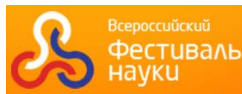




*Году  
периодической  
таблицы  
Менделеева Д.И.  
посвящается*

*В рамках  
Фестиваля науки  
в Тамбовской  
области*



# **ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

**ВЫПУСК XI**

**ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ  
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ, ПРИБОРЫ  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ  
БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ  
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ  
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ЭНЕРГЕТИКА, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ  
ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ  
ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

*Научное электронное издание*

**Тамбов  
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
2019**



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Российская экологическая академия  
Ассоциация «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тамбовский государственный технический университет»

# **ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

**Сборник научных статей  
молодых ученых, аспирантов и студентов**

**Выпуск XI**

**Информатика, вычислительная техника, информационные системы  
Системный анализ и управление, приборы  
Материаловедение, нанотехнологии, машиностроение  
Биотехнология, биомедицинская инженерия  
Технология продуктов питания  
Процессы и аппараты химических и других технологий  
Энергетика, энергоснабжение, энергосбережение  
Архитектура и строительство, транспорт  
Экономика, управление качеством продукции  
Проблемы техногенной безопасности**

*Научное электронное издание*



---

Тамбов  
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
2019

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф. С. И. Дворецкий (ответственный редактор);  
д-р техн. наук, доц. М. В. Соколов (зам. ответственного редактора);  
д-р техн. наук, проф. В. И. Леденев; д-р техн. наук, проф. В. В. Леденев;  
д-р пед. наук, проф. Н. П. Пучков; д-р ист. наук, проф. А. А. Слезин;  
д-р техн. наук, проф. Н. С. Попов; д-р техн. наук, проф. С. В. Пономарев;  
д-р техн. наук, проф. П. В. Монастырев; д-р техн. наук, проф. О. С. Дмитриев;  
д-р физ.-мат. наук, проф. Г. М. Куликов; д-р техн. наук, проф. Ю. Ю. Громов;  
д-р техн. наук, проф. Н. Ц. Гагапова; д-р техн. наук, проф. А. Г. Ткачев;  
д-р техн. наук, проф. Д. М. Мордасов; д-р техн. наук, проф. Г. С. Баронин; М. А. Евсейчева

П78 **Проблемы** техногенной безопасности и устойчивого развития [Электронный ресурс] : сборник научных статей молодых ученых, аспирантов и студентов / ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – Вып. XI. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-кодирован ; 34,0 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.  
ISBN 978-5-8265-2126-7

В сборнике представлены статьи участников отборочного тура программы У.М.Н.И.К. 2019 г. в рамках Четырнадцатой межвузовской научной студенческой конференции Ассоциации «Объединенный университет им. В.И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития», а также молодых ученых, аспирантов и студентов по приоритетным научным направлениям университета: исследования в области естественных наук; технология продуктов питания; биотехнология, биомедицинская инженерия; энергетика, энергоснабжение, энергосбережение; радиотехника и связь; системный анализ и управление, приборы; проблемы техногенной безопасности; архитектура и строительство; материаловедение, нанотехнологии, машиностроение; процессы и аппараты химических и других технологий; информатика, вычислительная техника, информационные системы; экономика, управление качеством продукции.

Материалы могут быть полезны преподавателям, аспирантам, студентам-исследователям, а также инженерно-техническим работникам различных отраслей промышленности.

ББК я43

*Сборник подготовлен по материалам, предоставленным в электронном варианте, и сохраняет авторскую редакцию.*

*Все выпуски сборника размещены в Научной электронной библиотеке (РИНЦ) [elibrary.ru](http://elibrary.ru)*

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.  
Незаконное копирование и использование данного продукта запрещено.

ISBN 978-5-8265-1643-0 (общ.)  
ISBN 978-5-8265-2126-7 (вып. XI)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2019

УДК 004.9

*О. Ю. Высокая, О. С. Машкова\**

### **ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ГЕОЗАВИСИМОГО ПОИСКА ПО ОРГАНИЗАЦИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЙТИНГА БЛАГОНАДЕЖНОСТИ**

Среди всех запросов, выполняемых к поисковым системам, от 15 до 30%, в зависимости от региона, составляют те, в ответ на которые пользователь ожидает получить местную, региональную информацию – например, об услугах в своем городе [1]. Такие запросы носят название геодеpendимых. В ответ на геодеpendимые запросы поисковая система показывает разные результаты поиска для разных регионов. Наиболее релевантные ответы находятся, как правило, на местных, региональных сайтах. Но это не значит, что по геодеpendимому запросу нельзя найти авторитетный общероссийский сайт или сайт, расположенный в другом регионе. Речь только о приоритете для локальных результатов при прочих равных.

Принадлежность сайта к тому или иному региону определяется по многим признакам – в том числе по указанным на нем контактам, региону, которому посвящена большая часть информации на ресурсе, и т.д. [1]. С одной стороны, указанная особенность формирования поисковой выдачи повсеместно используется при выполнении SEO-оптимизации своих веб-ресурсов теми компаниями, чьи офисы не расположены в заданном для поиска регионе, но которые готовы расширять зону оказания своих услуг на соседние области. С другой стороны, далеко не все местные организации имеют веб-ресурсы, которые будут либо вообще корректно проиндексированы поисковым роботом, либо после индексации будет корректно определен их регион. В итоге в результатах поисковой выдачи более высокие места часто занимают крупные компании из соседних регионов.

Для решения описанной проблемы предлагается формирование каталога организаций, предоставляющих свои услуги в конкретном регионе, с организацией локального поиска по ним. В рамках алгорит-

---

\* Работа выполнена под руководством старших преподавателей ФГБОУ ВО «ТГТУ» М. Ю. Авдеевой и А. Н. Кагдина.

ма ранжирования результатов поиска по компаниям в качестве одного из параметров предлагается использовать рейтинг благонадежности организации из каталога.

Идея, связанная с принципом определения рейтинга благонадежности организации, заключается в следующем: о благонадежности организаций следует судить по количеству положительных отзывов, данных другими организациями, а также по благонадежности самих организаций. Причем определение тональности отзывов не сложно автоматизируется за счет применения алгоритмов машинного обучения.

Назначим каждой организации  $O$  показатель ее благонадежности  $T(O)$ . Предположим, что организация  $O_j$  дала  $l_j$  положительных отзывов о других организациях, с которыми она взаимодействовала в рамках, например, договорных отношений. Если один из этих отзывов относится к организации  $O_i$ , то  $O_j$  передаст  $1/l_j$  своей благонадежности  $O_i$ . Рейтинг благонадежности организации  $O_i$  является суммой всех вкладов, сделанных отзывами на нее. То есть, если мы обозначим множество организаций, давших отзывы на организацию  $O_i$  через  $C_i$ , то:

$$T(O_i) = \sum_{O_j \in C_i} \frac{T(O_j)}{l_j}. \quad (1)$$

Очевидно, что для вычисления рейтинга благонадежности организации  $O_i$  сначала нужно знать благонадежность всех организаций, давших на нее отзывы.

Преобразуем проблему в математическую задачу. Создадим матрицу  $\mathbf{H} = [H_{ij}]$ , в которой запись в  $i$ -й строке и  $j$ -м столбце определяется следующим выражением:

$$H_{ij} = \begin{cases} 1/l_j, & \text{если } O_j \in C_i; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Матрица  $\mathbf{H}$  имеет некоторые особые свойства. Во-первых, все записи неотрицательны. Кроме того, сумма записей в столбце равна единице, если организация, соответствующая этому столбцу, не давала

отзывов. Так как все записи неотрицательны и сумма записей в каждом столбце равна единице, матрица является стохастической.

Сформируем вектор  $T = [T(O_i)]$ , чьи компоненты есть рейтинги благонадежности организаций. Условие выше, определяющее рейтинг благонадежности, может быть выражено как:

$$T = \mathbf{HT}.$$

Другими словами, вектор  $T$  является собственным вектором матрицы  $\mathbf{H}$  (или стационарным).

Рассмотрим пример. Ниже показано представление небольшого набора организаций с положительными отзывами на другие компании, представленными стрелками (рис. 1).

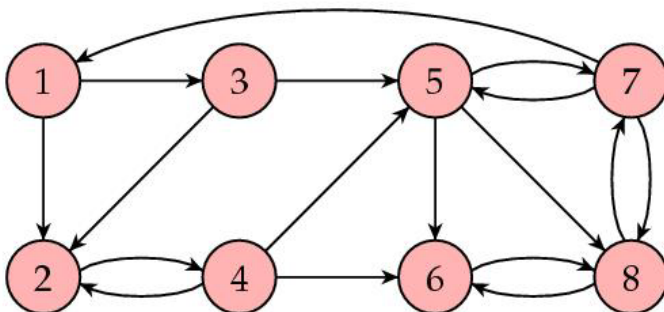


Рис. 1. Граф отзывов организаций

Соответствующая матрица:

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 \\ 1/2 & 0 & 1/2 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 1/3 & 0 & 0 & 1/3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1 & 1/3 & 0 \end{bmatrix}$$

со стационарным вектором

$$T = \begin{bmatrix} 0,0600 \\ 0,0675 \\ 0,0300 \\ 0,0675 \\ 0,0975 \\ 0,2025 \\ 0,1800 \\ 0,2950 \end{bmatrix}.$$

Этот вектор показывает, что организация 8 побеждает в рейтинге благонадежности.

