

При поддержке:

Одесского национального морского университета  
Украинской государственной академии  
железнодорожного транспорта  
Института морехозяйства и предпринимательства



Сборник научных трудов

# SWORLD

Научные исследования и их практическое применение.  
Современное состояние и пути развития '2013



ВХОДИТ В РИНЦ  
Science Index

2013

Том 13

Проект S'World



При поддержке:



Одесский национальный морской университет



Украинская государственная академия  
железнодорожного транспорта

Институт морехозяйства и предпринимательства

Входит в международную наукометрическую базу

РИНЦ SCIENCE INDEX

Импакт-Фактор > 0

Научный журнал

# Сборник научных трудов S'World

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ.  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ '2013

Наукові дослідження та їх практичне застосування. Сучасний стан та шляхи  
розвитку '2013

Scientific researches and their practical application. Modern state and ways of  
development '2013

01-12 октября 2013 года

[www.sworld.com.ua](http://www.sworld.com.ua)

Том 13

Технические науки

УДК 62.65,66,67,68,004,52

ББК 3

Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 3. Том 13. – Иваново:  
 МАРКОВА АД, 2013 – 112 с.

Для ссылок использовать следующий шаблон (курсивом указаны поля для замены Вашими данными):  
 Авторы. Название статьи. // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 3. Том номер тома. – Иваново:  
 МАРКОВА АД, 2013. – ЦИТ:..... – С. ....

*Результаты научных исследований авторов, опубликованные в научном журнале, были также рассмотрены на международной научно-практической конференции (название и сроки указаны на обложке).*

*Результати наукових досліджень авторів, які опубліковані в науковому журналі, були також розглянуті на міжнародній науково-практичній конференції (назва та терміни вказані на обкладинці).*

*The results of published research were also considered in the international scientific-practical conference (name and date indicated on the cover).*

**Редактор: к.т.н. Куприенко С.В.**

**Редакционная коллегия:**

д-р.техн.наук, проф. **Шибяев А.Г.**,  
 д-р.техн.наук, проф. **Гончарук С.М.**, д-р.техн.наук, проф. **Ломотько Д.В.**,  
 д-р.экон.наук, проф. **Лапкина И.А.**, проф. **Яценко А.В.**,  
 д-р.физ.-мат. наук, проф. **Малахов А.В.**; к-т.экон.наук, проф. **Рылов С.И.**,  
 к-т.техн.наук, доц. **Петров И.М.**, к-т.техн.наук, доц. **Кириллова Е.В.**,  
 к-т.педаг.наук **Демидова В.Г.**; к-т.педаг.наук, проф. **Могилевская И.М.**;  
 к-т.искусствовед.наук **Кантарович Ю.Л.**,  
 к-т.филос.наук, доц. **Стовпец А.В.**; к-т.филолог.наук, доц. **Стовпец В.Г.**;  
 технические организаторы – к.т.н. **Куприенко С.В.**, **Маркова А.Д.**

© Коллектив авторов, 2013

© Издательство МАРКОВА АД, 2013

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Технологии продовольственных товаров

