

ВЛИЯНИЕ СООТНОШЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УПАКОВОК НА ПОКАЗАТЕЛЬ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Александр Семёнов

*Подольский государственный аграрно-технический университет
Ул. Шевченко, 13, г. Каменец-Подольский, Украина. E-mail: som_s78@mail.ru*

Aleksandr Semenov

*Podolsky State Agricultural and Technical University
St. Shevchenko, 13, Kamenets-Podolskiy, Ukraine. E-mail: som_s78@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается возможность интенсификации переходных режимов нагревания и охлаждения герметизированных упаковок с продукцией за счёт увеличения удельной поверхности, которая определяется отношением площади поверхности к их объёму. Приведены данные относительно двух путей в этом направлении. Широкое использование методов тепловой обработки фасуемой продукции с целью пастеризации и стерилизации поставило задачу использования упаковок с увеличенной удельной поверхностью, то есть поверхностью, отнесенной к объёму упаковки. Очевидно, что в интересах ускорения стадий нагревания и охлаждения упаковок желательнее иметь увеличенную удельную поверхность теплопередачи. С этой точки зрения значение имеют не только форма, но и объём упаковки, поскольку площадь поверхности последней пропорциональна квадрату линейного размера, а её объём - кубу.

Разработана методика расчётов по определению удельной поверхности упаковок в условиях изменения масштабных переходов.

Проведён расчёт по оценке изменений удельной поверхности упаковок за счёт изменения соотношений геометрических параметров и формы упаковок.

Рассмотрено влияние на удельную поверхность упаковки коэффициента кратности её геометрических размеров.

Ключевые слова: форма упаковки, удельная поверхность, коэффициент кратности, геометрический параметр, объём.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Форма упаковки и соотношения её геометрических параметров определяются физико-химическими характеристиками продукции, уровнем требований относительно барьерных свойств, жесткости и прочности, наличием или отсутствием тепловой обработки, минимизации расходов материала на её создание, минимизацией стоимости и тому подобное [9-11].

Комплексное решение проблем, кроме того, нуждается в информации о создании групповых упаковок и увеличении грузовых единиц, которые обеспечивают экономически обоснованные способы перевозок готовой продукции [6, 8-9, 12, 19-20].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросу минимизации площади поверхности упаковки, технических реакторов, аппаратов и т.п. посвящено значительное количество публикаций и хорошо известно, что с этой точки зрения лучшей является форма сферы. Для тела цилиндрической формы минимальной плоскости поверхности соответствует равенство диаметра и высоты и т.д. [1-5].

Многогранность технических требований относительно форм и их геометрических параметров иногда формулирует совершенно противоположное условие. Чаще всего это касается обеспечения условий теплопередачи [18].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Выполнить анализ выбора параметров упаковок, их геометрических соотношений, удельных площадей поверхностей упаковок, особенностей теплообмена в процессах их пастеризации (стерилизации) и возможностей интенсификации процессов обработки.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Предлагаем в качестве важного конструктивно-го фактора теплообмена считать удельную поверхность упаковки. В общей оценке это соотношение имеет вид:

$$K_{n.y} = \frac{S}{V} = \frac{k_{np}}{l}, \quad (1)$$

где: $K_{n.y}$ – конструктивный фактор поверхности упаковки; S – площадь поверхности упаковки; V – объём упаковки; k_{np} – приведенный коэффициент формы упаковки; l – характерный размер упаковки.

В формуле (1) через приведенный коэффициент формы упаковки приведена только односторонняя форма воздействия на конструктивный фактор поверхности упаковки. В соответствии с "законами" симметрии существует другой фактор влияния, связанный с абсолютными размерами упаковки (рис. 1).