Существует несколько способов поиска собственных векторов квадратной матрицы. Можно использовать метод, известный как степенной, для нахождения стационарного вектора  $T$  матрицы  $\mathbf{H}$  [2]. Процесс начинается с выбора вектора  $T_0$  в качестве кандидата на  $T$ , а затем производится последовательность векторов  $T^k$  с помощью выражения:

$$T^{k+1} = \mathbf{H}T^k.$$

Общий принцип: последовательность  $T^k$  будет сходиться к стационарному вектору  $T$  [2]. Значения получаемого вектора  $T^k$  являются относительными показателями для сравнения благонадежности организаций с помощью таких утверждений, как «организация  $A$  вдвое благонадежнее, чем организация  $B$ ».

Теперь поскольку для каждой организации из каталога определен ее рейтинг благонадежности, предлагается осуществить формирование рейтинга благонадежности сотрудников, которые работали в некоторой организации из каталога, а теперь находятся в поисках работы. Введение персонального рейтинга благонадежности совместно с рейтингом благонадежности организаций позволит сформировать бизнес-среду вокруг предлагаемого в статье сервиса.

Назначим сотруднику  $E$  показатель его благонадежности  $T(E)$ . Предположим, что организация  $O_j$  дала  $l_j$  положительных отзывов о разных сотрудниках. Если один из этих отзывов относится к сотруднику  $E_i$ , то  $O_j$  передаст  $1/l_j$  своей благонадежности  $E_i$ . Рейтинг благонадежности сотрудника  $E_i$  является суммой всех вкладов,



сделанных отзывами на него, т.е., если мы обозначим множество организаций, давших отзывы на сотрудника  $E_i$  через  $C_i$ , то:

$$T(E_i) = \sum_{O_j \in C_i} \frac{T(O_j)}{I_j}. \quad (2)$$

Очевидно, что вычисление рейтинга благонадежности сотрудников не представляет сложности, поскольку рейтинг благонадежности организаций был посчитан ранее.

### Список литературы

1. Компания Яндекс – Технологии – Поиск с учетом региона [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://yandex.ru/companу/technologies/regions> (дата обращения 20.09.2019).

2. Клиот-Дашинский, М. И. Алгебра матриц и векторов : учебник для вузов / М. И. Клиот-Дашинский. – 2-е изд. – СПб. : Лань, 1998. – 160 с.

*Кафедра «Электроэнергетика» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 007.3**

*Д. В. Микенин\**

### **СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ И СОЗДАНИЮ ТУРОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Новый век охарактеризован временем повсеместной автоматизации любого процесса. Так, области вызывающие наибольшую популярность и потребность в автоматизации связаны с промышленностью, добычей материалов, финансами, т.е. можно сказать, что автоматизируются в первую очередь те области, где оперируют большими деньгами. В связи с этим как малый так и средний бизнес становятся недооцененными, но у них также есть «цифровые потребности».

Еще одной причиной разработки проекта послужил рост внутреннего туризма в России, за 2017 год внутри страны отдохнуло 67% россиян [1]. Исходя из вышесказанного, было принято решение по разработке системы поддержки принятия решений (СППР), которая сможет

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Ю. В. Минина.

на основе предпочтений пользователя составлять туристические маршруты. Исходя из потребностей пользователей, предложен способ составления и бронирования тура, который не требует посещения офиса компании, который предоставит полную и честную информацию и не будет обманутых ожиданий, ведь он сам собрал свой тур и сам оплатил нужные аспекты. Также компаниям необходим сервис, который сможет грамотно вести учет туров, их редактирование и проводить анализ своей деятельности.

На рисунке 1 можно увидеть контекстную диаграмму, которая описывает процесс поиска и бронирования. Как можно увидеть, на вход подаются данные, которые в дальнейшем будут учитываться при составлении тура, а на выходе уже готовый тур с возможностью оплаты.



Рис. 1. Контекстная диаграмма

Для описания взаимодействия классов в нашей системе была разработана диаграмма классов. На диаграмме можно увидеть, какие объекты внутри системы взаимодействуют друг с другом. На рисунке 2 представлены только классы, взаимодействующие с пользователем.

На данный момент разработан модуль бронирования и выбор места в предпочитаемом транспорте для СППР, на рис. 3 можно увидеть, как пользователь бронирует место в автобусе.

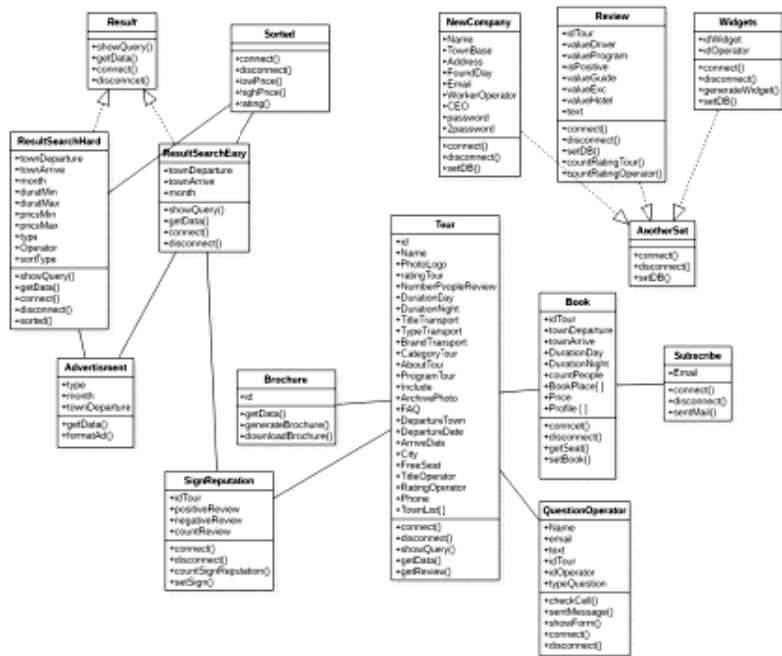


Рис. 2. Диаграмма классов

**МОСКВА БЕЛОКАМЕННАЯ - БРОНИРОВАНИЕ**

ВЫБЕРИТЕ МЕСТО

Свободные места\*

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

\*В вагоне 2 диван с местом для ребенка, требуется оплатить тур у Оператора, после его оплаты, за бронь автоматически и придет уведомление вагона.

Город отправления: **Москва**

Город прибытия: **Москва**

Дата отъезда/приезда: **16 октября 2018 / 20 октября 2018**

Количество дней: **3 дня 2 ночи**

Кол-во людей: **1**

Поплатки к размещению: **оплаты не требуется, нет прокатов и др. вещей и вещей и т.д.**

Итоговая цена: **3430 руб.**

**ВЕРНУТЬСЯ**

ПУТЕШЕСТВЕННИК 1 - ПЕРСОНАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Фамилия: **Иванов**

Имя: **Дмитрий**

Счетчик: **Визитерский**

Email: **ivan@ipmail.ru**

Номер телефона: **81112223344**

Ссылка на свое резюме в резюме: **Ссылка на резюме, резюме, резюме...** (только ссылки)

\* В составе на обработку персональных данных (обязательно)

\* Участие в Визитерской программе

\* Подписание на сайте и согласие

Рис. 3. Бронирование места

Подведя итог, можно сказать, что потребность бизнеса и пользователей в персональные предложениях только растет. Благодаря цифровым технологиям, мы можем создать продукт, который удовлетворит потребности каждой группы.

### Список литературы

1. План на отдых у россиян [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=9131>, свободный. – Загл. с экрана.

*Кафедра «Информационные системы  
и защита информации» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 004.912**

*А. Ю. Селиванов, Д. С. Андреев\**

### **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЕРТИНЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ КОЛЛОКАЦИЙ**

Извлечение информации или автореферирование – это процесс выделения смысловой, эмотивной, оценочной и иной информации из текстовых документов. На сегодняшний день каждому человеку доступны огромные объемы текстовой информации, которые невозможно обработать вручную. Вместе с тем, ежедневно появляются новые текстовые документы в любой из известных отраслей знаний.

Современный бизнес и производственную деятельность сложно себе представить без постоянного анализа новой актуальной информации. Для решения этой задачи часто привлекаются специальные аналитики – специалисты, профессионально занимающиеся поиском информации в определенных сферах. Результатом их работы являются реферативные отчеты о новых данных в исследуемой области. Автоматизация этого процесса позволит снизить издержки на получение новой пертинентной информации. Под пертинентностью понимается соответствие информации информационным интересам субъекта информационного поиска [1].