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ЦИТ: 313-0003 <i>Мацита Н.О.</i> ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ПЛАВЛЕНИХ СИРНИХ ПРОДУКТАХ.....                                                                     | 3  |
| ЦИТ: 313-0008 <i>Іванюта А.О., Сидоренко О.В., Гончарова І.В.</i> СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ $\beta$ -КАРОТИНУ У ВТОРИННІЙ РИБНІЙ СИРОВИНІ.....                | 7  |
| ЦИТ: 313-0012 <i>Кравченко М.Ф., Криворучко М.Ю., Поп Т.М.</i> ТЕХНОЛОГИЯ НОВЫХ МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ.....                                   | 11 |
| ЦИТ: 313-0246 <i>Бессараб А.С., Шутюк В.В., Боднарь В.И., Васылив В.П.</i> МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМЫ КАНАЛОВ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК.....              | 14 |
| ЦИТ: 313-0276 <i>Матюхов Д.В.</i> ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ РАСТВОРИТЕЛЯ НА ПРОЦЕСС ЭКСТРАКЦИИ ЖМЫХОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА.....                                                             | 18 |
| ЦИТ: 313-0310 <i>Стадник І., Коневич М., Васи́лів В.</i> УЗАГАЛЬНЕНІ НАПРЯМКИ ДО ЯКІСНОГО ДОЗУВАННЯ СИРОВИНИ.....                                                          | 24 |
| ЦИТ: 313-0410 <i>Притульська Н.В., Мотузка Ю.М., Антюшко Д.П.</i> ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ПРОДУКТИ ДЛЯ ЕНТЕРАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ СЕРЕД ЦІЛЬОВОГО КОНТИНГЕНТУ СПОЖИВАЧІВ..... | 28 |
| ЦИТ: 313-0712 <i>Ступникова А.А., Чадова Т.В.</i> БЕЗОПАСНОСТЬ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД ПИЩЕВУЮ ПРОДУКЦИЮ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА.....                      | 32 |
| ЦИТ: 313-0765 <i>Борисова Л.Ф., Калмыков Е.М.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ДЫМОГЕНЕРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОПЧЕНОЙ ПРОДУКЦИИ.....                        | 35 |
| ЦИТ: 313-0796 <i>Шаповалова Н. П.</i> ЗМІНА АДГЕЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВИХ ПАСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ ОЗДОРОВЧОГО СПРЯМУВАННЯ.....                                                  | 38 |
| ЦИТ: 313-0827 <i>Голубева О.А., Федышена О.М.</i> АКТУАЛЬНОСТЬ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КРИЗИСА ТЕПЛООБМЕНА І РОДА ПРИ ВЫПАРИВАНИ МОЛОКА.....                     | 43 |
| ЦИТ: 313-0912 <i>Дейниченко Г.В., Юдіна Т.І., Назаренко І.А.</i> ВПЛИВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ МОЛОЧНО-РОСЛИННИХ ФАРШІВ НА ВМІСТ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ.....                 | 46 |
| ЦИТ: 313-1001 <i>Комарова Т.В.</i> ВИРОБНИЦТВО ТА СПОЖИВАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ.....                                                           | 51 |



ЦИТ: 313-0246

УДК 621.438

Бессараб А.С., Шутюк В.В., Бонарь В.И., <sup>1</sup>Василив В.П.**МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМЫ КАНАЛОВ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ  
УСТРОЙСТВ СУШИЛЬНЫХ УСТАНОВОК***Национальный университет пищевых технологий,**Киев-33, ул. Владимирская, 68, 01601.*<sup>1</sup>*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,**Киев-041, ул. Героев Оборона, 15, 03041*

*Рассмотрен метод построения геометрической формы проточной части каналов, который обеспечивает медленный переход между промежуточными сечениями канала, позволяющий уменьшить неравномерность поля скорости в канале и снизить аэродинамические потери распылительных устройств сушильных установок.*

*Ключевые слова: канал, течение, моделирование, сушильные установки, распылительные устройства.*

Эффективность распылительной сушки зависит от работы распылительных устройств. В современных распылительных сушильных установках применяются пневматические и механические форсунки с каналами разных размеров и геометрической формы. При течении газа (жидкости) через них утрачивается энергия, что обуславливается преимущественно отрывными явлениями и неравномерностью поля скорости. Методы исследования области течения хорошо известны (контурных интегральных соотношений, электродинамической аналогии и т.п.) [1, 2]. Расчет пограничного слоя рекомендуется выполнять на основе модели плоского пограничного слоя, который установился [3]. Эффективным для решения данной задачи является графоаналитический метод построения проточной части канала. Согласно ему ставится задача построить проточную часть канала с плавными переходами при большом количестве промежуточных образующих. График радиусов поперечных сечений можно получить из графика изменения площадей поперечных течений его обратным квадратичным преобразованием. Введем следующие обозначения:  $\vec{r}_j$  – радиус-вектор произвольного сечения за  $j$ -ым лучом;  $\alpha_{ij} = K_{ij} - 1$  – радиальный коэффициент полноты сечения. Изменяя  $K$  или  $\alpha$  вдоль оси канала в направлении всех лучей, получаем для любой величины  $L_i$



