

ISSN 2414-9845 (Online)
ISSN 2410-0242 (Print)



ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

INNOVATIVE MACHINERY & TECHNOLOGY

№2 (07) 2016

Научно-теоретический и практический журнал

ISSN 2414-9845 (Online)
ISSN 2410-0242 (Print)



ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

№2 (07) 2016

Научно-теоретический и практический журнал

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 2 (07) 2016

Научно-теоретический и практический журнал
Издается с 2014 года

Главный редактор

Д. И. Фролов, канд. техн. наук, доцент
(Пензенский государственный технологический университет)

Зам. главного редактора

А. А. Курочкин, д-р техн. наук, профессор
(Пензенский государственный технологический университет)

Редакционная коллегия:

А. М. Зимняков, канд. хим. наук, доцент
(Пензенский государственный университет);

В. М. Зимняков, д-р экон. наук, профессор
(Пензенская государственная сельскохозяйственная академия);

В. В. Коновалов, д-р техн. наук, профессор
(Пензенский государственный технологический университет);

А. И. Купреенко, д-р техн. наук, профессор
(Брянский государственный аграрный университет);

В. И. Курдюмов, д-р техн. наук, профессор
(Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П. А. Столыпина);

О. Н. Кухарев, д-р техн. наук, профессор
(Пензенская государственная сельскохозяйственная академия);

В. А. Милюткин, д-р техн. наук, профессор
(Самарская государственная сельскохозяйственная академия);

В. Ф. Некрашевич, д-р техн. наук, профессор
(Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева);

С. В. Чекайкин, канд. техн. наук, доцент
(Пензенский государственный технологический университет);

Г. В. Шабурова, канд. техн. наук, доцент
(Пензенский государственный технологический университет)

Адрес редакции:

Фролов Дмитрий Иванович
г. Пенза, ул. Антонова, д.26 к.209
E-mail: surr@bk.ru
Издается 4 раза в год

Журнал «Инновационная техника и технология» включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ):
<http://www.elibrary.ru>

Входит в международную информационную систему по сельскому хозяйству AGRIS.

INNOVATIVE MACHINERY AND TECHNOLOGY

No. 2 (07) 2016

Scientific theoretical and practical journal
Issued since 2014

Editor-in-Chief

D. I. Frolov, candidate of technical sciences,
associate professor
(Penza State Technological University)

Deputy-chief editor

A. A. Kurochkin, doctor of technical sciences, professor
(Penza State Technological University)

Editorial board members:

A. M. Zimnyakov, cand. of chemical sciences, assoc. professor
(Penza State University);

V. M. Zimnyakov, doctor of economic sciences, professor
(Penza State Agricultural Academy);

V. V. Konovalov, doctor of technical sciences, professor
(Penza State Technological University);

A. I. Kupreenko, doctor of technical sciences, professor
(Bryansk State Agrarian University);

V. I. Kurdyumov, doctor of technical sciences, professor
(Ulyanovsk State Agricultural Academy
in honor of P.A. Stolypin);

O. N. Kuharev, doctor of technical sciences, professor
(Penza State Agricultural Academy);

V. A. Milutkin, doctor of technical sciences, professor
(Samara State Agricultural Academy);

V. F. Nekrashevich, doctor of technical sciences, professor
(Ryazan State Agrotechnological University
Named After P.A. Kostychev);

S. V. Chekaykin, cand. of technical sciences,
associate professor
(Penza State Technological University);

G. V. Shaburova, candidate of technical sciences,
associate professor
(Penza State Technological University)

The editorial office address:

Dmitry Ivanovich Frolov
Penza, st. Antonov 26-209
E-mail: surr@bk.ru
Issued 4 times a year

“Innovative machinery and technology” is included into the Russian Scientific Citation Index system:
<http://www.elibrary.ru>
Included in the international information system for agriculture AGRIS.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

- Роль расчетного меню в технологическом проектировании доготовочного предприятия общественного питания**
Э. А. Буланов, С. В. Чекайкин, И. Г. Щербакова 5
- Применение сушеных томатов в технологии приготовления кексов**
П. К. Воронина..... 9
- Исследование обеспеченности населения РФ общедоступной сетью предприятий общественного питания**
Э. А. Буланов, Д. И. Фролов, В. И. Богуш..... 15

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- Теория процесса взаимодействия нижнего штифта, гранулы перги и днища вертикального измельчителя перговых сотов**
В. Ф. Некрашевич, М. Ю. Костенко, Р. А. Мамонов, К. В. Буренин, Е. И. Буренина..... 19

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- Математическое моделирование пневмосистемы устройств для массажа вымени нетелей двухкамерного типа**
А. А. Курочкин..... 25
- Анализ моделирования потоков воздуха внутри кожуха ботвоудаляющей машины**
Д. И. Фролов 34
- Возможность применения продуктов очистки отработавших моторных масел в качестве ингибитора для защиты стали 3 от почвенной коррозии**
А. А. Назарова, Е. Д. Таныгина, С. Д. Полищук..... 41
- Банная паровая печь**
Т. В. Захарова, Е. Л. Мальцев, С. П. Рябихин..... 47

Трибуна молодого ученого

- Применение экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса в технологии ржано-пшеничного заварного хлеба**
Н. Н. Шматкова..... 53
- Параметры экструзионных технологий пищевых продуктов на основе термовакuumного эффекта**
А. Н. Бородин..... 61

ИНФОРМАЦИЯ

- Сведения об авторах. Требования к оформлению статей** 67

CONTENTS

FOOD TECHNOLOGY

Role of current menu the technological design semi-finished catering business <i>E. A. Bulanov, S. V. Chekaikin, I. G. Shcherbakova</i>	5
Application of dried tomatoes in the technology of preparation of cupcakes <i>P. K. Voronina</i>	9
The study population security of the Russian Federation public network catering <i>E. A. Bulanov, D. I. Frolov, V. I. Bogush</i>	15

TECHNOLOGY EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

The theory of the interaction of the lower pins, bee and granules of the bottom vertical honeycomb bee-read chopper <i>V. F. Nekrashevich, M. Yu. Kostenko, R. A. Mamonov, K. V. Burenin, E. I. Burenina</i>	19
--	----

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

Mathematical modelling of the pneumatic system of devices for massage of the udder of heifers of two-chamber type <i>A. A. Kurochkin</i>	25
Analysis modeling airflow inside the casing haulm removing machines <i>D. I. Frolov</i>	34
Possibility to use the products of engine waste oils purification as steel 3 preventative from soil corrosion <i>A. A. Nazarova, E. D. Tanygina, S. D. Polishchuk</i>	41
Tube oven for steam bath <i>T. V. Zakharova, E. L. Maltsev, S. P. Ryabikhin</i>	47

TRIBUNE OF YOUNG SCIENTISTS

Application of extruded articles mixtures of wheat grain and seeds thistle in technology of boiled rye-wheat bread <i>N. N. Shmatkova</i>	53
The parameters of the extrusion food technology on the basis of thermal effect <i>A. N. Borodin</i>	61

INFORMATION

Information about the authors. Requirements for the articles	67
---	----

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 642.5.001(07)

РОЛЬ РАСЧЕТНОГО МЕНЮ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОГотовочного ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Э. А. Буланов, С. В. Чекайкин, И. Г. Щербакова

В основе проекта предприятия питания лежат технологические расчёты, которые базируются на расчётном меню. Предлагаются новые подходы к составлению расчётного меню, учитывающего факторы сезонности при потреблении мясо-рыбных и овощных блюд и разнообразия блюд по видам тепловой обработки, что позволит создать более адекватную модель проектируемого предприятия общественного питания. Приведены результаты технологических расчётов с учётом указанных факторов.

Ключевые слова: общественное питание, проектирование, расчётное меню.

Введение

Производственная программа готовочного предприятия общественного питания – это ассортимент и количество выпускаемых блюд, оформленных в виде расчётного меню. Меню является основой для дальнейших расчётов по определению численности работников, необходимого технологического оборудования, площади производственных помещений, а также технико-экономической оценки проектируемого предприятия общественного питания.

В общем случае при составлении расчётного меню следует учитывать тип проектируемого предприятия и его концепцию; примерный ассортимент блюд, напитков, кулинарных и кондитерских изделий; специализацию кухни; особенности обслуживаемого контингента; сезонность сырья, разнообразие блюд по дням недели и видам тепловой обработки, что в принципе предполагает несколько вариантов расчётного меню [1–4].

При упрощённом подходе, в том числе и в процессе учебного проектирования обычно учитываются первые три из перечисленных факторов, что не позволяет получить адекватную модель проектируемого предприятия. Рассмотрим некоторые факторы, обуславливающие формирование расчётного меню, которые, на наш взгляд, способны в той или иной степени влиять на результаты технологического проектирования предприятия общественного питания.

Фактор, учитывающий сезонность применяемого сырья. Известно, что в зимний и весенний периоды в меню большинства предприятий общественного питания преобладают мясные и рыбные блюда. В осенний и летний периоды в меню таких предприятиях возрастает доля овощных блюд, что приводит к необходимости осуществлять технологические расчёты с учетом зимнего (с преобла-

данием мясных и рыбных блюд) и летнего (с преобладанием овощных блюд) меню в соотношении (ориентировочно) 70% и 30%.

Фактор, учитывающий географические и климатические условия места проектирования предприятия общественного питания. Данный фактор обуславливает продолжительность периодов действия зимнего либо летнего меню и в данной работе не рассматривается.

Фактор, учитывающий день недели. В основе методики технологических расчетов при проектировании предприятий общественного питания лежит расчётное меню наиболее загруженного дня. [1–4]. Между тем в действительности нагрузка большинства таких предприятий весьма существенно варьируется в зависимости от дня недели. Так, например, в общедоступном ресторане день наибольшей загрузки – пятница. В понедельник и вторник загрузка предприятия такого типа может снижаться в 2–3 раза.

Следует отметить, что учет данного фактора позволяет получить более точные данные для подбора технологического оборудования, а также расчета производственных площадей предприятия.

С другой стороны, при расчете энергетических и материальных ресурсов, а также численности производственных работников следует учитывать неравномерность загрузки предприятия по дням недели с помощью соответствующего коэффициента. Отметим, что в целом на разработку расчётного меню этот фактор существенного влияния не оказывает и в данной работе также не рассматривается.

Фактор, учитывающий разнообразие блюд по видам тепловой обработки. Данный фактор предполагает при составлении меню включение блюд с различными видами тепловой обработки сырья, а также наличие в меню продукта, в процессе приготовления которого применяется нескольких видов тепловой обработки. Учет данного фактора позво-

Таблица 1 – Расчётное меню

№ рецептуры	Наименование блюда	Выход, г	Количество, шт.	
			зимнее	летнее
	Холодные блюда и закуски		620	
54	Салат столичный	150	434	220
23	Салат «Весна»	100	93	200
25	Салат «Летний»	100	93	200
	Супы		450	
109	Борщ	500	315	135
148	Суп с макаронами на курином бульоне	500	135	
191	Борщ холодный	500		315
	Вторые горячие блюда		1000	
414	Котлеты натуральные рубленые	230	363	137
300	Рыба отварная	275	363	137
281	Яичница глазунья	70	137	137
214	Морковь тушеная с рисом	250	137	289
202	Капуста отварная с маслом	260		300
472	Картофель отварной – гарнир	150	363	137
465	Рис отварной	150	363	
478	Овощной гарнир – морковь припущенная	150		137
	Сладкие блюда		470	
614	Сливки взбитые		270	270
603	Желе из яблочного сока		200	200
	Напитки		194 литров	
1012	Кофе черный	200	77,6	50
630	Чай с молоком	200	77,6	50
	Сок – яблочный, томатный	200	9,7	20
	Вода фруктовая,	200	19,4	34
	минеральная		9,7	40
	Мучные кондитерские изделия		300	
329	Булочка «К чаю»		100	100
153	Коржик молочный		100	100
50	Пирожное «Песочное кольцо»		100	100

лит расширить возможности проектируемого предприятия в приготовлении более широкого ассортимента блюд.

Таким образом, **целью данной работы** является изучение и оценка факторов, учитывающих сезонность применяемого сырья и разнообразие блюд по видам тепловой обработки, на результаты технологических расчётов при проектировании предприятий индустрии питания.

Результаты и их обсуждение

Анализ результатов технологических расчётов рассмотрим на примере общедоступной столовой с самообслуживанием на 100 мест и режимом работы с 8 до 20 часов с перерывом с 16 до 17 часов.

Согласно существующей методике [1, 2] в результате технологических расчётов были определены общее количество потребителей (970 человек) и соответствующее количество блюд (2540 шт., из них холодные блюда и закуски – 620, супы – 450, вторые – 1000, сладкие блюда – 470). Час наибольшей нагрузки – с 13 до 14 часов.

Предложено (с некоторым упрощением) следующее расчётное меню, включающее блюда зимнего и летнего вариантов и отличающихся преобладанием мясорыбных (первый вариант) или овощных (второй вариант) блюд [3, 4].

По этим двум вариантам меню согласно [1, 2] были проведены технологические расчёты, предусмотренные методикой проектирования предприятий общественного питания. В результате анали-

за полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. В связи с тем, что трудоёмкость приготовления мясо-рыбных блюд больше, чем овощных, расчёт количества производственных работников, подбор и расчёт технологического оборудования, а также определение площади мясо-рыбного и холодного цехов следует вести по зимнему варианту меню. При этом следует отметить, что технологические расчеты по летнему варианту меню в сравнении с зимним, занижают продолжительность работы технологического оборудования.

2. При расчёте по зимнему варианту меню производственная программа овощного цеха включает 221 кг корнеплодов, овощей и зелени, а расчётное количество производственных работников составляет 1,11 человек. Расчет по летнему варианту меню показывает увеличение количества обрабатываемого сырья до 355 кг и соответственно рост числа производственных работников до 1,76 человек. Таким образом, очевидно, что расчёт овощного цеха необходимо вести по летнему варианту меню.

3. Количество работников горячего цеха следует определять исходя из зимнего меню. При этом расчёты жарочной поверхности по зимнему и летнему вариантам меню показали примерно одинаковые результаты, а расчёты количества и параметров наплитной посуды (объём, размеры) свидетельствуют о том, что набор посуды, рассчитанный по зимнему меню, практически не отличается от набора, принятого на основании летнего варианта меню.

Выбор остального технологического оборудования, а также определение площади горячего цеха необходимо вести по зимнему варианту меню.

4. Расчёты моечной столовой посуды, а также площади мучного цеха не зависят от выбора варианта меню.

5. Расчёты площади помещений для приёма и хранения сырья, полуфабрикатов, а также служебно-бытовых помещений необходимо вести по

зимнему меню с учётом результатов расчёта овощного цеха.

Аналогичные расчёты для кафе и ресторанов позволяют утверждать, что отмеченные выше закономерности характерны и для этих типов предприятий общественного питания.

Что касается фактора разнообразия блюд по видам тепловой обработки, предполагающего включение блюд с различными видами тепловой обработки сырья, а также наличие в меню продукта, в процессе приготовления которого применяется нескольких вариантов тепловой обработки, следует отметить следующее.

Данный фактор приводит к расширенному набору наплитной посуды, а в некоторых случаях и новым видам оборудования, в том числе с реализацией комбинированных тепловых кулинарных процессов.

Например, если меню включает в качестве гарнира только картофель отварной, необходимы пищеварочный котел или наплитная посуда с соответствующей вместимостью. Если в качестве гарнира меню предлагает картофель жареный, необходимо при подборе технологического оборудования предусмотреть сковороду или фритюрницу.

В целом данный фактор не оказывает существенного влияния на результаты технологических расчётов и его при проектировании предприятий общественного питания можно не учитывать.

Выводы

Для получения более адекватной модели проектируемого предприятия общественного питания необходимо рассматривать два вида расчётного меню: зимнее с преобладанием мясных и рыбных блюд и летнее с преобладанием овощных блюд. При этом все технологические расчёты, за исключением расчетов овощного цеха следует вести по зимнему меню.

Список литературы

- [1] Никуленкова, Т.Т. Проектирование предприятий общественного питания / Т.Т. Никуленкова, Г.М. Ястина. – М.: КолосС, 2006. – 247 с.
- [2] Основы проектирования и строительства перерабатывающих предприятий / А.С. Гордеев, А.И. Завражнов, А.А. Курочкин и др. Под ред. А.И. Завражного. – М.: Агроконсалт, 2002. – 492 с.
- [3] Проектирование предприятий общественного питания. / Т.В. Шленская, Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, Е.В. Петросова. – СПб.: Троицкий мост, 2011. – 288 с.
- [4] Проектирование предприятий общественного питания. / Т.В. Шленская, Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, Е.В. Петросова, Э.А. Буланов. – Пенза: Изд. Типография ИП Поповой М.Г. «Копи-Riso», 2012. – 314 с.
- [5] Проектирование предприятий общественного питания в вопросах и ответах. / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Е.В. Петросова, В.М. Зимняков. – Пенза: Типография ИП Поповой М.Г. «Копи-Riso», 2012. – 64 с.
- [6] Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / В.А. Ананина, С.Л. Ахиба, В.Т. Лапшина и др. Под ред. Ф.Л. Марчука. – М.: Хлебпродинформ, 1996. – 619 с.

- [7] Сборник рецептур на торты, пирожные, кексы, рулеты, печенье, пряники, коврижки и сдобные булочные изделия / В.Т. Лапшина, Г.С. Фонарева, С.Л. Ахиба. Под ред. А.П. Антонова.–М.: Хлебпродинформ, 2000.– 720 с.
- [8] Ястина, Г.М. Проектирование предприятий общественного питания с основами AutoCAD / Г.М. Ястина, С.В. Несмелова.–СПб.: Троицкий мост, 2012.– 288 с.

ROLE OF CURRENT MENU THE TECHNOLOGICAL DESIGN SEMI-FINISHED CATERING BUSINESS

E. A. Bulanov, S. V. Chekaikin, I. G. Shcherbakova

In project-based enterprise supply are technological calculations based on the calculated menu. It offers new approaches to the compilation of the design menu, taking into account the seasonality in the consumption of meat-fish and vegetable dishes and variety of dishes for cooking that will create a more adequate model of the projected public catering enterprises. The results of process calculations taking into account these factors.

Keywords: *catering, design, design menu.*

References

- [1] Nikulenkova, T.T. Design of public catering enterprises / T.T. Nikulenkova, G.M. Astina.–М.: Koloss, 2006.– 247 p.
- [2] Basics of designing and building processing plants /A.S. Gordeev, A.I. Zavrazhnov, A.A. Kurochkin et al., Ed. A.I. Zavrazhnov.–М.: Agrokonsalt, 2002.– 492 p.
- [3] The design of public catering enterprises /T. V. Shlyonsky, G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, E. V. Petrosova.–SPb.: Trinity bridge, 2011.– 288 p.
- [4] The design of public catering enterprises. / T. V. Shlyonsky, G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, E. V. Petrosova, E. A. Bulanov. – Penza: Izd. Typography UI Popova, M. G., «Copy-Riso», 2012. – 314 p.
- [5] The design of the caterers in questions and answers /A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V.E. Petrosova, V.M. Zimnyakov.–Penza: Printing of IP Popova, M. G., «Copy-Riso», 2012.– 64 p.
- [6] A collection of recipes food and cooking products for public catering enterprises. / V.A. Anagnina, S.L. Ahiba, Lapshina V.T. etc. Under the editorship of F.L. Marchuk.–М.: Labpopentry, 1996.– 619 p.
- [7] A collection of recipes for cakes, pastries, muffins, rolls, biscuits, cakes, honey cakes and sweet bakery products. / T. V. Lapshina, G. S. Fonareva, S. L. Ahiba. Ed. by A. P. Antonova.–М.: Labpopentry, 2000.– 720 p.
- [8] Astina, G.M. Design of public catering enterprises with the basics of AutoCAD. / G.M. Astina, S. V. Nesmelova.–SPb.: Trinity bridge, 2012.– 288 p.

ПРИМЕНЕНИЕ СУШЕНЫХ ТОМАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КЕКСОВ

П. К. Воронина

В последнее время в производстве кондитерских изделий много внимания уделяется удовлетворению ряда потребительских требований, таких как широкий ассортимент, особые вкусовые характеристики, повышение пищевой ценности. В работе представлены результаты исследования влияния порошка сушеных томатов на органолептическую и физико-химическую оценку показателей качества кексов.

Ключевые слова: овощные порошки, томаты, функциональные кондитерские изделия.

Введение

Рынок мучных кондитерских изделий является быстро растущим сегментом кондитерской промышленности. В связи с этим, мучные кондитерские изделия, как и хлебобулочные, являются перспективным объектом модификации с формированием функциональных свойств, так как принадлежат к категории ежедневно употребляемых в пищу продуктов питания. К сожалению, за счет указанных изделий человек не может получить все необходимые пищевые вещества в достаточном количестве. В то же время известно, в поддержании здоровья, работоспособности и активного долголетия человека существенная роль принадлежит полноценному снабжению организма всеми необходимыми микронутриентами: витаминами, минеральными веществами и микроэлементами.

Современные технологии позволяют разрабатывать инновационные продукты со специально заданными характеристиками путем внесения различных обогащающих добавок, способствующих не только улучшению качества кондитерских изделий, но и повышению их пищевой и биологической ценности [1, 12, 13].

В научной литературе приводятся сведения о возможности применения в хлебопекарной и кондитерской промышленности муки экструдированных зерновых культур, обладающих повышенной пищевой и биологической ценностью. Многочисленными исследованиями установлено, что экструзионный процесс существенно влияет на углеводный, белковый и липидный комплексы перерабатываемого сырья [2, 6, 8–11].

Известны работы об использовании в технологии мучных кондитерских изделий в качестве улучшителей овощей, плодов, ягод, содержащих сахара, органические кислоты, пектиновые вещества, минеральные соли. В частности, предлагается использовать фруктовое или овощное пюре в следующих дозировках: 25%—для апельсинового, 20%—для тыквенного и морковного пюре от массы сахара [5].

Однако не все подходы к обогащению мучных кондитерских изделий равнозначны и позволяют

с одинаковой эффективностью решать проблему недостатка питательных веществ в готовых изделиях [3, 4].

В связи с этим, считаем актуальным изучение возможности применения сушеных томатов в технологии кексов.

Целью исследований является совершенствование технологии мучных кондитерских изделий с применением сушеных томатов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является сушеные томаты, готовые кондитерские изделия – кексы с внесением 3, 5 и 10% сушеных томатов.

Опытные образцы готовили с внесением сушеных томатов в дозировке 3, 5 и 10% к общей массе муки. В качестве контрольного образца служил образец без внесения сушеных томатов.

При проведении экспериментальных исследований использовали стандартные методы, принятые в пищевой промышленности.

В соответствии с поставленной целью определены основные задачи исследования:

- обоснование применения сушеных томатов в технологии приготовления кексов;
- исследование функционально-технологических свойств сырья с целью обоснования выбора рецептурных компонентов для регулирования качества кондитерских изделий с сушеными томатами;
- провести органолептическую и физико-химическую оценку показателей качества готовых кондитерских изделий.

Результаты и их обсуждение

Одним из основных требований к современным технологиям является совершенствование ассортимента продуктов питания за счет обогащения их биологически активными веществами. В связи с дефицитом в рационах витаминов, макро- и микроэлементов, неблагоприятной экологической обстановкой, ростом заболеваемости возникает необходимость использования при производстве пищевых

продуктов обогатителей на основе растительного сырья и различных овощных добавок. Преимущества пищевого обогатителя и овощных добавок, балансирующего недостатки витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон заключается в его доступности, низкой себестоимости за счет безотходной, комплексной переработки исходного сырья. Для получения кексов, пользующихся устойчивым спросом населения, необходимо подобрать такое соотношение компонентов, которое позволяет создать продукт не только высокой пищевой ценности, но и с высокими товарными свойствами.

Применяемые в исследованиях сушеные томаты богаты белками, каротином, витаминами С, Е и группы В. Томаты содержат ликопин – пигмент во многом обуславливающий их высокую биологическую и терапевтическую ценность.

Ликопин – сильнейший антиоксидант, нейтрализующий свободные радикалы, в особенности производные от кислорода, его способность подавлять окислительную активность активного кислорода вдвое больше чем у β -каротина и в 10 раз выше чем у α -токоферола (витамина Е). Кроме того, сушеные томаты богаты минеральными веществами и содержат: макроэлементы – калий, кальций, магний, железо; микроэлементы – медь, цинк.

Анализ данных литературы по химическому составу и пищевой ценности томатов, а также анализ специальной литературы по функциональному питанию, свидетельствует о возможности применения сушеных томатов в качестве натурального обогатителя кексов белком, жиром, витаминами и минеральными веществами [1, 7].

В связи с этим, представляет интерес изучение возможности применения в технологии кондитерских изделий сушеных томатов.

Применяли опарный способ приготовления теста. Для приготовления опары предварительно подготавливали дрожжи: 100% количества дрожжей в измельченном виде размешивали в подогретом молоке (40°C). Приготовление теста предусматривало внесение сахар-песок, меланж, растопленный маргарин, соль, мука. Применяемая в исследованиях пшеничная мука характеризовалась следующими показателями: цвет белый; массовая доля сырой клейковины 31,7%. Качество клейковины муки было удовлетворительным.

Продолжительность брожения теста составляла 1,5 часа, затем делали обминку, формовку и ставили на расстойку на 40 минут. Выпечку осуществляли при температуре 180°C в течение 20 минут.



Рис. 1. Внешний вид кекса без внесения добавок (контрольный образец)



Рис. 2. Внешний вид кекса с внесением 3% сушеных томатов



Рис. 3. Внешний вид кекса с внесением 5% сушеных томатов



Рис. 4. Внешний вид кекса с внесением 10% сушеных томатов

Таблица 1 – Влияние сушеных томатов на органолептические показатели качества кекса из муки пшеничной высшего сорта, балл

Показатели качества	Образец №1 – контрольный образец	Образец №2 – 3% сушеных томатов	Образец №3 – 5% сушеных томатов	Образец №4 – 10% сушеных томатов
Внешний вид	Верхняя часть кекса выпуклая, с характерными трещинами, без отделки	Верхняя часть кекса выпуклая, с характерными трещинами, без отделки	Верхняя часть кекса выпуклая, с характерными трещинами, без отделки	Верхняя часть кекса выпуклая, с характерными трещинами, без отделки
Консистенция	Однородная, равномерная, без крупинок и комочков	Однородная, равномерная, без комочков	Однородная, равномерная, без крупинок и комочков, пористая	Неоднородная, наличие комочков
Цвет	Равномерный, не однородный, от желтого до коричневого оттенка	Равномерный, однородный, светло-желтого оттенка	Равномерный, однородный желтого оттенка	Равномерный, желто-рыжего оттенка
Запах	Аромат ванильного кекса	Незначительный аромат сушеных томатов	Аромат сушеных томатов	Излишний аромат сушеных томатов
Вкус	Изделие со сдобным вкусом, без посторонних привкусов и запахов	Изделие со сдобным вкусом и характерным привкусом дрожжей	Изделие со сдобным вкусом и без посторонних привкусов и запахов	Изделие со сдобным вкусом и чрезмерным привкусом томатов

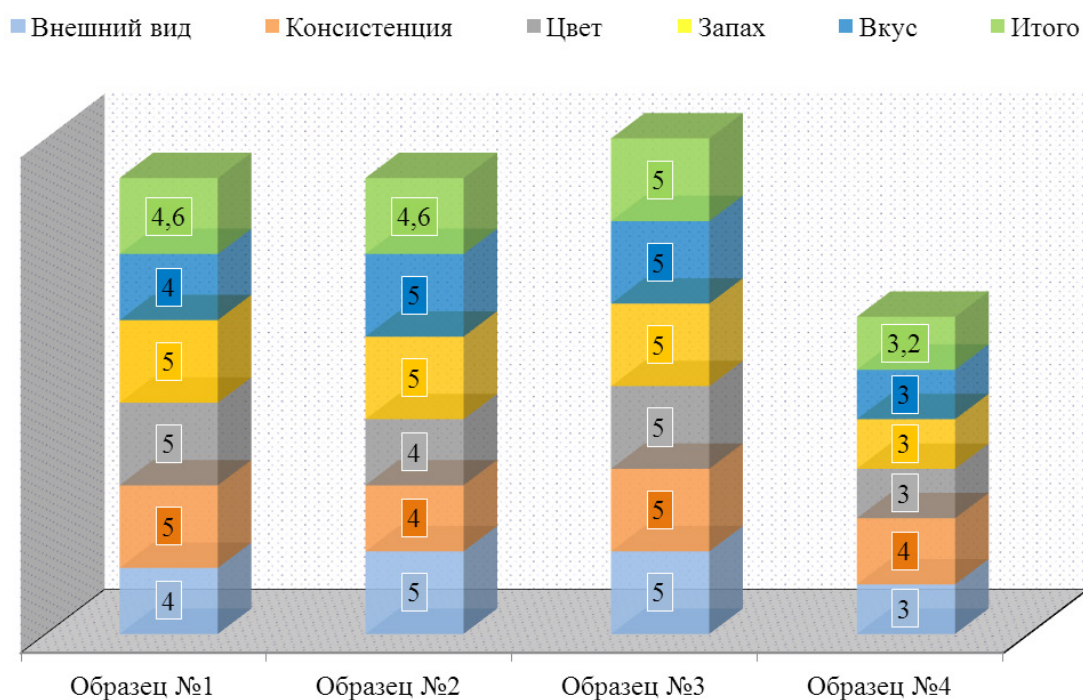


Рис. 5. Балловая оценка органолептических показателей кондитерских изделий

Таблица 2 – Химический состав контрольного образца и изделия с добавлением 5% сушеных томатов

Наименование показателя	Контрольный образец	Изделие с внесением 5% сушеных томатов
Массовая доля влаги в изделии, %	26,1	30,3
Массовая доля жира, % СВ	21,6	21,9
Кислотность	1,3	2,7

Охлаждение кексов проводили в естественных условиях в течение 2 часов. Ниже приведены образцы готовых кондитерских изделий: рисунок 1 – контрольный образец, без внесения добавок; рисунок 2 – образец с внесением 3% сушеных томатов; рисунок 3 – образец с внесением 5% сушеных томатов; рисунок 4 – образец с внесением 10% сушеных томатов.

Оценку изделий проводили по органолептическим (внешний вид, консистенция, цвет, запах, вкус) и физико-химическим (влажность мякиша, кислотность, содержание жира) показателям качества.

Результаты исследований органолептических показателей качества кекса без внесения добавки и кексов из пшеничной муки высшего сорта с применением сушеных томатов в количестве 3, 5 и 10% приведены в таблице 1.

Форма, цвет, мякиш при выпечке кекса без внесения добавок и изделий с внесением 3 и 5% томатов существенно не изменялись и оставались на уровне пяти баллов. Кекс с добавлением 10% сушеных томатов по органолептическим показателям качества характеризовался несколько худшими результатами.

Результаты балловой оценки органолептических показателей кондитерских изделий приведены на рисунке 1.

Средняя общая оценка изделий с внесением 3% сушеных томатов составила 4,6 балла. Наблюдалось снижение пористости и бледный цвет изделия. Низкую оценку получило изделие с внесением 10% сушеных томатов – 3,2 балла. Качество снилось за счет ухудшения внешнего вида поверхности и снижения пористости изделия.