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Д. В. Полякова.

Вместе с тем, есть ряд проблем, стоящий на пути автоматизации извлечения текстовой информации. Во-первых, невысокое качество моделей, анализирующих текстовые документы на основе семантики. Во вторых, тот факт, что искомой информацией часто является не весь текстовый документ, небольшой его фрагмент. Эта проблема особенно остро стоит при использовании статистических моделей. Небольшие текстовые фрагменты содержат мало термов, поэтому при вероятностной оценке их появления повышается роль статистических артефактов – термов случайно попавших во фрагмент, что приводит к ошибкам при их семантическом анализе.

Решением этой проблемы может стать использование коллокаций. Под коллокацией понимается коллективная локация термов, т.е. группа термов, расположенных рядом друг с другом [2]. Классически термы в коллокации располагаются непосредственно друг за другом. Однако есть работы [3], в которых термы могут располагаться на различном расстоянии друг относительно друга. Причем это расстояние может быть задано как некоторым целым числом, так нечетким числом. Коллокации, в которых расстояние между термами задано нечетким числом, получили название нечетких коллокаций [3]. Под расстоянием между термами понимается число других термов, расположенных в тексте между заданными, составляющими коллокацию. В некоторых работах [3] введено не только определение нечеткой коллокации, но приведен подход к выявлению семантически значимых коллокаций и построению функции принадлежности, формализующих расстояние между термами в коллокациях.

Учет нечетких коллокаций позволяет увеличить количество элементов, на основе которых исследуется текстовый фрагмент. Пусть  $n$  – число элементов в текстовом фрагменте. Рассмотрим только биграммы – коллокации состоящие из двух термов. В этом случае количество ( $N_2$ ) элементов учтенных при формализации текстового фрагмента возрастет до

$$N_2 = n + C_n^2. \quad (1)$$

Приняв во внимание равенство  $N_1 = n = C_n^1$ , получим, что (1) удобно обобщить для случая формализации текстового документа с учетом коллокаций состоящих из  $i$  термов, где  $i = \overline{1, k}$ ,  $k \leq n$ .

$$N_k = \sum_{i=1}^k C_n^i. \quad (2)$$

Заметим, что количество термов в коллокации не может превосходить общее число термов текстового документа, а значит ограничение  $k \leq n$  естественно.

Из (2) легко видеть, что при учете всех возможных коллокаций количество элементов формализованного текстового документа возрастает экспоненциально относительно числа термов в рассматриваемом документе. Действительно, в силу (2)

$$N_n = \sum_{i=1}^n C_n^i = 2^n. \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) свидетельствуют о том, что учет коллокаций, в том числе нечетких, позволяет с уверенностью заявить о возможности кардинального увеличения элементов, формализующих текстовый документ. Это, в свою очередь говорит о целесообразности использования нечетких коллокаций при формализации небольших текстовых фрагментов. Назовем такие элементы, в число которых могут входить как термы, так и нечеткие коллокации, характеристическими элементами текстовых документов.

Для того, чтобы собрать пертинентную информацию, необходимо формализовать информационные интересы субъекта информационного поиска. Для этого введем в рассмотрение некоторое множество  $D_{benefit}$  текстовых документов, удовлетворяющих информационным потребностям. Положим, что эти документы были ранее найдены и потому известны. Возьмем большую текстовую коллекцию ( $H$ ) по исследуемой области с высокой степенью полноты и малой точности относительно пертинентности. Это сделать не очень сложно, причем так что  $D_{benefit} \subset H$ . Осуществим кластеризацию  $H$  посредством латентно-семантического анализа с учетом нечетких коллокаций и получим семейство множеств  $H_1, H_2, \dots, H_m, m \in N$ , причем

$$H_i \subset H, \forall i = \overline{1, m}, \text{ а } \bigcup_{i=1}^m H_i = H.$$

Пусть  $d$  – исследуемый текстовый документ. Стоит задача определить вероятность  $(P_{benefit}(d))$  того, что этот документ удовлетворяет информационным интересам субъекта информационного поиска. Благодаря тому, что рассматриваемая коллекция  $H$ , а также кластеры, на которые она была разбита ( $H_1, H_2, \dots, H_m, m \in N$ ) достаточно

велики, согласно построению, вероятность  $P_{benefit}(H_i)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , того, что документ удовлетворяет информационным потребностям при условии попадания в некоторый произвольный кластер  $H_i$ ,  $\forall i = \overline{1, m}$ , допустимо оценить как частоту таких документов в соответствующем кластере. То есть

$$P_{benefit}(H_i) = |D_{benefit} \cap H_i| / |H_i|, \forall i = \overline{1, m}, \quad (4)$$

где  $|\cdot|$  – мощность множества.

Обозначим  $P_d(H_i)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , вероятность того, что документ  $d$  должен принадлежать кластеру  $H_i$ . Напомним, что документ  $d$  не может быть отнесен к одному из множеств  $H_1, H_2, \dots, H_m$  посредством процесса кластеризации в силу того, что имеет малый размер. Поэтому задача поиска  $P_d(H_i)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , не является тривиальной.

Вместе с тем, если решить данную задачу, то в силу того, что принадлежность к одному из кластеров является полной группой несовместных событий [4] верно, что

$$P_{benefit}(d) = \sum_{i=1}^m P_{benefit}(H_i) P_d(H_i). \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) позволяют вычислить искомую вероятность при условии того, что известна вероятность  $P_d(H_i)$ ,  $i = \overline{1, m}$ . Последнюю удобно найти посредством теоремы Байеса [4]

$$P_d(H_i) = P(H_i) P_{H_i}(d) / \sum_{k=1}^m P(H_k) P_{H_k}(d), \forall i = \overline{1, m}, \quad (6)$$

где  $P(H_i)$  – априорная вероятность попадания в кластер  $H_i$ , которую по аналогии с (4) легко посчитать как

$$P(H_i) = |H_i| / |H|, \forall i = \overline{1, m}, \quad (7)$$

а  $P_{H_i}(d)$  – вероятность появления документа  $d$  при условии, что он принадлежит кластеру  $H_i$ , которая вычисляется как произведение вероятностей появления его характеристических объектов в кластере  $H_i$ .

Данные вероятности в силу большого объема кластеров можно принять равными соответствующим частотам.

Как уже было отмечено ранее, количество коллокаций может быть достаточно велико даже в рамках небольшого текстового документа. Вместе с тем, латентно-семантический анализ позволяет выявить и работать только с теми, которые имеют высокую семантическую значимость.

Процесс извлечения информации из текста в рамках модели (4) – (7) представляет собой поиск непрерывной последовательности предложений в тексте с максимальным значением  $P_{benefit}(d)$ . Алгоритм тривиален и аналогичен поиску интервала в числовом массиве с максимальной суммой.

### Список литературы

1. ГОСТ 7.73–96. Поиск и распространение информации. Термины и определения. Система стандартов по информации, библиотечно-му и издательскому делу. – Взамен ГОСТ 7.27–80; введ. 01.01.1998 в РФ. – Минск, 2001. – Режим доступа : <http://www.docload.ru/Basesdoc/6/6316/index.htm>.

2. Ягунова, Е. В. Природа коллокаций в русском языке. Опыт автоматического извлечения и классификации на материале новостных текстов / Е. В. Ягунова, Л. М. Пивоварова // Сб. НТИ. – Сер. 2. – № 6. М., 2010. – Режим доступа : [http://webground.su/services.php?param=priroda\\_collac&part=priroda\\_collac.htm](http://webground.su/services.php?param=priroda_collac&part=priroda_collac.htm).

3. Поляков, Д. В. Метод формализации нечетких коллокаций термов в текстах на основе лингвистических переменных / Д. В. Поляков, Н. М. Митрофанов, А. С. Матвеева. // Прикаспийский журнал. Управление и высокие технологии. – 2015. – № 4(32) – С. 167 – 183.

4. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М. : Высшее образование, 2005. – 479 с.

*Кафедра «Информационные системы  
и защита информации» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*



УДК 54.07

*И. Д. Вольф\**

### **РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ УГЛЕКИСЛОТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ**

Существование и развитие современного общества невозможно без обеспечения первичных потребностей человека. К одной из таких первичной потребностей относится пища. Согласно выводам доклада Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН «Положение дел с продовольственной безопасностью и питанием в мире 2017 г.» насчитывается порядка 815 миллионов голодающих. По сравнению с 2016 г. количество голодных увеличилось на 38 миллионов. В связи с этим увеличение количества производимого продовольствия является весьма актуальной задачей. Для растительных продуктов ее успешно решают за счет применения минеральных и органических удобрений, химических стимуляторов роста и плодоношения, использованием генетически модифицированных растений, что плохо сказывается на качестве получаемых продуктов. Поэтому при решении обозначенной задачи нужно выбирать наиболее безопасные способы стимуляции роста растений, которые не будут влиять на здоровье человека.