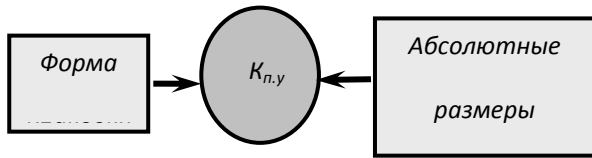


Рис. 1. Схема для оценки влияния на конструктивный фактор упаковки

Fig. 1. Chart for the estimation of influence on the structural factor of packing

Определение конструктивного фактора поверхности упаковки [13, 15]. Сравнительная характеристики исследуемых объектов основывается на известном уравнении Ньютона, которым характеризуется теплообмен:

$$Q = kS \Delta t, \quad (2)$$

где: Q – мощность теплового потока; k – коэффициент теплопередачи; Δt – температурный напор.

Величина мощности теплового потока оценивается формулой:

$$Q = \frac{E}{\tau}, \quad (3)$$

где: E – количество тепловой энергии, которое передается упаковке; τ – время осуществления процесса.

При этом:

$$E = mc(t_{(к)} - t_{(н)}), \quad (4)$$

где: m – масса упаковки; c – теплоёмкость продукта; $t_{(к)}$ и $t_{(н)}$ – конечная и начальная температуры продукта.

Поскольку через значение массы определяется объём продукта:

$$V_{np} = \frac{m}{\rho}, \quad (5)$$

где: ρ – удельная масса продукта.

Тогда формула (4) трансформируется к виду:

$$E = V_{np} \rho c (t_{(к)} - t_{(н)}). \quad (6)$$

При соответствующих подстановках получаем:

$$E = V_{np} \rho c (t_{(к)} - t_{(н)}) = kS \Delta t \tau. \quad (7)$$

Отсюда найдём:

$$\frac{S}{V_{np}} = \frac{\rho c (t_{(к)} - t_{(н)})}{k \Delta t \tau}. \quad (8)$$

В общей части исследования будем считать, что объём продукта V_{np} и общий объём упаковки V близкие и потому $V_{np} \approx V$:

$$\frac{S}{V} = \frac{\rho c (t_{(к)} - t_{(н)})}{k \Delta t} \cdot \frac{1}{\tau}. \quad (9)$$

Поскольку к комплексу:

$$\frac{\rho c (t_{(к)} - t_{(н)})}{k \Delta t} = \beta, \quad (10)$$

входят только стабилизированные параметры для исследуемой системы, тогда:

$$\frac{S}{V} = \beta \frac{1}{\tau}; \quad (11)$$

$$\tau = \beta \frac{V}{S} = \frac{\rho c (t_{(к)} - t_{(н)})}{k \Delta t} \cdot \frac{V}{S}. \quad (12)$$

Отсюда следует, что для упаковок при прочих равных условиях время нагревания (охлаждение) упаковки обратно пропорционально площади ее поверхности S [14, 16].

Отход от этого положения указывает на влияние абсолютных размеров упаковок на условия теплопередачи. При таком переходе принципиальная роль принадлежит коэффициенту кратности перехода $k_{кр}$. Рассмотрим это.

Чаще всего используются такие формы упаковки: призма, куб, параллелепипед, пирамида, цилиндр, и др. [17].

Относительно каждой из них существуют соотношения геометрических параметров, которые минимизируют площадь поверхности при стабилизированном объёме. Отступление от последнего условия является важным фактором, как минимизации удельной поверхности, так и наоборот рост последнего показателя. Для объяснения вернемся к формуле (1). Из неё видно, что существует еще один мало заметный путь к оптимизации, связанный с масштабным переходом тех же форм. Остановимся на некоторых из них.

Известно, что сфера имеет соотношение:

$$S = \pi d^2; \quad V = \frac{1}{6} \pi d^3. \quad (13)$$

Тогда удельная поверхность:

$$\frac{S}{V} = \frac{6}{d}. \quad (14)$$

Если за начальное значение отсчета примем условную единицу, например, $d_{(н)} = 1 м$, тогда переход его в изменении в сторону уменьшения или увеличения учтём коэффициентом кратности $k_{кр}$ геометрического параметра:

$$\frac{S}{V} = \frac{6}{k_{кр} d_{(н)}}. \quad (15)$$

Результаты расчетов удельной поверхности упаковки приведены на рис. 2.