На основании вывода по органолептической оценке был проведен анализ химического состава образцов №1 и №3. Результаты сравнительного ана-

лиза химического состава контрольного образца и кекса с внесением сушеных томатов приведены в таблице 2.

По данным таблицы 2 видно, что в изделиях с внесением сушеных томатов массовая доля влаги увеличилась на 16% по сравнению с контрольным образцом. Незначительно повысилась массовая доля жира – на 1,3%, отсюда можно сделать вывод, что внесение томатов предполагает возможность обогащения кондитерских изделий полиненасыщенными жирными кислотами.

Следует отметить повышение кислотности в кексах с внесением 5% сушеных томатов, на 1,4 град. Это явление можно объяснить повышенной кислотностью исходного сырья.

Анализ химического состава готовых кондитерских изделий с применением сушеных томатов позволяет сделать вывод о целесообразности применения томатов в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов в формировании новых видов кондитерских изделий, предназначенных для функционального питания.

Выводы

Установлено положительное воздействие сушеных томатов на качество мучных кондитерских изделий. Внесение сушеных томатов благоприятно отразилось на вкусе и пористости изделия. Определена рациональная дозировка сушеных томатов в качестве добавки для использования в технологии производства кексов.

Применение сушеных томатов в технологии кондитерских изделий позволит расширить ассортимент данной группы продовольственных товаров при сохранении высокого качества и потребительских свойств.

Список литературы

- [1] Корячкина, С.Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий/ С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева—СПб.: ГИОРД, 2013.—528 с.
- [2] Курочкин, А.А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Пиво и напитки.— 2008.— № 4.—С. 12.
- [3] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов/А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова //Монография.—Пенза, 2015.— 182 с.
- [4] Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, В.М. Зимняков, А.Л. Мишанин, В.В. Новиков, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов.—Пенза, 2015.— 181 с.

- [5] Матвеева, Т. В. Применение тыквенного, морковного и апельсинового пюре в технологии кексовых изделий // Товаровед продовольственных товаров.–Москва, 2010.– № 7.–С. 17–21.
- [6] Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, Е.В. Тюрина //Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания.–Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.–Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.–С. 46–48.
- [7] Химический состав пищевых продуктов. Книга 2.: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. проф. д-ра техн. наук И.М. Скурихина и проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева.– 2-е изд., перераб. и доп.–М.: Агропромиздат, 1987.– 360 с.
- [8] Шабурова, Г.В. Белковый комплекс экструдированного ячменя /Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, В.П. Чистяков, В.В. Новиков // Пиво и напитки.– 2007.– № 3.–С. 12.
- [9] Шабурова Г.В. Повышение технологического потенциала несоложенных зернопродуктов /Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина //Техника и технология пищевых производств.– 2014.– № 1 (32) .–С. 90–96.
- [10] Шабурова, Г.В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении и хлебопечении /Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.–С. 79–83.
- [11] Шабурова, Г.В. Экструдированный овес как сырье для обогащения хлеба /Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, Н.Н. Шматкова // Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы: сб. статей VIII Международной научно-практической конференции.–Пенза: Приволжский дом знаний, 2014.–С. 97–101.
- [12] Шабурова, Г.В. Использование экструдированного зернового обогатителя в технологии сырцовых пряников /Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин //Инновационная техника и технология.– 2015.– № 1 (02).–С. 7–12.
- [13] Шматкова, Н.Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения /Н.Н. Шматкова, П. К. Воронина // Инновационная техника и технология.– 2015.– № 3 (04).–С. 33–39.

APPLICATION OF DRIED TOMATOES IN THE TECHNOLOGY OF PREPARATION OF CUPCAKES

P. K. Voronina

Recently, in the production of confectionery products, much attention is paid to satisfaction of a number of consumer requirements, such as wide variety, special taste characteristics, improve nutritional value. The paper presents the results of a study of the influence of the powder of the dried tomatoes on organoleptic and physico-chemical evaluation of the quality of cupcakes.

Keywords: *vegetable powder, tomatoes, functional confectionery.*

References

- [1] Koryachkina, S.Y. Functional food ingredients and additives for bakery and confectionery products / S.Y. Koryachkina, T. V. Matveeva–SPb.: GIOR, 2013.–528 p.
- [2] Kurochkin, A.A. Amino acid composition of extruded barley /A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Beer and drinks.– 2008.–No. 4.–P. 12.
- [3] Kurochkin, A.A. The theoretical rationale for the use of the extruded raw material in food technology / A.A. Kurochkin, P. K. Voronina, G. V. Shaburova // Monograph, 2015.– 182 p.
- [4] Scientific support for current trends in the development of the edible thermoplastic extrusion /A.A. Kurochkin, P. K. Voronina, V.M. Zimnyakov, A. L. Mishanin., V. V. Novikov, G. V. Shaburova, D. I. Frolov.– Penza, 2015.– 181 p.
- [5] Matveeva, T. V. Use of pumpkin, carrot and orange puree in technology, cake fries, whatever-o products // Merchandiser of food products.–Moscow, 2010.–No. 7.–P. 17–21.
- [6] The Transformation of complex carbohydrate extruded barley /A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P. K. Voronina, E. V. Tyurina //Current state and prospects of development of food industry and public

- catering.–Proceedings of the III all-Russian scientific-practical conference with international participation.– Chelyabinsk: Publishing center SUSU, 2010.–P. 46–48.
- [7] The chemical composition of food products. Book 2.: Reference tables of contents of amino acids, fatty acids, vitamins, macro–and microelements, organic acids and carbohydrates / edited by Professor Dr. tech. Sciences I. M. skurikhina and Professor, Dr. med. Sciences M. N. Folgaria.– 2-e Izd., revised and enlarged extra–M.: Agropromizdat, 1987.– 360 p.
- [8] Shaburova, G. V. Protein complex extruded barley /G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, V.P. Chistyakov, V.V. Novikov // Beer and drinks.– 2007.–No. 3.–P. 12.
- [9] Shaburova, G. V. Increasing technological capabilities of unmalted grain products /G. V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina //Technique and technology of food production.– 2014.– № 1 (32)–P. 90–96
- [10] Shaburova, G. V. Prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and baking /G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2014.– № 4.–pp. 79–83.
- [11] Shaburova, G. V. Extruded oats as a raw material for the enrichment of bread /G.V. Shaburova, P.K. Voronina, N.N. Shmatkova // Food and agribusiness: achievements, problems, prospects Pere: Sat. Article VIII of the International scientific and practical conference.–Penza: Volga house knowledge, 2014.–pp. 97–101.
- [12] Shaburova, G. V. The Use of extruded grain concentrator technology raw gingerbread /G. V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin // Innovative engineering and technology.– 2015.– № 1 (02).–pp. 7–12.
- [13] Shmatkova, N.N. Prospects for the use of a composite mixture in bakery technology functionality /N.N. Shmatkova, P.K. Voronina // Innovative engineering and technology.– 2015.– № 3 (04).–pp. 33–39.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РФ ОБЩЕДОСТУПНОЙ СЕТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

Э. А. Буланов, Д. И. Фролов, В. И. Богуш

Приведены расчёты числа мест в сети предприятий общественного питания на 1000 жителей по СНиП 2.08.02–89 и сравнение расчётов с результатами исследований рынка общественного питания, проведенных в 2012 году. Показано, что расчёты по СНиП 2.08.02–89 с небольшой поправкой отражают состояние рынка на 2012 год.

Ключевые слова: общественное питание, число мест.

Введение

Обеспеченность населения общедоступной сетью предприятий общественного питания (в дальнейшем – ПОП) определяется числом мест на 1000 жителей (p_{1000}). В СНиП 2.08.02–89 приводится нормативное (рекомендуемое) значение этого показателя R_n .

Исследования, на которых базируется СНиП 2.08.02–89, проводились в 80–х годах. Целью настоящего исследования является сравнение расчётов p_{1000} по СНиП 2.08.02–89 с результатами исследований рынка общественного питания, проведенных в 2012 году.

Объекты и методы исследований

Методика расчёта количества мест в сети ПОП по СНиП 2.08.02–89.

Согласно СНиП 2.08.02–89 [1], введенных в действие приказом Минторга РСФСР №176 от 25.06.1982, основные рекомендации которых изложены в [2], в городе, микрорайоне города общее количество мест в сети общедоступных ПОП определяется по формуле:

$$p = N \cdot R_n / 1000,$$

где p – число мест в сети ПОП;

N – численность населения города, микрорайона;

R_n – норматив мест на 1000 жителей. При планировании на 5–7 лет $R_n = 28$, на перспективу 15–20 лет $R_n = 40$ – по всей стране [1,2].

Численность населения микрорайона принимают: 4–6 тысяч для городов с населением до 100 тысяч, 6–12 тысяч для городов с населением 100–500 тысяч, 12–20 тысяч для городов с населением свыше 500 тысяч.

Число мест в сети ПОП местного значения (вместимостью до 75 мест) p_m определяется по той же формуле при $R_n = 10$.

Число мест в сети ПОП на предприятиях городского значения $p_r = p - p_m$.

Для общедоступной (открытой) сети ПОП городов согласно [1,2] значения R_n следующие (на 5–7 лет). При населении N свыше 1 млн – по специальному расчёту; $N = 0.5$ до 1 млн – 40; $N = 250$ до 500 тысяч – 32–33; $N = 100$ до 250 тысяч – 26–29; $N = 50$ до 100 тысяч – 22–24; N менее 50 тысяч – 19–21. Следует отметить, что эти данные получены при $R_n = 28$ по всей стране.

Эти рекомендации можно аппроксимировать в вид следующей зависимости:

$$R_n = 6,71 \cdot N^{0,263} \text{ при населении } N = 50\text{--}1500 \text{ тысяч;} \\ R_n = 19 \text{ при населении } N < 50 \text{ тысяч} \quad (1)$$

Для сельского населения $R_n = 10$, как для сети ПОП местного значения.

Тогда для области с населением N тысяч жителей:

$$P_n = \left(\sum 6,71 N_i^{1,263} + 19 N_{50} + 10 N_c \right) / N \quad (2)$$

где N_i – население i -го города области при $N_i > 50$ тысяч,

N_c – численность сельского населения области,

$N_{50} = N - N_c - \sum N_i$ – население городов области с численностью менее 50 тысяч.

Степень обеспеченности общедоступной (открытой) сетью ПОП населения определяется как

$$C = p_f / p_n,$$

где p_f – фактическое число мест в сети ПОП, p_n – нормативное (расчётное) число мест в сети ПОП.

Результаты и их обсуждение

Результаты маркетингового исследования рынка общественного питания

В исследовании [3] приведены статистические данные по числу ПОП, числу мест в них и площади залов ПОП по РФ и всем округам и областям РФ.

Таблица 1 – Примеры статистических данных по числу ПОП, числу мест в них и площади залов ПОП по РФ и всем округам и областям РФ

	Предприятия	Число ПОП, m	Число мест, n	Площадь залов, А
1	Общедоступные столовые, закусочные	30446	1045590	2068322
2	Столовые на предприятиях	62308	5000118	7219146
3	Рестораны, кафе, бары	63596	3359741	7795162

Таблица 2 – Результаты расчётов числа мест на 1000 жителей по некоторым территориям

Территория	Население, млн.	Число мест на 1000 жителей – рф по [3]	Число мест на 1000 жителей рн – расчёт
РФ	142	31	
Области			
Воронежская	2,33	23	25,7
Тульская	1,52	21	24,8
Калужская	1,01	26,4	26,3
Владимирская	1,405	30,5	25
Курская	1,1	25,6	24,3
Брянская	1,2	27,5	23,7
Белгородская	1,5	31,4	21
Свердловская	4,4	30,4	30,3
Нижегородская	3,4	28,5	30
Краснодарский край	5,5	59,8	22
Ставропольский край	2,735	29,8	21,2

Пример данных из [3] для РФ приведены в таблице 1.

На основе этих показателей определялось число мест на 1000 жителей (фактическое)

$$p_f = n_0 \cdot 1000/N$$

где $n_0 = n_1 + n_3$ – число мест в открытой сети,
N – численность населения.

Для РФ численность населения (2012г.) – N=142 млн.

Число мест на 1000 жителей:

$$p_f = (1045590 + 3359741) \cdot 1000 / 142000000 = 31$$

Анализ рынка общественного питания за 2012– 2013 г показал, что основной показатель общедоступной (открытой) сети ПОП – число мест на 1000 жителей вырос с 28, согласно СНиП 2.08.02–89 (прогноз на 5–7 лет) до 31 по РФ, т. е. на 10,7%.

Тогда следует ожидать аналогичный рост и по другим территориям РФ.

Результаты расчётов числа мест на 1000 жителей по некоторым территориям приведены в таблице 2.

Примеры расчёта числа мест на 1000 жителей p_{1000} по некоторым территориям.

Величина p_{1000} в открытой сети ПОП области определяется численностью городского и сельского населения, количеством городов и численностью населения в них.

Методику расчёта p_{1000} представим на примере расчёта некоторых областей.

Свердловская область.

Население 4,4 млн., городское 83% = 3,652 млн., сельское 17% = 0,748 млн. Определяем число мест на 1000 жителей.

Согласно (1, 2) определяем норматив P_n для городов области.

Города:

Екатеринбург – 1,38 млн. $P_n = 44,9$;

Нижний Тагил – 375 тыс. $P_n = 31,9$;

Каменец уральский – 181 тыс. $P_n = 26,8$;

Первоуральск – 134 тыс. $P_n = 24,3$;

Восемь городов с населением от 50 до 100 тыс. (всего 600 тыс.) $P_n = 20,8$.

Города с населением менее 50 тыс. – городское население минус население вышеуказанных городов: $3652 - 1380 - 375 - 181 - 134 - 600 = 987$ тыс. $P_n = 19$.

По области

$$P_n = 44,9 \cdot 1,38 / 4,4 + 31,9 \cdot 0,375 / 4,4 + 26,8 \cdot 0,18$$

$1/4,4+24,3\cdot0,134/4,4+20,8\cdot0,6/4,4+19\cdot0,987/4,4+10\cdot0,748/4,4 = 27,4$

С учётом роста на 10,7% расчётное значение $P_H=30,3$. По данным статистики (таблица 2) фактическое значение, $p_f=30,4$.

Краснодарский край.

Население 5,5 млн., городское 54% = 2,97 млн., сельское 46% = 2,53 млн.

Города:

Краснодар – 784 тыс. $P_H = 38,7$

Сочи – 415 тыс. $P_H = 32,7$

Новороссийск – 284 тыс. $P_H = 29,6$

Армавир – 207 тыс. $P_H = 27,3$

Одиннадцать городов с населением от 50 до 100 тыс. (всего 825 тыс.) $P_H = 20,8$.

Города с населением менее 50 тыс.: 2970 – 784 – 415 – 284 – 207 – 825 = 455 тыс., $P_H = 19$.

По области

$P_H=(387\cdot784+32,7\cdot415+29,6\cdot284+27,3\cdot207+20,8\cdot825+19\cdot455+10\cdot2530)/55\ 00=19,75$

С учётом роста на 10,7% расчётное значение $P_H = 22$. По данным статистики, т. е. фактическое значение, $p_f=59,8$.

Сравнение результатов расчёта числа мест на 1000 жителей p_{1000} с данными статистики.

В большинстве случаев результаты расчётов – P_H с точностью до 10% совпадают с данными статистики – p_f .

Если $p_f < P_H$, то обеспеченность населения области общедоступной (открытой) сетью ПОП недостаточна.

Для некоторых областей наблюдается значительное превышение p_f над расчётным. Что можно объяснить увеличением населения за счёт туристов. Влияние данного фактора в расчёте можно представить в виде

$$P_{H1} = P_H \left(\frac{N + kN_T}{N} \right), \quad (3)$$

где N_T – число туристов за год.

Расчёты показывают, что коэффициент k примерно равен 0,85.

Примеры расчётов. Краснодарский край. Население 5,5 млн. Число туристов – 11 млн.

$$\text{Согласно (3) } P_{H1} = 22 \left(\frac{5,5 + 0,85 \cdot 11}{5,5} \right) = 59,4,$$

по данным статистики [3] $p_f = 59,8$.

Белгородская область. Население 1,5 млн. Число туристов – 0,9 млн.,

Расчётное значение по (3) $P_{H1} = 31,7$, по [3] $p_f = 31,4$

Ставропольский край. Население 2,735 млн. Число туристов – 1,15 млн. Расчётное значение по (3) $P_{H1} = 28,8$, по [3] $p_f = 29,8$.

Таким образом с учётом увеличения населения за счёт туристов расчёт нормативного значения числа мест на 1000 жителей области, края даёт значение практически совпадающее с фактическим.

Методика расчёта нормативного значения P_H по Москве и Петербургу по СНиП 2.08.02–89 не приведена. Для Москвы согласно [3] значение $p_f=43,1$ с учётом туристов. Если $P_{H1} = p_f$, то из формулы (3) можно определить фактическое значение p_{1000} без учёта туристов:

$$p_{1000} = p_f \left(\frac{N}{N + kN_T} \right) \quad (4)$$

Москва. Население 11,5 млн. Число туристов – 4,43 млн.,

Тогда согласно (4) число мест на 1000 жителей без учёта туристов, т. е. для постоянно проживающего населения, $p_{1000} = 32,4$.

Петербург. По данным [3–8] значение $p_f=80,6$. Население 4,95 млн. Число туристов – 5,2 млн., из (4) $p_{1000} = 42$.

По данным [3–8]: Париж $p_f = 159$, Прага $p_f=110$.

Париж. Население 2,27 млн. Число туристов – 13 млн. Расчёт по (4): $p_{1000} = 27$.

Прага. Население 1,3 млн. Число туристов – 4 млн. Расчёт по (4): $p_{1000} = 30,8$.

Следует отметить, что число ПОП, а следовательно число мест в них в течение года постоянно меняется. Поэтому исходные статистические данные носят приближённый характер. Следует отметить весьма ограниченный объём статистических данных в технической литературе по числу мест в сети ПОП крупных городов.

Выводы

Анализ рынка общественного питания за 2012–2013 гг. показал, что основной показатель общедоступной (открытой) сети ПОП – число мест на 1000 жителей по России вырос с 28 согласно СНиП 2.08.02–89 (прогноз 5–7 лет) до 31, т. е. на 10,7%.

Расчёты числа мест на 1000 жителей по рекомендациям СНиП 2.08.02–89 довольно точно отражают современное состояние сети ПОП по областям РФ с учётом вышеуказанного роста и числа туристов

Для крупных городов, несмотря на значительные расхождения по фактическому числу мест на 1000 жителей, число мест на 1000 постоянно проживающих жителей изменяется в довольно узких пределах.

Список литературы

- [1] Проектирование предприятий общественного питания. Справочное пособие к СНиП 2.08.02–89, М., 45 с.
- [2] Никуленкова, Т.Т. Проектирование предприятий общественного питания /Т.Т. Никуленкова, Г.М. Ястина.–М.: КолосС, 2006.– 247 с.
- [3] Проектирование предприятий общественного питания /Т.В. Шленская, Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, Е.В. Петросова.–СПб.: Троицкий мост, 2011.– 288 с.
- [4] Проектирование предприятий общественного питания. / Т. В. Шленская, Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, Е. В. Петросова, Э. А. Буланов. – Пенза: Изд. Типография ИП Поповой М.Г. «Копи-Riso», 2012. – 314 с.
- [5] Маюрникова, Л. А. Анализ и перспективы развития рынка общественного питания в региональных условиях / Л.А. Маюрникова, Т.В. Крапива, Н.И. Давыденко, К.В. Самойленко // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1 (36) С. 141–147.
- [6] Основы проектирования и строительства перерабатывающих предприятий /А.С. Гордеев, А.И. Завражнов, А.А. Курочкин и др. Под ред. А.И. Завражного.–М.: Агроконсалт, 2002.– 492 с.
- [7] Проектирование предприятий общественного питания / Т.В. Шленская, Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, Е.В. Петросова, Э.А. Буланов.–Пенза: Изд. Типография И.П. Поповой, 2012.– 314 с.
- [8] Проектирование предприятий общественного питания в вопросах и ответах / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Е.В. Петросова, В.М. Зимняков.–Пенза: Типография ИП Поповой М.Г. «Копи-Riso», 2012.– 64 с.
- [9] Ястина, Г.М. Проектирование предприятий общественного питания с основами AutoCAD / Г.М. Ястина, С.В. Несмелова.–СПб.: Троицкий мост, 2012.– 288 с.

THE STUDY POPULATION SECURITY OF THE RUSSIAN FEDERATION PUBLIC NETWORK CATERING

E. A. Bulanov, D. I. Frolov, V. I. Bogush

We present calculations of the number of seats in a network catering to 1,000 inhabitants according to SNIP 2.08.02-89 calculations and comparisons with the results of the catering market research conducted in 2012. It is shown that calculations by SNIP 2.08.02-89 with minor amendment reflects the state of the market in 2012.

Keywords: *catering, the number of seats.*

References

- [1] The design of public catering enterprises. Handbook to SNiP 2.08.02–89», Moscow, 45 p.
- [2] Nikulenkova, T. T. Design of public catering enterprises /Nikulenkova T. T., G. M. Astina. – M.: Koloss, 2006. – 247 p.
- [3] The design of public catering enterprises /T. V. Shlyonsky, G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, E. V. Petrosova. – SPb.: Trinity bridge, 2011. – 288 p.
- [4] The design of public catering enterprises. / T. V. Shlyonsky, G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, E. V. Petrosova, E. A. Bulanov. – Penza: Izd. Typography UI Popova, M. G., «Copy-Riso», 2012. – 314 p.
- [5] Mayurnikova, L. A. the Analysis and prospects of development of the market catering to regional conditions / L. A. Mayurnikova, T. V. Nettles, N. And. Davydenko, A. B. Samoylenko // Equipment and technology of food production. 2015. No. 1 (36) P. 141-147.
- [6] The basics of design and construction of processing plants /A. S. Gordeev, A. I. Zavrazhnov, A. A. Kurochkin, etc. Under the editorship of A. I. Zavrazhnogo. – M.: Agrokonsalt, 2002. – 492 p.
- [7] The design of public catering enterprises / T. V. Shlyonsky, G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, E. V. Petrosova, E. A. Bulanov. – Penza: Izd. Typography I. P. Popova, 2012. – 314 p.
- [8] The design of the caterers in questions and answers / A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, V. E. Petrosova, V. M. Zimnyakov. – Penza: Printing of IP Popova, M. G., «Copy-Riso», 2012. – 64 p.
- [9] Astina, G. M. Design of public catering enterprises with the basics of AutoCAD / G. M. Astin, S. V. Nesmelova. – SPb.: Trinity bridge, 2012. – 288 p.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 631.363.258/638.178

ТЕОРИЯ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НИЖНЕГО ШТИФТА, ГРАНУЛЫ ПЕРГИ И ДНИЩА ВЕРТИКАЛЬНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ПЕРГОВЫХ СОТОВ

В. Ф. Некрашевич, М. Ю. Костенко, Р. А. Мамонов, К. В. Буренин, Е. И. Буренина

В работе представлены теоретические исследования траектории движения гранулы перги по дну измельчителя перговых сотов. Результаты этих исследований позволяют определить угол схода гранулы перги со штифта измельчителя, что в свою очередь необходимо для обоснования конструктивных размеров решетки и исключения защемления гранулы между ее прутками. На основе, приведенной в статье конструктивно-технологической схемы измельчителя, составлены дифференциальные уравнения сил, действующих на гранулу при выходе ее через решетку. Получены и проанализированы уравнения движения гранулы перги в рабочей зоне измельчителя, а также определен угол схода гранулы перги со штифта.

Ключевые слова: пчеловодство, перга, гранула, перговый сот, измельчитель.

Введение

Перга—это пыльца растений, собранная пчелами, уложенная в ячейки сотов, залитая сверху медом и герметично законсервированная образующейся молочной кислотой. В последние годы к перге, как к продукту богатому белками, незаменимыми аминокислотами и жирными кислотами, углеводами, витаминами и другими биологически активными веществами, проявляется все больший интерес [1, 4, 5].

Важнейшей операцией в технологии извлечения перги является измельчение охлажденных перговых сотов [6]. Для механического разрушения сотов нами разработана конструктивно-технологическая схема измельчителя, представленная на рисунке 1 [2].

Процесс измельчения заключается в следующем. Подготовленные к измельчению куски перговых сотов помещаются на заслонку 3. При достижении определенной массы заслонка 3 поворачивается и куски перговых сотов попадают в рабочую камеру 1, где при вращении вала 4 со штифтами 5, приводящегося в движение при помощи электродвигателя 7, измельчаются. Далее смесь из отдельных гранул перги и разрушенной восковой основы сота проходит через решетку 6. Отверстия решетки 6 сепарируют проходящую воскоперговую массу, не позволяя проходить через выгрузное окно не разрушенным кускам перговых сотов [3].

Целью работы является определение угла схода гранулы перги со штифта измельчителя, позволяющего обосновать конструктивные размеры решетки и исключить защемление гранул между ее прутками.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является процесс прохождения гранул перги через решетку выгрузного окна измельчителя перговых сотов. При выполнении исследования использовался теоретический анализ рабочего процесса измельчителя перговых сотов выполненный на основе методов интегро-дифференциального исчисления и численного решения дифференциальных уравнений.

Рассмотрим движение гранулы по нижнему штифту измельчителя (рис. 2), вращающегося в плоскости чертежа с угловой скоростью ω . Гранула

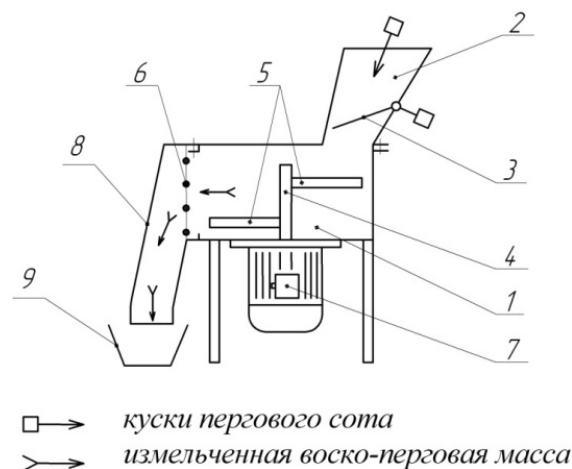


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема измельчителя: 1 – рабочая камера; 2 – загрузочная горловина; 3 – заслонка; 4 – вал; 5 – штифты; 6 – решетка; 7 – электродвигатель; 8 – выгрузной патрубок; 9 – емкость для сбора измельченного продукта

Выразим корни квадратного уравнения (8)

$$\lambda_{1,2} = \frac{-2f\omega \pm 2\omega\sqrt{f^2+1}}{2} =$$

$$= -f\omega \pm \omega\sqrt{f^2+1}$$

Общее решение однородного уравнения

$$x = C_1(t)e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} +$$

$$+ C_2(t)e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} \quad (9)$$

Частное решение неоднородного уравнения ищем методом вариации

$$\begin{cases} C_1'(t)x_1 + C_2'(t)x_2 = 0 \\ C_1'(t)x_1' + C_2'(t)x_2' = -f^2g \end{cases} \quad (10)$$

Подставим значение x_1 и x_2

$$\begin{cases} C_1'(t)e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + C_2'(t)e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} = 0 \\ C_1'(t) \cdot (-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + \\ + C_2'(t) \cdot (-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} = -f^2g \end{cases} \quad (11)$$

Применим Вронскиан

$$W = e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} \cdot (-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}) \cdot$$

$$\cdot e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} - e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} \cdot$$

$$\cdot e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} = e^{-2tf\omega} \cdot (2\omega\sqrt{f^2+1}) \quad (12)$$

$$C_1'(t) = \frac{-gf^2 \cdot e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})}}{e^{-2tf\omega} \cdot (2\omega\sqrt{f^2+1})} =$$

$$= \frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} e^{t(f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})}$$

Проинтегрируем

$$C_1(t) = - \int \frac{gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} e^{t(f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} dt =$$

$$= \frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}} e^{t(f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + C_1$$

$$C_2'(t) = \frac{f^2ge^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}}{e^{-2tf\omega} \cdot (2\omega\sqrt{f^2+1})} =$$

$$= \frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}$$

Проинтегрируем

$$C_2'(t) = \frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \int e^{t(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} dt =$$

$$= \frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} + C_2$$

Общее решение линейного неоднородного уравнения второго порядка будет

$$x = \left[\frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + \right.$$

$$\left. + \left[\frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} + C_2 \right] \right] \quad (13)$$

Возьмем производную от уравнения (13)

$$x' = \frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} \cdot$$

$$\cdot (f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}) \cdot e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} +$$

$$+ \left[\frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + C_1 \right] \cdot$$

$$\cdot e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} \cdot (-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}) +$$

$$+ \frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} \cdot$$

$$\cdot (f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}) \cdot e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} +$$

$$+ \left[\frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} + C_2 \right] \cdot$$

$$\cdot e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} \cdot (-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}) \quad (14)$$

Подставим начальные условия

$$t_0 = 0; x = x_0; v_x = 0$$

$$\begin{aligned}
 x_0 = & \left[\frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}} + C_1 \right] + \\
 & + \left[\frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}} + C_2 \right] \\
 0 = & \frac{-gf^2 \cdot (f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})}{2\omega\sqrt{f^2+1} \cdot (f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + \\
 & + \left[\frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1} \cdot (f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + C_1 \right] \cdot \\
 & \cdot (-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}) + \frac{f^2g(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}{2\omega\sqrt{f^2+1} \cdot (f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} + \\
 & + \left[\frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1} \cdot (f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} + C_2 \right] (-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})
 \end{aligned}
 \quad (15)$$

Из первого уравнения системы (15) выразим C_1

$$\begin{aligned}
 C_1 = x_0 - & \left[\frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}} + C_2 \right] - \\
 & - \left[\frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}} \right]
 \end{aligned}
 \quad (16)$$

Подставим полученное значение C_1 во второе уравнение системы (15), выразим C_2 , произведем необходимые сокращения и преобразования. Получим

$$\begin{aligned}
 C_2 = & \frac{f^2g}{4\omega^2(f^2+1) \cdot (2\omega\sqrt{f^2+1})} - \\
 & - \frac{x_0(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}{4\omega^2(f^2+1)} - \frac{f^2g(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}{4\omega^2(f^2+1)(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}
 \end{aligned}$$

(17)

Подставим полученное значение C_2 в уравнение (16) и получим окончательное значение C_1 и подставим данные значения в уравнение (13)

$$\begin{aligned}
 x = & \left[\frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + x_0 - \right. \\
 & - \left[\frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}} + \frac{f^2g}{4\omega^2(f^2+1) \cdot (2\omega\sqrt{f^2+1})} \right] \cdot \\
 & \cdot \frac{x_0(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}{4\omega^2(f^2+1)} - \frac{f^2g(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}{4\omega^2(f^2+1)(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} \\
 & \left. - \left[\frac{-gf^2}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega - \omega\sqrt{f^2+1}} \right] \right]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \cdot e^{t(-f\omega - \omega\sqrt{f^2+1})} + \\
 & + \left[\frac{f^2g}{2\omega\sqrt{f^2+1}} \cdot \frac{1}{f\omega + \omega\sqrt{f^2+1}} \cdot e^{t(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} + \frac{f^2g}{4\omega^2(f^2+1) \cdot (2\omega\sqrt{f^2+1})} - \right. \\
 & - \left. \frac{x_0(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}{4\omega^2(f^2+1)} - \frac{f^2g(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})}{4\omega^2(f^2+1)(f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} \right]
 \end{aligned}$$

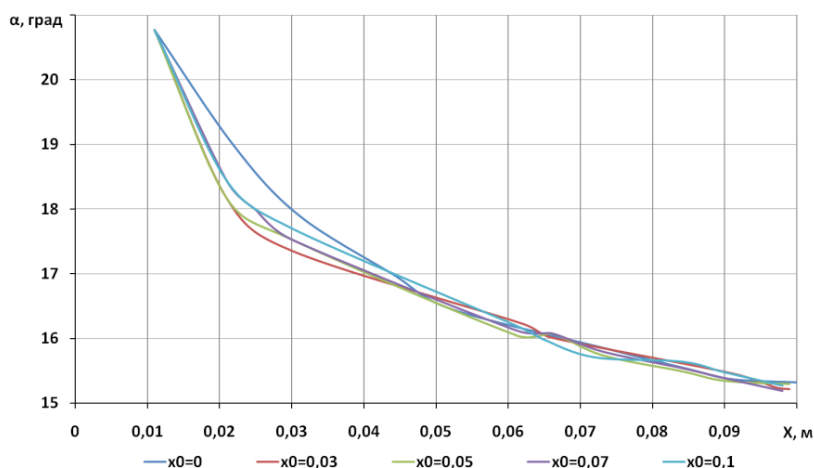


Рис. 3. График зависимости значения угла схода гранулы перги со штифта от ее движения по штифту

$$e^{t(-f\omega + \omega\sqrt{f^2+1})} \quad (18)$$

Значение y будет равно

$$y = x \cdot \omega \cdot t \quad (19)$$

По полученным выражениям x и y в программе MathCad 14.0. была проанализирована траектория движения гранулы по нижнему штифту.