*Цель работы:* разработка установки для изучения процессов углекислотной стимуляции роста растений.

*Задачи работы:*

1. Выбор способа увеличения концентрации углекислого газа в области листьев растений.
2. Выбор базовой аппаратной платформы управления подачей углекислого газа.
3. Разработка программного обеспечения и монтаж установки.
4. Проведение испытания установки.

Способы подачи углекислого газа уже давно известны и используются по всему миру.

---

\* Работа выполнена под руководством заведующего кафедрой, д-ра техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Рухова.

### *Способы подачи углекислого газа.*

- Прямая газация при помощи пламенных горелок.

Вполне интересная технология, но требует подачи природного газа и монтажа беспламенных горелок.

- Нагнетание отходящих газов котельной.

Хороший способ, но только при наличии рядом с теплицей жилых или общественных зданий. Также требует затрат на охлаждение и очистку газов.

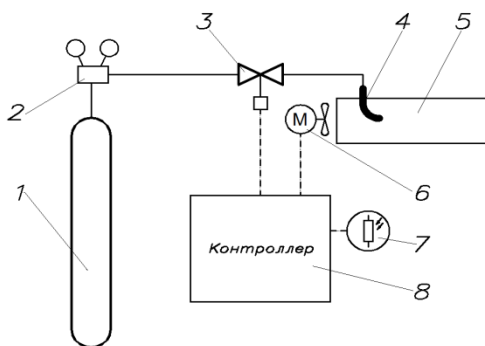
- Применение сжиженного углекислого газа в баллонах.

Этот вариант был выбран нами, так как установка экспериментальная и этот способ не требует лишних затрат и легок в использовании.

Теперь хотелось бы рассказать о самой установке (рис. 1).

Из чего она состоит: баллон с углекислым газом 1, редукционный клапан 2, который сбрасывает давление. Электромагнитный клапан 3, который отвечает за то, чтобы в определенное время открываться и закрываться, тем самым регулируя дозировку подачи углекислого газа. Смесительная камера 5, в которой постоянно прокачивается воздух, а внутри этого смесителя установлено специальное сопло 4, которое было изготовлено с помощью аддитивных технологий. Всем этим управляет контроллер 8, который подключен к оптическому датчику 7, для того чтобы регулировать работу только в светлое время суток.

Внутренности блока управления представляют собой: контроллер «Arduino», выключатель, блок питания для питания электромагнитного клапана и вентилятора, стабилизатор питания для «Arduino», блок реле, который управляет электромагнитным клапаном и полевой транзистор для управления частотой оборотов вентилятора.



**Рис. 1. Структурная схема установки подачи углекислого газа:**

- 1 – баллон с углекислым газом; 2 – редукционный клапан;  
3 – электромагнитный клапан; 4 – сопло; 5 – смесительная камера;  
6 – вентилятор; 7 – оптический датчик; 8 – контроллер

В процессе реализации этой установки нами были использованы аддитивные технологии.

Было изготовлено: сопло, кнопки и передняя панель. Сопло сделано таким образом, что входящий канал имеет диаметр 6 мм, а потом он сужается до 1,5 мм. Никаким другим способом как напечатать на 3d-принтере такую неразборную деталь сделать невозможно.

*Проведение испытаний.* Установка тестировалась больше недели в разных условиях.

Так же прототип установки работал в течение года в теплице, которую нам предоставил Мичуринский государственный аграрный университет. Они любезно предоставили нам место для тестирования установки. Установка стояла в теплице и насыщала углекислым газом картофель, который растет при помощи аэропоники. Прибор уже показал свою эффективность, так как количество картофеля увеличилось примерно на 25%

Для проведения испытаний был составлен план, который включал в себя:

- 1) испытания продолжительности импульсов при различных условиях времени, температуры и влажности;
- 2) испытание частоты вращения вентилятора в зависимости от установленного значения на блоке управления;
- 3) испытание датчика освещенности.

Установка показала стабильную работу. В результате полученных данных были построены графики (рис. 2, 3).

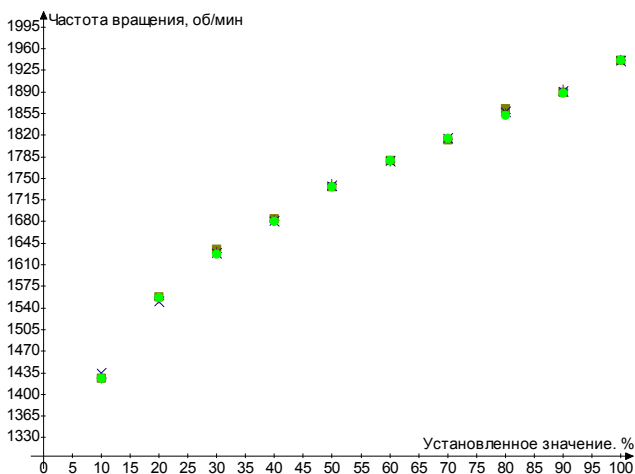


Рис. 2. Зависимость частоты вращения вентилятора от уставки

Каждая точка на этом графике (рис. 2) – это 20 измерений при разных условиях времени, температуры и влажности. Измерения частоты вращения вентилятора проводились с помощью лазерного частотомера. Установлена зависимость, которая связывает частоту вращения вентилятора, давление создаваемое им и расход от установленного значения.



**Рис. 3. Зависимость величины освещенности от уставки**

На графике, изображенном на рис. 3, можно наблюдать линейную зависимость.

УДК 678.023.001.2(075)

*Ф. С. Балашов, А. А. Ефимов\**

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА МОДИФИКАЦИИ  
ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТОВ**

Ресурсосбережение и обеспечение экологической безопасности являются приоритетными направлениями развития государства [1]. Значительную долю твердых коммунальных отходов составляют использованная тара и упаковка [2]. В настоящее время проблема утилизации тары и упаковки из полимеров вызывает значительный интерес у исследователей [3 – 5].

*Целью* данной работы является исследование возможности получения композиционных материалов из смеси отходов распространенных в упаковочной индустрии полимеров с наполнителями в виде отходов производства строительных материалов.

Технологический процесс основан на использовании отходов из полипропилена (ПП) и полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) и осуществляется следующим образом: промытые и высушенные отходы с содержанием посторонних примесей подвергаются сортировке, в процессе которой из них удаляют случайные инородные и металлические включения и выбраковывают сильнозагрязненные куски [6]. После чего делаются навески каждого полимера и наполнителя, которым на первом этапе служат отходы из полиэтилентерефталата (ПЭТФ), в соотношениях(1/1, 1/2 и 2/1) [1].

Полученные через формующий инструмент заготовки композиционного материала подвергаются измельчению и селективно применяются для определения показателя текучести расплава. Для его определения используется грузовой капиллярный вискозиметр ИИРТ-М. В зависимости от вида исследуемого полимера применяется груз массой 2,16 кг, капилляр диаметром 2 мм и температура испытания 250 °С. При истечении полимера через капилляр совершается срез прутков (до десяти штук) за установленный промежуток времени – 60 с.

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» П. С. Беляева.

Показатель текучести расплава  $I$  (г/(10 мин)) определяется по формуле:

$$I = (m/t) \times 600, \text{ г/(10 мин)},$$

где  $m$  – масса срезанного прутка, г;  $t$  – время истечения прутка, с.

За результат испытаний принимается среднее квадратичное для каждого соотношения компонентов. Показатель текучести расплава является условной характеристикой текучести расплавов полимеров, однако эта величина позволяет оценить поведение материала при переработке.

На втором этапе повторно делаются навески каждого полимера и наполнителя, служащие на данном этапе отходы из цементно-стружечных плит (ЦСП), в соответствии с выбранным технологическим режимом смесительного оборудования используются для дальнейшего смешения с соответствующими полимерами.

Для смешения с ранее полученным материалом через микросмеситель Брабендера используются сыпучие отходы из ЦСП, предварительно подвергающиеся очистке посредством вибрационного сита до значения 200 мкм, определяющегося по фракциям просеивающего аппарата.

В соответствии с технологическим регламентом устанавливается температура нагрева рабочей камеры и скорость вращения роторов [6].

Камера смесителя нагревается до температуры 200 °С.

Подготовленный материал определенного соотношения загружается также в различных соотношениях с ЦСП (1/1 и 1/3) в камеру смесителя одновременно, где вращающиеся на малых оборотах рабочие органы под действием сдвиговых напряжений и сил адгезии затягивают их. Далее закрывается загрузочное отверстие камеры затвором и выводится частота вращения рабочих органов до значения 30 мин<sup>-1</sup> [6]. Смешение происходит в течение 15 мин.

После остановки рабочих органов производится выгрузка полученной смеси и закладывается в предварительно нагретую в муфельной печи пресс-форму, после чего устанавливаемую в гидравлический пресс. Прессование производится при температуре 180 °С при давлении 100 кгс/см<sup>2</sup> в течение 15 мин. Полученные прессованием пластины распиливаются на образцы, имеющие габаритные размеры 80×10×10 мм (Д×Ш×В) [6].