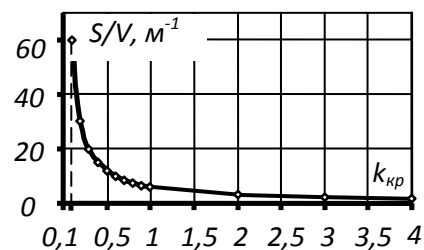


Рис. 2. Влияние коэффициента кратности на удельную площадь поверхности упаковки

Fig. 2. Influence of coefficient of multiplexes on the specific area of packing surface

Поскольку на изменение удельной площади поверхности влияет только коэффициент кратности $k_{кр}$, тогда аналогичные зависимости будут иметь место и для других форм.

Так для упаковки цилиндрической формы запишем:

$$S_{\text{ц}} = \pi d h + \frac{\pi d^2}{2}; \quad V_{\text{ц}} = \frac{\pi d^2}{4} h, \quad (16)$$

где: h – высота цилиндра.

Если принять $h=d$ (как для цилиндра с минимизированной поверхностью), тогда:

$$S_{\text{ц}} = \pi d^2 + \frac{\pi d^2}{2} = 1,5\pi d^2, \quad V_{\text{ц}} = \frac{\pi d^3}{4}. \quad (17)$$

Отсюда определяем:

$$\frac{S_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{15 \cdot 4\pi d^2}{\pi d^3} = \frac{6}{d} \text{ м}^{-1}. \quad (18)$$

Очевидно, что при условии $h \neq d$ условие минимизированной площади поверхности цилиндра нарушается и это нарушение будет в пользу роста показателя $S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$. Примем $h=\psi d$, где ψ – коэффициент соотношения геометрических параметров.

Тогда:

$$S_{\text{ц}} = \pi d^2 \psi + \frac{\pi d^2}{2} = \pi d^2 (\psi + 0,5), \quad (19)$$

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi d^3}{4} \psi, \quad (20)$$

$$\frac{S_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{4\pi d^2 (\psi + 0,5)}{\pi d^3 \psi} = \frac{4\psi + 2}{d\psi}. \quad (21)$$

При условии $h \neq d$ минимизированная площадь поверхности цилиндра нарушается и это нарушение будет в пользу показателя $S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$. Примем $h=\psi d$, где ψ – коэффициент соотношения геометрических параметров.

$$\frac{S_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{4\pi d^2 (\psi + 0,5)}{\pi d^3 \psi} = \frac{4\psi + 2}{d\psi}. \quad (22)$$

Если принять значение $\psi=1$, тогда получим результат, который совпадает с условием (15).

Выполним численную оценку влияний факторов. В соотношения (15) введем коэффициент кратности $k_{\text{кр}}$ и получим:

$$\frac{S_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{6}{k_{\text{кр}} d}. \quad (23)$$

Данные расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Оценка влияния коэффициента кратности $k_{\text{кр}}$ на соотношение $S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$, м^{-1}

Table 1. Estimation influence coefficient multiples $k_{\text{кр}}$ on correlation of $S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$, m^{-1}

$k_{\text{кр}}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$	60	30	20	15	12
$k_{\text{кр}}$	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$	10	8,57	7,5	6,67	6,0
$k_{\text{кр}}$	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$	3,0	2,0	1,5	1,2	1,0
$k_{\text{кр}}$	7,0	8,0	9,0	10,0	20,0
$S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$	0,875	0,75	0,667	0,6	0,3

Таким образом, данные таблицы 1 доказывают, что уменьшение размеров цилиндрических упаковок (как и сферических), в которых соотношение $h=d$ минимизирует площадь поверхности, приводит к быстрому росту удельной поверхности $S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$ и со-

ответствующего уменьшения времени их тепловой обработки.

Влияние параметра ψ на соотношение $S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$ отображено данными таблицы 2.