Далее определим угол схода гранулы перги со штифта по выражению

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{y}$$

$$\alpha = \arctg \frac{x}{y} \quad (20)$$

Результат полученных значений представлен на рисунке 3.

Выводы

Проанализировав полученные зависимости можно сказать, что угол схода гранулы меняется не значительно и находится в пределах от 15 до 21°, даже при условии разного первоначального расстояния, с которого гранула начинает двигаться по штифту.

Список литературы

- [1] Некрашевич, В.Ф. Технология, средства механизации и экономика производства перги / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Т.В. Торженева, М.В. Коваленко. // Монография. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 102 с.
- [2] Пат. 141008 Российская Федерация МПК В02С13/18. Измельчитель перговых сотов/заявитель: В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, С.В. Некрашевич, Т.В. Торженева, И.И. Трухин, К.В. Буренин; патентообладатель Некрашевич Владимир Федорович. – № 2014102833/13, заявл. 28.01.2014; опубл. 27.05.2014, Бюл.№ 15. – 3 с.
- [3] Некрашевич, В.Ф. Агрегат АИП-10 для извлечения перги из сотов/ В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин, И.Ф. Карачун// Пчеловодство. – 2014. – № 9. – С. 58–59.
- [4] Некрашевич, В.Ф. Совершенствование средств механизации первичной переработки продукции пчеловодства/В.Ф. Некрашевич, А.А. Курочкин, А.М. Афанасьев // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 1 (06). – С. 19–24.
- [5] Некрашевич, В.Ф. Комбинированный агрегат для переработки пчеловодной продукции/В.Ф. Некрашевич, А.А. Курочкин, А.М. Афанасьев //Пчеловодство. – 2016. – № 5. – С. 21–23.
- [6] Пат. 2553236 Российская Федерация МПК А01К59/00. Способ извлечения перги/заявитель: В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Т.В. Торженева, К.В. Буренин; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – № 2014111011/13, заявл. 21.03.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл.№ 16. – 6 с.

THE THEORY OF THE INTERACTION OF THE LOWER PINS, BEE AND GRANULES OF THE BOTTOM VERTICAL HONEYCOMB BEE-READ CHOPPER

V. F. Nekrashevich, M. Yu. Kostenko, R. A. Mamonov, K. V. Burenin, E. I. Burenina

The paper presents the theoretical research trajectory granules of pollen on the bottom of the chopper pergovyh combs. The results of these studies allow us to determine the angle of descent of pollen granules from the shredder pin, which in turn is necessary to substantiate the structural lattice sizes and exclude trapping of granules between its rods. Based in the article-tively constructive and technological chopper circuit composed by the differential equation of the forces acting on the granule at its exit through the grate. We obtained and analyzed equations of motion of pellets pergi in the working area chopper and determined corner gathering pollen granules from the pin.

Keywords: *pchelovodstvo, pollen, granule, pergolysot, chopper.*

References

- [1] Nekrashevich, V.F. Technology, means of mechanization and economy of production of a beebread/ V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov, T. V. Torzhnova, M.V. kovalenko.// Monograph.—Ryazan: RGATU, 2013.— 102 p.
- [2] Stalemate.141008 Russian Federation MPK B02C13/18. The grinder of beebread's combs/ applicants: V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov, S. V. Nekrashevich, T. V. Torzhnova, I. I. Truhin, K. V. Burenin; patent holder Nekrashevich Vladimir Fedorovich.—No. 2014102833/13, заявл.1/28/2014; opubl. 5/272014, Bulletin No. 15.— 3 p.
- [3] Nekrashevich, V.F. The aggregate AIP-10 to extract beebread from the combs/ V.F. Nekrashevich, R. A. Mamonov, K. V. Burenin, I. F. Karachun// Beekeeping.— 2014.—No.9.—P. 58–59.
- [4] Nekrashevich, V.F. Improving mechanization of primary processing products /V.F. Nekrashevich, A.A. Kurochkin, A. M. Afanasiev // Innovative technology and technology.— 2016.— № 1 (06).—P. 19–24.
- [5] Nekrashevich, V.F. Combination unit for the processing of beekeeping products /V.F. Nekrashevich, A.A. Kurochkin, A. M. Afanasiev // Beekeeping.— 2016.— № 5.—P. 21–23.
- [6] Stalemate. 2553236 Russian Federation MPK A01K59/00. The method of extracting of beebread/ applicants: V.F. Nekrashevich, R.A. Mamonov, T. V. Torzhnova, K. V. Burenin; patent holder of FGBOU VPO «Ryazan state agrotechnological university of P.A. Kostychev».—No. 2014111011/13, заявл.3/21/2014; opubl. 6/10/2015, Bulletin No. 16.— 6 p.

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 338.436:636.2.034.003.13 (470.325)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПНЕВМОСИСТЕМЫ УСТРОЙСТВ ДЛЯ МАССАЖА ВЫМЕНИ НЕТЕЛЕЙ ДВУХКАМЕРНОГО ТИПА

А. А. Курочкин

В работе представлены результаты математического моделирования пневмосистемы устройств для комбинированного массажа вымени нетелей двухкамерного типа. На первой стадии теоретических исследований рассматривается математическая модель процесса истечения воздуха из камеры с постоянным объемом через отверстие с неизменным диаметром. Более сложное в конструктивном плане устройство для массажа вымени нетелей содержит силовую пневмокамеру с изменяющимся объемом, которая может быть выполнена заодно или раздельно с массажным колоколом и соединяться периодически или на постоянной основе с помощью одного или нескольких калиброванных отверстий. В этом случае устройство выполняется в виде двухкамерной конструкции, описываемой с помощью более сложной математической модели. Таким образом, принципиальным подходом к моделированию пневмосистемы устройств для массажа вымени нетелей двухкамерного типа является разработка математического аппарата, позволяющего проводить теоретические исследования работы относительно простых в конструктивном плане устройств и на основе синтеза полученных зависимостей моделировать работу более сложных конструкций массажных устройств.

Ключевые слова: нетели, молочная железа, комбинированный массаж, силовая пневмокамера, массажный колокол, вакуум, давление.

Введение

Одним из наиболее эффективных технологических приемов повышения продуктивности коров-первотелок является подготовка нетелей к лактации в период их стельности, которая предусматривает массаж молочной железы и приучение животных к доильному оборудованию [2, 6, 16].

Многочисленными исследованиями различных по принципу действия и конструктивным параметрам технических средств для подготовки животных к лактации установлено их существенное влияние на последующую молочную продуктивность. При этом наибольшее распространение в силу целого ряда причин, получили установки с пневматическим или пневмомеханическим способом воздействием на молочную железу животных [1, 8-10].

Например, однокамерная конструкция установки для пневмомассажа вымени нетелей (УПВН), разработанная, а затем модернизированная Жужей С.В., была принята за основу в серийно выпускающемся агрегате для пневмомассажа вымени нетелей АПМ-1-Ф. В усовершенствованном виде УПВН представляет собой массажный колокол с расположенной в нем подпружиненной пластиной

с деформаторами и оснащенным патрубком для подвода переменного вакуума от пульсатора, дросселем и дренажным отверстием.

Подпружиненная пластина с деформаторами является рабочим органом пассивного типа и предназначена для механического воздействия (массажа) на молочную железу нетели.

Дроссель служит для уменьшения величины переменного давления до необходимого значения. Дренажное отверстие сообщает полость массажного колокола с атмосферой и обеспечивает остаточное пониженное давление (вакуум) в момент подключения устройства к работе [1].

Теоретический анализ конструктивно-технологической схемы УПВН и опыт эксплуатации агрегата АПМ-1-Ф показали, что на эффективность их работы наибольшее влияние оказывают объем вымени нетели, рабочая частота пульсатора, диаметры дросселя и дренажного отверстия, а также время перекрытия дренажного отверстия в процессе установки колокола на молочную железу нетели [2, 7].

Дальнейшие исследования УПВН показали, что актуальные направления ее совершенствования связаны с увеличением амплитуды изменения давления в массажном колоколе в тактах «массаж» и

«разгрузка»; отказ от остаточного вакуума для удержания на вымени устройства во время такта «разгрузка»; повышение интенсивности механической составляющей массажного воздействия на молочную железу животного путем применения рабочего органа активного типа.

В конструктивном плане это привело к разработке устройств для комбинированного массажа вымени нетелей, в которых механическая составляющая воздействия на молочную железу предназначена для улучшения ее морфологических показателей, в то время как необходимые физиологические свойства молокоотдачи животного формируются под воздействием пневматического массажа [7].

Комбинированный массаж реализуется, как правило, с помощью аппаратов, состоящих из массажного кожуха и рабочего органа активного или пассивного типов. При этом в конструктивном плане они классифицируются как однокамерные и многокамерные [14].

Массажные устройства однокамерного типа не получили в производстве широкого применения в силу следующих причин. Обычно подготовку нетелей к лактации рекомендуют начинать за 2-3 месяца до отела, и завершать в зависимости от физиологического состояния молочной железы животных, но не позднее чем за 7-10 дней до отела. При такой технологии на протяжении почти двух месяцев массажное устройство работает в одном, стандартном режиме. Между тем, у животных за этот период жизни происходят весьма радикальные изменения морфологических и физико-механических свойств молочной железы. Наряду с увеличением массы молочной железы изменяются ее упругость, а также интенсивность кровообращения и лимфотока.

С этой точки зрения пневмомассаж, вызывающий переменную гиперемия – активный приток и отток крови в тканях вымени, может быть полезен лишь на определенном этапе роста и развития молочной железы. В поздней стадии стельности животного такой массаж может вызвать выделение секрета из сосков, а также ухудшить отток межтканевой жидкости, что приводит к отеку вымени и его болезни. В этот период для животного гораздо полезней будет механический массаж вымени.

На основании этого был сделан вывод о том, что устройство для массажа вымени нетелей должно иметь несколько режимов работы, соответствующих физиологическому состоянию животного в каждый конкретный период его подготовки [5, 6].

Основными характеристиками комбинированного массажа являются амплитуда и скорость изменения давления в массажном кожухе, а также взаимосвязанные с ними параметры рабочего органа, осуществляющего механический массаж. В связи с этим одной из задач теоретических исследований устройств для комбинированного массажа вымени нетелей является описание пневмосистемы массажного колокола, для чего весьма удобны и применимы методы математического моделирования.

Обычно на первой стадии таких исследований анализируется простейший вариант истечения воздуха из камеры с постоянным объемом через отверстие с неизменным диаметром. Такая, обычно не сложная математическая модель, довольно точно описывает работу однокамерных массажных устройств.

Более сложное в конструктивном плане устройство для массажа вымени нетелей содержит силовую пневмокамеру с изменяющимся объемом, которая может быть выполнена заодно или отдельно с массажным колоколом и соединяться периодически или на постоянной основе с помощью одного или нескольких калиброванных отверстий. В этом случае устройство выполняется в виде двухкамерной конструкции и ее математическая модель значительно усложняется.

Целью работы является анализ пневмосистемы двухкамерного устройства для комбинированного массажа вымени нетелей методами математического моделирования.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – устройство для пневмомеханического массажа вымени нетелей. Методы исследований основаны на применении аппарата математического моделирования в отношении известных законов классической гидромеханики и термодинамики.

Результаты и их обсуждение

Устройство для подготовки нетелей к лактации, позволяющее осуществлять раздельное регулирование интенсивности механического и пневматического массажа, выполнено в виде двухкамерной конструкции и состоит из массажного колокола 1 (рис. 1), изготовленного в виде

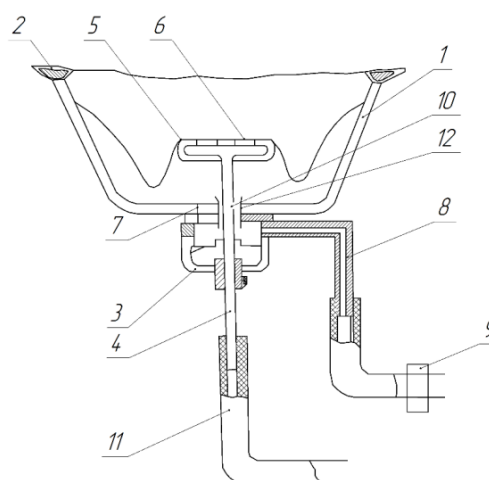


Рис. 1. Схема устройства для массажа вымени животных двухкамерного типа: 1 – массажный колокол; 2 – уплотняющий элемент; 3 – силовая пневмокамера; 4 – шток; 5 – присосок; 6 – перфорированная крышка; 7, 10 – калиброванные отверстия; 8 – патрубок; 9 – пульсатор; 11 – шланг; 12 – направляющая

полусферы с уплотняющим элементом 2, силовой пневмокамеры 3 и активного рабочего органа, служащего для осуществления механического массажа.

Силовая пневмокамера 3 с помощью отверстия 7 соединяется с внутренним пространством колокола, а также посредством патрубка 8 – с пульсатором 9.

Активный рабочий орган выполнен в виде присоски с перфорированной крышкой 6, жестко связанного с подпружиненным полым штоком 4. Шток имеет калиброванное отверстие 10 и с помощью шланга 11 соединяется с источником постоянного вакуума.

Рабочий процесс массажного устройства осуществляется следующим образом. Устройство вместе с колоколом и активным рабочим органом плотно прижимаются к вымени животного. За счет полого штока 4 в присоске 5 образуется давление ниже атмосферного (вакуум), которое посредством перфорированной крышки 6 воздействует на вымя животного. В этот момент массажное устройство удерживается на вымени животного за счет пониженного давления в присоске 5.

Пульсатор 9 преобразует постоянное по величине давление общей вакуумной системы в переменное и соединен посредством патрубка 8 с силовой пневмокамерой 3. Когда в патрубке давление ниже атмосферного, шток 4 под действием деформированной силовой пневмокамеры 3 занимает верхнее положение. Активный рабочий орган в этот период работы устройства осуществляет механический массаж молочной железы нетели.

В этом положении штока воздух откачивается из массажного колокола не только через отверстие 7, но и посредством калиброванного отверстия 10. При этом в полости колокола создается пониженное давление и за счет этого осуществляется пневматический массаж молочной железы нетели.

В связи с тем, что в полый шток через отверстие 10 из массажного колокола поступает воздух, давление в присоске увеличивается по сравнению с первоначальным его значением, и в этой части вымени восстанавливается нормальное кровообращение.

Конструкция массажного устройства позволяет ему работать в двух режимах. Первый из них, при котором более интенсивное воздействие на вымя осуществляет пневматическая составляющая, реализуется при полностью открытом отверстии 7. Этот режим считается основным.

Во втором режиме отверстие 7 прикрывается специальной заслонкой, за счет чего в массажном колоколе обеспечивается более высокое давление. Объясняется это тем, что в этот период работы устройства воздух из колокола отсасывается в основном через калиброванное отверстие 10, имеющее в сравнении с отверстием 7 меньшее сечение. При этом давление в силовой пневмокамере в процессе реализации второго режима работы

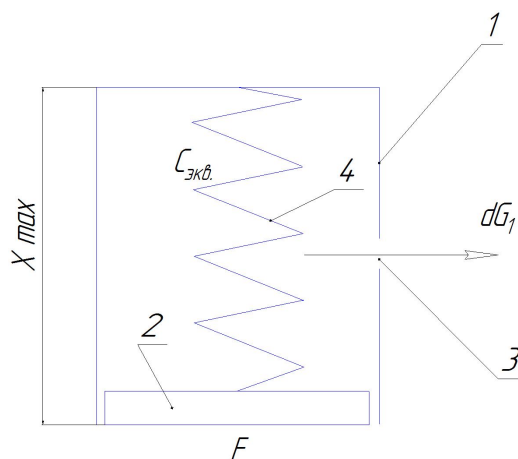


Рис. 2. Расчетная схема массажного колокола с переменным объемом: 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – отверстие; 4 – пружина

устройства будет ниже, а значит, интенсивность механической составляющей будет выше, чем при первом режиме.

Получение математической модели данного двухкамерного массажного устройства основано на реализации двухэтапного алгоритма.

На первом этапе целесообразно рассмотреть упрощенную схему в виде массажного колокола с переменным объемом, из полости которого отсасывается воздух через отверстие с постоянным сечением (рис. 2).

При выводе расчетных уравнений примем допущение о том, что в процессе работы массажного устройства сопротивление, оказываемое перемещению силовой камеры (упругость стенок самой камеры и тканей вымени), подчиняется закону Гука, а суммарное ее воздействие заменяется пружиной с жесткостью $C_{экв}$. В дальнейшем, при необходимости, эта характеристика силовой камеры может быть достаточно просто определена экспериментально.

В расчетной схеме закон перемещения поршня 2 однозначно определяется изменением величины давления воздуха в цилиндре (силовой камере устройства).

При подключении к устройству пульсатора, в его работе можно выделить две фазы. Первая – отсасывание воздуха из массажного колокола и силовой камеры через отверстие 3 влечет за собой перемещение поршня 2 вверх с одновременным уменьшением объема цилиндра 1.

Во второй фазе, когда в массажный колокол и камеру впускается воздух, объем цилиндра увеличивается и поршень перемещается вниз.

В процессе работы массажного устройства скорость изменения давления, а значит и ускорение при перемещении поршня, относительно не велико, в связи с чем динамическими силами в расчетах можно пренебречь и процесс можно рассматривать как квазистатический.

Уравнение равновесия поршня при перемещении его на расстояние от χ до $\chi_{\max}$ можно пред-

ставить в виде

$$(P_{\text{ат}} - P) \cdot F = C_{\text{эКВ}} \cdot (\chi_{\max} - \chi), \quad (1)$$

где $P_{\text{ат}}$ – атмосферное давление;

F – площадь поршня;

P – переменное давление в камере.

Считая процессы истечения и впуска воздуха в камеру массажного колокола происходящими без теплообмена с окружающей средой, запишем уравнение материального баланса при отсасывании воздуха в виде уравнения

$$dG - dG_1 = 0 \quad (2)$$

Для этого состояния массажного колокола справедливо уравнение Пуассона

$$G = C \cdot \frac{1}{k} \cdot P^{\frac{1}{k}} \cdot V, \quad (3)$$

где $C = \frac{P}{\gamma^k} = \text{const}$ – постоянная величина;

γ – удельный вес воздуха;

k – показатель адиабаты;

V – текущий объем камеры.

Дифференциальное уравнение изменения объема камеры массажного колокола можно получить из выражения (1)

$$dV = \frac{F^2}{C_{\text{эКВ}}} \cdot dP \quad (4)$$

После подстановок и преобразования дифференциальное уравнение изменения давления воздуха при его отсасывании из массажного колокола может быть представлено в следующем виде

$$\frac{dP}{d\tau} = \frac{P_B^{1-m} \cdot f_1 \cdot a \cdot \mu \cdot \sqrt{P^m - P_B^m}}{\frac{F^2}{C_{\text{эКВ}}} \cdot (2-m) \cdot P^{1-m} A_1 \cdot P^{-m} \cdot (1-m)} \quad (5)$$

В уравнении (5), его составляющие определяются по известным формулам [5] и имеют следующие значения:

P_B – величина рабочего давления воздуха (вакуума) в камере;

f_1 – площадь отверстия;

μ – коэффициент расхода;

$$a = \sqrt{\frac{2g \cdot k}{k-1} \cdot C \cdot \frac{1}{k}};$$

$$m = \frac{k-1}{k};$$

$$A_1 = V - \frac{P_{\text{ат}} \cdot F^2}{C_{\text{эКВ}}} \cdot dP.$$

Подача воздуха в массажный колокол приведет к изменению давления в нем по закону

$$\frac{dP}{d\tau} = \frac{P^{1-m} \cdot f_1 \cdot a \cdot \mu \cdot \sqrt{P_{\text{ат}}^m - P^m}}{\frac{F^2}{C_{\text{эКВ}}} \cdot (2-m) \cdot P^{1-m} A_1 \cdot P^{-m} \cdot (1-m)}, \quad (6)$$

Рассмотрим работу массажного устройства в том случае, если в его расчетную схему ввести дренажное отверстие с площадью сечения f_2 , через которое впускается воздух в количестве dG_2 при

давлении, равном атмосферному (рис. 3).

Моделью устройства является цилиндр, внутри которого перемещается поршень 2. Через отверстие 5 с помощью пульсатора подается переменное давление, а отверстие 2 соединяет полость массажного колокола с атмосферой.

В модели упругость резиновых стенок силовой камеры и тканей вымени животного заменена действием пружины 4 с жесткостью $C_{\text{эКВ}}$.

Учитывая теоретическое описание предыдущей модели, получим математическое выражение изменения давления в массажном колоколе при отсосе воздуха:

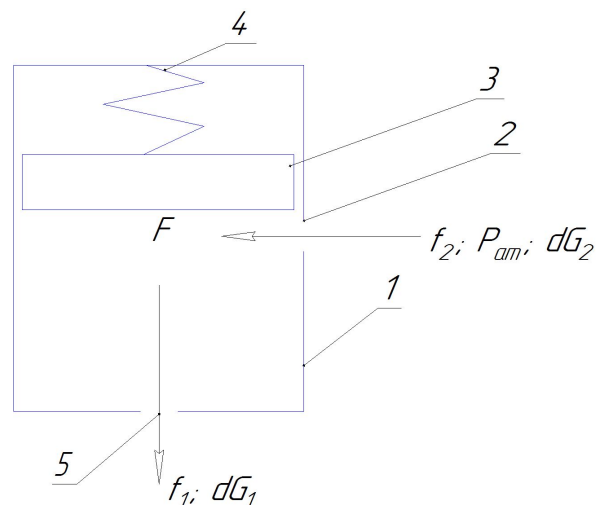


Рис. 3. Расчетная схема массажного колокола с переменным объемом и дренажным отверстием:
1 – цилиндр; 2 – дренажное отверстие; 3 – поршень; 4 – пружина; 5 – отверстие

$$\frac{dP}{d\tau} = \frac{P^{1-m} \cdot f_2 \cdot a \cdot \mu \cdot \sqrt{P_{aT}^m - P^m} - P_B^{1-m} \cdot f_1 \cdot a \cdot \mu \cdot \sqrt{P^m - P_B^m}}{C_{\text{экв.}} \cdot (2-m) \cdot P^{1-m} A_1 \cdot P^{-m} \cdot (1-m)} \quad (7)$$

Для следующего рабочего такта это уравнение примет вид

$$\frac{dP}{d\tau} = \frac{P^{1-m} \cdot (f_1 + f_2) \cdot a \cdot \mu \cdot \sqrt{P_{aT}^m - P^m}}{C_{\text{экв.}} \cdot (2-m) \cdot P^{1-m} A_1 \cdot P^{-m} \cdot (1-m)} \quad (8)$$

Следует отметить, что зависимости $P = \varphi(\tau)$

можно получить численным решением дифференциальных уравнений (5-8) методом Рунге-Кутты четвертого порядка, дающим достаточно высокую для практического применения точность решений.

На втором этапе моделирования устройства для массажа вымени животных двухкамерного типа усложним его расчетную схему и представим в следующем виде (рис. 4).

Введем обозначения:

P, D – текущее давление в рабочей камере и массажном колоколе соответственно;

V, W – текущий объем рабочей камеры и массажного колокола;

V_5, W_5 – начальное значение объемов;

V_6, W_6 – конечное значение объемов;

G, Q, L, M – расход воздуха через отверстия

f_1, f_2, f_3, f_4 соответственно;

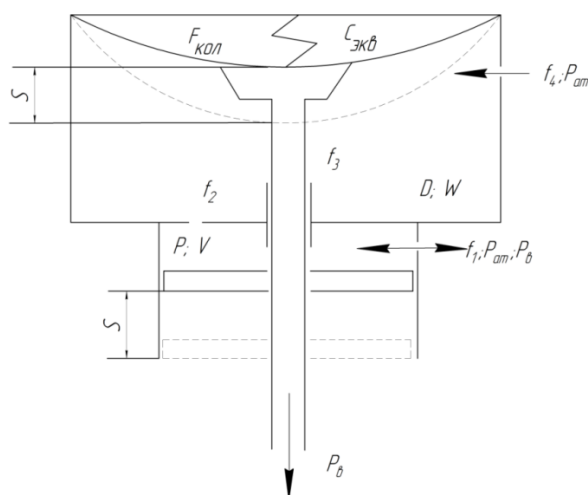


Рис. 4. Расчетная схема двухкамерного массажного устройства

$F_1 = F_2 = F$ – площадь поршня и площадь

присоска;

$C_{\text{экв.}}$ – эквивалентная суммарная жесткость

вымени, самой рабочей камеры и встроенной пружины;

S – заданный ход рабочего органа;

P_{aT} – атмосферное давление;

P_B – давление в вакуумпроводе;

$F_{\text{кол}}$ – площадь контакта массажного колокола

с выменем животного;

E, H – количество воздуха соответственно в

силовой камере и в массажном колоколе.

В расчетной схеме для учета подсоса воздуха через неплотности прилегания массажного колокола к вымени животного введено отверстие с эквивалентным диаметром f_4 .

Рабочий орган для механического массажа показан в верхнем положении, когда происходит наибольшая откачка воздуха из обеих камер. Пунктиром показано нижнее положение рабочего органа. При этом отверстие f_3 открывается в верхнем положении рабочего органа.

Прежде чем составить математическую модель работы массажного устройства необходимо установить степень изменения объема массажного колокола W в процессе перемещения рабочего органа.

При этом будем считать, что W_0 – это объем колокола в верхнем положении штока.

Принимаем, что при перемещении штока вниз уменьшение объема равно объему полученного конуса (рис. 5).

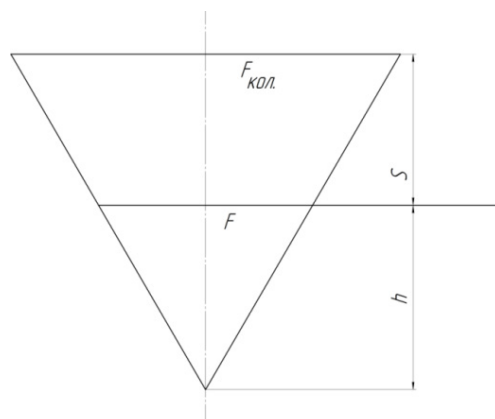


Рис. 5. Изменение объема колокола при перемещении рабочего органа

Высоту находим из пропорции

$$\frac{\sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{кол}}}{\pi}}}{2 \cdot (h + S)} = \frac{\sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}}{2 \cdot h} \quad (9)$$

отсюда

$$h = \frac{S \cdot \sqrt{F}}{\sqrt{F_{\text{кол}}} - \sqrt{F}} = S \cdot \frac{\sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F} + F}{F_{\text{кол}} - F} \quad (10)$$

После геометрических преобразований изменение объема можно определить из уравнения:

$$\Delta W = \frac{S \cdot (F_{\text{кол}} + F + \sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F})}{3} \quad (11)$$

Подставляя в полученное выражение уравнения (9) и (10) находим

$$\begin{aligned} \Delta W &= \frac{1}{3} F_{\text{кол}} \cdot S \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F} + F}{F_{\text{кол}} - F}\right) - \\ &- \frac{1}{3} F \cdot S \cdot \frac{\sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F} + F}{F_{\text{кол}} - F} = \\ &= \frac{S}{3 \cdot (F_{\text{кол}} - F)} [F_{\text{кол}} \cdot (F_{\text{кол}} + \\ &+ \sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F}) - F \cdot (\sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F} + F)] = \\ &= \frac{S}{3 \cdot (F_{\text{кол}} - F)} [F_{\text{кол}}^2 - \\ &- F^2 + \sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F} \cdot (F_{\text{кол}} - F)] = \\ &= \frac{S \cdot (F_{\text{кол}} + F + \sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F})}{3} \end{aligned} \quad (12)$$

Подставляя в эту формулу ориентировочные численные значения ее составляющих, находим, что изменение объема при рабочем ходе штока составляет примерно 20% от первоначального значения. Поэтому в модели функционирования пневмомеханического массажного устройства свободный объем колокола не является постоянной величиной. Его изменение следует учитывать с помощью формулы (12).

В исходном положении массажного устройства объем его рабочей камеры имеет наибольшее значение V_5 , а колокол имеет начальный объем W_5 .

В процессе работы при перемещении штока на величину χ объем камеры изменяется следующим образом:

$$V - V_5 - \Delta V = V_5 - F \cdot S$$

$$W = W_5 + \Delta W = W_5 + \frac{S}{3} \cdot (F_{\text{кол}} + F + \sqrt{F_{\text{кол}} \cdot F}) \quad (13)$$

Введя новую постоянную, $\frac{F_{\text{кол}}}{F} = \gamma$ и используя зависимость $V = \varphi(P)$ окончательно получим:

$$W = \frac{F^2}{3 \cdot C_{\text{экв}}} (\gamma + 1 + \sqrt{\gamma}) \cdot (P_a - P) \quad (14)$$

Дифференциальное уравнение, описывающее изменение объема будет выглядеть следующим образом:

$$dW = \frac{F^2}{3 \cdot C_{\text{экв}}} (\gamma + 1 + \sqrt{\gamma}) \cdot dP = A_2 \cdot dP \quad (15)$$

Следует особо отметить, что описание работы устройства будет существенно отличаться в зависимости от перемещения штока. Причем в процессе его движения объем камер V и W – величина пере-

менная, а при фиксировании в крайних положениях – величина постоянная. При этом ввиду небольшой величины объем присоска можно не учитывать и считать, что давление в трубке равно давлению в вакуумпроводе.