Образцы должны иметь гладкую и ровную поверхность без вздутий, раковин, сколов, трещин и других дефектов [1].

Для определения показателей полученных образцов осуществляется проведение испытаний на твердость, ударную вязкость, водопоглощение и объемное разбухание по толщине.

Для определения твердости используется пластико-динамическая методика, при проведении испытаний которой индентор, чаще всего шарик, воздействует на испытываемый образец в условиях ударно действующей нагрузки, поэтому на поверхности материала остается отпечаток. При использовании молотка Баумана шарик неоднократно прижимается к образцу в различных точках под действием пружины, а величина твердости определяется средним арифметическим значением величины силы, применяемой при получении отпечатка [1].

Результаты испытаний образцов на твердость представлены в табл. 1.

### 1. Результаты испытаний образцов на твердость

Композиционный материал	Соотношение материалов	Среднее арифметическое значение величины применяемой силы для испытываемых образцов, Н	
(ПЭТФ + ПП)/ЦСП	(1 + 1)/1	72	54
	(1 + 1)/3	73	74
(ПЭТФ + ПЭНП)/ЦСП	(1 + 1)/1	60	55
	(1 + 1)/3	75	58

Испытание на ударную вязкость проводится по методике Шарпи с применением двух образцов без надреза соответствующего соотношения для определения их сопротивления хрупкому разрушению под действием ударных напряжений. При проведении испытаний испытываемый образец прогибается или разрушается, насколько позволяют возможности испытательного устройства, посредством удара маятникового копра. При этом образец располагается на двух опорах так, чтобы удар молота копра приходился на середину образца [1].

Укрепленный на стержне молот, имеющий на своей ударной стороне фигурный вырез, описывает после высвобождения дугу и в самой нижней точке траектории движения передает часть своей кинетической энергии образцу [1]. После определения значения поглощенной образцом кинетической энергии проводится расчет ударной вязкости  $a$  (Н/м) по формуле:

$$a = \Delta A / (b \times h), \text{ Н/м,}$$

где  $\Delta A$  – кинетическая энергия, поглощенная образцом при разрушении, Н/м;  $b$  и  $h$  – ширина и толщина образца по его середине соответственно, м.

Результаты испытаний образцов на ударную вязкость представлены в табл. 2.

## 2. Результаты испытаний образцов на ударную вязкость

Композиционный материал	Соотношение материалов	Ударная вязкость испытываемых образцов, Дж/м <sup>2</sup> ×10 <sup>-3</sup>	
(ПЭТФ + ПП)/ЦСП	(1 + 1)/1	14,3	15,8
	(1 + 1)/3	14,1	12,5
(ПЭТФ + ПЭНП)/ЦСП	(1 + 1)/1	16,9	16,3
	(1 + 1)/3	14,8	15,2

Определение водопоглощения и объемного разбухания по толщине осуществляется погружением испытываемых образцов в вертикальном положении в сосуд с водой. При этом образцы не должны соприкасаться друг с другом, а также с дном и боковыми стенками сосуда. Образцы должны находиться на расстоянии  $20 \pm 2$  мм ниже уровня поверхности воды [6].

Предварительно образцы не позднее чем через 0,5 ч после кондиционирования взвешиваются с погрешностью не более 0,1 г и определяется их толщина.

Выдерживаются образцы при температуре воды  $20 \pm 1$  °С в течение  $24 \pm 0,25$  ч. После выдержки образцы извлекаются из воды и складываются в стопы в горизонтальном положении, прокладывая их листами фильтровальной бумаги для удаления избытка влаги. На стопку образцов накладывается груз массой  $500 \pm 50$  г. Через 30 с груз снимается и удаляется фильтровальная бумага. Образцы не позднее чем через 10 мин после извлечения из воды взвешиваются, и определяется их толщина [6].

Водопоглощение образца  $\Delta\omega$  (%) определяется по формуле:

$$\Delta\omega = ((m_1 - m)/m) \times 100, \%$$

где  $m_1$  – масса образца после выдержки в воде, г;  $m$  – масса образца до выдержки в воде, г.

Результаты испытаний образцов на водопоглощение представлены в табл. 3.



### 3. Результаты испытаний образцов на водопоглощение

Композиционный материал	Соотношение материалов	Водопоглощение испытываемых образцов, %
(ПЭТФ + ПП)/ЦСП	(1 + 1)/1	0,1
	(1 + 1)/3	9,1
(ПЭТФ + ПЭНП)/ЦСП	(1 + 1)/1	0,1
	(1 + 1)/3	4,6

Разбухание по толщине образца  $\Delta h$  (%) определяется по формуле:

$$\Delta h = ((h_1 - h)/h) \times 100, \%$$

где  $h_1$  – толщина образца после выдержки в воде, мм;  $h$  – толщина образца до выдержки в воде, мм.

Результаты вычислений округляются до 0,1% [6].

Результаты испытаний образцов на разбухание по их толщине представлены в табл. 4.

### 4. Результаты испытаний образцов на разбухание по их толщине

Композиционный материал	Соотношение материалов	Разбухание испытываемых образцов по их толщине, %
(ПЭТФ + ПП)/ЦСП	(1 + 1)/1	0,2
	(1 + 1)/3	5,6
(ПЭТФ + ПЭНП)/ЦСП	(1 + 1)/1	0,3
	(1 + 1)/3	5,6

### Список литературы

1. Утилизация и переработка твердых бытовых отходов / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. Г. Однолько и др. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2015. – 188 с.

2. Повышение качества нефтяных битумов путем модификации продуктами переработки изношенных автомобильных шин / П. С. Беляев, О. Г. Маликов, М. В. Забавников, А. Р. Соколов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2003. – Т. 9, № 1. – С. 63 – 69.

3. Валковое оборудование и технология непрерывной переработки отходов пленочных термопластов / И. В. Шашков, А. С. Клинков, П. С. Беляев, М. В. Соколов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 136 с.

4. Модификация нефтяных дорожных битумов полимерными материалами для получения асфальтобетонных покрытий с повышенными эксплуатационными характеристиками / П. С. Беляев, Д. Л. Полушкин, П. В. Макеев, В. А. Фролов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2016. – Т. 22, № 2. – С. 264 – 271.

5. Повышение энергоэффективности процесса модификация битума регенератором резиновой крошки / В. П. Беляев, О. Г. Маликов, С. А. Меркулов и др. // Components of Scientific and Technological Progress. – 2013. – № 1(16). – С. 75 – 77.

6. Беляев, П. С. Разработка технологии получения композита на основе отходов термопласта и ЦСП / П. С. Беляев, О. С. Примеров, А. В. Савин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 367 – 373.

*Кафедра «Материалы и технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 621:004.896**

***В. Ю. Бобылев\****

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗАГОТОВОК ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА ПРИ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКЕ**

Все машины и изделия (двигатели, фильтры поглотители и т.д.) собирают из отдельных деталей, т.е. элементарных частей. Надежность и долговечность машин и изделий зависит от качества деталей, из которых они собраны. Качество деталей в основном определяется заготовкой, которую получают тем или иным способом: литье, сварка, обработка резанием или обработка давлением (ковка, объемная или листовая штамповка).

К заготовкам, независимо от метода и способа их получения, предъявляются следующие требования:

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» М. В. Соколова.

- поверхности, использованные как базовые на первой операции обработки должны быть чистыми без заусенцев и других дефектов, чтобы избежать значительных погрешностей установки при дальнейшей обработке или сборке;

- механические и физические свойства материала заготовки, его химический состав, структура и зернистость должны быть стабильными по всему объему;

- все поверхности заготовки не должны иметь механических повреждений, в противном случае возможен выпуск некачественных деталей;

- геометрические размеры заготовок должны приближаться к геометрическим размерам готовой детали;

- коэффициент использования материала должен быть максимальным, а трудоемкость дальнейшей обработки минимальной, но при этом должно быть обеспечено получение качественной детали (по размерам и шероховатости поверхности) в соответствии с чертежом;

- все внутренние напряжения должны быть сняты за счет применения термообработки [1].

Листовая штамповка – это процесс получения из листового материала (листов, полосы, ленты) изделий, имеющих плоскую или пространственную форму без существенного изменения толщины металла. Она бывает горячей и холодной.

Основными направлениями развития технологии и оборудования для обработки металлов давлением (ОМД) и в частности, листовой штамповки, являются:

- максимальное приближение формы и размеров заготовки к форме и размерам готовой детали (безоблойная штамповка, штамповка в разъемных матрицах);

- повышение качества изделий;

- обработка материала в состоянии сверхпластичности;

- значительная интенсификация скоростей и мощностей оборудования;

- специализация, комплексная механизация и автоматизация технологических процессов и оборудования (высадочные автоматы и конвейерные линии);

- совершенствование вспомогательных процессов.