Таблица 2. Соотношение $S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$ в зависимости от ψ при условии $d=\text{const}=1$

Table 2. Correlation of $S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$ depending on ψ on condition of $d=\text{const}=1$

ψ	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$	14,0	9,0	7,33	6,5	6,0
ψ	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$S_{\text{ц}}/V_{\text{ц}}$	5,66	5,43	5,25	5,11	5,0

Подобный характер должен быть присущ для тел любой формы, так как площадь поверхности тела пропорциональна квадрату его линейного размера, а объём – кубу.

Найдем подобные соотношения для упаковок других форм.

Открытый цилиндр. Для него имеем:

$$S_{\text{ц}} = \pi d h + \frac{\pi d^2}{4} = \pi d^2 \psi + \frac{\pi d^2}{4} = \pi d^2 (+0,25); \quad (24)$$

$$\frac{S_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{4\pi d^2 (\psi + 0,25)}{\pi d^3 \psi} = \frac{4\psi + 1}{\psi d}. \quad (25)$$

Если $\psi=0,5$, что соответствует условию минимизации площади поверхности, тогда:

$$\frac{S_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{3}{d\psi}. \quad (26)$$

Аналогично для куба закрытого получаем:

$$S_{\text{к}} = 6a^2; \quad V_{\text{к}} = a^3, \quad (27)$$

где: a – длина ребра куба.

$$\frac{S_{\text{к}}}{V_{\text{к}}} = \frac{6}{a}. \quad (28)$$

Для открытого куба имеем:

$$\frac{S_{\text{к}}}{V_{\text{к}}} = \frac{5}{a}. \quad (29)$$

Для закрытого конуса с минимизированной площадью поверхности имеем:

$$S_{\text{кон}} = \pi R^2 + \pi R \sqrt{R^2 + H^2} = 4\pi R^2, \quad (30)$$

$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 H; \quad H = R\sqrt{8}, \quad (31)$$

$$\frac{S_{\text{кон}}}{V_{\text{кон}}} = \frac{3 \cdot 4\pi R^2}{\pi d^3 \sqrt{8}} = \frac{12}{\sqrt{8}R}. \quad (32)$$

Для параллелепипеда с квадратной основой при условии $h=\psi a$:

$$S_{\text{н}} = 2a^2 + 4ah = 2a^2 + 4a^2\psi = 2a^2(1+2\psi), \quad (33)$$

$$V_{\text{н}} = a^2\psi a = a^3\psi, \quad (34)$$

$$\frac{S_{\text{н}}}{V_{\text{н}}} = \frac{2a^2(1+2\psi)}{a^3\psi} = \frac{2+4\psi}{a\psi}. \quad (35)$$

Для открытого параллелепипеда получаем:

$$\frac{S_{\text{н.г}}}{V_{\text{н.г}}} = \frac{1+4\psi}{a\psi}. \quad (36)$$

Сферический шар:

$$R^2 = a^2 + \left[\frac{a^2 - b^2 - h^2}{2h} \right]^2, \quad (37)$$

$$S_{c.m} = \pi(2Rh + a^2 + b^2), \quad (38)$$

$$V_{c.m} = \pi h \frac{3a^2 + 3b^2 + h^2}{6}, \quad (39)$$

$$\frac{S_{c.m}}{V_{c.m}} = \frac{6(2Rh + a^2 + b^2)}{h(3a^2 + 3b^2 + h^2)}. \quad (40)$$

Тогда:

$$S_m = 4\pi^2 Rr, \quad (41)$$

$$V_m = 2\pi^2 Rr^2, \quad (42)$$

$$\frac{S_m}{V_m} = \frac{2}{r}. \quad (43)$$

Соотношения S/V представлены, как функции геометрических параметров. Однако последние по каждой фигуре разные, а потому для получения числовых данных и возможности сравнения результатов необходимо разные случаи привести к одинаковому объему.