При работе пульсатора к отверстию f_1 , пере-

менно подключается источник разрежения и атмосферного давления, т.е. по существу следует учитывать наличие двух циклов работы. В случае, если размер отверстия f_1 будет достаточно большой, при

максимальных перемещениях, равных S , шток будет фиксироваться, и математическое описание будет изменяться. В связи с этим для дальнейшего рассмотрения примем наибольшее количество стадий:

τ_1 – подъем штока;

τ_2 – выдержка вверху;

τ_3 – опускание штока;

τ_4 – выдержка внизу.

Причем сумма $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 = 0,7$ с соответ-

ствует подаче пульсатором вакуума, а $\tau_3 + \tau_4 = 0,3$ с – присоединению отверстия f_1

к источнику атмосферного давления.

В таком же порядке будет составляться математическое описание. Всем физическим величинам (кроме площади отверстий) присваиваются индексы, соответствующие номеру стадии.

Чтобы избежать громоздких выкладок при выводе уравнений, описывающих переток воздуха в обеих камерах, в конечном виде представим только расчетные схемы и системы дифференциальных уравнений, соответствующие им. Следует отметить, что полученные математические модели охватывают все узлы двухкамерных пневмомассажных устройств и адаптированы для решений на ЭВМ.

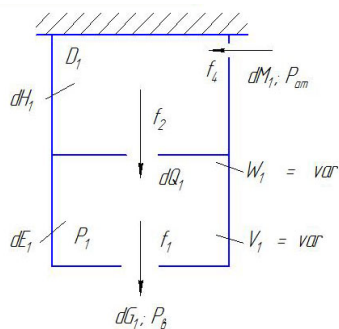


Рис. 6. Расчетная схема (а)

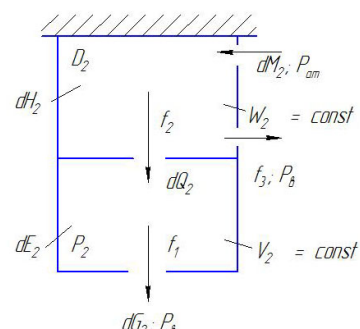


Рис. 7. Расчетная схема (б)

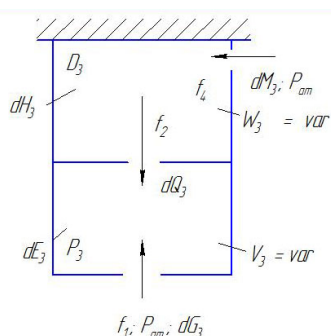


Рис. 8. Расчетная схема (в)

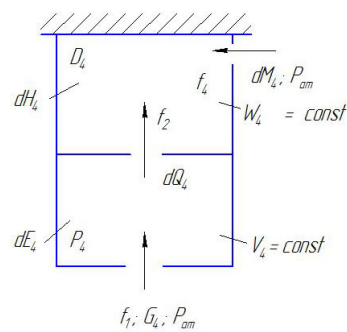


Рис. 9. Расчетная схема (г)

$$\frac{dP_1}{d\tau_1} = \frac{-(-1)^n P_5^{1-m} f_2 \cdot \mu \cdot a \cdot \sqrt{P_6^m - P_5^m} - P_6^{1-m} a \cdot f_1 \cdot \mu \cdot \sqrt{P_1^m - P^m}}{\frac{F^2}{C_{эвб}} \cdot P_1^{1-m} \cdot (2-m) + A_1 \cdot P_1^{-m} \cdot (1-m)} = A_3;$$

$$\frac{dD_1}{d\tau_1} = \frac{A_2 \cdot D_1^{1-m} \cdot A_3 + D_1^{1-m} \cdot f_4 \cdot \mu \cdot a \cdot \sqrt{P_a^m - D_1^m} + +(-1)^n \cdot P_5^{1-m} \cdot \mu \cdot a \cdot f_2 \cdot \sqrt{P_6^m - P_5^m}}{(1-m) A_2 (P_{aT} - P_1) D_1^{-m}};$$

$$\frac{dP_2}{d\tau_2} = \frac{(-1)^n \cdot P_5^{1-m} \cdot f_2 \cdot \mu \cdot a \cdot \sqrt{P_6^m - P_5^m} - P_6^{1-m} a \cdot f_1 \cdot \mu \cdot \sqrt{P_2^m - P_b^m}}{(1-m) \cdot V_6 \cdot P_2^{-m}};$$

$$\frac{dD_2}{d\tau_2} = \frac{-(-1)^n \cdot P_5^{1-m} \cdot f_2 \cdot \mu \cdot a \cdot \sqrt{P_6^m - P_5^m} - P_6^{1-m} \cdot f_3 \cdot \mu \cdot a \cdot D_2^m - P_b^m + D_2 \cdot \mu \cdot a \cdot f_4 \cdot \sqrt{P_a^m - D_2^m}}{(1-m) \cdot W_6 \cdot D_2^{-m}};$$

$$\frac{dP_3}{d\tau_3} = \frac{-(-1)^n \cdot P_5^{1-m} \cdot f_2 \cdot \mu \cdot a \cdot \sqrt{P_6^m - P_5^m} + P_3^{1-m} a \cdot f_1 \cdot \mu \cdot \sqrt{P_a^m - P_3^m}}{\frac{F^2}{C_{эвб}} (2-m) \cdot P_3^{1-m} + A_1 \cdot P_3^{-m} \cdot (1-m)} = A_4;$$

$$\frac{dD_3}{d\tau_3} = \frac{A_2 \cdot A_{43} D_3^{1-m} + D_3^{1-m} \cdot \mu \cdot a \cdot f_4 \cdot \sqrt{P_a^m - D_3^m} - (-1)^n \cdot P_5^{1-m} \cdot \mu \cdot a \cdot f_2 \cdot \sqrt{P_6^m - P_5^m}}{A_2 \cdot (1-m) \cdot (P_{aT} - P_3)};$$

$$\frac{dP_4}{d\tau_4} = \frac{P_4^{1-m} \cdot f_1 \cdot \mu \cdot a \cdot \sqrt{P_{aT}^m - P_4^m} - (-1)^n \cdot P_5^{1-m} \cdot \mu \cdot a \cdot f_2 \cdot \sqrt{P_6^m - P_5^m}}{(1-m) \cdot V_5 \cdot P_4^{-m}};$$

$$\frac{dD_4}{d\tau_4} = \frac{D_4^{1-m} \cdot \mu \cdot a \cdot f_4 \cdot \sqrt{P_{aT}^m - D_4^m} + +(-1)^n \cdot P_5^{1-m} \cdot f_2 \cdot \mu \cdot a \cdot \sqrt{P_6^m - P_5^m}}{(1-m) \cdot W_5 \cdot D_4^{-m}}.$$

Примечание:

1) при $D_i > P_i$; $n = 1$; $P_5 = P_i$; $P_6 = D_i$;

2) при $D_i < P_i$; $n = 2$; $P_5 = D_i$; $P_6 = P_i$;

Выводы

Таким образом, принципиальным подходом к моделированию пневмосистемы устройств для массажа вымени нетелей двухкамерного типа является разработка математического аппарата, позволяющего проводить теоретические исследования работы относительно простых в конструктивном плане устройств и на основе синтеза полученных зависимостей моделировать работу более сложных конструкций массажных устройств.

Список литературы

- [1] Агрегат для пневмомассажа вымени нетелей АПМ-1-Ф. /Паспорт УПВН. ОО. ООПС. Издание первое. Производственное объединение «Кургансельмаш», 1986. – 34 с.
- [2] Жужа, С.В. Механизация процесса массажа вымени нетелей в условиях современных комплексов: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.20.01/ Жужа Сергей Васильевич. – М., 1984. – 18 с.
- [3] Королев, В.Ф. Доильные машины, теория и расчеты / В.Ф. Королев. М.: Машиностроение, 1969. – 276 с.
- [4] Котенджи, Г.П. Подготовка нетелей к лактации /Г.П. Котенджи, А.А. Курочкин //Доклады ВАСХНИЛ. – 1987. – №4. – С. 32-34.
- [5] Краснов, И.Н. Доильные аппараты / И.Н. Краснов. – Ростов; Ростовский университет, 1974. – 372 с
- [6] Курочкин, А.А. Повышение эффективности подготовки нетелей к лактации за счет совершенствования процессов и средств механизации: автореф. дис... д-ра. техн. наук: 05.20.01 / Курочкин Анатолий Алексеевич. Санкт-Петербург, 1993. – 42 с.
- [7] Курочкин, А.А. Повышение эффективности подготовки нетелей к лактации за счет совершенствования процессов и средств механизации: дис... д-ра. техн. наук: 05.20.01 / Курочкин Анатолий Алексеевич. – Санкт-Петербург, 1993. – 321 с.
- [8] Курочкин А.А., Скоров Н.П., Котенджи Г.П., Коробков В.А. Способ подготовки нетелей к лактации //А.с. СССР №1329695. – 1987. Бюл. № 30.
- [9] Курочкин А.А., Скоров Н.П., Котенджи Г.П., Коробков В.А. Устройство для массажа вымени животных //А.с. СССР №1337006. – 1987. Бюл. № 34.
- [10] Курочкин А.А., Скоров Н.П., Котенджи Г.П., Овсянко Л.И. Устройство для массажа вымени животных //А.с. СССР №1407458. – 1988. Бюл. № 25.
- [11] Курочкин, А.А. Системный подход к разработке экструдера для термовакуумной обработки экструдата / А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2014. – № 4. – С. 17-21.
- [12] Курочкин, А.А. Определение основных параметров вакуумной камеры модернизированного экструдера / А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 4 (32). – С. 172-177.
- [13] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 15-20.
- [14] Курочкин, А.А. Анализ конструктивно-технологических схем устройств для массажа вымени нетелей / А.А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 1. – С. 29-34.
- [15] Скраманис, А.А. Основы расчета доильных аппаратов и установок. /А.А. Скраманис. Елгава: ЛСХА. – 1980. – 320 с.
- [16] Ужик, О.В. Разработка и теоретическое обоснование технологий и технических средств для молочного скотоводства: дис... д-ра. техн. наук: 05.20.01 / Ужик Оксана Владимировна. – Белгород, 2014. – 388 с.

MATHEMATICAL MODELLING OF THE PNEUMATIC SYSTEM OF DEVICES FOR MASSAGE OF THE UDDER OF HEIFERS OF TWO-CHAMBER TYPE

A. A. Kurochkin

The paper presents the results of mathematical modeling of pneumatic devices for a combined massage of the udder of heifers two-chamber type. In the first stage of theoretical studies the mathematical model of the process of the flow of air from the chamber with a constant volume through the hole with the same diameter. More sophisticated is the design the device to massage the udder of heifers includes a power pneumatic chamber with variable volume, which can be performed at the same time or separately with a massage bell and connect periodically or on a continuous basis through one or several calibrated holes. In this case, the device is in the form of a two-chamber design described by a more complex mathematical model. Thus, a principled approach to modeling of pneumatic devices for massage of the udder of heifers two-chamber type is to develop a mathematical apparatus, allowing to carry out theoretical research work is relatively simple is the design of devices and based on the synthesis of these dependencies to simulate the operation of more complex structures massage devices.

Keywords: *heifers, mammary gland, combination massage, power pneumatic chamber, massage bell, vacuum, pressure.*

References

- [1] Assembly for pneumomassage of the udder of heifers APM-1-F. /Passport UPVN. OO. OOOPS. First edition. Production Association «KURGANSELMASH», 1986. – 34 p.
- [2] Susan, S. V. Mechanization process of massage of the udder of heifers in modern complexes: author. dis.... cand. tech. sciences: 05.20.01/ Susan Sergey. – M., 1984. – 18 p.
- [3] Korolev, V.F. Milking machines, theory and calculations / V.F. Korolev. M.: Mashinostroenie, 1969. – 276 p.
- [4] Katangi, G. P. Training heifers to lactation /Katangi, G. P., Kurochkin A. A. //Reports of agricultural Sciences. – 1987. – No. 4. – P. 32-34.
- [5] Krasnov, I.N. Milking machines / I.N. Krasnov. – Rostov; Rostov University, 1974. – 372 p.
- [6] Kurochkin, A. A. Improving the efficiency of training heifers to lactation through improved processes and means of mechanization: author. dis...dr. tech. science: 05.20.01 / Kurochkin Anatoly Alekseevich. Saint Petersburg, 1993. – 42 p.
- [7] Kurochkin, A. A. Improving the efficiency of training heifers to lactation through improved processes and means of mechanization: dis...dr. tech. sciences: 05.20.01 / Kurochkin Anatoly Alekseevich. – Saint Petersburg, 1993. – 321 p.
- [8] Kurochkin A. A., Skorov N. P., Katangi G. P., Korobkov V. A. The Method of preparing heifers to lactation //A. S. USSR №1329695. – 1987. Bull. No. 30.
- [9] Kurochkin A. A., Skorov N. P., Katangi G. P., Korobkov V. A. The Device to massage the udder of animals //A. S. USSR №1337006. – 1987. Bull. No. 34.
- [10] Kurochkin A. A., Skorov N. P., Katangi G. P., Ovsyanko, I. L. The Device for massage of the udder of animals //A. S. USSR №1407458. – 1988. Bull. No. 25.
- [11] Kurochkin, A. A. A systematic approach to the development of an extruder for thermal vacuum processing of the extrudate / A.A. Kurochkin // Innovative engineering and technology. – 2014. – No. 4. – P. 17-21.
- [12] Kurochkin, A.A. Determination of the basic parameters of the vacuum chamber upgraded extruder / A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. – 2015. . – No. 4 (32). – P. 172-177.
- [13] Kurochkin, A.A. The theoretical justification for thermal vacuum effect in the working process of the upgraded extruder / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy. – 2015. – No. 3. – P. 15-20.
- [14] Kurochkin, A. A. Analysis of the structural and technological schemes of devices for massaging the udder of heifers / A.A. Kurochkin // Innovative engineering and technology. – 2016. – No. 4. – P. 29-34.
- [15] Straumanis, A.A. Basis of design of milking machines and installations. /A. A. Straumanis. Jelgava: LSHA. – 1980. – 320 p.
- [16] Uzhik, O. V. Development and theoretical substantiation of technology and equipment for dairy cattle: dis.... dr. tech. sciences: 05.20.01 / Uzhik Oksana Vladimirovna. – Belgorod, 2014. – 388 p.

АНАЛИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ ВОЗДУХА ВНУТРИ КОЖУХА БОТВОУДАЛЯЮЩЕЙ МАШИНЫ

Д. И. Фролов

В настоящей статье на основе компьютерной модели ботвоудаляющей машины с учетом ограничений исследуется проблема подъема полегшей листостебельной массы и анализ скоростей потока воздуха в зоне ножей. Целью работы являлся анализ распределения потоков воздуха в горизонтальной плоскости кромок ножей рабочих органов, внутри кожуха ботвоудаляющей машины. Для анализа взаимодействия факторов, описывающих параметры потока воздуха при исследовании ботвоудаляющей машины был использован конечно-элементный анализ и пакет FlowSimulation. Построенная компьютерная модель позволила проанализировать и определить скорость и давление вблизи кромок ножей рабочих органов. Исходя из полученных значений характеристик потока воздуха (средняя скорость потока воздуха в зоне ножей равна 12,139 м/с) может быть сделан вывод о достаточности их для подъема полегшей листостебельной массы.

Ключевые слова: воздушный поток, моделирование, ботвоудаляющая машина, конечно-элементный анализ.

Введение

Производственный опыт показывает, что к началу уборки засоренность полей, засеянных луком, во многих случаях достигает до 60...70 %, а высота сорных растений при этом может переваливать за 50 см. Такие условия уборки связаны с тем, что время между последней обработкой посевов гербицидами и началом уборочных работ достигает двух и более недель, а это в свою очередь является причиной заметного роста сорных растений [1–4].

Между тем качество работы теребильных машин в первую очередь зависит от состояния поля перед уборкой [5–6]. В связи с этим очевидна необходимость удаления сорной растительности на посевах лука перед его уборкой.

Для решения сформулированной выше проблемы была обоснована конструктивно-технологическая схема и разработана конструкция ботвоудаляющей машины (рис. 1) для удаления листостебельной массы перед уборкой лука [7–9], а также определены ее основные конструктивные и кинематические параметры [10–19].

Целью более ранних исследований являлась оценка влияния аэродинамических сил на листостебельную массу, оптимизация воздушного потока внутри кожуха единичного рабочего органа [20–22], а также прочностные расчеты рабочего органа [23, 24]. Логическим развитием данной работы стало дальнейшее исследование компьютерной модели ботвоудаляющей машины в части подъема полегшей листостебельной массы и влияния ее рабочих органов на скорость воздушного потока внутри кожуха.

Целью работы являлся анализ распределения потоков воздуха в горизонтальной плоскости кро-

мок ножей рабочих органов, внутри кожуха ботвоудаляющей машины.

Объекты и методы исследований

Сложность течений воздуха внутри кожуха, происходящих при работе ботвоудаляющей машины определяется взаимодействием большого количества факторов. В связи с этим получить достаточно удовлетворительные аналитические решения сложно, поэтому практические задачи обычно решаются экспериментальным путем. В последние десятилетия в связи с мощным развитием компьютерной техники и компьютерных технологий су-

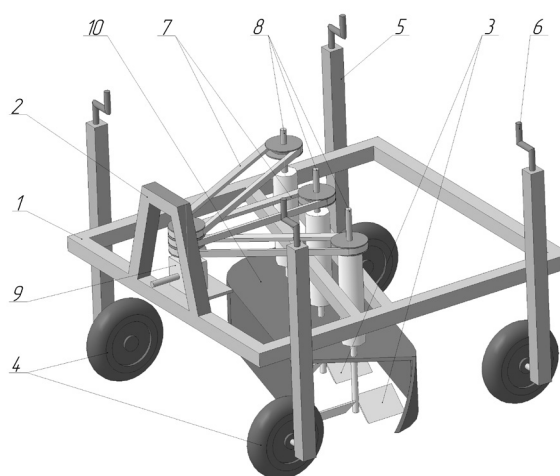


Рис. 1. Ботвоудаляющая машина: 1 – рама; 2 – устройство для присоединения к трактору; 3 – рабочие органы; 4 – пневматические колеса; 5 – стойки; 6 – механизм механического регулирования высоты скашивания; 7 – ременные передачи; 8 – валы; 9 – конический редуктор; 10 – кожух

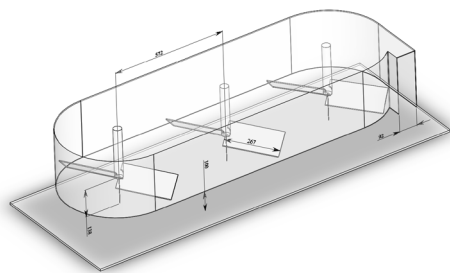


Рис. 2 – Общий вид модели

существенно расширились возможности численного расчета и анализа прикладных задач течений.

Поэтому в работе для 3D моделирования используется система автоматического проектирования SolidWorks, а ее модуль FlowSimulation, применяется для проведения газодинамического анализа в среде SolidWorks.

Наличие в программе FlowSimulation конечных элементов для моделирования аэродинамики дает возможность применения численных методов для определения параметров потока, а также давления воздуха в изучаемой области.

Для моделирования турбулентного движения используются уравнения неразрывности, позволяющие вычислить общее давление, скорость потока и функции потока для движущейся среды изучаемого объекта.

Для моделирования вращения трех рабочих органов использовали вращающуюся область (Rotating region).

Компьютерная модель работы ботвоудаляю-

щей машины учитывает такие параметры воздушного потока внутри кожуха как его среднее значение скорости (м/с) и среднее значение полного давления (Па). Эти параметры используются как глобальные цели для расчета сходимости расчетов.

Начальные параметры приняты следующими: температура – 20°C; статическое давление в промежутке между кожухом и поверхностью поля, а также в проеме ботвоотводящего окна – 101325 Па; типы течения – ламинарное и турбулентное.

При моделировании учитывались только факторы воздушного потока, без учета срезаемой листостебельной массы.

Исходные данные модели для расчета: ширина ножа – 120 мм; длина ножа – 267 мм; угол установки ножей – 45 градусов; расстояние от поверхности поля до кожуха – 100 мм; расстояние между валами соседних рабочих органов – 572 мм; угловая скорость вращения – 125 рад/с (1200 об/мин); ширина ботвоотводящего окна – 92 мм [25]. Общий вид модели показан на рисунке 2. Расчетная сетка: все ячейки – 62545, ячейки в текучей среде – 31693.

Результаты и их обсуждение

В итоге проведенного конечно-элементного анализа в FlowSimulation были получены результаты распределения скоростей воздуха (рис. 3) и давления (рис. 4) в горизонтальной плоскости на кромках лезвий ножей рабочих органов внутри кожуха ботвоудаляющей машины.

На графике (рис. 3) можно видеть распределение скоростей воздуха в горизонтальной плоскости на кромках лезвий ножей рабочих органов внутри кожуха ботвоудаляющей машины. Длина ножей из-

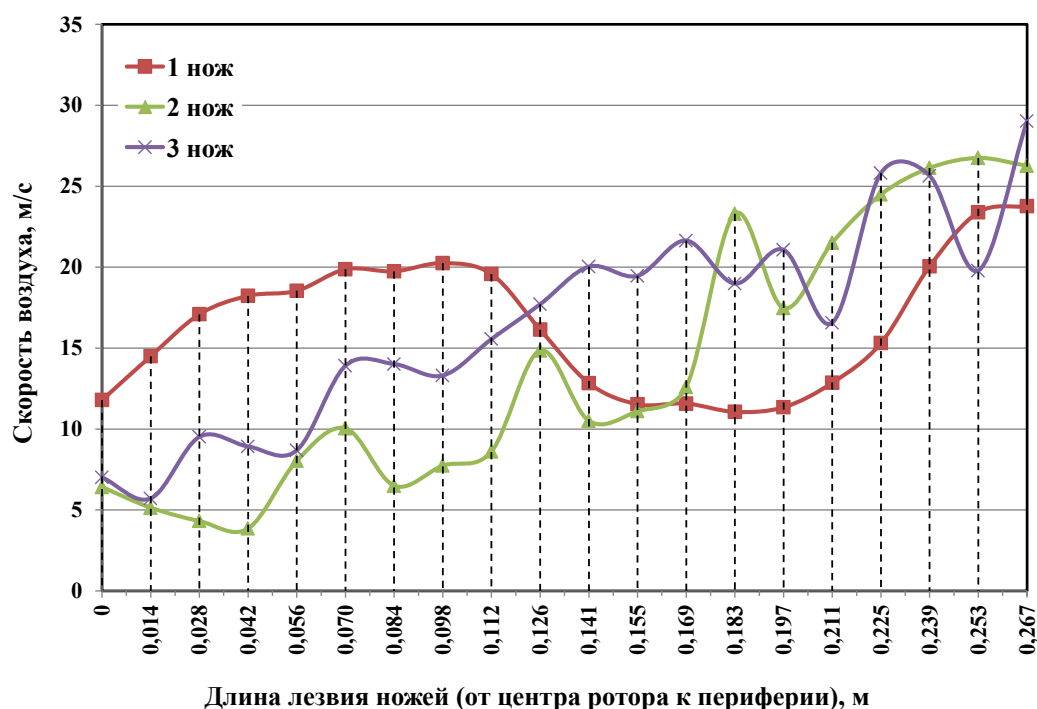


Рис. 3. Распределение скоростей воздуха в горизонтальной плоскости на кромках лезвий ножей рабочих органов внутри кожуха ботвоудаляющей машины

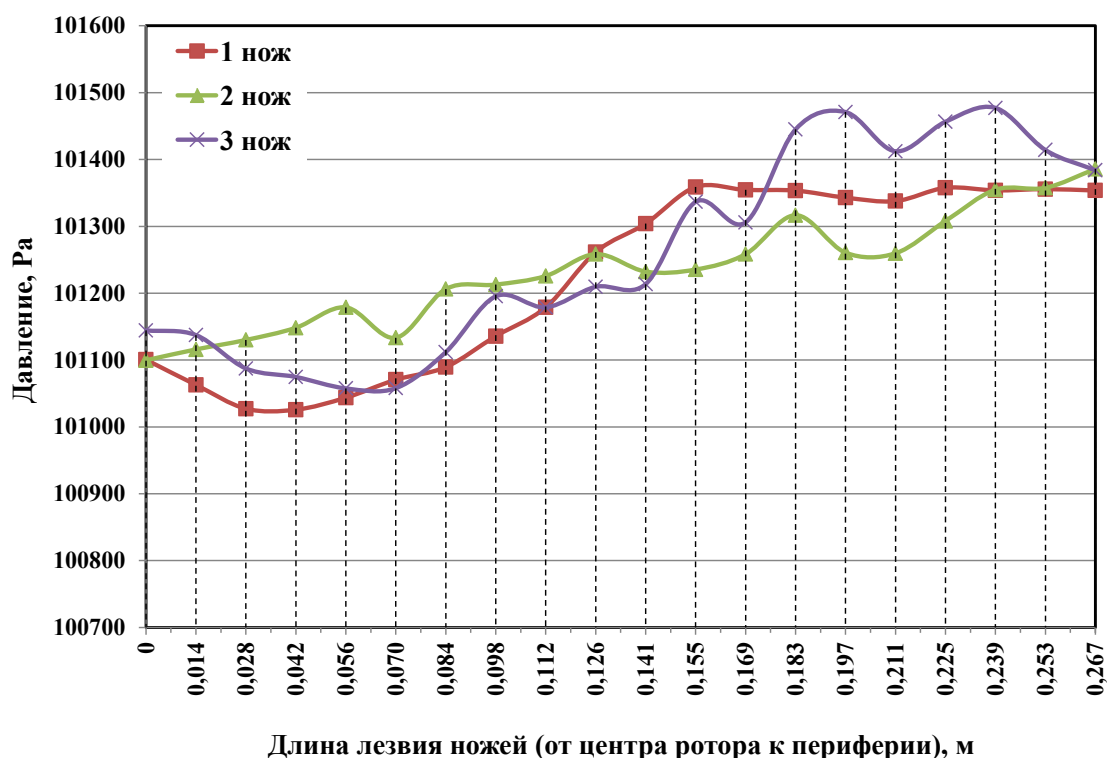


Рис. 4. Распределение давлений в горизонтальной плоскости на краях лезвий ножей рабочих органов внутри кожуха ботвоудалительной машины

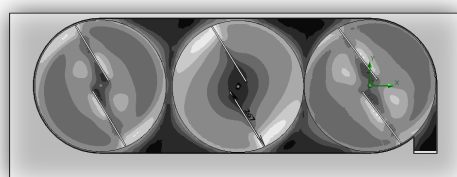


Рис. 5 – Распределение потоков скоростей воздуха в разрезе горизонтальной плоскости вращения лезвий ножей внутри кожуха ботвоудалительной машины

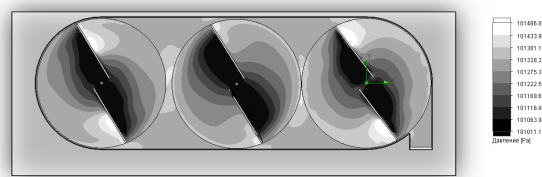


Рис. 6 – Распределение давления воздуха в разрезе горизонтальной плоскости вращения лезвий ножей внутри кожуха ботвоудалительной машины

мерялась от центра ротора рабочего органа к концу ножа (периферии). Второй нож находится на рабочем органе, расположенном посередине между первым и вторым рабочим органом. Третий нож расположен на рабочем органе находящемся ближе всего к ботвоотводящему окну, и соответственно первый нож расположен на рабочем органе – дальше всего от ботвоотводящего окна.

Увеличение скорости воздушного потока наблюдается на длине ножей ближе к периферии, что объясняется большими скоростями вращения, нежели у центра ротора. Графики скоростей потока воздуха имеют значительный тренд по длине ножей, что объясняется неравномерным полем скоростей и значительной турбулентностью потока воздуха.

Из рисунка 4 видно как под рабочими органами, за счет установленных под углом 45 градусов ножей, формируется зона с низким давлением, способствующая подъему листостебельной массы с

поверхности поля и перемещению её к ботвоотводящему окну, где давление повышается до атмосферного.

На рисунке 5 и 6 изображены визуализация распределения потоков скоростей воздуха в разрезе горизонтальной плоскости вращения лезвий ножей внутри кожуха ботвоудалительной машины. Максимальную скорость воздух набирает у периферии ножей, а также ближе к ботвоотводящему окну. Вблизи осей валов скорость небольшая, зато завихренность потока вследствие его отражения от стенок кожуха увеличивается.

При вращении рабочих органов ботвоудалительной машины под ними создается разрежение и поток воздуха, направленный от земли, который вытягивает лежащую листостебельную массу. Одновременно с создаваемыми рабочими органами разрежением через зазор между кожухом и землей всасывается воздух вследствие чего на листостебельную массу начинает действовать подъемная

Таблица 1 – Расчетные величины воздушного потока внутри кожуха

Параметр	Минимум	Максимум
Давление [Па]	100299	112069
Скорость [м/с]	0	36,456
Завихренность [1/с]	2,8	13905

сила и аэродинамический момент, которые способствуют поднятию листостебельной массы и подводу ее в зону резания ножей.

В результате моделирования были получены следующие расчетные величины (табл. 1).

Судя по полученным скоростным характеристикам потока воздуха (в том числе средняя скорость потока воздуха в зоне ножей равна 12,139 м/с) это в целом хватает для подъема полегшей листостебельной массы.