Все заготовки можно разделить по различным принципам и признакам, а именно: по степени точности, по способу производства, по материалу.

Выбрать заготовку – это, значит, решить следующие вопросы:

- 1) определить оптимальный способ изготовления заготовки;

2) установить размеры, форму и расположение поверхностей заготовки, а также установить расчетную номинальную массу заготовки. Для этого нужно назначить припуски, установить допуски и предельные отклонения размеров заготовки, а также допуски ее формы;

3) провести технико-экономическое обоснование заготовки для данной детали;

4) разработать и оформить графический документ (чертеж) на деталь, на котором должны быть сформулированы технические требования на изготовление заготовки [1].

По степени точности заготовки бывают:

1) грубые КИМ < 0,5;

2) пониженной точности  $0,5 \leq \text{КИМ} < 0,75$ ;

3) точные  $0,75 \leq \text{КИМ} \leq 0,95$ ;

4) повышенной точности, для которых КИМ > 0,95.

КИМ (коэффициент использования металла) – это отношение массы детали ( $M_d$ ) к норме расхода материала  $H_{pm}$ .

$$\text{КИМ} = M_d / H_{pm}$$

Исходя из равенства толщины материала заготовки и получаемой детали при листовой штамповке рациональнее применять не коэффициент использования металла, а коэффициент раскроя  $K_{рас}$ . Его можно представить как отношение площадей детали (без площади отверстий, если они имеются) к площади листа (полосы, ленты), из которого штампуются детали. Математически коэффициент раскроя металла можно представить формулой

$$K_{рас} = S_d / S_l \quad \text{или} \quad K_{рас} = nf / BL,$$

где  $K_{рас}$  – коэффициент раскроя материала;  $S_d$ ,  $S_l$  – площадь детали и листа, соответственно,  $m^2$ ;  $n$  – количество полученных из листа деталей, штук;  $f$  – площадь поверхности контура детали,  $m^2$ ;  $B$  и  $L$  – ширина и длина листа (полосы, ленты),  $m$ .

По виду материала заготовки бывают:

1) металлические, в том числе, из железуглеродистых сплавов (стальные и чугуны), из сплавов цветных металлов (бронзы и латуны, магниевых и титановых сплавов);

2) неметаллические (пластмассовые, резинотехнические);

3) композитные.

Основным материалом для листовой штамповки являются листы, лента и полосы из различных марок стали и алюминия. Оценка качества металла при исследовании его пластичности производится визуаль-

но по состоянию поверхности. При этом проводят испытания ленты, листов и полос толщиной до 4 мм на изгиб, испытания на перегиб, испытания на расплющивание, на растяжение и на сжатие, причем, некоторые технологические пробы, используемые для исследования металлов, стандартизированы.

Основными требованиями, предъявляемыми к материалам, применяемым при изготовлении деталей листовой штамповкой, являются их пригодность к штамповке и последующей эксплуатации. Выявление пригодности материала к той или иной штамповочной операции весьма сложно и требует проведения ряда испытаний.

Дефекты, возникающие в процессе производства, при листовой штамповке можно подразделить на следующие виды:

1. Дефекты по вине рабочего (грязь на рабочем месте, невнимательность).
2. Дефекты, связанные с отступлениями от технологии.
3. Дефекты, связанные с качеством изготовления и ремонта штампов.

4. Дефекты по исходному материалу обуславливаются несоответствием исходного материала техническим требованиям по физико-механическим свойствам (штампуемости), толщине и качеству поверхности. Низкие физико-механические свойства исходного материала являются одной из основных причин, вызывающих трещины и разрывы при глубокой вытяжке и других формоизменяющих операциях. При гибочных работах изменение упругости материала вызывает дефекты изделий по размерам вследствие пружинения и по трещинам в зоне гибки. При формоизменяющих операциях значительные колебания по толщине металла заготовки также часто вызывают отклонение размеров изделия и приводят к разрывам и трещинам материала.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что контроль получения заготовки всегда очень сложная, подчас трудноразрешимая задача. Для того чтобы контролировать поступающий материал на производство заготовок, необходимо осуществлять входной контроль по качеству, а также проводить испытания по данному материалу.

Необходимо использовать более точное оборудование на заготовительных операциях, что позволит уменьшить количество брака на выходе готовых изделий. Проводить внеплановые проверки и тщательный контроль ножей и оправок для порезки материала, что уменьшит возможность появления заусенцев после порезки металла на заготовки.

Вопросы обеспечения качества изделий на стадии технологической подготовки производства, рассмотренные при проектировании системы поддержки принятия решений, выбора режимных и конструктивных параметров изложены в книгах [2, 3].

## Список литературы

1. Килов, А. С. Производство заготовок. Листовая штамповка: Серия учебных пособий из шести книг. Книга 2. Получение заготовок из листового материала и гнутые профили / А. С. Килов, К. А. Килов. – Оренбург : ГОУОГУ, 2004. – 182 с.
2. Концепция создания системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / С. И. Пестрецов, К. А. Алтунин, М. В. Соколов, В. Г. Однолько. – М. : Спектр, 2012. – 212 с.
3. Altunin, K. A. Development of Information Support for Intelligent Cad of Cutting Processes / K. A. Altunin, M. V. Sokolov // Advanced Materials and Technologies. – 2017. – № 2. – С. 67 – 77.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы  
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 669-539.5**

***И. А. Зайцев\****

### **ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЙ НАНОКОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

Возросший интерес получения и исследования новых гибридных полимерных материалов на основе углеродных нанотрубок (УНТ), обоснован наличием у них уникальных свойств, например, высокой электропроводности [1], которая позволяет расширить границы применения нанокompозитов и использовать их в качестве элементов электроники и антистатических покрытий. Методы придания электропроводности полимерным материалам, использующиеся многие годы, основывались на внесении большого количества электропроводящей добавки (доля графита, металла или соединения титана составляла около 60...80% от общей массы композита), что приводило к охрупчиванию материала, тем самым снижая прочностные и эксплуатационные характеристики.

---

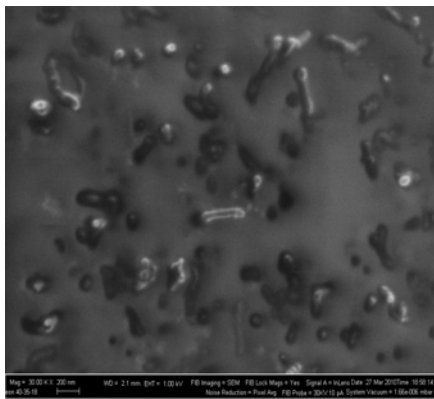
\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. Н. Блохина.



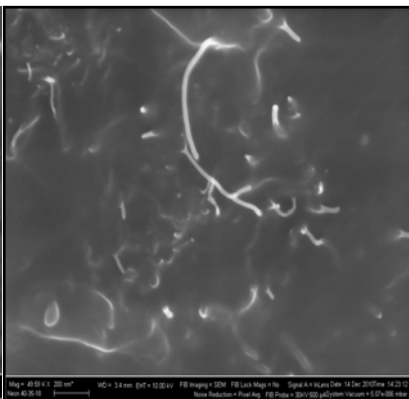
## 1. Характеристики используемых углеродных нанотрубок

Параметры	«Таунит» (УНТг)	«Таунит-М» (УНТм)
Наружный диаметр, нм	20...50	10...30
Внутренний диаметр, нм	10...20	5...15
Длина, $\mu\text{м}$	2 и более	2 и более
Насыпная плотность, $\text{г}/\text{см}^3$	0,3...0,6	0,025...0,06
Удельная поверхность (методом сорбции по азоту), $\text{м}^2/\text{г}$	160 и более	270 и более

УНТ склонны образовывать агломераты, препятствующие их равномерному распределению в матрице и тем самым не позволяющие достичь желаемой эффективности при модификации полимера. Поэтому внесение и распределение наполнителя совмещалось с диспергированием в эпоксидной смоле, которое происходило в зазоре 5  $\mu\text{м}$  со сдвиговым воздействием и с последующей ультразвуковой обработкой. Распределение и локализация УНТг и УНТм в структуре эпоксидной матрицы после деагломерации представлены на рис. 3 и 4.