определенный комплекс их значений, и тем самым конфигурацию промежуточных сечений канала. Для определения величины  $K_{ij}$  рекомендуется использовать линейный закон изменения значений. Тогда:

$$K_{ij} = K_{0j}[1 - (L_i/L)] + K_{nj}[1 - (L_i/L)]. \quad (1)$$

$$K_{0j} = C \bar{r}_{ij} / R_0; \quad K_{nj} = C \bar{r}_{ij} / R_n \quad (2)$$

Для каждого промежуточного сечения определяем комплексы полярных радиусов:

$$\bar{r}_{ij} = K_{ij} R_i. \quad (3)$$

Канал с плавными переходами можно построить по теории плоского потенциального поля. Известными считаем формы и площади входного и выходного сечений канала, положение оси.

Будем исходить из того, что начальное и конечное сечения канала подобны и замкнутые эквипотенциальными линиями  $\varphi_0 = \text{const}$  и  $\varphi_n = \text{const}$ . Аналогично можно принять для линий течения  $\psi_0 = \text{const}$  и  $\psi_n = \text{const}$ . Промежуточные сечения строятся подобными форме эквипотенциальных линий  $\varphi_i = \text{const}$  (или линий течения  $\psi_i = \text{const}$ ) плоскопараллельного стационарного поля, которое находится между выделенными контурами.

Формула изменения площадей сечений канала выглядит:

$$F_i = K_i F_0, \quad (4)$$

где  $F_0$  – площадь начального сечения;  $K_i$  – множитель, учитывающий расширение (сужение) сечения канала  $0 \leq i \leq n-1$ ;  $n-1$  – число промежуточных сечений.

Потенциал скорости и функция потока в полярных координатах  $r, \theta$ ; имеют вид:

$$\varphi = \left( r + \frac{1}{r} \right) \cos \theta; \quad (5)$$

$$\psi = \left( r - \frac{1}{r} \right) \cos \theta. \quad (6)$$

Линии тока от диполя лежат внутри круга и являются замкнутыми кривыми третьего порядка. Нулевая линия потока соответствует начальному сечению канала, имеет форму полукруга. Предпоследнее сечение очерчивается  $n-1$  линией потока. Последнее сечение является кругом.

Допустим, что  $\psi = C_i$ , где  $C_i$  – некоторые постоянные величины, которые подлежат дальнейшему определению. Тогда из уравнения (6) следует выражение для безразмерного радиус-вектора  $i$ -той линии:

$$r = \left( C_i \pm \sqrt{C_i^2 + 4 \sin^2 \theta} \right) / \sin \theta. \quad (7)$$

Из анализа формулы (7) следует, что величинам  $C_i < 0$  и положительном знаке перед корнем соответствуют линии тока, лежащие внутри верхнего полукруга. При  $C_0 < 0$  получаем предельную линию  $OAB < 0$ . В случае, когда  $C_i \rightarrow \infty$ , кривые, описываемые уравнением (7) переходят в окружности, площади которых стремятся к нулю. Безразмерная площадь промежуточного контура определяется по формуле

$$F_i = \frac{C_i}{2} \int_0^\pi \frac{\sqrt{C_i^2 + 4 \sin^2 \theta}}{\sin \theta} d\theta + \frac{\pi}{2} \quad (8)$$

На основании эллиптических интегралов первого рода выражение (5) можно представить следующим образом:

$$F_i = \frac{\pi}{2} \left\{ 1 - \frac{C_1^4}{8\sqrt{C_1^2}} \left[ 1 + \frac{3C_1^2}{4(4+C_1^2)} + \frac{5C_1^4}{32(4+C_1^2)^2} + \alpha \right] \right\}, \quad (9)$$

где  $\alpha$  – другие члены ряда, достаточно малы по сравнению с первыми членами.