Выводы

Список литературы

- [1] Ларюшин, Н. П. Уборка без задержек / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Сельский механизатор. – 2007. – №7. – С. 48-49.
- [2] Фролов, Д. И. Применение модернизированной ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны / Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2015. – № 1 (2). – С. 45-49.
- [3] Фролов, Д. И. Обоснование устройства для удаления ботво-травяной массы / Д. И. Фролов, А. М. Ларюшин, Н. П. Ларюшин // Инновационные технологии в сельском хозяйстве: Сб. материалов межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: РИО ПГСХА, 2006. – С. 204.
- [4] Ларюшин, А. М. Совершенствование технологии уборки лука / А. М. Ларюшин, Н. П. Ларюшин, Д. И. Фролов // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17-18.
- [5] Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с.
- [6] Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01 / Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с.
- [7] Ларюшин Н. П., Сущёв С. А., Фролов Д. И., Ларюшин А. М. Ботвоудаляющая машина // Патент России № 2339208. – 2008. Бюл. № 33.
- [8] Волков, А. А. Разработка рабочего органа для удаления листьев лука и сорняков / А. А. Волков, Д. И. Фролов, А. М. Ларюшин // Современные аспекты развития АПК: сборник материалов 51-й научной конференции инженерного факультета Пензенской ГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2006. – С. 126-127.
- [9] Ларюшин, Н. П. Устройство для удаления листостебельной массы на посевах лука / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Наука и образование - сельскому хозяйству: сб. мат-лов науч.- практ. Конференции, посв. 55-летию Пензенской ГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2006. – С. 348.
- [10] Ларюшин, Н. П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 2. – С. 15-17.
- [11] Фролов, Д. И. Теоретическое обоснование скорости бесподпорного среза листостебельной массы при уборке лука / Д. И. Фролов // Инновации молодых ученых агропромышленному комплексу: сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых. – Пенза: РИО ПГСХА, 2007. – С. 248-250.
- [12] Фролов, Д. И. Результаты лабораторно-полевых исследований машины для удаления листостебельной массы перед уборкой лука / Д. И. Фролов, А. М. Ларюшин // Материалы Всероссийской научно-

- практической конференции: Актуальные проблемы агропромышленного комплекса.– Ульяновск, ГСХА, 2008.– С. 197–200.
- [13] Фролов Д. И. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 1 (29).– С. 120–126.
- [14] Фролов, Д. И. Теоретическое обоснование скорости вращения ножей режущего аппарата ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов, О. Н. Пчелинцева // Инновационная техника и технология.– 2015.– № 1 (02). С. 50–53.
- [15] Фролов, Д. И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2013.– № 3.– С. 18–23.
- [16] Ларюшин, Н. П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Нива Поволжья.– 2008.– № 2.– С. 46–51.
- [17] Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 3.– С. 29–33.
- [18] Фролов, Д. И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука / Д. И. Фролов, С. В. Чекайкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2014.– № 6 (22).– С. 158–161.
- [19] Фролов, Д. И. Прочностной анализ модели рабочего органа при влиянии на него центробежной силы / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология.– 2015.– № 2 (03).– С. 34–39.
- [20] Ларюшин, А. М. Расчет действия аэродинамических сил на листостебельную массу при уборке лука / А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Энергосберегающие технологии в АПК: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции.– Пенза: РИО ПГСХА, 2007.– С. 35–38.
- [21] Фролов Д. И. Анализ процесса движения воздуха внутри кожуха ботвоудаляющего рабочего органа с обоснованием оптимального угла наклона ножей / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. Е. Каширин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева.– 2015.– № 4 (28).– С. 69–74.
- [22] Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха / Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология.– 2014.– № 4 (01).– С. 30–35.
- [23] Фролов, Д. И. Анализ рабочего органа машины с применением современной системы автоматизации инженерных расчётов / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин // Информационные технологии в экономических и технических задачах: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции.– Пенза, 2016.– С. 314–316.
- [24] Фролов, Д. И. Нелинейное оценивание динамических нагрузок модели ботвоудаляющего рабочего органа / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе.– 2016.– № 2 (18).– С. 299–305.
- [25] Фролов, Д. И. Моделирование работы ботвоудаляющей машины с анализом потоков воздуха внутри ее кожуха / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, О. Н. Кухарев, Н. П. Ларюшин // Нива Поволжья.– 2016.– № 3 (40).– С. 105–111.

ANALYSIS MODELING AIRFLOW INSIDE THE CASING HAULM REMOVING MACHINES

D. I. Frolov

In this article, based on a computer model haulm removing machine subject to the restrictions investigate the problem of lifting polegshey cormophyte mass and analysis of air flow velocities in the zone of the blades. The aim of the work was to analyze the distribution of air flow in the horizontal edges of knives working bodies within the housing haulm removing machine. To analyze the interaction of factors that describe the air flow parameters in the study haulm removing machine was used finite element analysis and FlowSimulation package. Construction of computer model allowed us to analyze and determine the velocity and pressure near the edges of the knives working bodies. Based on the air flow characteristic values (the average air flow velocity in the zone of knives equal to 12.139 m / s) can be concluded their adequacy for lifting polegshey cormophyte mass.

Keywords: *air flow, simulation, haulm removing machine, finite element analysis.*

References

- [1] Laryushin, N. P. Cleaning without delays/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Rural mechanic.– 2007.–No. 7.–Pp. 48–49.
- [2] Frolov, D. I. Application modernized haulm removal machine for cutting alfalfa / D. I. Frolov // Innovative machinery and technology.– 2015.– № 1 (2).–Pp. 45–49.
- [3] Frolov, D. I. Rationale the device for removal of haulm-grass/D. I. Frolov, A. M. Laryushin, N. P. Laryushin// Innovative technologies in agriculture: Sat. materials of the interregional scientific-practical conference of young scientists.–Penza: RIO pgskha, 2006.–p. 204.
- [4] Laryushin, A. M. Improving the technology of harvesting onions / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of International Forum on problems of science, technology and education.–M.: Academy of Earth Sciences, 2007.–Pp. 17–18.
- [5] Frolov, D. I. Development of cutter tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: dis. ...candidate. tekhn. Sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich.–Penza, 2008. 153 p.
- [6] Frolov, D. I. Development of cutter tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: author. dis. ...candidate. tekhn. Sciences: 05.20.01/Frolov Dmitry Ivanovich.–Penza, 2008.– 18 p.
- [7] Laryushin N. P. Sushchev, A. S., Frolov D. I., Laryushin A. M. Haulm removing machine // Patent of Russia № 2339208.–2008. Bull. No. 33.
- [8] Volkov, A. A. development of a working body to remove onion leaves and weeds/A. A. Volkov, D. I. Frolov, A. M. Laryushin//Modern aspects of agricultural development: proceedings of the 51st scientific conference, faculty of engineering, Penza state agricultural Academy.–Penza: RIO pgskha, 2006.–Pp. 126–127.
- [9] Laryushin, N. P. Device for removing cormophyte weight on the crops of onions/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Science and education -to agriculture: collection of Mat-catching scientific.–pract. The conference, dedicated. 55th anniversary of Penza state agricultural Academy.–Penza: RIO pgskha, 2006.–P. 348.
- [10] Laryushin, N. P. Haulm removing machine the optimal parameters of the working body of the cutter leaf-stem mass / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Tractors and farm machinery.– 2010.–No. 2.–P. 15–17.
- [11] Frolov, D. I. Theoretical justification for the speed of cut leaf-stem mass at harvest Luke/D. I. Frolov// Innovations of young scientists of the agro-industrial complex: collection of materials of scientific-practical conference of young scientists.–Penza: RIO pgskha, 2007.–Pp. 248–250.
- [12] Frolov, D. I. Results of laboratory and field studies, machine for removing cormophyte weight before the harvest Luke/D. I. Frolov, A. M. Laryushin//Materials of all-Russian scientific-practical conference: Actual problems of agro-industrial complex.–The Ulyanovsk state agricultural Academy, 2008.–P. 197–200.
- [13] Frolov D. I. Determination of the optimal parameters haulm removing machine for sowing Luke /D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova//Bulletin of the Ulyanovsk state agricultural Academy.–2015.–№ 1 (29).–P. 120–126.
- [14] Frolov, D. I. Theoretical substantiation of the speed of rotation of the mower blades haulm removing machine/ D. I. Frolov, O. N. Pchelintseva // Innovative machinery and technology.–2015.– № 1 (02). P. 50–53.
- [15] Frolov, D. I. A study of the optimal frequency of rotation of the working body of the machine haulm removing / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin Samara state agricultural Academy.– 2013.–No. 3.–P. 18–23.
- [16] Laryushin, N. P. Substantiation of constructive-regime parameters haulm removing device during laboratory tests/N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov//Niva Povolzhya.– 2008.–No. 2.–P. 46–51.
- [17] Frolov, D. I., the modeling of the process of removing the tops of onion working on haulm removing machine/D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. shaburova// Bulletin Samara state agricultural Academy.– 2014.–No. 3.–P. 29–33.
- [18] Frolov, D. I. Substantiation of rational parameters of haulm removing machine for sowing Luke / D. I. Frolov, S. V. Chekalkin // XXI century: the results of the past and problems with plus.– 2014.– № 6 (22).–Pp. 158–161.
- [19] Frolov, D. I. Strength analysis model of the working body when the influence of the centrifugal force / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin // Innovative machinery and technology.– 2015.– № 2 (03).–Pp. 34–39.
- [20] Laryushin, A. M. Calculation of the aerodynamic forces on the leaf-stem weight at harvest of onion/A. M. Laryushin, D. I. Frolov//energy-Saving technologies in agriculture: a collection of articles P all-Russian scientific-practical conference.–Penza: RIO pgskha, 2007.–Pp. 35–38.
- [21] Frolov D. I. analysis of the process of air movement inside the housing haulm removing working on a study of optimum tilt angle of the knives /D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. E. Kashirin// Bulletin of Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev.–2015.–№ 4 (28).–Pp. 69–74.

- [22] Frolov, D. I. Analysis of haulm removing working on optimizing the air flow within the housing /D. I. Frolov// Innovative machinery and technology. – 2014. – № 4 (01). – Pp. 30–35.
- [23] Frolov, D. I. Analysis of the working body of the machine with the use of modern systems of automation of engineering calculations / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin // Informational technologies in economical and technical problems: Collection of scientific works of International scientific–practical conference. –Penza, 2016. –P. 314–316.
- [24] Frolov, D. I. Nonlinear estimation of dynamic load model botopasie working on / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin // Models, systems, networks in Economics, technic, nature and society. –2016. –№ 2 (18). –P. 299–305.
- [25] Frolov, D. I. Modeling of work haulm removing machine analysis of air flows inside the casing / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, O. N. Kukharev, N. P. Laryushin // Niva Povolzhya. – 2016. – № 3 (40). –P. 105–111.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАВШИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА ДЛЯ ЗАЩИТЫ СТАЛИ 3 ОТ ПОЧВЕННОЙ КОРРОЗИИ

А. А. Назарова, Е. Д. Таныгина, С. Д. Полищук

В работе представлены кинетические параметры электрохимической коррозии углеродистой стали в отсутствие и при наличии защитного покрытия из продуктов очистки отработавших моторных масел (ПООМ) в водных вытяжках из образцов почв, наиболее распространенных в ЦФО. Определены скорость коррозии без ингибитора и в его присутствии, защитное действие ПООМ в условиях, моделирующих протекание коррозии в почвенном растворе.

Ключевые слова: почвенная коррозия, сталь 3, ингибитор, продукты очистки отработавших моторных масел (ПООМ), почвенные вытяжки, серые лесные почвы, черноземы, скорость коррозии.

Введение

Экономический и экологический ущерб, наносимый нашей планете процессами коррозии металлических конструкций, изделий и оборудования огромен. Оценки затрат, связанных с коррозией и ее последствиями показывают, что в среднем общие годовые расходы на борьбу с последствиями коррозии составляют от 1,5 до 4,0% ВВП, то есть задача предотвращения коррозии, в том числе и почвенной, достаточно актуальна [1–8].

В Российской Федерации ежегодные потери металлов из-за их коррозии достигают 12% общей массы имеющегося в стране металлофонда, что соответствует необратимой утрате более 10% ежегодно производимого металла. Этот показатель в 2014 году составил в России примерно 10 млн. тонн стали (при годовом выпуске более 70 млн. тонн), что в денежном эквиваленте составляет около 4 млрд. долларов США. Это связано с тем, что не менее 40–50% машин и сооружений работает в агрессивных средах, к которым можно отнести и почву.

Почва состоит из химических соединений, многие из которых стимулируют коррозионный процесс. Агрессивность почвы зависит от влажности, аэрации, пористости, pH, гранулометрического состава, качественного и количественного состава ионов, электропроводности и пр.

Процессы, происходящие в подземных условиях, динамичны. Подземные сооружения (трубопроводы, резервуары, сваи, опоры, кабели, различные металлоконструкции) подвергаются воздействию огромного количества все время изменяющихся химических, физических и биологических факторов, определяющих интенсивность коррозии металла.

Из-за сложности и многообразия процессов в почве к настоящему времени не накоплено систематических данных, позволяющих прогнозировать

характер и скорость подземной коррозии в тех или иных условиях эксплуатации сооружения.

Цель работы – изучение почвенной коррозии стали 3 в различных типах и подтипах почв в зависимости от их физико-химических характеристик, а также исследование возможности применения ПООМ для защиты стали.

ПООМ – продукты очистки отработавших моторных масел. Выраженный ингибирующий эффект дают содержащиеся в них высшие альдегиды, карбоновые кислоты, смолисто-асфальтеновые соединения, являющиеся продуктами окисления углеводородов, входящих в состав моторных масел и их присадок. Причем защитная эффективность по отношению к стали систематически возрастает с увеличением срока эксплуатации масла. В настоящий момент они применяются как консервационные материалы [6].

Объекты и методы исследований

В испытаниях были использованы образцы из углеродистой стали Ст3 с химическим составом, масс. %: C – 0,2; Mn – 0,5; Si – 0,15; P – 0,04; S – 0,05; Cr – 0,30; Ni – 0,20; Cu – 0,20; Fe – 98,36 (рис. 1б).

В качестве коррозионной среды использовали водные вытяжки из наиболее распространенных в Центральном федеральном округе типы и подтипы почв (рис. 1а) и 0,5 М раствор хлорида натрия:

1. светло-серая лесная;
2. темно-серая лесная;
3. чернозем выщелоченный;
4. чернозем обыкновенный;
5. супесчаная подзолистая;
6. 0,5 М раствор NaCl.

Навеску почвы 200 г помещали в дистиллированную воду 800 г и непрерывно перемешивали в течение 30 минут. Затем суспензию оставляли

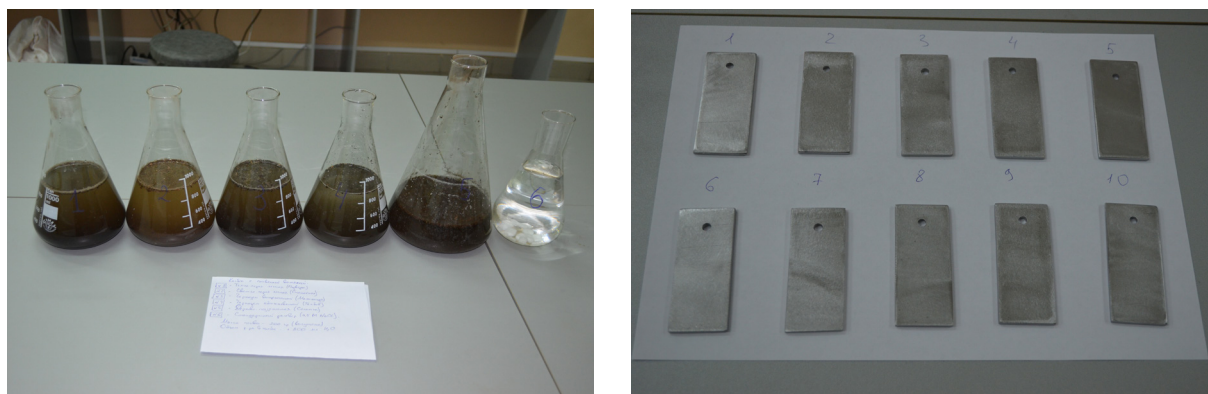


Рис. 1. Почвенные вытяжки [№№1, 2, 3, 4, 5, 6] (а) и образцы стали 3 (б)

Таблица 1 – Химический состав образцов почв, 2015 г.

№ п/п	Наименование показателей, размерность	Светло-серая лесная	Темно-серая лесная	Чернозем выщелоченный	Чернозем обыкновенный	Супесчаная подзолистая
1.	рН сол., ед.рН	4,6	5,6	5,8	7,2	6
2.	Общий азот, %	0,22	0,27	0,31	0,3	0,23
3.	Нитратный азот, %	18,85	20,9	19,56	35,46	21,41
4.	Аммонийный азот, %	3,7	4,5	1,7	2,9	0,8
5.	Кадмий, мг/кг	0,37	0,27	0,37	0,52	0,21
6.	Свинец, мг/кг	12,5	12,63	13,54	15	7
7.	Медь, мг/кг	15,47	14,13	18,56	18,3	12,11
8.	Цинк, мг/кг	47,08	46,39	61,24	62,41	56,11
9.	Никель, мг/кг	20,1	23,32	18,59	27,88	4,81
10.	Железо, мг/кг	14610	36098	13636	10775	2514
11.	Хлориды, %	0,4	0,15	0,05	0,35	0,5
12.	Сульфаты, %	0,1	0,74	0,2	2,9	2,9
13.	Бикарбонаты, ммоль/100 гр	0,047	0,187	0,061	0,041	0,024
14.	Гранулометрический состав	Средний суглинок	Тяжелый суглинок	Тяжелый суглинок	Средний суглинок	Связно-песчаная

на сутки и использовали в экспериментах [ГОСТ 26483-85].

Химический анализ образцов почв (табл. 1) проведен на базе ФГБУ «Агрохимическая служба «Рязанская».

Коррозионные испытания в почвенных вытяжках и солевом растворе проведены на образцах стали Ст3 (три образца на 1 точку (рис. 2) в течение 15 суток при комнатной температуре. ПООМ наносили окунанием на предварительно подготовленные образцы.

Образцы Ст3 обрабатывали по 6 классу чистоты, обезжиривали этанолом, взвешивали на аналитических весах (m_0). Посредством штангенциркуля определяли размеры образцов и рассчитывали площадь поверхности (S). После нанесения покрытия окунанием, образцы оставляли на сутки для формирования защитного покрытия и стекания его избытка (рис. 2). Затем гравиметрически определяли

толщину покрытия, которая в среднем достигала 66 мкм.

Подготовка образцов, снятие продуктов коррозии, методика расчета не отличались от стандартных. После опыта образцы стали были расконсервированы и освобождены от продуктов коррозии в травильном растворе и взвешены (m_1).

Скорость коррозии рассчитывали по формуле:

$$K = (m_0 - m_1) / (S \tau),$$

где τ – время, ч.

Величины защитного действия ингибитора вычисляли по выражению:

$$Z = [(K_0 - K_1) / K_0] 100 \%,$$

где K_0 и K_1 – соответственно скорости коррозии в отсутствие и при наличии защитного покрытия.

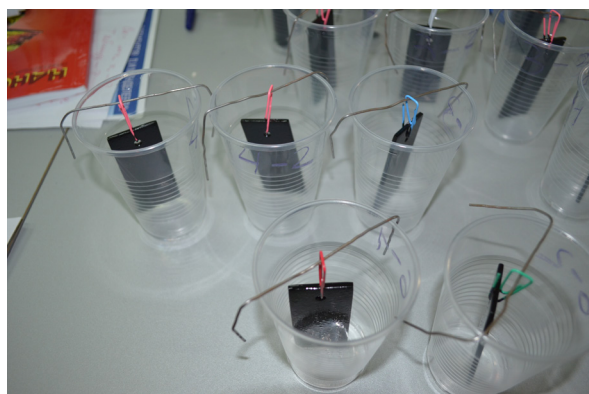


Рис. 2. Нанесение ПООМ на образцы стали и постановка опыта

Таблица 2 – Скорость коррозии (К) стали в почвенных вытяжках и защитное действие ПООМ ($Z_{кор}$). K_0 в отсутствие ингибитора, K_1 – то же при наличии покрытия ПООМ, г/м²*ч

Водная вытяжка из образца почвы	K_0 , г/м ² *ч	K_1 , г/м ² *ч	$Z_{кор}$, %
1. Светло-серая лесная	$63,30 \cdot 10^{-3}$	$3,34 \cdot 10^{-3}$	95
2. Темно-серая лесная	$73,60 \cdot 10^{-3}$	$9,73 \cdot 10^{-3}$	87
3. Чернозем выщелоченный	$73,10 \cdot 10^{-3}$	$5,47 \cdot 10^{-3}$	93
4. Чернозем обыкновенный	$64,30 \cdot 10^{-3}$	$15,93 \cdot 10^{-3}$	75
5. Супесчаная подзолистая	$64,70 \cdot 10^{-3}$	$15,22 \cdot 10^{-3}$	76
6. 0,5 М раствор хлорида натрия	$55,10 \cdot 10^{-3}$	$31,47 \cdot 10^{-3}$	43

Стационарные потенциостатические поляризационные измерения проводили с шагом потенциала 20 мВ (комнатная температура, естественная аэрация) (потенциостат П5827м) в трехэлектродной ячейке из стекла «Пирекс» с разделенным анодным и катодным пространством, контактирующими через шлиф. Потенциалы измерены относительно насыщенного хлоридсеребряного электрода сравнения и пересчитаны по н.в.ш. Рабочий электрод из стали Ст3 с горизонтальной рабочей поверхностью площадью 0,5 см² армировали в оправку из эпоксидной смолы ЭД-5 с отвердителем полиэтиленполиамином, полировали без применения паст, обезжировали ацетоном и сушили фильтровальной бумагой. Защитную пленку исследуемого состава с фиксированной толщиной формировали в течение 15 минут с последующей оценкой гравиметрическим методом. Фоновый электролит - 0,5 М раствор хлорида натрия. Выдержка 15 минут. Защитную эффективность по отношению к общей скорости коррозии определяли по формуле:

$$Z = [(i_0 - i_1) / i_0] 100 \%,$$

где Z – защитный эффект, %;

i_0 и i_1 – ток коррозии, полученный из поляризационных кривых соответственно в отсутствие защитного покрытия и при наличии пленки. Для вычисления степени торможения анодного процесса Z_a в формулу подставляли величины анодных токов при наличии и в отсутствии покрытия при потенциале - 0,20 В (н.в.ш.).

Результаты и их обсуждение

Изучена защитная эффективность продуктов очистки отработавших моторных масел (ПООМ) на стали 3 от почвенной коррозии посредством гравиметрических испытаний и рассчитаны кинетические параметры электрохимической коррозии углеродистой стали с помощью потенциостатических поляризационных измерений в лабораторных условиях.

Результаты коррозионных испытаний углеродистой стали Ст3 в отсутствие и при наличии защитного покрытия ПООМ толщиной 66 мкм представлены в таблице 2.

Использование покрытия ПООМ для защиты Ст3 от почвенной коррозии в водных почвенных вытяжках оказалось гораздо эффективнее, нежели в 0,5 М растворе хлорида натрия. Причем, $Z_{кор}$ практически в два раза выше в почвенных вытяжках, видимо, за счет того, что некоторые составляющие почв выступают в роли синергетиков компонентов ПООМ (таблица 2). Это могут быть азотсодержащие компоненты почв: ульмин, фульвокислоты и пр. $Z_{кор}$ ПООМ в вытяжках из чернозема обыкновенного и супесчаной подзолистой заметно ниже, чем в случае других образцов почв. Это, вероятно, связано с неблагоприятным для защитного действия ПООМ сочетанием концентраций поверхностно-активных по отношению к коррозии углеродистой стали сульфат- и хлорид ионов в этих почвах. Защитный эффект ПООМ в водных вытяжках образует ряд (1):

$$Z_1 > Z_3 > Z_2 > Z_4 \approx Z_5 > Z_6.$$

Изучено поведение углеродистой стали в водных вытяжках почв в отсутствие и при наличии защитного покрытия ПООМ посредством потенциостатических поляризационных измерений (рис. 3 и таблица 3).

В таблице 3 представлены кинетические параметры электрохимической коррозии стали 3 в отсутствие и при наличии ингибитора: потенциал коррозии ($E_{кор}$), ток коррозии ($i_{кор}$), защитный эффект при потенциале коррозии ($Z_{кор}$), защитное действие ПООМ в анодной области при фиксирован-

Таблица 3 – Параметры электрохимической коррозии стали 3 в отсутствие и при наличии покрытия ПООМ в почвенных водных вытяжках

Варианты	$E_{кор}$, В	$i_{кор}$, А/м ²	$Z_{кор}$, %	Z_a , % ($E=0,2$ В)	b_k , В	b_a , В
Светло-серая лесная почва (1)						
Без ингибитора	-0,47	0,13	-	-	0,09	0,03
С ПООМ	-0,29	0,03	77	99	0,07	0,03
Темно-серая лесная почва (2)						
Без ингибитора	-0,49	0,12	-	-	0,07	0,04
С ПООМ	-0,29	0,07	42	99	0,17	0,06
Чернозем выщелоченный (3)						
Без ингибитора	-0,47	0,11	-	-	0,12	0,04
С ПООМ	-0,32	0,07	36	87	0,06	0,02
Чернозем обыкновенный (4)						
Без ингибитора	-0,43	0,11	-	-	0,1	0,03
С ПООМ	-0,31	0,03	71	99	0,08	0,05
Супесчаная подзолистая почва (5)						
Без ингибитора	-0,45	0,16	-	-	0,09	0,04
С ПООМ	-0,22	0,02	89	67	0,06	0,04

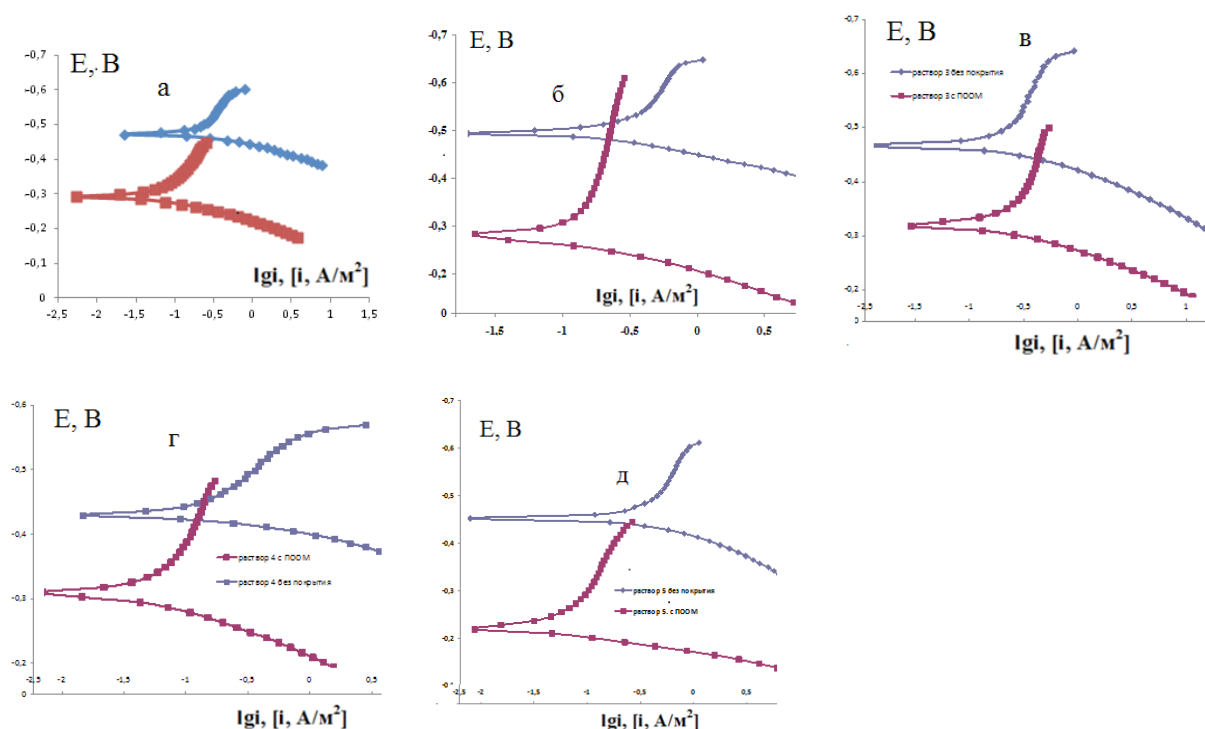


Рис. 3. Поляризационные кривые Ст3 под защитными пленками ПООМ в водных вытяжках из: а – светло-серой лесной почвы; б – темно-серой лесной почвы; в – чернозема выщелоченного; г – чернозема обыкновенного; д – супесчаной подзолистой почвы

ном потенциале (Z_a), Тафелевы наклоны катодной (b_k) и анодной (b_a) кривых.

Использование ПООМ в качестве ингибитора во всех почвенных растворах вызвало заметное смещение потенциала коррозии стали $E_{кор}$ в анодную сторону по сравнению с поведением незащищенной Ст3 в этой же почвенной вытяжке, это указывает на то, что ПООМ выступают в роли ингибитора анодного действия.

Сравнение потенциалов коррозии незащищенной стали в разных почвенных вытяжках обнаруживает следующую закономерность:

$$E_{кор4} > E_{кор5} > E_{кор3} \approx E_{кор1} > E_{кор2}.$$

Потенциалы коррозии Ст3 в вытяжках серых лесных почв близки и несколько превышают практически одинаковые $E_{кор}$ стали в черноземах, при этом максимальный потенциал коррозии наблюдался в вытяжке из супесчаной подзолистой почвы.

В отсутствие ПООМ на поверхности стали токи коррозии Ст3 изменяются в ряду:

$$i_{кор5} > i_{кор1} > i_{кор2} > i_{кор3} \approx i_{кор4}.$$

Нанесение защитного покрытия снижает ток коррозии и меняет этот ряд:

$$i_{кор5} < i_{кор4} = i_{кор1} < i_{кор3} \approx i_{кор2}.$$

Защищенная сталь 3 обнаруживает минимальный ток коррозии в водной вытяжке из супесчаной подзолистой почвы. Это предопределяет максимальный в рассматриваемом ряду почв защитный эффект ПООМ в этой коррозионной среде. Минимальный Z при потенциале коррозии имеет место в водной вытяжке из чернозема выщелоченного. Рассчитанный при потенциале коррозии защитный эффект ПООМ формирует ряд (2):

$$Z_5 > Z_1 > Z_4 > Z_2 > Z_3,$$

который не совпадает с рядом (1) по данным

коррозионных испытаний. Как и в коррозионных испытаниях в потенциостатических поляризационных исследованиях имеет место существенное торможение коррозии стали за счет нанесения ПООМ (таблицы 2 и 3).

В отсутствие ПООМ на поверхности стали 3 наклон катодных поляризационных кривых уменьшается в ряду (3):

$$b_{k3} > b_{k4} > b_{k1} = b_{k5} > b_{k2}.$$

Присутствие ПООМ на поверхности стали 3 изменяет ряд (3), формируя ряд (4):

$$b_{k2} > b_{k1} \approx b_{k3} \approx b_{k4} \approx b_{k5}.$$

Тафелевы наклоны анодных поляризационных кривых (b_a) стали 3 как в отсутствие, так и при наличии покрытия ПООМ очень близки. Защитное действие Z_a , рассчитанное при фиксированном анодном потенциале (-0,2 В), существенно выше такового, рассчитанного при потенциале коррозии. При этом имеет место ряд:

$$Z_{a1} = Z_{a2} = Z_{a4} > Z_{a3} > Z_{a5},$$

отличный от ряда (1) и (2).

Выводы

Относительная погрешность определения защитного действия в процессе коррозионных испытаний составляет 10 %. Таким образом, можно полагать, что Z ПООМ практически не зависит от состава почвы в рассматриваемом ряду водных вытяжек. Количественно величины защитного действия из данных коррозионных испытаний ближе к таковым, рассчитанным при фиксированном анодном потенциале. Компоненты ПООМ выступают в роли ингибиторов анодного действия.