Для возможности более широкого обобщения полученных результатов сделаем сравнение с этой точки зрения многогранников [7]. Известно, что в соответствии с формулой Эйлера число ребер L , число вершин N и число граней F многогранника связаны равенством:

$$N - L + F = 2. \quad (44)$$

Тетраэдр. Все четыре грани - равносторонние треугольники. Тетраэдр имеет четыре вершины и шесть ребер длиной a :

$$V_m = \frac{a^3 \sqrt{2}}{12}; \quad S_m = a^2 \sqrt{3}; \quad R = \frac{a\sqrt{6}}{4}; \quad (45)$$

$$r = \frac{a\sqrt{6}}{12}, \quad H = \frac{a\sqrt{6}}{3}, \quad (46)$$

где: R - радиус описанной сферы; r - радиус вписанной сферы; H - высота.

$$\frac{S_m}{V_m} = \frac{a^2 \sqrt{3} \cdot 12}{a^3 \sqrt{2}} = \frac{12\sqrt{3}}{a\sqrt{2}} = \frac{14,669}{a}. \quad (47)$$

Октаэдр. Все восемь граней - равносторонние треугольники. Октаэдр имеет шесть вершин и двенадцать ребер:

$$V_{ок} = \frac{a^3 \sqrt{2}}{3}, \quad S_{ок} = 2a^2 \sqrt{3}, \quad R = \frac{a\sqrt{2}}{3}, \quad r = \frac{a\sqrt{6}}{6}, \quad (48)$$

$$\frac{S_{ок}}{V_{ок}} = \frac{6\sqrt{3}}{a\sqrt{2}} = \frac{7,35}{a}. \quad (49)$$

Додекаэдр. Все двенадцать граней - правильные треугольники. Додекаэдр имеет двенадцать вершин и тринадцать ребер:

$$V_{\delta} = \frac{a^3(15 + 7\sqrt{5})}{4}, \quad S_{\delta} = 3a^2 \sqrt{5(5 + 2\sqrt{5})}, \quad (50)$$

$$R = \frac{a\sqrt{3}(1 + \sqrt{5})}{4}, \quad r = \frac{a\sqrt{10(25 + 11\sqrt{5})}}{20}, \quad (51)$$

$$\frac{S_{\delta}}{V_{\delta}} = \frac{12\sqrt{5(5 + 2\sqrt{5})}}{a(15 + 7\sqrt{5})} = \frac{2,694}{a}. \quad (52)$$

Икосаэдр. Все двадцать граней - равносторон-

ные треугольники. Икосаэдр имеет двенадцать вершин и тридцать ребер.

$$\frac{S_i}{V_i} = \frac{12\sqrt{3}}{a(3 + \sqrt{5})} = \frac{3,969}{a}. \quad (53)$$

Решая задачу сопоставления разных форм упаковок, примем для удобства подсчетов $V = 1m^3$ и для условия высчитываем значение d , a и соотношение S/V (таблица 3).

Таблица 3. Сравнительные соотношения геометрических параметров

Table 3. Comparative correlations of geometrical parameters

Параметр	Сфера	Икосаэдр	Додекаэдр
$d, м$	$\frac{1,241}{0,985}$	-	-
$a, м$	-	$\frac{0,77}{0,612}$	$\frac{0,507}{0,4}$
$S/V, м^{-1}$	$\frac{4,835}{6,091}$	$\frac{5,15}{6,485}$	$\frac{5,3}{6,735}$
Кратность роста	1,26	1,26	1,26

Параметр	Цилиндр	Октаэдр	Куб	Тетраэдр
$d, м$	$\frac{1,084}{0,86}$	-	-	-
$a, м$	-	$\frac{1,285}{1,06}$	$\frac{1}{0,794}$	$\frac{2,039}{1,618}$
$S/V, м^{-1}$	$\frac{5,535}{6,977}$	$\frac{5,72}{6,934}$	$\frac{6}{7,557}$	$\frac{7,208}{9,085}$
Кратность роста	1,26	1,26	1,26	1,26

Для оценки влияния кратности перехода определяем соотношение геометрических параметров для $V = 1m^3$ (данные числителей), a в знаменателях при $V = 0,5m^3$.