Из формулы (9) следует, что для входного сечения площадь  $\vec{F}_0 = \pi/2$ .

Масштабный коэффициент для  $i$ -го контура определим из соотношения

$$\vec{F}_i = \vec{F}_0 = m_i. \quad (10)$$

Тогда из уравнения (10) с учетом выражения (9) получим:

$$m_i = 1 - \frac{C_1^4}{8\sqrt{4+C_1^2}} \left[ 1 + \frac{3C_1^2}{4(4+C_1^2)} + \frac{5C_1^4}{32(4+C_1^2)^2} \right]. \quad (11)$$

На основе закона (4) с учетом соотношения (10) для размерного радиус-вектора  $i$ -го сечения получим:

$$\vec{r} = \vec{r}_i \sqrt{\frac{2K_i F_0}{\pi m_i}} \quad (12)$$

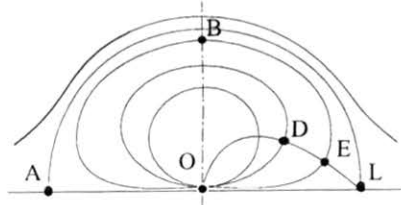


Рис. 1. Схема диполя

Константа  $C_1$ , входящая в уравнение (7), определяется следующим образом. Сначала проводится эквипотенциал наибольшей длины — линия  $ODEL$  (рис. 1).

Поскольку уравнение линий тока представлены в системе координат  $r, \theta$ , с целью удобства обозначений составляющих эквипотенциал  $ODEL$  в новой системе координат  $\vec{r}, \beta$  с началом

$$\vec{r} = (1 - \sin \beta) / \cos \beta, \quad (13)$$

где  $0 < \beta < \pi/2$ .

Далее делим линию  $ODEL$  на  $n$  - отрезков равной длины  $\Delta l_i = h$ . Длину каждого из отрезков  $\Delta l_i$  определим по формуле

$$h = \frac{1}{\cos^2 \beta_{i+1}} \sqrt{\cos^2 \beta_{i+1} + (1 - \cos \beta_{i+1})^2 \Delta \beta_i} \quad (14)$$

где  $\Delta \beta_i = \beta_i - \beta_{i-1}$ , откуда

$$\beta_i = \beta_{i-1} \frac{h \cos^2 \beta_{i+1}}{\sqrt{\cos^2 \beta_{i+1} + (1 - \cos \beta_{i+1})^2}}. \quad (15)$$

Пусть луч  $\beta = \beta_i$ , пересекается с линией  $ODEL$  в точке  $D(\beta_i, \vec{r}_i)$ . Примем



$\theta = \beta_i$ ,  $\vec{r}_i = r_i$ . При выбранной длине отрезка  $h$  з формулы (15) находим значение  $\beta_i$ . Учитывая, что  $\vec{r}_i = r_i$  из выражения (13) определяем величину  $r_i$ , а затем по формуле (7) величину  $C_i$ . При этом в уравнении (7) вместо значения  $\theta$  подставляем  $\beta_i$ . Далее из формулы (11) определяем  $m_i$ , а из (12) - величины радиус-векторов  $\vec{r}^*$ . Полученные значения радиус-векторов используем для построения искоемых контуров промежуточных сечений каналов.