**Рис. 3. Микроструктура 5% масс. УНТг в эпоксидной смоле, масштаб: 200 nm**



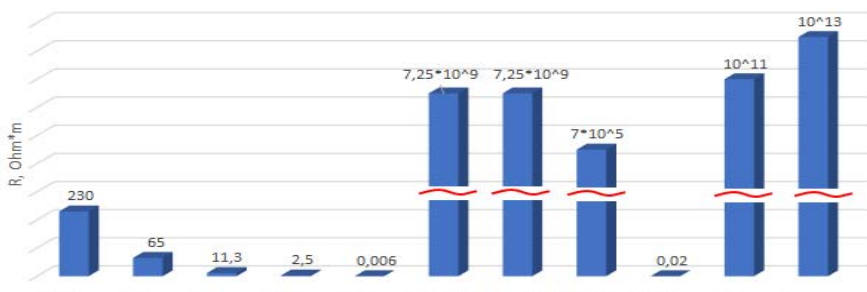
**Рис. 4. Микроструктура 5% масс. УНТм в эпоксидной смоле, масштаб: 200 nm**

Анализ влияния предложенных методик внесения наполнителя на дисперсность частиц осуществлялся методом динамического рассеяния света (рассеяние света на частицах в процессе броуновского дви-



жения) на анализаторе Nicomp 380 ZLS, который позволяет произвести оценку размера частиц дисперсной фазы, который являлся бы истинным, если бы они были сферической формы. Поскольку УНТ и образующие ими агломераты не шарообразны, результаты анализа позволяют оценить только качественное изменение дисперсного состава анализируемых суспензий до и после диспергирования. Исходная дисперсность УНТг и УНТм лежала в области 5...35 мкм, а после распределения и деагломерации предложенным способом – 500 нм.

Для определения удельного электрического сопротивления использовался «Тераомметр Е6-13А». Образцы представляли собой цилиндры диаметром 4 мм и длиной 40 мм. Контакты присоединялись с одинаковым прижимным усилием с торцов образца. Результаты исследования представлены на рис. 5.



**Рис. 5. Зависимость изменения удельного сопротивления от структуры добавки и ее процентного содержания**

Исследования показали, что УНТм обладают лучшей электропроводностью по сравнению с УНТг (рис. 5), предположительно, из-за разной хиральности. Предполагается, что углеродные нанотрубки являются проводниками электричества и образуют перколяционный контур, который выстраивается на границе макромолекул в процессе их полимеризации, что и придает электропроводящие свойства нанокompозиту. В области 2% (масс.) наполнения УНТм, предположительно, образуется устойчивый перколяционный контур.

Из проведенного исследования, следует, что для придания электропроводности композиционным материалам рекомендуется использовать УНТм. Максимальный процент добавки лимитируется падением вязкости мономера. В исследованных диапазонах влияния концентраций на электросопротивление зависимость носит прогнозируемый характер, что может служить правилом для определения процента добавки под требования электропроводности создаваемому материалу.

## Список литературы

1. Encapsulated Nanowires: Boosting Electronic Transport in Carbon Nanotubes / A. Vasylenko, J. Wynn, V. C. Medeiros, A. J. Morris, J. Sloan, and D. Quigley // Physical Review B. – 2016. – No. 95. – P. 97 – 104.
2. Thostenson, E. T. Advances in the Science and Technology of Carbon Nanotubes and their Composites: A review / E. T. Thostenson, Z. Ren and Chou T. W. // Composites Science and Technology. – 2001. – No. 61. – P. 1899 – 1912.
3. ООО «Нанотехцентр» : [сайт]. – URL: <http://nanotc.ru>
4. Non-linear Electrical Conductivity of Carbon Nanotubes/WS2 Nanotubes (Nanoparticles) Hybrid Films / V. K. Ksenevich, N. I. Gorbachuk, H. Viet, M. V. Shuba, A. G. Paddubskaya and A. D. Wieck // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2017. – No. 4. – P. 360 – 367.

*Кафедра «Техника и технологии производства  
нанопродуктов» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 004.02**

*С. А. Кокорев\**

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ИЗ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

В работе рассмотрены вопросы модернизации технологического процесса и оборудования в сахарном производстве, обеспечивающей повышение эффективности его функционирования. В сахарном производстве применяется большое количество устаревшего оборудования, которое не способно обеспечивать должную производительность и качество изготавливаемой продукции. Применительно к предприятию существует проблема на станции фильтрации суспензии: существующие вакуум-фильтры не способны поддерживать должную производительность, потери сахара, чистоту фильтрата, имеют высокую стоимость обслуживания, обладают низким КПД и не соответствуют современным экологическим стандартам. Все вышеперечисленные факторы говорят о необходимости модернизации данного оборудования [1 – 4]. В данной работе рассмотрена замена дисковых вакуум-фильтров на пресскамерные с целью повышения эффективности работы станции фильтрации суспензии сока.

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра. техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. А. Немтинова.

Описание объекта исследования. Фильтрацией называется процесс отделения осадка от жидкости путем пропускания жидкости через фильтровальную ткань, задерживающую осадок.

Цель станции: фильтрование суспензии сока 1 сатурации, при необходимости фильтрование сока 1 сатурации.

Работа на всех типах фильтров должна быть организована так, чтобы фильтрат получался прозрачный, без мути, при минимально допустимых потерях сахара в фильтрационном осадке.

Характеристика сырья и вспомогательных материалов:

- суспензия сока 1 сатурации, плотностью 1,14...1,20%, рН 10,4...11,4;

- $T = 85...90$  °С;

- аммиачный конденсат для промывки осадка  $t = 80...85$  °С.

Для фильтрации суспензии сока сатурации на производстве установлены вакуум-фильтры ДФМ-63.

Для обезвоживания суспензии сока сатурации используется вакуумное фильтрование, состоящее из двух основных операций: образования (набор) осадка и сушки. Кроме того, производится разгрузка осадка (отдувка).

Образование осадка может происходить под действием только силы вакуума или при взаимодействии ее с силой тяжести. В первом случае сила вакуума направлена перпендикулярно к силе тяжести (дисковые вакуум-фильтры) или в противоположную сторону (барабанные вакуум-фильтры с наружной фильтрующей поверхностью), а во втором случае обе силы направлены в одну сторону (ленточные, план-фильтры, барабанные фильтры с внутренней фильтрующей поверхностью).

Наибольшее применение при обезвоживании суспензии сока сатурации получили дисковые вакуум-фильтры.

Основное преимущество их состоит в развитой поверхности фильтрования при небольшой занимаемой площади. Обычно дисковые вакуум-фильтры применяют при фильтровании пульп, скорость осаждения твердых частиц которых не превышает 18 мм/с. Вакуум-фильтр состоит из ванны, ячеекового вала, дисков, распределительной головки, качающейся рамной мешалки, привода дисков, привода мешалки. Сжатый воздух поступает в сектора по каналам ячеекового вала при совмещении соответствующего канала с камерой отдувки распределительной головки.

Пресс камерный фильтр Putch 250-13. Камерно-мембранный горизонтальный фильтр-Putch 250-13 относится к механизированным

фильтрам периодического действия. Фильтр-пресс представляет собой пакет фильтрованных плит, расположенных вертикально между неподвижной упорной и подвижной нажимной плитой. Плиты прямоугольной формы имеют углубления, образующую фильтровальную камеру, ограниченную двумя соседними плитами. Фильтровальная камера соседних плит ограничена по периметру гладкой поверхностью, через которую две соседние плиты прижимаются одна к другой. Между привалочными поверхностями соседних плит зажаты края фильтровальных салфеток, герметизирующие фильтровальную камеру. По углам привалочной поверхности сделаны сквозные отверстия, образующие при зажатом пакете плит коллектора, через которые отводится фильтрат и воздух после просушки осадка, а также подается промывочная вода и воздух просушки. Отверстия коллекторов на одной стороне плиты через специальные каналы сообщаются с поверхностью фильтровальной плиты, имеющей рифленую структуру, к которой прилегает фильтровальная ткань. В центре плиты сделано сквозное отверстие, через которое в фильтровальную камеру подается суспензия. На камерно-мембранный фильтр-пресс устанавливаются плиты двух типов – камерные и мембранные. Мембранные плиты отличаются от камерных тем, что на поверхности плиты находятся гибкие мембраны, отжимаемые сжатым воздухом или водой под давлением, что позволяет сформировать осадок и обеспечить промывку и просушку осадка. В передней стойке фильтра установлен гидравлический механизм зажима, воздействующий на подвижную нажимную плиту, которой зажимается пакет плит. Нажимная плита имеет штуцер, через который осуществляется продувка сжатым воздухом коллектора подачи суспензии. Пакет плит при зажиме упирается в нажимную неподвижную плиту, одновременно являющуюся задней стойкой фильтра. В нажимной плите имеются отверстия, совпадающие с отверстиями в фильтровальных плитах. К ним привариваются штуцера, оканчивающиеся фланцами. К штуцерам подсоединяется блок клапанов (запорной арматуры), через который в фильтр подается суспензия, промывочная жидкость, сжатый воздух для просушки осадка и выводится фильтрат. На верхней несущей балке крепится механизм перемещения плит и с помощью специальных кронштейнов подвешиваются сами плиты. Под пакетом плит устанавливается открывающийся поддон для сбора протечек и воды при мойке ткани. Жидкость собирается в специальном корыте, устанавливаемом со стороны нижнего края поддона. Во время мойки ткани жидкость из корыта отводится в канализацию и в сборник нефильтованного сока при протечках.