Порядок представления данных упаковок разной формы в таблице 3 отвечает росту показателя

S/V (от сферы, для которой $\frac{S}{V} = \frac{4,835}{6,091}$). Очевидно,

что по показателю пальмы первенства S/V преимущество имеет именно тетраэдр.

Подсчеты величин d и a осуществлялись с использование известных формул. Например, для сферы с заданным $V = 1m^3$ имеем:

$$d = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{6}{\pi}}, \quad (54)$$

для тетраэдра с $V_m = 1m^3$ получаем:

$$a = \sqrt[3]{\frac{12V}{\sqrt{2}}} = \sqrt[3]{\frac{12}{\sqrt{2}}}. \quad (55)$$

Записанная в таблице 3 последовательность показывает, как с переходом от одной фигуры к другой изменяются возможности интенсификации

теплопередачи. Переход от сферы к тетраэдру приводит к росту удельной поверхности в: $7,208:4,835=1,49$.

Величина роста остается такой же и для случая $V=0,5\text{ м}^3$: $9,085:6,091=1,49$.

Сравнение преимуществ куба и цилиндра даёт значение: $6:5,535=1,084$; $7,557:6,977=1,084$.

Таким образом, для данных фигур наименьшее время обработки отвечает тетраэдру, а большее - сфере.

Вернувшись к таблице 3, отметим, что кратность роста для всех фигур при уменьшении объёму в два раза представляет величину 1,26. Числа 2 и 1,26 логично связаны, поскольку: $\sqrt[3]{2}=1,25992\approx 1,26$, что указывает на пропорциональность объёма куба как геометрического параметра.

ВЫВОДЫ

1. Задача поиска соотношений геометрических параметров упаковок имеет двойной конечный результат. С одной стороны возможной и целесообразной является вопрос минимизации поверхностей упаковок, с чем связывают минимизацию расходов упаковочных материалов. Для разных форм упаковок соотношения геометрических параметров, которые минимизируют их площадь при стабилизированных объёмах, известны. Такая минимизация уменьшает эффективную площадь теплопередачи, что замедляет процессы тепловой обработки продукции в герметизированных упаковках.

2. Эффективным направлением в ускорении процессов пастеризации (стерилизации) концентрированной продукции является миниатюризация упаковок, за счёт которой растёт удельная поверхность теплообмена.

3. Установлены аналитические зависимости, которые указывают на возможность существенного сокращения времени тепловой обработки за счёт увеличения удельной поверхности теплообмена.

4. Показано влияние на удельную поверхность упаковки коэффициента кратности её геометрических размеров.

5. Получены аналитические зависимости, которые устанавливают взаимосвязи между показателями удельной поверхности упаковок разной формы от коэффициентов кратности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Адлер Ю.П. 1976.** Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука. 279.
2. **Алфутов А.А. 1978.** Основы расчета на устойчивость упругих систем / Алфутов А.А. – М.: Машиностроение. 312.
3. **Аносов Ю.И. 1966.** О нелинейных колебаниях жидкости в цилиндрической полости / Ю.И. Аносов // Прикладная механика. № 10, 22-28.