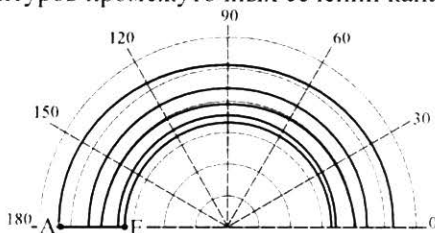


Рис. 2. Построение экипотенциалов

В случае сложных профилей начального и конечного сечений канала, применение данного метода связано с определенными трудностями математического характера. Тогда промежуточные сечения удобно строить графически с использованием в пакете *MathCAD*. Сначала в избранных масштабах чертят начальный и конечный сечения канала (рис. 2). После этого проводят длинную линию потока  $AE$ , которая разбивается на отрезки равной длины, число которых равно числу выбранных сечений канала.

Затем методом электромоделирования наносят линии равного потенциала, проходящих через концы отрезков. Полученные замкнутые линии являются искомой формой промежуточных сечений. Планиметром определяют площадь  $F_i^*$ , ограниченную  $i$ -тым экипотенциалом. Для определения масштаба  $m_i$  используют соотношение, аналогичное соотношению (10):

$$m_i = F_i^* / F_0^*. \quad (16)$$

Увеличение или уменьшение проходных сечений удобно проводить с помощью пантографа, масштабный коэффициент которого равен  $(K/m_i)^{0.5}$ , где, как и в формуле (1), значения  $K_i$  учитывает степень расширения (сужения) сечения канала.

Изложенный метод позволяет избежать ошибок на стадии проектирования каналов и патрубков распылительных сушильных установок и может быть использован при конструировании конфузورных и диффузорных каналов с различными формами входного и выходного сечений.

#### Условные обозначения

$F$  – площадь сечения канала,  $\text{м}^2$ ;

$L$  – расстояние вдоль оси канала,  $\text{м}$ ;

$r_i, \theta$  – полярные координаты;

$\beta$  – азимутальный угол;

$R$  – радиус равновеликого круга сечения канала,  $\text{м}$

$\delta^*$  – толщина вытеснения,  $\text{м}$ ;

$\varphi$  – потенциал скорости;

$\Psi$  – функция потока;

$\vec{r}^*$  – радиус-вектор,



**Индексы:**

$0$  – сечение на входе в канал;  
 $n$  – сечение на выходе из канала;

$i = 0 \dots n$  – номера сечений;  
 $j$  – направление радиус-вектора.

**Выводы**

Разработан простой и достаточно точный метод построения формы каналов распылительных устройств, широко используемых в распылительных сушильных установках.

Метод позволяет рассчитывать и проектировать каналы и патрубки с малой неравномерностью поля скорости и низким аэродинамическим сопротивлением.

**Литература**

1. Бессараб А.С. Метод построения гидродинамически целесообразных каналов энергетических установок / А.С. Бессараб, В.В. Шутюк, Т.А. Васьук // Промышленная теплотехника. — 2003. — № 6 (25). — С. 42-45.
2. Холуер Д. Теневые методы в аэродинамике / Д. Холуер, Р. Норт. — М.: Мир. 1966. — 179 с.
3. Драганов Б.Х. Метод профилирования патрубка, соединяющего коллектор со впускным каналом / Б.Х. Драганов, А.М. Колесников // Двигатели внутреннего сгорания. — 1980 — Вып. 32 — С. 45-50.

# **СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ SWORLD**

## **Выпуск 3**

Том 13  
*Технические науки*

*На украинском, русском и английском языках*

Издано:

*Маркова АД*

*153000, г. Иваново, ул. Пушкина, 5/5*

*e-mail: [orgcom@sworld.com.ua](mailto:orgcom@sworld.com.ua)*

*site: [www.sworld.com.ua](http://www.sworld.com.ua)*

*Издатель не несет ответственности за  
достоверность информации и научные результаты,  
представленные в статьях*

Компьютерный набор и  
разработка оригинал-макета - Купrienko С.В.

Подписано к печати 30.10.2013 г.

Формат 60х84 1/16.

Заказ №871. Тираж 100.

Отпечатано в Полиграфическом центре "Домино"