различных фазах цикла) одного из возможных типов оборудования для осуществления этого способа (механизму процесса присвоим код Z). Математические модели особенностей механизма Z, в части кинематического и силового взаимодействия рабочего органа и сырья с учетом стереометрических характеристик последнего (В.М. Горбатов и др., 1976) представлен соответственно на рис. 3, 4 и формулой:

$$P = G' - N' + F, \quad (2)$$

где P - усилие взаимодействия режущего элемента (р.э.) и сырья;
 $G'N'$ - силы давления сырья на р.э. (составляющие силы тяжести сырья и центробежной силы соответственно);
 F - сила давления сырья на р.э., зависящая от формы корпуса оборудования и коэффициента трения сырья о корпус.

Fig.2

Рис. 2

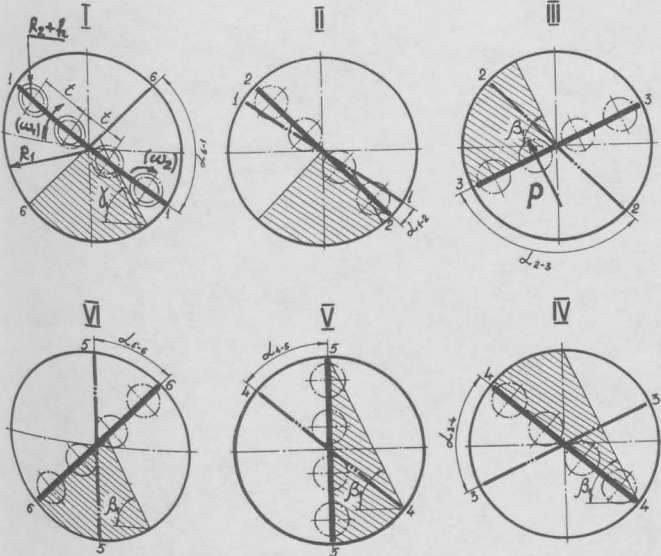
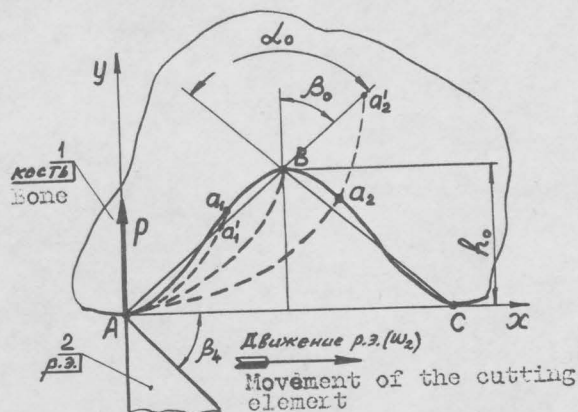


Fig.3

Рис. 3



Продолжая движение по схеме оптимизации (см. рис.1), находим зависимость $\Pi = f(z_1)$:

$$\Pi = M [1 - e^{-0,101 \tau \psi (1 - 0,83 \psi)}], \quad (3)$$

где τ - длительность обработки сырья, мин;
 ψ - коэффициент заполнения.

Для замыкания схемы оптимизации, при заданном сроке окупаемости T , в общем случае величину ΔC рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$\Delta C = \sum_{i=1}^n \Delta i, \quad (4)$$

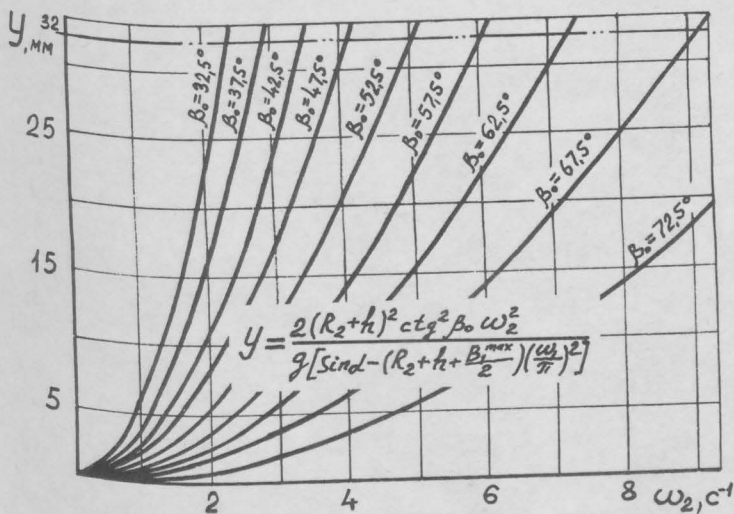


Fig.4

Рис. 4

где ΔC - прирост прибыли.

В рассматриваемом случае $n=2$, а Δ_1 и Δ_2 описываются уравнениями:

$$\Delta_1 = \left[3_1 \frac{B_2}{B_1} \frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} + \frac{(U_1' - U_2') - E_H (K_2' - K_1')}{P_2 + E_H} - 3_2 \right] A_2 \quad (5)$$

$$\Delta_2 = \frac{B_2}{\eta_2} (\eta_2 - \eta_1) C_n A_2 \quad (6)$$

Предложенная схема оптимизации с учетом общественно необходимых значений коэффициента удорожания по сравнению с прототипом ($\beta > 1$) и показателя экономичности укрупнения оборудования ($d \leq 1$) как функций Δ дает возможность определить в конечном виде оптимальный размер затрат (K) на создание любой технологической подсистемы мясной промышленности и в частности оборудования для дообвалки кости.