4. **Антонов В.А. 1999.** Биофизика / Антонов В.А. – М.: Гуманист, изд. центр ВЛАДОС. 288.
5. **Аудитор Е.Ф. 1977.** Новые методы в теплопередаче / Аудитор Е.Ф. – М.: Мир. 230.
6. **Батунер Л.М. 1971.** Математические методы в химической технике / Л. Батунер, М. Позин - Л.: Химия. 824.
7. **Бронштейн И.Н. 1986.** Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / И. Бронштейн, Н. Семендяев. – М.: Наука, Гл. ред. физ. мат. литературы. 544.
8. **Варфоломеев А.И. 2001.** Усовершенствование технологических процессов и оборудование для стабилизации качества жидких пищевых продуктов: автореф. дис. На получение наук. степени канд. тех. наук: спец. 05.18.12 "Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств" / А.И. Варфоломеев. – К. 19. (Украина).
9. **Варфоломеев А.И. 2001.** Выбор геометрии упаковок / А. Варфоломеев, Й. Сторожко // Упаковка. - № 2. – 54-55. (Украина).
10. **Васильковский К.В. 1997.** Моделирование и оптимизация рабочих процессов и совершенствование оборудования транспортно-технологических систем в пищевой промышленности: автореф. дис. на получение наук. степени канд. тех. наук: спец. 05.18.12 "Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств" / К.В. Васильковский. – К. 20. (Украина).
11. **Соколенко А.И., Яровой В.Л., Поддубный В.А. и др. 2004.** Моделирование процессов упаковки. / под ред. А.И. Соколенка. - Винница: Новая книга. 272. (Украина).
12. **Рогачев В.И., Бабарин В.П., Гельфанд С.Ю., Филипович В.П. 1986.** Проблемы стерилизации пищевых продуктов / М.: Итоги науки и техники, серия «Технология органических веществ». Т. 12. – ВИНТИ.
13. **Семёнов А.М. 2006.** Выбор геометрии упаковки / О.М. Семёнов, В.А. Поддубный, А.И. Соколенко // Упаковка. - № 5. 30-32. (Украина).
14. **Систер В.Г. 1998.** Принципы повышения эффективности тепломассообменных процессов / В. Систер, Ю. Мартынов. – Калуга: изд-во Н. Бочкаревой. 508.
15. **Соколенко А.И., Украинец А.И., Яровой В.Л. 2002.** Справочник специалиста пищевых производств. Теплофизические процессы. Энегосбережение / под ред. А.И. Соколенко. – [2-е изд.]. – К.: АртЕк. 370.
16. **Соколенко А.И. 2004.** Справочник механика пищевой промышленности / Соколенко А.И., Украинец А.И., Яровой В.Л. – К.: АртЕк. 304.
17. **Федоткин И.М. 1979.** Интенсификация технологических процессов / Федоткин И.М. – К.: Вища школа. 343.
18. **Соколенко А.И., Костин В.Б., Васильковский К.В. и др. 2000.** Физико-химические методы обработки сырья и продуктов питания / под ред. А.И. Соколенка. - К.: АртЕк. 306. (Украина).

19. **Хартман К. 1977.** Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / Хартман К., Лецкий Э., Шеффер В. – М.: Мир. 552.
20. **Ярьсько В.П. 1987.** Разработка методов расчета и совершенствования оборудования для механизации ПРТС-работ со стеклотарной продукцией пищевых производств. автореф. дис. на соискание науч. степени канд. тех. наук: спец. 05.18.12 «Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств» / В.П. Ярьсько. – К. 19.

INFLUENCE OF CORRELATIONS GEOMETRICAL PARAMETERS OF PACKING ON INDEX OF SPECIFIC SURFACE

Summary. In the article possibility of intensification of transient be hairs of heating and cooling of the pressurized packing is examined with products due to the increase of specific surface that is determined by attitude of area of surface toward their volume. Deployment of methods of thermal treatment of the packaged products with the purpose of pasteurization and sterili-

zation set the problem of the use of packing with amegascopic specific surface, id east by the surface attributed to the volume of packing. Obviously, those in interests the acceleration of the stages of heating and cooling of packing it is desirable to have a megascopic specific surface of heat transfer. Not only a form but also packing volume matter from this point of view, as an area of surface is proportional the last to the square of linear size, and her volume – to the cube.

Methodology of calculations is worked out on determination of specific surface of packing in the conditions of change of scale transitions.

A calculation is conducted as evaluated by the changes of specific surface of packing due to the change of correlations of geometrical parameters and form of packing.

In flounce is considered on the specific surface of packing of coefficient of multiplexes of her geometrical sizes.

Key words: packing form, specific surface, coefficient of multiplexes, geometrical parameter, volume.