Список литературы

- [1] Бырылов И. Ф. Способ контроля коррозионных процессов на магистральных трубопроводах и разработка защитных электролитических покрытий на основе цинка: автореферат диссер. ... к.т.н. 05.17.03—Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.—Новочеркасск, 2013.— 17 с.
- [2] Гаррис Н. А., Аскаров Г. Р. Причина коррозионной активности грунтов вокруг газопроводов большого диаметра // Материалы Новоселовских чтений: Сб. науч. тр. Вып.2.—Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004.— С. 167–173.
- [3] Горошевский А. В. Взаимодействие почвы и подземных трубопроводов: автореферат дис. канд. биол. наук: 03.00.27, МГУ им. М. В. Ломоносова.—Москва, 2005.— 25 с.
- [4] ГОСТ 26483–85. Почвы. Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. Введены 26.03.1985. Москва: Государственный комитет СССР по стандартам.
- [5] Древалъ О. Ю. Экономическая оценка экологически обусловленных коррозионных потерь: диссертация к.э.н. 08.08.01—Экономика природопользования и охраны окружающей среды.—Сумы, 2005.— 174 с.
- [6] Князева Л. Г., Шель Н. В., Прохоренков В. Д., Остриков В. В. Утилизация отработанных масел путем получения из них высокоэффективных консервационных материалов. // Вестник ТГУ, т. 18, вып.5, 2013.—С. 2303–2306.
- [7] Мустафин Ф. М. Защита от коррозии / М. В. Кузнецов, Л. И. Быков // Учебное пособие—Уфа: Монография, 2004.—Том 1.— 609 с.

- [8] Урядников А. А., Таныгина Е. Д., Цыганкова Л. Е. Утилизация отходов производства растительных масел для создания защитных составов против атмосферной коррозии стальных изделий. // Коррозия: материалы, защита. 2012. № 3. С. 19–23.

POSSIBILITY TO USE THE PRODUCTS OF ENGINE WASTE OILS PURIFICATION AS STEEL 3 PREVENTATIVE FROM SOIL CORROSION

A. A. Nazarova, E. D. Tanygina, S. D. Polishchuk

The article presents kinetic parameters of carbon steel electrochemical corrosion with and without some protective surface from products of engine waste oils purification (PEWSP) in water extract from soil samples most widely spread in CFZ. We have determined corrosion rate with and without the preventative, the protective effect of PEWSP in conditions modeling corrosion in soil solution.

Keywords: *soil corrosion, steel 3, preventative, products of engine waste soils purification (PEWSP), soil extracts, gray forest soil, black earth, corrosion rate.*

References

- [1] Byrylov I.F. A method of control of corrosion processes on bulk distribution lines and development of protective electrodeposited coatings on the basis of zinc: abstract disser. ... Cand.Tech.Sci. 05.17.03–Technology of electrochemical processes and protection against corrosion.–Novocherkassk, 2013.– 17 p.
- [2] Garris N.A., Oscars G.R. Prichina of corrosion activity of soil around gas pipelines of big diameter// Materials of Novoselovsky readings: Сб. науч. тр. Issue 2.–Ufa: UGNTU publishing house, 2004.–P. 167–173.
- [3] Goroshevsky A. V. Interaction of the soil and underground pipelines: abstract yew. Cand.Biol.Sci.: 03.00.27, Lomonosov Moscow State University.–Moscow, 2005.– 25 p.
- [4] GOST 26483–85. Soils. Determination pH salt extract, exchange acidity, exchange cations, content of nitrates, exchange ammonium and mobile sulfur by TsINAO methods. Are entered 3/26/1985. Moscow: State committee USSR on standards.
- [5] Dreval O. Yu. An economic evaluation of ecologically caused corrosion losses: thesis ... Cand.Econ.Sci. 08.08.01–Economy of environmental management and environmental protection.–Sumy, 2005.– 174 p.
- [6] Knyazeva L. G., Crack N. V., Prokhorenkov V. D., Ostrikov V. V. Utilization of waste oils by obtaining from them highly effective conservation materials.//TGU bulletin, t.18, issue 5, 2013.–P. 2303–2306.
- [7] Mustafin F.M. Protection against corrosion / M.V. Kuznetsov, L.I. Bykov//the Education guidance–Ufa: Monograph, 2004.–Volume 1.– 609 p.
- [8] Village constables A.A., Tanygin E. D., Tsygankova L. E. Waste recycling of production of vegetable oils for creation of protective structures against atmospheric corrosion of steel products.//Corrosion: materials, protection. 2012. No. 3. P. 19–23.

БАННАЯ ПАРОВАЯ ПЕЧЬ

Т. В. Захарова, Е. Л. Мальцев, С. П. Рябихин

В работе на основе проведенного анализа обоснованы требования к металлической банной печи, приведена конструкция оригинальной паровой печи. Представлены результаты исследования по изучению влияния конструктивных параметров на мощность и коэффициент полезного действия.

Ключевые слова: банная паровая печь, температура и влажность, тепловая мощность, пожаробезопасность, энергоэффективность.

Введение

В России банная культура имеет давние традиции. В современных условиях широкой популярностью традиционно пользуются русские бани, получили распространение так называемые сауны, входят в обиход восточные хамамы. Параметрами, характеризующими тот или иной вид бани [1], являются температура и влажность в парильном помещении, стабильность поддержания заданных параметров длительное время, а также составом воздуха, характеризуемым количеством кислорода и минеральных веществ и степенью отклонения от так называемого среднестатистического значения. Банные печи традиционно изготавливают из камня и кирпича. Каменные печи обладают такими неоспоримыми преимуществами, как большая мощность и теплоемкость, инерционность, высокая пожаробезопасность. Это позволяет стабильно поддерживать требуемые параметры парильного помещения, создавать комфортные условия для парения. Достигается это использованием большого количества материала, в частности камня и кирпичей. В результате каменные печи являются тяжелыми, громоздкими, для своей установки требуют отдельного полноценного фундамента. Стоимость каменных печей сопоставима стоимости срубовых бань и в современных условиях может составлять многие сотни тысяч рублей. Поэтому разработка металлической банной печи, обеспечивающей при заданной мощности высокую теплоемкость, пожаробезопасность и низкую стоимость является актуальным.

Известно [1, 2], что большинство существующих печей отдают тепло за счет конвекции, теплопередачи и лучистой энергии. Сочетание этих видов теплопередачи определяет эффективность подготовки и нагрева парной в начальный период и затем поддержание требуемой температуры в течение длительного периода использования печи собственно по назначению.

Влажность воздуха в парной в сочетании с фактической температурой существенно влияет на ощущение и комфортность парильщиков. Для оценки режима парения широко пользуются поня-

тием относительная влажность воздуха. Численное значение этого показателя характеризует относительное количество влаги, растворенное в воздухе, от максимально возможного при данной температуре. Незначительное повышение или понижение температуры воздуха приводит к существенному изменению относительной влажности. По субъективным оценкам, значение температуры, при достижении которой начинается водно-тепловой режим под общим названием баня, начинается примерно с 40 °С и заканчивается при 120–140 °С. Воздух в парильном помещении содержит определенное количество влаги. В зависимости от влажности банный пар может быть легкий, не насыщенный, влажный, острый, ядреный, тяжелый, кусачий, перегретый. По обобщенным данным русская баня характеризуется примерно одинаковым сочетанием значений температуры и влажности в диапазоне от 45 до 60...65; сауна – температурой от 70 °С до 100 °С и больше, а влажностью от 10...15% и пропорционально уменьшающейся до нуля с ростом температуры; хамамы характеризуются повышенной влажностью вплоть до 100% при температуре близкой или чуть выше температуры тела.

На основе приведенной выше информации, к банной печи можно предъявить ряд требований. Основное требование – это достаточная тепловая мощность для прогрева и поддержания требуемого режима в конкретном помещении. Как правило, длительность прогрева парильного помещения должна составлять не более 1...3 часов в зависимости от времени года. Из установившейся практики, при использовании современных материалов для строительства и утепления бани, печь должна обеспечивать не менее 1 кВт тепловой мощности на 1 м³ парной. Размеры парной домашней бани изменяются в широком диапазоне, наиболее распространенными являются малого и среднего размера 8...30 м³. Мощность печи должна составлять не менее 25...30 кВт.

Тепловая мощность определяется [3] количеством и теплотворной способностью топлива, сгоревшего в единицу времени. В качестве топлива для домашних бань наибольшее распространение получили дрова, хотя газ набирает популярность.

Теплотворная способность дров зависит от породы древесины и ее влажности. В целом количество дров является более значимым параметром, чем их теплотворная способность. Определяющим для мощности печи является объем топки и, в том числе, длина закладываемых дров.

Следующее требование-возможность управления температурой и влажностью воздуха в парильном помещении в течении длительного времени. Выполнения этого требования зависит от соотношения мощности печи и объема парильного помещения. Чем больше мощность, тем легче обеспечить требуемый режим. Однако избыточная мощность тоже не нужна.

Широкое распространение получили традиционные способы нагрева парной. Конвективный нагрев происходит за счет нагрева и оборота воздуха в парильном помещении. Повышению вклада данного способа способствует увеличение площади нагретой поверхности. Лучистый нагрев происходит за счет электромагнитного излучения в видимой части спектра. Его эффективность зависит от четвертой степени температуры нагретой поверхности. Лучистый нагрев становится основным фактором при нагреве излучающей поверхности от температуры 250...300 °С и выше. Теплопередача обеспечивает нагрев при механическом контакте. Данный способ хорошо проявляется при нагреве стены каменной печи или помещения, а также керамического лежака. С изменением температуры величина вклада в общий нагрев этих способов изменяется.

Наряду с перечисленными способами для нагрева парной можно использовать водяной пар. Так называемые общественные или городские бани в большом числе обогреваются именно с помощью пара. Для нагрева воды на один градус требуется в 4,2 раза меньше тепла, чем на испарение того же количества воды и получение пара. Пар, соприкасаясь со стенами и другими поверхностями парильного помещения, конденсирует и отдает тепло. Таким образом, пар, как переносчик тепла, является энергонасыщенным. Потери тепловой энергии в цепочке «вода-пар-поверхность интерьера» минимальны. Нагрев парной происходит интенсивно, за короткое время. Поддержание требуемой температуры в парной происходит путем изменения количества и температуры подаваемого пара.

При использовании пара в качестве теплоносителя влажность в парильном помещении повышена. Это ведет к увеличению теплового воздействия на принимающего банные процедуры, которое может быть чрезмерным. Для снижения влажности воздуха применяют интенсивное, так называемое, залповое проветривание: на короткое время открывают дверь и форточку и устраивают сквозняк. При этом поступает новая порция воздуха с пониженной влажностью и температурой. В прогретом помещении температура воздуха быстро поднимается, а влажность остается низкой и обеспечивает

комфортное парение. Таким образом, при использовании пара в качестве источника тепла имеются широкие возможности для управления банными режимами и поддержания требуемых параметров.

Банные процедуры призваны повышать здоровье. Наряду с вопросами воздействия на человека температуры и влажности, большое значение имеет вопрос гигиены дыхания. Сухой воздух [1] имеет низкую теплоемкость и теплопроводность. Для получения достаточного теплового эффекта в суховоздушной сауне приходится повышать температуру до 90 °С, а иногда до 120...140 °С. Для этого воздух пропускают около раскаленных до 300...400 °С поверхностей металлических печей. Такой способ нагрева приводит к выгоранию органики воздуха, в нем накапливаются диоксины и угарный газ. По сути воздух проходит раскаленную зону печи, как при технологическом процессе какого-нибудь производства. Не случайно в суховоздушных саунах часто стоит запах паленого дерева и раскаленного металла, которые парящийся вдыхает во время банной процедуры. Это далеко не оздоровительный процесс.

Под понятием эффективность понимается полнота утилизации тепла горящего топлива для нагрева парильного помещения. В целом, показателем эффективности работы печи, а значит и нагрева парной, является температура дымовых газов, выходящих из трубы. Чем выше температура, тем гуще дым, тем больше тепла выбрасывается через трубу, тем больше потери и ниже эффективность. Снижение температуры дымовых газов является, кроме того, показателем экономичности. Экономичность подразумевает количество дров, необходимых для парения, если можно так сказать, одной смены.

Бани, как правило, изготавливают из дерева. Печи являются источником пожарной опасности для деревянных строений. Выполнение требований, направленных на обеспечение пожаробезопасности эксплуатации бань, является очень важным. Конструктивными мерами по снижению опасности возникновения пожара является снижение температуры внешних стенок печи и трубы, организация вентиляции воздуха с целью теплообмена.

Общая стоимость печи определяется сложностью изготовления конструкции, стоимостью и количеством используемого материала. При установке печи необходимо оборудовать фундамент, той или иной сложности в зависимости от веса, выполнить теплоизоляцию стен и дымоходной трубы особенно в местах касания. В целом стоимость печи тем меньше, чем меньше вес и ниже температура нагрева внешней поверхности.

Металлические печи по свойствам не уступают кирпичным. Они более легкие, быстрее прогревают помещение, достаточно просты в установке и имеют приемлемую стоимость. Однако, существуют и недостатки, такие как низкая теплоотдача и высокая пожароопасность. Все существующие недо-

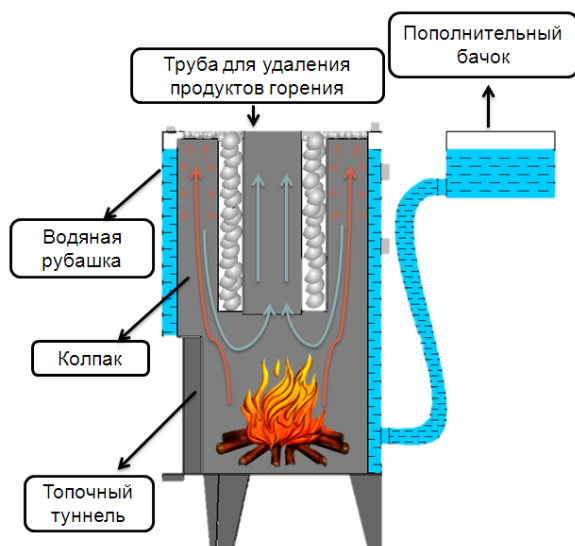


Рис. 1. Схема паровой банной печи

статки можно устранить с помощью специальных технических решений в конструкции печи.

Целью работы является обоснование рациональной конструкции энергоэффективной банной паровой колпаковой печи с топкой подового типа. При заданной мощности такая печь обеспечивает высокую теплоемкость, пожаробезопасность и низкую стоимость.

Задачи исследования – разработать конструкцию банной паровой печи, отвечающей предъявляемым требованиям; на основе теоретического анализа рабочего процесса разработать методику и провести исследование, по результатам которого разработать рекомендации по конструкции печи, позволяющие повысить ее энергоэффективность.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является конструкция разрабатываемой колпаковой банной печи, представленная на рисунке 1.

Печь устроена следующим образом: корпус составляет водяная рубашка, топка оборудована туннелем, газовыделительная система образует колпак над полостью топки. В рубашке имеются патрубки для подвода воды, горячего водоснабжения и отвода пара. В комплект входит дополнительный бачок.

Функционирование печи основывается на двух главных принципах, позволяющие повысить её КПД – это верхнее горение дровяного топлива и наличие достаточного объема для свободного движения газов.

Таблица 1 – Параметры исследуемых печей

Наименование печи	Внешние размеры, мм	Объем колпака, м³	Объем топки, м³	Объем воды, л	Масса, кг	Объем залитой воды, л	Масса, закладываемых дров, кг
Печь 1 круглой формы	Ø 425 Н-620	0,067	0,033	21	36	14	9,6
Печь № 2 круглой формы	Ø 465 Н-860	0,114	0,054	33	70	22	15,9
Печь № 3 квадратной формы	□ 490x490 Н-860	0,114	0,054	93	87	62	15,9

В процессе работы печи горячий воздух от сгораемого топлива поднимается и заполняет замкнутый сверху колпак, где взаимодействует с его стенками и водяной рубашкой печи, отдавая им тепло. Как только давление под колпаком превысит атмосферное (в трубе), остывший воздух устремляется в трубу, тем самым происходит выхлоп. При выравнивании давления выхлоп прекращается. При этом выделяемое тепло идет на парообразование и на нагрев воды, а температура металлической конструкции (трубы) снижается до 100–200 °С.

Предлагаемая конструкция печи позволит решить главную проблему всех металлических печей – пожароопасность. Это достигается, прежде всего, из-за водяной рубашки, так как нагретая металлическая конструкция отдает тепло жидкостной прослойке, наличие которой, в свою очередь, позволяет снизить тепловые потери.

Математическая модель [2, 3], описывающая работу колпаковой подовой печи, представлена в виде уравнения теплового баланса:

$$Q_T = Q_{\text{пол}} + Q_{\text{мех}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{п}} + Q_{\text{н.п.}} + Q_{\text{возд}}, \quad (1)$$

где Q_T – теплота от горения топлива;

$Q_{\text{пол}}$ – теплота на нагрев металла печи;

$Q_{\text{в}}$ – количество теплоты на нагрев воды;

$Q_{\text{п}}$ – количество теплоты, требуемое на

получение пара;

$Q_{\text{мех}}$ – механические потери из-за выноса

мелких частиц топлив;

$Q_{\text{н.п.}}$ – неучтенные потери;

$Q_{\text{возд.}}$ – количество теплоты, необходимое на

нагрев поступающего воздуха и продуктов горения до температуры отходящих дымообразных остатков [2].

Мощность представленной печи зависит объема топки, а КПД – от соотношения геометрических параметров, таких как соотношения объема топки и колпака, высоты и диаметра водяной рубашки, что соответственно определяет номинальный объем воды в печи, а также количества и качества используемого топлива.

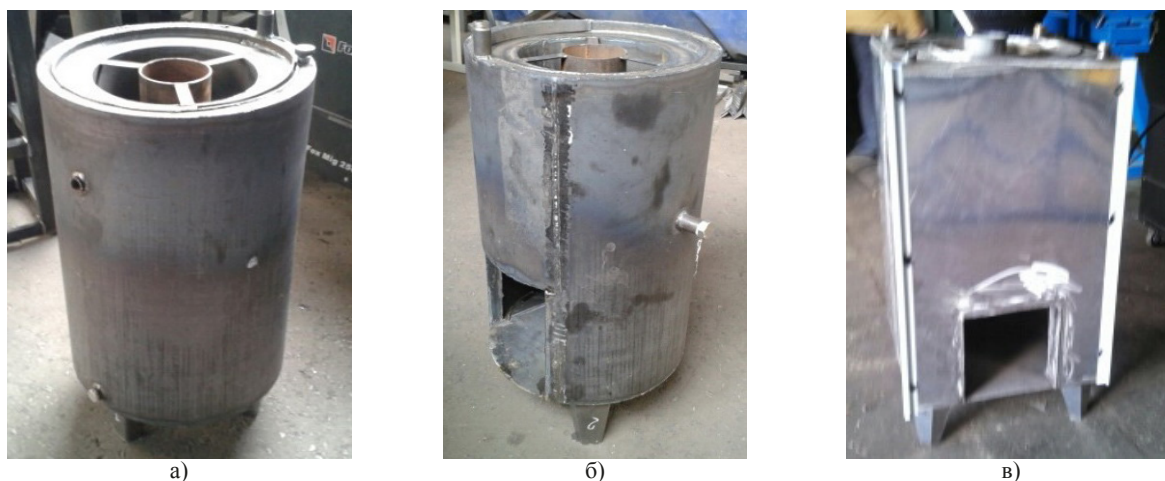


Рис. 2. Исследуемые образцы: а – печь №1; б – печь №2; в – печь №3

Для проведения исследования были изготовлены образцы паровой печи трех типоразмеров с параметрами, представленными в таблице 1. Внешний вид образцов представлен на рисунке 2

Цель эксперимента – оценить мощность и КПД колпаковой подовой печи.

В работе применялась следующая методика оценки мощности.

1. Теоретически определялась максимальная мощность печи, исходя из теплотворной способности березовых дров, времени и интенсивности сгорания топлива

$$P = \frac{(M - M_{\text{ост}}) \cdot C_{\text{п}}}{1000 \cdot T}, \quad (2)$$

где P – мощность печи, кВт;

M – масса закладки дров, кг;

$M_{\text{ост}}$ – остаток несгоревших дров (в активной

фазе горения), кг;

$C_{\text{п}}$ – теплотворная способность дров, МДж/кг

(березы = 16,3 МДж/кг);

Таблица 2 – Результаты эксперимента

Параметры	Наименование печи		
	печь №1	печь №2	печь №3
Время выхода на рабочий режим, мин	28	22	23
Среднее время работы печи, мин	35	55	55
Количество воды, переработанное в пар, кг	18	50	40
Остаток несгоревших дров, кг	2,4	3,19	3,19
Время сгорания топлива, с	2100	3300	3300

Таблица 3 – Результаты расчетов

Параметры	Наименование печи		
	печь №1	печь №2	печь №3
Нормативное количество воды, преобразуемое в пар, кг	45	84	77
Фактическое количество воды, переработанное в пар, кг	18	50	40
КПД	0,4	0,6	0,52
Максимальная мощность печи, кВт	22	63,1	63,1
Теплопроизводительность печи, кВт	14	38	32

T – время сгорания дров, с.

2. Определялся КПД, как отношение между расчетным и фактическим показателем количества воды, переведенного в пар, полученным в результате эксперимента.

3. Определялась теплопроизводительность (полезная мощность) печи, используемая для нагрева помещения, камней и других предметов

$$P_{\text{п}} = P \cdot K_{\text{п}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{п}}$ – теплопроизводительность, кВт;

P – максимальная мощность печи, кВт;

$K_{\text{п}}$ – КПД печи.

Результаты и их обсуждение

Исследования каждой печи проводились по предложенной методике, число повторностей – 5. Обобщенные результаты эксперимента представлены в таблице 2, результаты расчета – в таблице 3.

Анализ этой таблицы показывает, что самой мощной и эффективной печью является печь № 2. Геометрические параметры печи являются наиболее рациональными из всех исследуемых для выработки достаточного количества пара и тепла, подогрева воды, обеспечения безопасности использования и экономии топлива. Печь № 3, обладающая большим объемом водяной рубашки по сравнению с № 2, также обладает достаточной мощностью для эффективной работоспособности. Печь № 1 обладает самым низким показателем мощности. Недостаточность эффективности работы и низкая пожаробезопасность такой печи объясняются, прежде всего, её геометрическими параметрами.

По итогам исследования были разработаны рекомендации по изготовлению банных паровых печей:

1. Высота печи должна быть не менее 800 мм.
2. Колпак высотой не менее 450 мм.
3. Расстояние между верхним краем топки и началом дымоходной трубы – не менее 150 мм.
4. Размер топочного отверстия – 250X250 мм.
5. Для обеспечения максимальной мощности рекомендуется уменьшить толщину водяной рубашки, т. е. расстояние между внешней и внутренней стенками водяной рубашки.

Выводы

Для выполнения натурных исследований, входящих в состав работ по этапу 2, был определен объект исследования, разработаны этапы проведения эксперимента, утверждена методика определения КПД и мощности банной печи колпакового типа. Эксперимент проводился для каждой печи 5 раз. Фиксировались следующие параметры: количество закладываемых дров, остаток несгоревших дров (в активной фазе горения), время сгорания дров, время выхода на рабочий режим, продолжи-

тельность рабочего режима, количество полученного пара. Была проведена статистическая обработка результатов эксперимента. С помощью математической модели был описан процесс работы колпаковой подовой печи. Определены КПД и мощность. Осуществлена проверка математической модели на адекватность с помощью критерия Фишера путем анализа дисперсий воспроизводимости показателя количества выработанного той или иной печью пара.

Печь №4 по результатам пробных испытаний к натурным исследованиям не была допущена вследствие неравномерного процесса горения, продолжительного времени выхода на режим и незначительного времени рабочего режима. Анализ геометрических параметров печей и параметров их работы позволил сформулировать рекомендации к конструкции экспериментального образца печи.

В итоге проведенных исследований была определена наиболее оптимальная конструкция колпаковой подовой печи, отвечающая требованиям энергоэффективности и безопасности.

Как видно из результатов исследований это печь, которая обладает следующими параметрами: высота – не менее 800 мм, колпак длиной не менее 450 мм, расстояние между верхним краем топки и началом дымоходной трубы – не менее 150 мм. Все это обеспечивает полное сгорание топлива и, как следствие, более высокую мощность. Рекомендуемый размер топочного отверстия – 250X250 мм. Такой размер обеспечивает достаточное количество закладываемых дров в топку. Для обеспечения максимальной мощности рекомендуется уменьшить толщину водяной рубашки, то есть расстояние между внешней и внутренней стенками.

Анализ геометрических параметров печей и параметров их работы позволил сформулировать рекомендации к конструкции экспериментального образца печи.

Список литературы

- [1] Хошев, Ю. М. Теория бань. Учебник. – М.: Книга и бизнес, 2006. – 232 с.
- [2] Архаров, А. М. Теплотехника / А. М. Архаров, С. И. Исаев, И. А. Кожин – М.: Наука и техника, 1986. – 432 с.
- [3] Ксенофонов, А. Г. Расчет и конструирование нагревательных устройств: учеб. для вузов / А. Г. Ксенофонов. – 2-е изд., исп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 503 с.

TUBE OVEN FOR STEAM BATH

T.V. Zakharova, E.L. Maltsev, S.P. Ryabikhin

The article deals with state-of-the-art analysis and presents data concerning construction of tube oven for steam bath. It also provides study results of how design factors influence output and efficiency coefficient.

Keywords: tube oven for steam bath, temperature and humidity, thermal output, fire safety, energy performance.

References

- [1] Khoshev, Yu.M. Theory of steam bath / Yu.M. Khoshev.—Moscow: Kniga i biznes, 2006.— 232 p.
- [2] Arkharov, A.M. Heat Engineering / A.M. Arkharov, S.I. Issayev, I.A. Kozhinov.—Moscow: Nauka i tekhnika, 1986.— 432 p.
- [3] Ksenofontov, A.G. Calculation and development of heating devices / A.G. Ksenofontov.—Moscow: Publishing house of Bauman Moscow State Technological University, 2014.— 503 p.

Трибуна молодого ученого

УДК 664.644

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРУДАТА СМЕСИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И СЕМЯН РАСТОРОПШИ В ТЕХНОЛОГИИ РЖАНО-ПШЕНИЧНОГО ЗАВАРНОГО ХЛЕБА

Н. Н. Шматкова

В работе приведены данные по органолептической оценки и химическому составу экструдата смеси зерна пшеницы и семян расторопши. Представлены результаты исследований по изучению влияния экструдата на качество ржано-пшеничного заварного хлеба.

Ключевые слова: ржано-пшеничная обойная мука, расторопша пятнистая, тесто, заварной хлеб.

Введение

Проблема полноценной и здоровой пищи всегда была одной из самых важных для человечества. В условиях сложной экологической и социально-экономической ситуации качество питания ухудшается, в связи с чем все большую актуальность приобретает разработка и внедрение в производство пищи функциональных продуктов, которые содержат ингредиенты, повышающие сопротивляемость организма заболеваниям и способные регулировать физиологические процессы в организме человека [1, 3].

Решение этой проблемы возможно путем изыскания новых видов сырья, обладающих необходимыми химическим составом и технологическими свойствами, структурные компоненты которого будут не только активизировать биотехнологические процессы производства пищевых продуктов, но и обогащать их комплексом биологически активных веществ, минеральных элементов, белков, липидов, полиненасыщенных жирных кислот и витаминов [2, 8, 10].

В основу создания инновационных технологий многих пищевых продуктов положена необходимость применения обработки растительного сырья, позволяющей модифицировать свойства биополимеров и обеспечить безопасность готовой продукции. Одной из таких технологий, обеспечивающей интенсификацию производственных процессов, экономии трудовых ресурсов и, открывающей широкие возможности для расширения ассортимента пищевых продуктов, в частности хлебобулочных изделий, является экструзионная обработка крахмалсодержащего сырья [5, 9, 16–19].

Известно, что многие ингредиенты применяемого нетрадиционного сырья обуславливают не только функциональную направленность пищевых продуктов, но и способствуют интенсификации

технологических процессов, улучшению органолептических, физико-химических показателей, а также повышению пищевой и биологической ценности изделий [3, 8, 20].

Практический интерес для хлебопекарной отрасли представляет применение в рецептурах хлебобулочных изделий компонентов растительного происхождения, функциональными пищевыми ингредиентами которых являются пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, антиоксиданты, пребиотики и пробиотики. В этом отношении весьма перспективными источниками таких ингредиентов являются поликомпонентные экструдаты на основе смеси зерновых и масличных культур (пшеница и семена тыквы, пшеница и семена расторопши пятнистой, пшеница и семена льна, пшеница и семена кунжута и т.д.). Эти экструдаты наряду с углеводами содержат достаточно большое количество белков, липидов, пищевых волокон, а также минеральных веществ [1, 6, 7, 11].

Традиционно среди широкого ассортимента хлебобулочных изделий, вырабатываемых в нашей стране, особое место принадлежит заварным, пользующимся большой популярностью.

Хлеб из ржано-пшеничной муки отличается повышенной пищевой ценностью, обусловленной содержанием в ржаной муке незаменимых аминокислот (лизина и др.), витаминов Е и группы В, железа, магния и калия, высокомолекулярных пентозанов—слизей.

Обладая достаточно высокой гидрофильностью, пентозаны участвуют в формировании структурно-механических свойств ржаного теста, и наряду с пищевыми волокнами, содержащимися в ржаной муке в большом количестве, адсорбируют и выводят из организма конечные продукты обмена [14].

Характерный вкус и запах ржаных, особенно

заварных, сортов хлеба повышает их физиологическую ценность, влияя на усвояемость.

В ряде европейских стран хлебобулочные изделия, выработанные с использованием ржаной муки, относятся к группе продуктов здорового питания. К сожалению, в последнее время в России и некоторых других странах наблюдается тенденция снижения потребления ржаных хлебобулочных изделий.

Целью работы является экспериментальное обоснование применения экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши при производстве ржано-пшеничного заварного хлеба.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования является технологический процесс производства ржано-пшеничного заварного хлеба, а также экструдат смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши.

В работе применяли общепринятые и специальные методы определения органолептических и физико-химических показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Для достижения цели были поставлены задачи определения химического состава экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши, оценки водопоглогителъной способности модельных смесей измельченного экструдата и ржано-пшеничной обойной муки, а также готовой продукции по стандартным методикам [3, 15].

Результаты и их обсуждение

Выбор экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши в качестве добавки к заварным сортам хлеба обусловлен хорошей сочетаемостью его компонентов, а также наличием в составе целого ряда биологически активных веществ [4, 7, 11, 15].

На первом этапе исследований нами была проведена органолептическая оценка экструдата смеси семян рапсворпши пятнистой (25%) и зерна пшеницы (75%), полученного по специальной технологии [12, 13]. В таблице 1 приведены результаты этих исследований, а на рис. 1 – внешний вид экструдата.

В таблице 2 приведены результаты исследования отдельных химических показателей эструдата смеси зерна пшеницы и рапсворпши пятнистой.

Анализ этой таблицы показывает, что содержание влаги в экструдированной смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши находится на низком уровне и составляет 7,8%, что может быть полезным при ее хранении.

Содержание сырого протеина в экструдате смеси зерна пшеницы и рапсворпши значительно выше, чем в пшеничной или ржаной муке (13,7%), что характеризует его как потенциальный источник обогащения пищевых продуктов белками.

Учитывая особенности ржаной муки, следует отметить, что ее белки существенно отличаются от белков пшеничной муки. Около половины ржаных белков растворимы в воде или в растворах солей, кроме того белки ржаной муки имеют большую пищевую ценность, чем пшеничные (содержат много незаменимых аминокислот), однако технологические свойства их значительно ниже. Белковые вещества ржи клейковину не образуют [14].

В этой связи следует предположить, что экструдат смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши будет оказывать укрепляющее действие на клейковину муки и улучшить реологические свойства теста, делая его более упругим и эластичным, а также окажет влияние на форму и качество хлеба.

Массовая доля золы в исследуемом экструдате составила 2,81%, что свидетельствует о значительном превышении в нем минеральных веществ по сравнению с ржаной (1,6%) и пшеничной (0,6%) мукой.

Содержание жира в экструдированной смеси в 3,9–4,3 раза выше, чем в обойной пшеничной и обойной ржаной муке, соответственно, что предполагает возможность обогащения заварного хлеба полиненасыщенными жирными кислотами.

Оценивая химический состав экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши в целом, сле-



Рис. 1. Внешний вид эструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши

Таблица 1– Органолептическая оценка экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсворпши

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Комковатая пористая масса с редкими вкраплениями частиц зерна пшеницы и семян рапсворпши
Цвет	Светло-коричневый или серый
Вкус, запах	Приятный вкус и запах, свойственный зерновому сырью

Таблица 2– Химический состав экструдата смеси зерна пшеницы и расторопши

Наименование анализируемого показателя	Ед. измерения	Наименование НД на метод испытания	Результат измерений
Массовая доля влаги	%	ГОСТ Р 54951 - 2012	7,8
Массовая доля сырого протеина	%	ГОСТ 13496.4-96	13,7
Массовая доля золы	%	ГОСТ 26226-95	2,81
Массовая доля кальция	%	ГОСТ 26570-95	0,23
Массовая доля фосфора	%	ГОСТ 26657-97	0,18
Кислотность рН	град.	ГОСТ 13496.12-98	5,2
Массовая доля жира	%	ГОСТ 13496.15-97	8,35

Таблица 3 – Рецепт хлеба

Наименование сырья и полуфабрикатов	Расход сырья (на 100 кг муки в тесте), кг
Мука ржано-пшеничная обойная	85
Мука набухающая ржаная (заварка сухая)	10
Солод ржаной ферментированный	5
Дрожжи хлебопекарные прессованные	0,06
Соль	1,5
Смесь пекарная «БАЗ»	4
Вода	по расчету

Таблица 4 – Физико-химические показатели модельных смесей

Наименование показателей	Варианты модельных смесей (соотношение ржано-пшеничной обойной муки и экструдата смеси зерна пшеницы и семян расторопши)			
	образец 1 (100:0)	образец 2 (95:5)	образец 3 (93:7)	образец 4 (91:9)
Водопоглощительная способность, %	70	72	75	79

Таблица 5 – Варианты приготовления хлебобулочных изделий с внесением экструдата

Наименование сырья	Варианты эксперимента			
	образец 1 (контроль)	образец 2	образец 3	образец 4
Экструдат смеси зерна пшеницы и семян расторопши	-	5	7	9
Мука ржано-пшеничная обойная	85	80	78	76
Мука набухающая ржаная (заварка сухая)	10	10	10	10
Солод ржаной ферментированный	5	5	5	5
Дрожжи хлебопекарные прессованные	0,06	0,06	0,06	0,06
Соль	1,5	1,5	1,5	1,5
Смесь пекарная «БАЗ»	4	4	4	4
Вода	по расчету			

Таблица 6 – Органолептические свойства хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Характеристика			
	образец 1 (контроль)	образец 2	образец 3	образец 4
Внешний вид	Округлая, овальная, не расплывчатая, без притисков			
Поверхность	Без крупных подрывов. Следы мучнистости верхней и нижней корки.			
Цвет	Коричневый			Темно-коричневый
Пропеченность мякиша	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь. Эластичный, после легкого надавливания пальцами мякиш принимает первоначальную форму			
Промес	Без комочков и следов непромеса			
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений			
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса			Наличие постороннего привкуса
Запах	Свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха			

дует признать его весьма перспективным сырьем для хлебопечения и, в частности – при производстве ржано-пшеничного заварного хлеба.

Следующим этапом исследований являлось экспериментальное обоснование применения экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсуса при производстве ржано-пшеничного заварного хлеба.

Для проведения исследований готовили пробы с заменой части муки на измельченный экструдат в количестве 5, 7 и 9% к массе муки. Контрольным образцом служило тесто без добавления экструдата.

Тесто для заварного хлеба готовили ускоренным способом с применением смеси пекарной «БАЗ», предложенной учеными Санкт-Петербургского филиала ГосНИИХП. Способ предполагает использование вместо традиционной заварки муку ржаную набухающую (ТУ 9293–007–11163857), полученную путем гидротермической обработки [14].

Рецептура теста, получаемого ускоренным способом на закваске «БАЗ» представлены в таблице 3.

Результат оценки качества образцов модельных смесей ржано-пшеничной обойной муки и экструдата по физико-химическим показателям представлен в таблице 4.

Полученные данные, показали, что водопогло-

тительная способность в опытных образцах 2, 3 и 4 увеличилась по сравнению с контрольным образцом. Увеличение водопоглощающей способности вероятнее всего обусловлено внесением экструдата смеси семян зерна пшеницы и семян рапсуса, пищевые волокна которого способны к поглощению повышенного количества воды.

В дальнейшем модельные смеси использовали для замеса теста, которое готовили ускоренным способом. Температура брожения теста 28–32°C. Время брожения 90–120 минут. Контрольным образцом являлось тесто без добавления экструдата. Варианты рецептур контрольного и опытных образцов приведены в таблице 5.

Следует отметить, что интенсивность брожения теста была заметно выше в образцах с внесением экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсуса в сравнении с контрольным образцом. Эту особенность процесса брожения можно объяснить внесением с экструдатом дополнительных минеральных веществ, витаминов и эфирных масел, которые повышали биотехнологические свойства дрожжей, что способствовало более интенсивному молочно-кислому брожению [15].

Для определения влияния экструдата на качество заварного хлеба проводились пробные лабораторные выпечки. Для этого выброженное тесто



Рис. 2. Внешний вид готовых изделий

Таблица 7 – Физико-химические показатели ржано-пшеничного заварного хлеба

Наименование показателей	Экструдат смеси зерна пшеницы и семян рапсуса, % к массе ржано-пшеничной обойной муки			
	0 (контроль)	5	7	9
Пористость, %	50	50	51,7	52,4
Влажность, %	49	49	50,2	51,4
Кислотность, град	11	11	11,5	12,3
Формоустойчивость, Н:Д	0,29	0,3	0,34	0,34

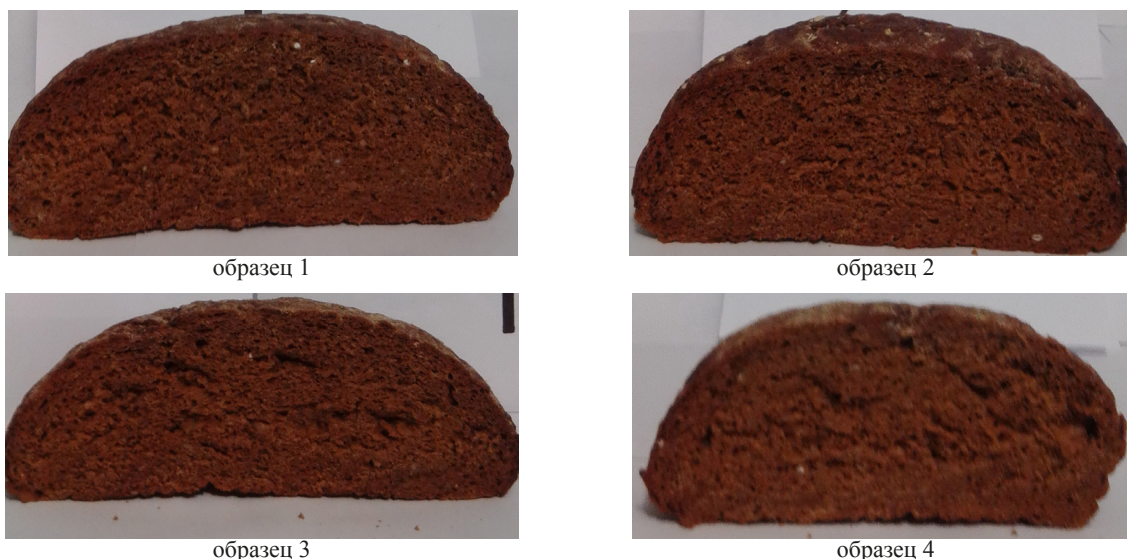


Рис. 3. Внешний вид готовых хлебобулочных изделий в разрезе

подвергали разделке и проводили расстойку при температуре воздуха 32...35°C и относительной влажности 75...80%. После чего осуществляли выпечку изделий в первой зоне печи при температуре 320–350 °C в течение 4–5 минут, далее при температуре 230–250 °C со снижением до 180°C в течение 55 минут [14].

Хлебопекарные свойства модельных смесей оценивали по качеству готовых ржано-пшеничных изделий путем сравнения их органолептических свойств (таблица 6). В качестве контрольного образца принимали ржано-пшеничный заварной хлеб, выпеченный из 85% ржано-пшеничной обойной муки.

Установлено, что по основным органолептическим показателям опытные образцы с внесением 5 и 7% экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса были идентичны контрольному образцу. Образцы имели привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат.

Образец с внесением 9% экструдата отличался от контрольного по цвету поверхности изделия и наличием постороннего привкуса и подрылов на верхней корке.

На рисунке 2 приведен внешний вид готовых ржано-пшеничных изделий.

Результаты оценки физико-химических показателей качества ржано-пшеничного заварного хлеба, приготовленного с применением различного количества экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса к массе ржано-пшеничной обойной муки, приведены в таблице 7.

На рисунке 3 показан внешний вид готовых хлебобулочных изделий в разрезе.

При добавлении 5% экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса к массе ржано-пшеничной обойной муки пористость находилась на уровне контрольного образца, влажность – в пределах, установленных стандартом, кислотность повысилась на 0,1 градуса, формоустойчивость образца – на уровне контроля.

При добавлении 7% экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса к массе ржано-пшеничной обойной муки пористость хлебобулочного изделия увеличилась на 1,7%, влажность на 1,2%, кислотность на 0,5 градуса по сравнению с контролем.

При добавлении 9% экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса к массе ржано-пшеничной обойной муки пористость изменилась на 2,4%, влажность на 2,4%, кислотность на 1,3 градуса выше уровня контроля, но осталась в пределах, установленных стандартом.

Таким образом, при использовании экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса в качестве добавки к ржано-пшеничной обойной муке следует считать рациональным внесение его в количестве 5–7%.

При такой дозировке экструдата получаемые хлебобулочные изделия имеют привлекательный внешний вид, правильную форму, гладкую поверхность корки, приятный вкус и аромат, равномерную, тонкостенную структуру пористости, хорошо пропеченный невлажный мякиш. Цвет мякиша готового изделия коричневый.

Выводы

Изученный способ приготовления ржано-пшеничных заварных сортов хлеба направлен на сокращение времени производства за счет исключения стадии заваривания муки и солода, увеличение выхода изделия, а также продление свежести готового продукта по сравнению с хлебом по ГОСТ 2077–84. Внесение экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса при таком способе повышает активность бродильной микрофлоры теста, в результате чего увеличивается пористость ржано-пшеничных изделий и их объем.

Высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, широкий спектр минеральных веществ, витаминов Е и группы В,

флавоноидов в составе семян рапсостеи, обуславливает возможность их применения в производстве ржано-пшеничных заварных сортов хлеба с целью повышения пищевой и биологической ценности данного вида пищевого продукта.

Рациональным значением количества экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапсостеи,

используемого в качестве добавки к ржано-пшеничной обойной муке, следует считать 5–7%. При такой дозировке экструдата получаемые хлебобулочные изделия заварных сортов по сравнению с контролем имеют улучшенный физико-химический состав и более высокие показатели органолептической оценки.

Список литературы

- [1] Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон /П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 4.– С. 65–71.
- [2] Воронина, П. К. Практические перспективы термопластической экструзии в технологии напитков /П. К. Воронина //XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2014.– № 6 (22).– С. 85–88.
- [3] Корячкина, С. Я. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий/ С. Я. Корячкина, Т. В. Матвеева–СПб.: ГИОРД, 2013.–528 с.
- [4] Куркин, В. А. Рапсостея пятнистая–источник лекарственных средств (обзор) /В. А. Куркин // Химико-фармацевтический журнал.– 2003.– Т. 37.– № 4.– С. 27–41.
- [5] Курочкин, А. А. Аминокислотный состав экструдированного ячменя / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Пиво и напитки.– 2008.– № 4.– С. 12.
- [6] Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.– 2014.– № 6 (22).– С. 109–114.
- [7] Курочкин, А. А. Поликомпонентный экструдат на основе зерна пшеницы и семян рапсостеи пятнистой /А. А. Курочкин, Д. И. Фролов //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2015.– № 4.– С. 76–81.
- [8] Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов/А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Шабурова //Монография.–Пенза, 2015.– 182 с.
- [9] Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, В. М. Зимняков, А. Л. Мишанин, В. В. Новиков, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов.–Пенза, 2015.– 181 с.
- [10] Нилова, Л. П. Оптимизация качества хлебобулочных изделий, полученных с использованием нетрадиционного сырья / Л. П. Нилова, Н. О. Дубровская, Н. В. Науменко //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент.– 2007.– № 27.– С. 70–75.
- [11] Пашенко, Л. П. Шрот рапсостеи пятнистой в хлебобулочных изделиях /Л. П. Пашенко, Т. В. Санина, В. Л. Пашенко, Л. А. Мирошниченко // Современные наукоемкие технологии.–2007.–№ 7.–С. 15–19.
- [12] Пат. 2460315 Российская Федерация МПК7 A23L1/00. Способ производства экструдатов / Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Авроров, П. А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА.– № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25.– 6 с
- [13] Пат. 2579488 Российская Федерация, МПК A21D8/02. Способ производства хлебобулочных изделий /Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов, Н. Н. Шматкова; патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ.– № 2014146596/13; заявл. 19.11.2014; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10.– 8 с.
- [14] Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки /Л. И. Кузнецова, Н. Д. Синявская, О. В. Афанасьева, Е. Г. Фленова. СПб.: Филиал ГосНИИХП, 2003.– 304 с.
- [15] Семенкина, Н. Г. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием продуктов переработки рапсостеи пятнистой: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.01 /Семенкина Наталья Геннадьевна.–М., 2010.– 26 с.
- [16] Трансформация углеводного комплекса экструдированного ячменя /А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, Е. В. Тюрина //Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания.–Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием.–Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.–С. 46–48.
- [17] Шабурова, Г. В. Белковый комплекс экструдированного ячменя /Г. В. Шабурова, А. А. Курочкин, В. П. Чистяков, В. В. Новиков // Пиво и напитки.– 2007.– № 3.– С. 12.
- [18] Шабурова, Г. В. Перспективы использования экструдированной гречихи в пивоварении

- и хлебопечении /Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.– 2014.– № 4.– С. 79–83.
- [19] Шабурова, Г.В. Экструдированный овес как сырье для обогащения хлеба /Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Н.Н. Шматкова // Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы: сб. статей VIII Международной научно-практической конференции.– Пенза: Приволжский дом знаний, 2014.– С. 97–101.
- [20] Шматкова, Н.Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения /Н.Н. Шматкова, П.К. Воронина //Инновационная техника и технология.– 2015.– № 3 (04).– С. 33–39.

APPLICATION OF EXTRUDED ARTICLES MIXTURES OF WHEAT GRAIN AND SEEDS THISTLE IN TECHNOLOGY OF BOILED RYE-WHEAT BREAD

N. N. Shmatkova

The paper presents data on sensory evaluation and chemical composition of the extrudate mixture of wheat and milk thistle seeds. The results of studies on the influence of extra-date on the quality of rye-wheat bread custard.

Keywords: rye-wheat flour wallpaper, milk thistle, pastry, custard bread.

References

- [1] Voronina, P. K. Multifunctional composite with a high content of dietary fiber /P.K. Voronina, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova //Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2015.– No. 4.– pp. 65–71.
- [2] Voronina, P. K. Practical Perspectives thermoplastic extrusion technology drinks / P.K. Voronin // XXI century: the results of past and present problems plus.– 2014.– № 6 (22).– pp. 85–88.
- [3] Koryachkina, S. Y. Functional food ingredients and additives for bakery and confectionery products / S. Y. Koryachkina, T. V. Matveeva–SPb.: GIOR, 2013.– 528 p.
- [4] Kurkin, V. A. Milk Thistle—a source of medicines (review) // Pharmaceutical Chemistry Journal.– 2003.– V. 37.– № 4.– pp. 27–41.
- [5] Kurochkin, A. A. Amino acid composition of extruded barley /A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Beer and drinks.– 2008.– No. 4.– P. 12.
- [6] Kurochkin, A. A. Production of extrudates starchy grain with a given porosity //A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova, D. I. Frolov // XXI century: the past and challenges of the present plus.– 2014.– No. 6 (22).– P. 109–114.
- [7] Kurochkin, A. A. Multicomponent extrudate on the basis of wheat and Thistle seed /A. A. Kurochkin, D. I. Frolov // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2015.– No. 4.– pp. 76–81.
- [8] Kurochkin, A. A. The theoretical rationale for the use of the extruded raw material in food technology / A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, G. V. Shaburova // Monograph, 2015.– 182 p.
- [9] Scientific support for current trends in the development of the edible thermoplastic extrusion /A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, V. M. Zimnyakov, A. L. Mishanin., V. V. Novikov, G. V. Shaburova, D. I. Frolov.– Penza, 2015.– 181 p.
- [10] Nilova, L. P. Optimizing the quality of bakery products produced using nontraditional-feedstock / L. P. Nilova, N. O. Dubrovskaya, N. V. Naumenko // Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management.– 2007.– № 27.– pp. 70–75.
- [11] Pashchenko, L. P. Schroth thistle in bakery products /L. P. Pashchenko, T. V. Sanin, V. L. Pashchenko, L. A. Miroshnichenko // Modern high technologies.– 2007.– № 7.– pp. 15–19.
- [12] Pat. 2460315 The Russian Federation, IPC7 A23L1/00. Method for the production of extrudates / G. V. Shaburova, A. A. Kurochkin, P. K. Voronina, G. V. Avrorov, P. A. Urusov; patentee GOU VPO Penza GTA. No 2011107960; Appl. 01.03.2011; publ. 10.09.2011, bull. No. 25.– 6 p.
- [13] Pat. 2579488 The Russian Federation, IPC A21D8/02. A method of producing bakery products / G. V. Shaburova, P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, D. I. Frolov, N. N. Shmatkova; patentee GOU VO Penza GTU. No 2014146596/13; Appl. 19.11.2014; publ. 10.04.2016, bull. No.– 8 p.
- [14] Production of custard varieties of bread with rye flour /L. I. Kuznetsova, N. D. Sinyavskaya, O. V. Afanasiev, E. G. Flenovo. SPb.: Branch GosNIIHP, 2003.– 304 p.
- [15] Semenkina, N. G. Development of bakery products using the technology products of processing of milk thistle: Abstract. Dis. ... Cand. tech. Sciences: 05.18.01 / Semenkina Natalia G.–M., 2010.– 26 p.
- [16] The Transformation of complex carbohydrate extruded barley /A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova,

- P.K. Voronina, E.V. Tyurina //Current state and prospects of development of food industry and public catering.–Proceedings of the III all-Russian scientific-practical conference with international participation.–Chelyabinsk: Publishing center SUSU, 2010.–P. 46–48.
- [17] Shaburova, G.V. Protein complex extruded barley /G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, V.P. Chistyakov, V.V. Novikov // Beer and drinks.– 2007.–No. 3.–P. 12.
- [18] Shaburova, G.V. Prospects for the use of extruded buckwheat in brewing and baking /G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2014.– № 4.–pp. 79–83.
- [19] Shaburova, G.V. Extruded oats as a raw material for the enrichment of bread /G.V. Shaburova, P.K. Voronina, N.N. Shmatkova // Food and agribusiness: achievements, problems, prospects Pere: Sat. Article VIII of the International scientific and practical conference.–Penza: Volga house knowledge, 2014.–pp. 97–101.
- [20] Shmatkova, N.N. Prospects for the use of a composite mixture in bakery technology functionality /N.N. Shmatkova, P.K. Voronina // Innovative engineering and technology.– 2015.– № 3 (04).–pp. 33–39.

ПАРАМЕТРЫ ЭКСТРУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОВАКУУМНОГО ЭФФЕКТА

А. Н. Бородин

На основе анализа работ по исследованию различных аспектов экструзионных технологий в пищевых производствах, представлен материал, свидетельствующий о перспективах нового способа воздействия на выходящий из фильеры экструдера продукт. Приведены классификационные признаки пищевых технологий, основанных на применении этого способа, а также их параметры и численные значения. Сделан вывод о том, что дальнейшее развитие технологий экструзионной обработки сырья растительного происхождения с повышенным содержанием воды возможно за счет синергетического эффекта от совместного действия рабочего давления в вакуумной камере машины, выдержки в ней продукта при пониженном давлении в течение определенного времени и площади испаряемой поверхности (длины) частиц продукта.

Ключевые слова: экструзионные технологии, сырье, экструдат, термовакуумный эффект, вакуумная камера.

Введение

Анализ научно-технической и патентной информации показал, что за последние 15–20 лет зарубежные и российские исследователи научно обосновали и предложили к практическому применению экструзионную технологию, в основе которой заложен принципиально новый способ воздействия на выходящий из фильеры матрицы машины экструдат [1, 4, 6–9].

Американские ученые запатентовали способ изготовления кормовых гранул и оборудование для его реализации, в котором предусмотрена подача экструдата в вакуумированную камеру непосредственно при выходе его из фильеры матрицы машины. В результате такого технического решения авторы наблюдали значительное увеличение диаметра экструдата с одновременным существенным уменьшением его объемной плотности. При этом температура готового продукта при снижении давления воздуха в вакуумной камере вследствие интенсивного испарения воды также резко падала [21].

В России запатентован способ производства экструдатов, включающий очистку зерна, экструдирование и измельчение экструдата. В качестве обрабатываемых материалов при таком способе используют зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса, риса, гречихи, проса, кукурузы, сои с массовой долей влаги 12...18% отдельно или в смеси без предварительного шелушения поверхности.

Данный способ предусматривает обработку целых зерен в экструдере в течение 15...25 с при температуре 110...140 °С с последующим воздействием на выходящее из фильеры матрицы экструдера сырье пониженным давлением, равным 0,03...0,07 МПа. При этом содержание влаги в экструдированном продукте регулируют величиной вакуума на

выходе из экструдера на уровне не более 8%. Экструдат при выходе из фильеры матрицы разрезают на частицы размером 1,0...4,0 мм [11].

Для реализации данного способа экструдер оснащается вакуумной камерой, расположенной на выходе из фильеры матрицы [16].

В таком экструдере резкое снижение давления при выходе экструдата из фильеры (зона повышенного давления) в вакуумную камеру (зона пониженного давления), приводит к возникновению дополнительной движущей силы – нерелаксируемому градиенту общего давления, в результате чего происходит бурное парообразование по всему объему экструдата, и формирующийся молярный поток выносит из продукта вместе с паром и часть влаги в жидкой фазе. Таким образом, механизм обезвоживания экструдата в процессе реализации термовакуумного эффекта оказывается аналогичным механическому удалению влаги посредством прессования или центрифугирования [5, 19, 20].

При этом регулируя величину барометрического давления в вакуумной камере экструдера а, следовательно, и интенсивность процесса парообразования, можно добиться как изменения влажности капиллярно-пористого экструдата, так и частичной или полной его реструктуризации. Зная границы структурных изменений экструдата, параметры вакуумного воздействия на него рекомендуется выбирать именно из таких соображений [2, 3].

Положительной стороной данного направления развития экструзионных технологий является интенсификация процесса экструзии без увеличения его температурного режима. Наряду с более бережным отношением к наиболее ценным ингредиентам перерабатываемого сырья такие технологии позволяют усиливать их позиции в части энергосбережения, так как очевидно, что затраты энергии на преобразование сырья в нужный продукт с при-

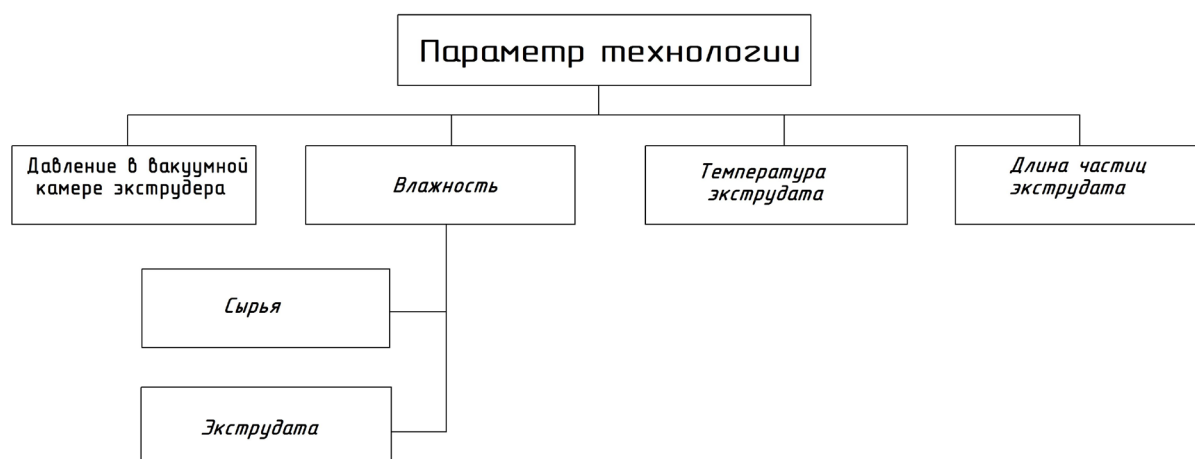


Рис. 1. Классификация параметров экструзионных технологий на основе термовакuumного эффекта

Таблица 1 – Основные параметры экструзионных технологий пищевых продуктов

Технология	Параметры технологии					
	давление в вакуумной камере экструдера, МПа	влажность сырья, %	влажность получаемого экструдата не больше, %	температура обработки, °С	длительность обработки, с	размер частиц экструдата, мм
Пива [10]	0,045-0,055	12-18	-	120-130	15-25	4,0-5,0
Хлеба [12]	0,06-0,07	13-17	9	125-130	25-30	0,5-1,0
Хлеба [13]	0,045-0,055	14-18	10	110-125	15-25	1,5-2,0
Х/б изделий [14]	0,06-0,07	16-20	9	130-140	10-15	1,0-1,5
Хлеба [15]	0,075-0,08	18-20	12	110-120	15-20	0,25-0,45
Х/б изделий [17]	0,05-0,06	14-15 (22-24)	6	100-105	10-15	0,7-0,8
Х/б изделий [18]	0,07-0,08	13-15 (32-36)	8	100-105	15-25	0,8-0,9

менением термовакuumного эффекта значительно ниже, чем в классических экструзионных технологиях [8, 9].

Цель работы – сравнительный анализ параметров экструзионных технологий пищевых продуктов, в которых предлагается использовать термовакuumный эффект.

Объекты и методы исследований

Объект исследований – информация относительно технологий термопластической экструзии на основе термовакuumного эффекта, применяемых при производстве различных пищевых продуктов.

Результаты и их обсуждение

Взятый за основу способ производства экструдатов [11] позволил разработать целую группу технологий пищевых продуктов, связанных между собой единой концепцией и базирующейся на принципах термопластической экструзии с применением термовакuumного эффекта [10–18].

На рисунке показаны классификационные признаки таких технологий, а в таблице – параметры технологий и их численные значения.

Анализ приведенной информации, а также по-

добных технических решений показывает, что все они характеризуются следующей общностью:

- в обрабатываемом сырье содержание воды, как правило, не превышает 20%, а в готовом продукте – 10% и меньше;

- в зависимости от влажности обрабатываемого сырья и получаемого продукта рабочее давление воздуха в вакуумной камере экструдера составляет 0,03...0,08 МПа;

- с изменением содержания воды в обрабатываемом сырье, температура его обработки также меняется;

- длина частиц продукта, выходящего из фильеры матрицы экструдера, чаще всего находится в пределах 0,25...1,5 мм и реже – 3,0–5,0 мм. Во всех без исключения технических решениях этот параметр зависит от технологического процесса изготовления того или иного продукта. Например, в одном случае слишком малая длина экструдата затрудняет фильтрование полупродукта при производстве пива, а в другом – слишком большие по длине частицы экструдата ухудшают условия получения теста при производстве хлеба.

Известно, что в процессе термовакuumного воздействия на экструдат, интенсивность и полнота удаления влаги из обрабатываемого материала зависит от его структуры (характера капиллярно-по-

ристого строения), температуры нагрева, площади поверхности испарения, давления в зоне испарения, а также времени обработки.

В анализируемых технологиях снижение содержание воды в готовом продукте по сравнению с обрабатываемым сырьем примерно в 2 раза обеспечивается в основном за счет рабочего давления воздуха в вакуумной камере экструдера. Следует особо подчеркнуть, что во всех технических решениях какое-либо время выдержки экструдата в вакуумной камере не предусматривается, т.е. экструдат из нее сразу же с помощью шлюзового затвора выгружается за пределы машины.

Измельчение экструдата при выходе его из фильеры позволяет регулировать интенсивность термовакuumного воздействия за счет увеличения площади теплообмена получаемых частиц экструдата—чем меньше длина экструдата, тем больше поверхность теплообмена продукта с окружающей средой (пониженного давления в вакуумной камере) [5, 7, 9].

В связи с этим можно сделать предварительный вывод о том, что параметр, связанный с длительностью выдержки экструдата в вакуумной камере экструдера, может быть рекомендован в качестве резервного для технологий, в которых имеется необходимость увеличить производительность экструдера или перерабатывать сырье с повышенным содержанием воды.

Производительности экструдера обычно регулируют за счет установки матрицы с соответствующим диаметром фильеры.

При этом известно, что диаметр фильеры матрицы экструдера одновременно влияет на температуру экструзии. С его увеличением температура несколько снижается; при уменьшении—повышается. Обычно в штатном исполнении экструдер, например КМЗ-2У, комплектуется фильерами с диаметром 6,0; 8,5 и 10 мм.

Известно также, что повышенное содержание воды в обрабатываемом сырье ограничивает температуру экструдата на выходе его из фильеры, а также снижает рабочее давление в тракте машины.

Таким образом, и в первом и во втором случаях выдержка экструдата в вакуумной камере машины позволит добиться желаемого результата.

Выводы

Дальнейшее развитие технологий экструзионной обработки сырья растительного происхождения с повышенным содержанием воды возможно за счет синергетического эффекта от совместного действия рабочего давления в вакуумной камере машины, выдержки в ней продукта при пониженном давлении в течение определенного времени и рациональной длины частиц продукта.

Список литературы

- [1] Воронина П. К. Формирование качества пива в процессе сбраживания пивного сусла с использованием экструдата ячменя /П.К. Воронина, А.А. Курочкин//Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.— 2012.— № 4.— С. 100–103.
- [2] Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон /П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.— 2015.— № 4.— С. 65–71.
- [3] Курочкин, А. А. Методологические аспекты теоретических исследований пресс-экструдеров для обработки растительного крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, В. В. Новиков, С. В. Денисов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.— 2013.— № 06 (10) .—С. 46–55.
- [4] Курочкин, А. А. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс.— 2014.— № 06 (22) .—С. 109–114.
- [5] Курочкин, А. А. Системный подход к разработке экструдера для термовакuumной обработки экструдата / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология.— 2014.— № 4.—С. 17–21.
- [6] Курочкин, А. А. Технология производства кормов на основе термовакuumной обработки отходов с/х производства /А. А. Курочкин, Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология.—2014.— № 4 (01). С. 36–40.
- [7] Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина// Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.— 2015.— № 3.—С. 14–20.
- [8] Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов/А.А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Шабурова //Монография.—Пенза, 2015.— 182 с.
- [9] Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, В. М. Зимняков, А. Л. Мишанин, В. В. Новиков, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов.—Пенза, 2015.— 181 с.

- [10] Патент 2412986 Российская Федерация: МПК C12 C 12/00. Способ производства пива /Г.В. Шабурова, Е. В. Тюрина, А. А. Курочкин, П. К. Воронина, А. Б. Терентьев; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия». – № 2008149378/10; заявл. 15.12.2008; опубл. 27.02.2011, Бюл. № 6. – 5 с.
- [11] Патент 2460315 Российская Федерация МПК7 A23L1/00. Способ производства экструдатов /заявители: Г.В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Авроров, П. А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА. – № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 6 с.
- [12] Патент 2460302 Российская Федерация МПК A21D8/02, A21D2/36, A23L1/18. Способ производства хлеба /Г.В. Шабурова, А. А. Курочкин, Г. В. Авроров, В. В. Сударикова, О. А. Мурашкина; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия». – № 20011113563/13; заявл. 07.04.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. – 6 с.
- [13] Патент 2480009 Российская Федерация МПК A21D8/02, A21D2/36. Способ производства хлеба /Г.В. Шабурова, А. А. Курочкин, Е. В. Петросова, В. В. Сударикова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского». – № 2011110415/13; заявл. 18.03.2011; опубл. 27.04.2013, Бюл. № 12. – 7 с.
- [14] Патент 2486753 Российская Федерация МПК A21D8/02, A21D2/36. Способ производства хлебобулочных изделий /Г.В. Шабурова, А. А. Курочкин, Е. В. Петросова, И. Н. Шешнищан, Л. Ю. Кулыгина; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского». – № 2011110417/13; заявл. 18.03.2011; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19. – 7 с.
- [15] Патент 2522945 Российская Федерация МПК A21D8/02, A21D2/36. Способ производства хлеба /Г.В. Шабурова, А. А. Курочкин, П. К. Воронина, М. О. Волошина, Е. С. Казакова; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенская государственная технологическая академия». – № 2012152688; заявл. 06.12.2012; опубл. 20.07.2014, Бюл. № 20. – 7 с.
- [16] Патент 2561934 Российская Федерация МПК A23P1/12, B29C47/38. Экструдер с вакуумной камерой /заявители: Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, Р. В. Шабнов, А. А. Курочкин, В. А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. – 7 с.
- [17] Патент 2579488 Российская Федерация МПК A21D8/02. Способ производства хлебобулочных изделий /Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов, Н. Н. Шматкова; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет». – № 2014146596/13; заявл. 19.11.2014; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10. – 8 с.
- [18] Патент 2592619 Российская Федерация МПК A21D8/02, A21D2/36. Способ производства хлебобулочных изделий /Г.В. Шабурова, П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Д. И. Фролов, Н. Н. Шматкова; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Пензенский государственный технологический университет». – № 2015109402/13; заявл. 17.03.2015; опубл. 27.07.2016, Бюл. № 21. – 8 с.
- [19] Слезов, В.В. К теории термовakuумной сушки /В.В. Слезов, В. А. Кутовой, Л. И. Николайчук // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники. – 2003. – № 13. – С. 7–13.
- [20] Фролов, Д. И. Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой/, Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, П. К. Воронина //Иновационная техника и технология. – 2015. – № 1 (02). С. 29–34.
- [21] Patent US7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the. implementation of the method / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – № 09/937172; Pub. 21.02.2006.

THE PARAMETERS OF THE EXTRUSION FOOD TECHNOLOGY ON THE BASIS OF THERMAL EFFECT

A. N. Borodin

Based on the analysis of papers on various aspects of extrusion technology in food production, the material presented, indicating the prospects of a new method of influence on you-walking from the die of the extruder the product. The basic classification signs of some PI-sevich technologies based on the use of this method, as well as their parameters and numeric values. It is concluded that further development of the technology of extrusion processing of vegetable raw materials of origin with high water content is possible due to the synergetic effect from the joint action of the working pressure in the vacuum chamber of the machine, extract it product under reduced pressure for a specific time and area of the evaporated surface (length) of particles of the product.

Keywords: *extrusion technology, raw material, extrudate, thermal vacuum effect of the vacuum chamber.*

References

- [1] Voronina P.K. Formation of the quality of beer in the process of fermentation of wort with the use of the extrudate barley/ P.K. Voronina, A.A. Kurochkin // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2012.–No. 4.–P. 100–103.
- [2] Voronina, P.K. Multifunctional composite with a high content of dietary fiber / P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Agricultural Academy.– 2015.–No. 4.–P. 65–71.
- [3] Kurochkin, A.A. Methodological aspects of theoretical research press extruders for processing starchy vegetable raw materials / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.V. Novikov, S.V. Denisov // XXI century: the past and challenges of the present plus.– 2013.– № 06 (10).–P. 46–55.
- [4] Kurochkin, A.A. Obtaining extrudates starchy grain material with a predetermined porosity / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // XXI century: the past and challenges of the present plus.– 2014.–No. 06 (22).–P. 109–114.
- [5] Kurochkin, A.A. Systematic approach to the development of the extruder for thermal vacuum processing of the extrudate / A.A. Kurochkin // Innovative mashinery and technology.– 2014.–No. 4.–P. 17–21.
- [6] Kurochkin, A.A. The Technology of production of feed based on the thermo-vacuum treatment of waste/ agricultural production/A. A. Kurochkin, D.I. Frolov //Innovative mashinery and technology.–2014.–No. 4 (01). P. 36–40.
- [7] Kurochkin, A.A. The Theoretical justification of the thermal effect in the working process of the upgraded extruder / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, I.D. Frolov, P.K. Voronina// Bulletin Samara State Agricultural Academy.– 2015.–No. 3.–P. 15–20.
- [8] Kurochkin, A.A. The theoretical rationale for the use of the extruded raw material in food technology / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova // Monograph, 2015.– 182 p.
- [9] Scientific support for current trends in the development of the edible thermoplastic extrusion /A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, V.M. Zimnyakov, A.L. Mishanin., V.V. Novikov, G.V. Shaburova, D.I. Frolov.– Penza, 2015.– 181 p.
- [10] Patent 2412986 Russian Federation: IPC C12 12/00. Method of beer production /G. V Shaburova, E.V. Tyurina, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, A.B. Terent'ev; applicant and patentee of the GOU VPO «Penza state technological Academy». No 2008149378/10; Appl. 15.12.2008; publ. 27.02.2011, bull. No. 6.– 5 p.
- [11] Patent 2460315 The Russian Federation, IPC7 A23L1/00. Method for the production of extrudates / applicants: G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Avrorov, P.A. Urusov; patentee GOU VPO Penza GTA. No. 2011107960; Appl. 01.03.2011; publ. 10.09.2011, bull. No. 25.– 6 p.
- [12] Patent 2460302 Russian Federation IPC A21D8/02, 2/36 A21D, A23L1/18. Method of production of bread /G. V. Shaburova, A.A. Kurochkin, G.V. Avrorov, V.V. Sudarikova, A.A. Murashkina; applicant and and patent holder GOU VPO «Penza state technological Academy». No 20011113563/13; Appl. 07.04.2011; publ. 10.09.2012, bull. No. 25.– 6 p.
- [13] Patent 2480009 Russian Federation IPC A21D8/02, 2/36 A21D. Method of production of bread /G. V. Shaburova, A.A. Kurochkin, E.V. Petrosova, V.V. Sudarikova; applicant and patent holder FGBOU VPO «Moscow state University of technologies and management named after K.G. Razumovskiy». No 2011110415/13; Appl. 18.03.2011; publ. 27.04.2013, bull. No. 12.– 7 p.

- [14] Patent 2486753 Russian Federation IPC A21D8/02, 2/36 A21D. Method of production of Glebovo-lichnyh products /G. V. Shaburova, A.A. Kurochkin, E. V. Petrosova, I. N. Sheshnitsan, L. Y. Kulygina; applicant and patent holder FGBOU VPO «Moscow state University of technologies and management named after K. G. Razumovskiy». No 2011110417/13; Appl. 18.03.2011; publ. 10.07.2013, bull. No. 19.– 7 p.
- [15] Patent 2522945 Russian Federation IPC A21D8/02, 2/36 A21D. Method of production of bread /G. V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, M. O. Voloshina, E. S. Kazakova; applicant and patentee FGOU VPO «Penza state technological Academy». No 2012152688; Appl. 06.12.2012; publ. 20.07.2014, bull. No. 20.– 7 p.
- [16] Patent 2561934 The Russian Federation, IPC7 A23P1/12, B29C47/38. Extruder with vacuum chamber / applicants: G. V. Shaburova, P.K. Voronina, R. W. Shanov, A.A. Kurochkin, V.A. Avrorov; applicant and patentee Federal state educational institution IN Penza state technological University. No 2014125348; Appl. 23.06.2014; publ. 10.09.2015, bull. No. 25.– 7 p.
- [17] Patent 2579488 Russian Federation IPC A21D8/02. Method of production of bakery-products /G. V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova; applicant and patentable President of the FGOU VPO «Penza state technological University». No 2014146596/13; Appl. 19.11.2014; publ. 10.04.2016, bull. No. 10.– 8 p.
- [18] Patent 2592619 Russian Federation IPC A21D8/02, 2/36 A21D. Method of production of Glebovo-lichnyh products /G. V. shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkova; applicant and PA-antiobledenitel FGOU VPO «Penza state technological University». No 2015109402/13; Appl. 17.03.2015; publ. 27.07.2016, bull. No. 21.– 8 p.
- [19] Tears, V. V. On the theory of thermal vacuum drying /V.V. Tears, V.A. Kutovojs, L. I. Nikolaichuk // Problems of Atomic Science and Technology. Series: Vacuum, clean materials, superconductors.– 2003.– № 13.– P. 7–13.
- [20] Frolov, D.I. Theoretical description of the process of explosive evaporation of water in the extruder with vacuum camera/ D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G. V. Shaburova, P.C. Voronina //Innovative mashinery and technology.–2015.– № 1 (02). P. 29–34.
- [21] US Patent 7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen–No. 09/937172; Pub. 21.02.2006.

ИНФОРМАЦИЯ

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Буланов, Э. А. Роль расчетного меню в технологическом проектировании доготовочного предприятия общественного питания / Э. А. Буланов, С. В. Чекайкин, И. Г. Щербакова // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 5–8.

Воронина, П. К. Применение сушеных томатов в технологии приготовления кексов / П. К. Воронина // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 9–14.

Буланов, Э. А. Исследование обеспеченности населения РФ общедоступной сетью предприятий общественного питания / Э. А. Буланов, Д. И. Фролов, В. И. Богуш // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 15–18.

Буланов Эдуард Александрович

д-р техн. наук, профессор кафедры «Технологии продуктов питания и экспертизы товаров», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»
109004, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, 73, тел. 8-495-640-54-36.
Тел. 8(499)252-66-35
E-mail: b1u237@mail.ru

Bulanov Eduard Aleksandrovich

doctor of technical Sciences, professor of chair «Food technology and examination of products»,
Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University)
73, Zemlyanoy val, Moscow, 109004, Russia.
Phone: 8(499)252-66-35
E-mail: b1u237@mail.ru

Чекайкин Сергей Васильевич

канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление качеством»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-56-99
E-mail: cheksv@mail.ru

Chekaikin Sergei Vasil'evich

cand. technical sciences, associate professor of chair «Quality control»
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-56-99
E-mail: cheksv@mail.ru

Щербакова Ирина Генриховна

канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания и экспертизы товаров», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»
109004, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, 73, тел. 8-495-640-54-36.
E-mail: b1u237@mail.ru

Shcherbakova Irina Genrikhovna

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food technology and examination of products»,
Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University)
73, Zemlyanoy val, Moscow, 109004, Russia.
E-mail: b1u237@mail.ru

Воронина Полина Константиновна

канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: worolina89@mail.ru

Voronina Polina Konstantinovna

cand. technical sciences, senior lecturer of chair «Food productions»
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: worolina89@mail.ru

Фролов Дмитрий Иванович

канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: surr@bk.ru

Frolov Dmitriy Ivanovich

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food productions»
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: surr@bk.ru

Богущ Владимир Иванович

канд. техн. наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания и экспертизы товаров», ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»
109004, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, 73, тел. 8-495-640-54-36.
E-mail: blu237@mail.ru

Bogush Vladimir Ivanovich

cand. technical sciences, associate professor of chair «Food technology and examination of products»,
Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (the First Cossacs University)
73, Zemlyanoy val, Moscow, 109004, Russia.
E-mail: blu237@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Некрашевич, В. Ф. Теория процесса взаимодействия нижнего штифта, гранулы перги и днища вертикального измельчителя перговых сотов / В. Ф. Некрашевич, М. Ю. Костенко, Р. А. Мамонов, К. В. Буренин, Е. И. Буренина // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 19–24.

Некрашевич Владимир Федорович

д-р техн. наук, профессор кафедры «Технические системы в АПК»
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1;
тел.: 8 (4912) 35-37-22

Nekrashevich Vladimir Fedorovich

doctor technical sciences, professor of chair «Tekhnicheskie sistemy v APK»,
Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia;
tel.: 8 (4912) 35-37-22

Костенко Михаил Юрьевич

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1;
тел.: 8 (4912) 35-37-22

Kostenko Mikhail Yur'evich

Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia;
tel.: 8 (4912) 35-37-22

Мамонов Роман Александрович

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1;
тел.: 8 (4912) 35-37-22

Mamonov Roman Aleksandrovich

RRyazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia;
tel.: 8 (4912) 35-37-22

Буренин Кирилл Викторович

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1;
тел.: 8 (4912) 35-37-22

Burenin Kirill Viktorovich

Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia;
tel.: 8 (4912) 35-37-22

Буренина Елена Ивановна

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1;
тел.: 8 (4912) 35-37-22

Burenina Elena Ivanovna

Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia;
tel.: 8 (4912) 35-37-22

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Курочкин, А. А. Математическое моделирование пневмосистемы устройств для массажа вымени нетелей двухкамерного типа / А. А. Курочкин // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 25–33.

Фролов, Д. И. Анализ моделирования потоков воздуха внутри кожуха ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 34–40.

Назарова, А. А. Возможность применения продуктов очистки отработавших моторных масел в качестве ингибитора для защиты стали 3 от почвенной коррозии / А. А. Назарова, Е. Д. Таныгина, С. Д. Полищук // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 41–46.

Захарова, Т. В. Банная паровая печь / Т. В. Захарова, Е. Л. Мальцев, С. П. Рябихин // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 47–52.

Курочкин Анатолий Алексеевич

д-р техн. наук, профессор кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Kurochkin Anatoliy Alekseevich

doctor technical sciences, professor of chair «Food productions»
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: anatolii_kuro@mail.ru

Назарова Анна Анатольевна

канд. биол. наук, доцент кафедры химии
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1
Тел.: (4912)35-35-01
E-mail: university@rgatu.ru

Nazarova Anna Anatol'evna

cand. biol. sciences, associate professor of chemistry
Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia.
Phone: (4912)35-35-01
E-mail: university@rgatu.ru

Таныгина Елена Дмитриевна

д-р хим. наук, профессор кафедры химии и экологической безопасности
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина»
392000, г. Тамбов, Комсомольская площадь, д.5.
Тел.: (4752)53-22-22
E-mail: abiturient@tsu.tmb.ru

Tanygina Elena Dmitrievna

doctor chem. sciences, professor of the Department of Chemistry and Environmental Safety
G.R. Derzhavin Tambov State University
392000, Tambov, Komsomolskaya Square, 5
Phone: (4752)53-22-22
E-mail: abiturient@tsu.tmb.ru

Полищук Светлана Дмитриевна

д.т.н., профессор, зав. кафедрой химии
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева»,
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1.
Тел.: (4912)35-35-01
E-mail: university@rgatu.ru

Polishchuk Svetlana Dmitrievna

doctor technical sciences, professor, Head. Department of chemistry
Ryazan State Agrotechnological University Named After P.A. Kostychev
1, Kostychev street, Ryazan, 390044, Russia.
Phone: (4912)35-35-01
E-mail: university@rgatu.ru

Захарова Т.В.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: s.ryabihin@mail.ru

Zakharova T.V.

Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039, Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: s.ryabihin@mail.ru

Мальцев Е.Л.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: s.ryabihin@mail.ru

Mal'tsev E.L.

Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: s.ryabihin@mail.ru

Рябихин Сергей Петрович

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: s.ryabihin@mail.ru

Ryabikhin Sergei Petrovich

Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: s.ryabihin@mail.ru

Трибуна молодого ученого

Шматкова, Н. Н. Применение экструдата смеси зерна пшеницы и семян рапса в технологии ржано-пшеничного заварного хлеба / Н. Н. Шматкова // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 53–60.

Бородин, А. Н. Параметры экструзионных технологий пищевых продуктов на основе термовакuumного эффекта / А. Н. Бородин // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (07). – С. 61–66.

Шматкова Наталья Николаевна

преподаватель Химико -технологического колледжа
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail: shmatkovann@yandex.ru

Shmatkova Natal'ja Nikolaevna

lecturer of Chemical engineering College
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail: shmatkovann@yandex.ru

Бородин А.Н.

магистрант кафедры «Пищевые производства»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
технологический университет»,
440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11.
Тел/факс: (8412) 49-54-41
E-mail:

Borodin A.N.

master student «Food productions»
Penza State Technological University
1a/11. travel Baydukova / st. Gagarin, Penza, 440039,
Russia
Phone/Fax: +7 (8412) 49-54-41
E-mail:

ПОРЯДОК РАССМОТРЕНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ И ОТКЛОНЕНИЯ СТАТЕЙ

В научно-теоретическом и практическом журнале «Инновационная техника и технология» публикуются статьи, обзорные статьи, доклады, сообщения, рецензии, краткие научные сообщения (письма в редакцию), информационные публикации.

Рукопись должна соответствовать требованиям к оформлению статьи. Рукописи, представленные с нарушением требований, редакцией не рассматриваются.

Рукописи, поступающие в журнал, должны иметь внешнюю рецензию специалистов соответствующих отраслей наук с ученой степенью доктора или кандидата наук.

Рукопись научной статьи, поступившая в редакцию журнала, рассматривается ответственным за выпуск на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению, проверяется оригинальность в системе «Антиплагиат», регистрируется.

Редакция организует рецензирование представленных рукописей. В журнале публикуются только рукописи, текст которых рекомендован рецензентами. Выбор рецензента осуществляется решением главного редактора или его заместителя. Для проведения рецензирования рукописей статей в качестве рецензентов могут привлекаться как члены редакционной коллегии журнала «Инновационная техника и технология», так и высококвалифицированные ученые и специалисты других организаций и предприятий, обладающие глубокими профессиональными знаниями и опытом работы по конкретному научному направлению, как правило, доктора наук, профессора.

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей для своих нужд. Рецензирование проводится конфиденциально. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

Если в рецензии на статью имеется указание на необходимость ее исправления, то статья направляется автору на доработку. В этом случае датой поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной статьи.

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке, она направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту, который сделал критические замечания.

Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания редакции.

При наличии отрицательных рецензий на рукопись от двух разных рецензентов или одной рецензии на ее доработанный вариант статья отклоняется от публикации без рассмотрения другими членами редколлегии.

Решение о возможности публикации после рецензирования принимается главным редактором, а при необходимости – редколлекцией в целом.

Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

Редакция журнала не хранит рукописи, не принятые к печати. Рукописи, принятые к публикации, не возвращаются. Рукописи, получившие отрицательный результат от рецензента, не публикуются и также не возвращаются автору.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Научно-теоретический и практический журнал «Инновационная техника и технология» предназначен для публикации статей, посвященных проблемам пищевой и смежных отраслей промышленности.

Статья должна отвечать профилю журнала, обладать научной новизной, публиковаться впервые.

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть 5–10 страниц. Текст статьи должен быть напечатан на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с одной стороны листа в одну колонку.

Все страницы должны иметь сплошную нумерацию посередине внизу.

Статья включает следующее.

1. Индекс УДК (универсальный десятичный классификатор) – на первой странице в левом верхнем углу.

2. Инициалы и фамилии всех авторов через запятую.

3. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов), но информативным и отражать основной результат исследований. Заголовки набирают полужирными прописными буквами, размер шрифта 12. В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

4. Аннотация (не более 800 печатных знаков). Отражает тематику статьи, ценность, новизну, основные положения и выводы исследований.

5. Ключевые слова (не более 9).

6. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы:

«Введение» – часть, в которой приводят краткий обзор материалов (публикаций), связанных с решаемой проблемой, и обоснование актуальности исследования. Ссылки на цитируемую литературу даются по порядку номеров (с № 1) в квадратных скобках. При цитировании нескольких работ ссылки располагаются в хронологическом

порядке. Необходимо четко сформулировать цель исследования.

«Объекты и методы исследований»:

- для описания экспериментальных работ—часть, которая содержит сведения об объекте исследования, последовательности операций при постановке эксперимента, использованных приборах и реактивах. При упоминании приборов и оборудования указывается название фирмы на языке оригинала и страны (в скобках). Если метод малоизвестен или значительно модифицирован, кроме ссылки на соответствующую публикацию, дают его краткое описание;

- для описания теоретических исследований—часть, в которой поставлены задачи, указываются сделанные допущения и приближения, приводится вывод и решение основных уравнений. Раздел не следует перегружать промежуточными выкладками и описанием общеизвестных методов (например, методов численного решения уравнений, если они не содержат элемента новизны, внесенного авторами);

«Результаты и их обсуждение»—часть, содержащая краткое описание полученных экспериментальных данных. Изложение результатов должно заключаться в выявлении обнаруженных закономерностей, а не в механическом пересказе содержания таблиц и графиков. Результаты рекомендуется излагать в прошедшем времени. Обсуждение не должно повторять результаты исследования.

«Выводы» В конце раздела рекомендуется сформулировать основной вывод, содержащий ответ на вопрос, поставленный в разделе «Введение».

Текст статьи должен быть набран стандартным шрифтом Times New Roman, кегль 10, межстрочный интервал—одинарный, поля—2 см. Текст набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул (использовать английский алфавит) Equation (MathType) или в MS Word одним объектом, а не состоять из частей. Необходимо придерживаться стандартного стиля символов и индексов: английские—курсивом (Italic), русские и греческие—прямым шрифтом, с указанием строчных и прописных букв, верхних и нижних индексов. Химические формулы набираются 9-м кеглем, математические—10-м. Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.png, *.jpg или *.tiff. Подписуемая подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки.

Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph и **вставлять картинкой**. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Таблицы, графики и диаграммы не должны превышать по ширине 8 см. Допускаются смысловые выделения—полужирным шрифтом.

7. Список литературы. Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте. В тексте статьи дается порядковый номер источника из списка цитируемой литературы в квадратных скобках. Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82–2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов».

Не рекомендуется использовать более трех интернет-источников, а также литературу, с момента издания которой прошло более 10 лет.

В список литературы не включаются неопубликованные работы, учебники, учебные пособия и тезисы материалов конференций.

8. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс, тел., e-mail (организации).

9. На английском языке необходимо представить следующую информацию:

а) заглавие статьи; б) инициалы и фамилии авторов; в) текст аннотации; г) ключевые слова (key words); д) название учреждения (с указанием почтового адреса, тел., e-mail).

В случае несоответствия оформления статьи предъявляемым требованиям статья не публикуется. Статьи подлежат общему редактированию.

В редакцию предоставляются:

1) электронная версия статьи в программе MS Word 2007–2013. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора—ПетровГП.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов;

2) **приложить графики и рисунки в формате графических файлов *.png, *.jpg или *.tiff; таблицы в формате excel.**

3) **сведения об авторах (на русском и английском языках):** фамилия, имя, отчество каждого соавтора, место и адрес работы с указанием должности, структурного подразделения, ученой степени, звания; контактный телефон, домашний адрес, электронная почта, дата рождения. Звездочкой указывается автор, с которым вести переписку. Файл следует назвать по фамилии первого автора—ПетровГП_Анкета.doc;

5) **рецензия на статью**, оформленная согласно образцу, от внешнего рецензента. Подпись внешнего рецензента заверяется соответствующей кадровой структурой.

ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В БАЗУ ДАННЫХ AGRIS СТАТЬЯ ДОЛЖНА СОДЕРЖАТЬ СЛЕДУЮЩУЮ ИНФОРМАЦИЮ:

1. Сведения об авторах: (ФИО всех авторов на русс. и англ яз, полное название организации – место работы авторов, адрес эл. почты, должность, ученая степень).
2. Название статьи (на русском и английском языках);
3. Реферат (на русском и английском языках) 200- 250 слов;
Не следует начинать реферат с повторения названия статьи! Необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (с приведением количественных данных), четко сформулировать выводы. Не допускаются разбивка на абзацы и использование вводных слов и оборотов! Необходимо представлять сведения об объектах исследования. Следить, чтобы в тексте не было повторов и вводных оборотов типа «На основании проведенных исследований можно сказать» (вполне достаточно «установлено» или «сделан вывод»). Все числительные – цифрами.
4. Ключевые слова (на русском и английском языках);
Термины Agrovoc это ключевые слова к Вашей статье, используемые в системе цитирования Agris. Они вводятся на английском языке, и чаще всего совпадают с ключевыми словами Вашей статьи. Для проверки соответствия ключевого слова термину Agrovoc, введите его в поисковой строке сайта Agrovoc. Если термин найден, добавьте его в соответствующее поле формы отправки статьи, если же ключевое слово отсутствует среди терминов Agrovoc, то попробуйте подобрать максимально близкий по смыслу синоним. При отправке статьи используйте минимум 2 и максимум 15 терминов Agrovoc.

Сервис поиска терминов Agrovoc: <http://aims.fao.org/skosmos/agrovoc/en/search?clang=ru>

5. Список литературы должен быть представлен на русском языке и на латинице (транслитерация). В списке литературы не должно быть ссылок на одного и того же автора, минимум ссылок на правовые и нормативные документы, наличие ссылок на иностранные публикации. Не допускается машинный перевод текста на английский язык.

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Для того, чтобы попасть в зарубежные аналитические базы данных Scopus и Web of Science необходимо оформлять статьи (в том числе в электронных научных журналах) в соответствии с требованиями зарубежных баз данных.

Этапы преобразования ссылки

- 1) На сайте <http://www.translit.ru> (в раскрывающемся списке «варианты» выбирать вариант, например: системы Госдепартамента США - BSI). Вставляем текст ссылки на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит». Название научного журнала в транслитерированном списке литературы должно совпадать с транслитерированным названием журнала, которое зарегистрировано при его включении в международные базы данных.
- 2) Англоязычные версии названий многих публикаций, журналов, книг и т.д. можно найти на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (<http://elibrary.ru/>).
- 3) Переводим с помощью онлайн-переводчика все описание источника (название книги, статьи и т.д., кроме авторов) на английский язык, перевод редактируем и переносим в формируемый список (за транслитерированным названием).
- 4) Объединяем описания в транслите и переводное, оформляя в соответствии с принятыми правилами. Нужно раскрыть место издания (например, Moscow), а также исправить обозначение страниц на английский язык (например, вместо 124 s. – 124 p., S. 12-15 – pp. 12-15) и номера («№» на «No.»). Курсивом выделяем название источника (при описании статьи) или название книги (монографии, сборника). Убираем знаки предписанной пунктуации (ГОСТ 7.1-2003) между областями описания, заменяем их на запятые, авторов (всех) ставим перед заглавием.

Порядок преобразования ссылки

Переводим ссылку в транслит и убираем знаки предписанной пунктуации (ГОСТ 7.1-2003) между областями описания (// и -), заменяем их на запятые, авторов (всех) ставим перед заглавием:

Baitin M. I., Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva, Pravo i politika, 2004, № 1, S. 19-30.

После транслитерированного заглавия статьи вставляем в квадратные скобки перевод заглавия на английский язык и выделяем название журнала (книги, монографии) курсивом:

Baitin M. I., Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva [Sector of law and sector of legislation], Pravo i politika, 2004, № 1, S. 19-30.

Меняем «№» на «No.» и страницы - «S.» на «pp.». Обязательно должны быть указаны первый и последний номера страниц статьи:

Baitin M. I, Petrov D. E. Otrasl' prava i otrasl' zakonodatel'stva (Sector of law and sector of legislation), Pravo i politika, 2004, No. 1, pp. 9-30.

Примеры оформления списка литературы в латинице

Описание статьи из журнала:

Osintsev A.M., Braginskii V.I., Ostroumov L.A., Gromov E.S. Ispol'zovanie metodov dinamicheskoi reologii dlya issledovaniya protsessa koagulyatsii moloka [Application of dynamic rheology in studying milk coagulation process]. Agricultural Commodities Storage and Processing, 2002, no. 9, pp. 46–49.

Описание статьи из электронного журнала:

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. Journal of Computer- Mediated Communication, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

Описание статьи с DOI:

Korotkaya E.V., Korotkiy I.A. Effect of freezing on the biochemical and enzymatic activity of lactobacillus bulgaricus. Food and Raw Materials, 2013, vol. 1, no. 2, pp. 9-14. doi:10.12737/2046

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов)

Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Eksperimental'noe issledovanie prochnosti soedinenii «stal'-kompozit» [Experimental study of the strength of joints «steel-composite»]. Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem» [Proc. of the Bauman MSTU “Mathematical Modeling of Complex Technical Systems”], 2006, no. 593, pp. 125-130.

Описание книги (монографии, сборники):

Berezov T.V., Korovin B.F. Bioorganicheskaya khimiya [Bioorganic Chemistry]. Moscow, Meditsina, 1990. 221 p.

Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR [From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Описание Интернет-ресурса:

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

Описание диссертации или автореферата диссертации:

Semenov V.I. Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p.

Описание ГОСТа:

GOST 8.586.5–2005. Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda i kolichestva zhidkostei i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroystv [State Standard 8.586.5 –2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p.

Описание патента:

Palkin M.V., Kulakov A.V. Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

№ 2 (07) / 2016

Разработка оригинал-макета – Фролов Д. И.

Отпечатано с готового оригинал-макета

в типографии «КОПИ-РИЗО»

Пенза, ул. Московская, 74, к. 211. Тел. 56-25-09.

e-mail: tipograf_popovamg@inbox.ru

Сдано в производство 10.05.2016. Формат 60X84/8

Бумага типогр. №1. Печать ризография. Шрифт Times New Roman.

Усл. печ. л. 8,72. Уч. изд. л. 8,72. Заказ № 948. Тираж 100 экз.