Система автоматического управления фильтр-прессом обеспечивает работу в автоматическом режиме без вмешательства обслуживающего персонала. Система позволяет при необходимости управлять фильтром в ручном режиме, а также изменять настройки и технологические режимы. В систему управления фильтром включаются также вспомогательные механизмы и приводы (насосы, конвейеры и т.д.).

Описание работы фильтра: рабочий цикл камерно-мембранного фильтр-пресса состоит из следующих операций: зажим пакета плит; фильтрование; отжим осадка; промывка осадка; просушка осадка; продувка коллекторов; разжим пакета плит; выгрузка осадка.

Все операции осуществляются в автоматическом режиме без вмешательства обслуживающего персонала. Предусмотрена вспомогательная операция: промывка фильтровальной ткани водой высокого давления. Эта операция предназначена для быстрого восстановления работоспособности салфеток.

**Выводы.** Замена старых фильтров на новые снизит электропотребление, затраты чел/час, как на обслуживание так и на производственный период. Так же к преимуществам данных фильтр-прессов относятся:

- полная автоматизация процесса фильтрования на базе программируемого логического контроллера;
- простота в эксплуатации и обслуживании;
- полная автоматизация запорной арматуры (пневмопривод);
- механизированное автоматическое моеющее устройство для регенерации фильтровальных салфеток размещено непосредственно на фильтре;
- эффективное разгрузочное устройство перемещения плит во время выгрузки осадка, разгрузка фильтра сокращена до 10 минут;
- возможность регулирования скорости перемещения плит частотным преобразователем;
- дополнительно фильтр-прессы могут комплектоваться фотоэлектронной системой безопасности;
- электроника и автоматика Siemens, Omron, Schnieder Electric, Emerson и др.;
- цены ниже чем у европейских аналогов;
- фильтровальное оборудование изготавливается в строгом соответствии с российскими стандартами.

## Список литературы

1. Немтинов, В. А. Оценка эффективности инвестиционной политики на машиностроительном производстве / В. А. Немтинов, Ж. Е. Зимнухова, Ю. В. Немтинова // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2003. – № 4. – С. 23 – 28.
2. Немтинов, К. В. Технология автоматизированного синтеза сложных технологических комплексов / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, В. А. Немтинов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2014. – № 1(153). – С. 75 – 83.
3. Немтинов, В. А. Автоматизированное проектирование технологических процессов производства изделий машиностроения с учетом оценки фактора профессионального риска для обслуживающего персонала / В. А. Немтинов, Ж. Е. Зимнухова // Вестник машиностроения. – 2010. – № 12. – С. 73 – 77.
4. Мокрозуб, В. Г. О подходе к интеллектуализации информационной поддержки принятия решений при конструировании химического оборудования / В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2015. – № 7. – С. 31 – 34.

*Кафедра «КИСМ» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 621:004.896**

*Е. В. Кузина\**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ КОПИРОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ**

Главной задачей современного машиностроения является повышение точности и производительности обработки плоских и объемных деталей со сложным контуром (с одновременным управлением по одной, двум или трем координатам). Для их обработки применяют копировальные станки и станки с программным управлением.

Копировальный станок служит для получения на деталях криволинейных или плоских поверхностей. Они ранее работали только по копиру, позднее внедрены в производство станки цифрового копирования, работающие по программе, которая задается через компьютер.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. Х. Фидарова.

Копировальное устройство является главным узлом копировального станка. Наиболее распространенными являются устройства с механическим, гидравлическим и электрическим управлением. Копиры определяют траекторию движения режущего инструмента и соответствуют профилю обрабатываемой поверхности.

Копирование подразделяют на системы прямого и непрямого действия. При первой системе контакт копировального ролика (пальца) и копира обеспечивается силой тяжести груза, силой гидравлического давления или силой сжатия пружины. В системах непрямого действия ролик соприкасается с копиром под действием незначительной силы, измеряемой долями ньютона. Копировальный ролик является промежуточным подвижным элементом, незначительные перемещения которого по команде передаются в специальные усилительные устройства, выходные элементы которых воздействуют на исполнительные механизмы и перемещают режущий инструмент и(или) обрабатываемую заготовку.

Станки с ЧПУ (числовым программным управлением) – это высокотехнологичное оборудование, в котором приводы управляются по определенной программе (автоматически).

Использование электромагнитных муфт для управления перемещения суппорта токарного станка позволяет наиболее быстро и гибко, не нарушая сложившейся компоновки универсального станка, автоматизировать циклы работы этих станков по программе, задаваемой любыми способами: опорами, копирами.

Задача повышения точности копирования на станках с электромагнитными муфтами в следящем приводе является весьма актуальной. Так как станки с электромагнитными муфтами обладают рядом достоинств, по сравнению с другими, что даст возможность использовать эти станки как в качестве копировальных, так в качестве универсальных, т.е. расширение технологических возможностей токарного станка [1].

Достоинства:

- простота конструкции и системы управления;
- надежность в работе;
- точность обработки;
- повышение производительности труда;
- расширение технологических возможностей;
- возможность дистанционного управления;
- удобство настройки в автоматические линии;
- относительно невысокая стоимость.

На точность копирования оказывает влияние множество факторов:

1. Неточность изготовления и сборки перемещающихся узлов и деталей.
2. Упругие деформации системы СПИД.
3. Ошибка следящей системы.
4. Тепловые деформации.
5. Вибрации при резании.
6. Несоответствие копирующего пальца и инструмента и неточность установки копира и детали.

В свою очередь погрешности следящей системы вызывают следующие факторы.

1. Запаздывания в системе при отработке управляющих команд датчика, которые вызваны параметрами механической части привода и характеристики ЭМ.
2. Зона нечувствительности датчика.

С увеличением жесткости кинематической цепи погрешность копирования уменьшается. Но увеличить ее затруднительно из-за большего количества элементов кинематической цепи.

С целью устранения влияния люфтов при перемене направления следящей подачи предлагается вариант следящего привода с электромагнитными порошковыми муфтами. Электромагнитная порошковая муфта представляет собой разновидность фрикционной, синхронной и асинхронной электромагнитных муфт, но в отличие от них заполняется смесью ферромагнитного порошка со смазывающим веществом, причем основной составляющей является карбонильное железо.

Фрикционная муфта осуществляет только жесткое соединение валов двигателя и рабочего механизма. При этом скорости вращения ведущей и ведомой частей муфты одинаковы, а регулирование скорости практически исключено. Синхронная муфта позволяет получать электромагнитную связь ведущего и ведомого валов, при этом обе части муфты могут вращаться только синхронно, регулирование скорости совершенно исключено. Асинхронная муфта обеспечивает электромагнитную связь валов и может работать только при наличии скольжения между полумуфтами. Синхронное вращение валов исключено.

Электромагнитные порошковые муфты сочетают в себе положительные свойства всех перечисленных муфт, позволяют осуществлять или жесткое соединение валов, или скольжение между полумуфтами, обеспечивая как синхронное вращение, так и возможность регулирования скорости [2].



Одним из эффективных средств автоматизации токарных станков является применение следящего привода для работы по копиру. Наряду с электрогидроприводом и аналоговыми электрическими следящими системами, находит применение также привод с быстродействующими электромагнитными муфтами. Преимущество этого привода заключается в простоте схемного решения, надежности, удобстве настройки. Привод с электромагнитными порошковыми муфтами состоит из приводного двигателя и нескольких (обычно двух), кинематически связанных одна с другой и с двигателем, порошковых муфт. Приводной двигатель является источником механической энергии, в качестве которого может быть использован двигатель любого типа: электрический двигатель постоянного и переменного тока, гидро- или пневмодвигатель и т.п. Электромагнитные порошковые муфты выполняют роль управляющих элементов, регулирующих передачу механической энергии от приводного двигателя к нагрузке.

Для электромеханических приводов величина максимального ускорения не превышает 10 000...20 000 рад/с. Привод с порошковыми муфтами, максимальный передаваемый момент которых равен моменту короткого замыкания электрического двигателя, обеспечивает ускорения 100 000...200 000 рад/с. Из сопоставления только этих цифр следует, что привод с электромагнитными порошковыми муфтами может быть использован для создания высококачественных систем автоматического управления [3].

Помимо высоких значений ускорений, развиваемых приводом на порошковых муфтах, этот привод имеет и ряд других преимуществ по сравнению с исполнительными устройствами других типов, основные из которых следующие: малая мощность (порядка одного ватта), потребная для управления приводом; малая инерционность; линейная зависимость передаваемого муфтами момента от тока управления; относительная простота и надежность конструкции муфт, а отсюда долговечность привода.

Одной из важных характеристик, определяющей динамические характеристики привода на муфтах, является зависимость передаваемого блоком муфт момента от относительной скорости вращения ведомой и ведущей частей муфт. Аналитически найти эту зависимость не представляется возможным, однако она может быть определена экспериментально. Момент, передаваемый муфтой или блоком муфт, не зависит от скорости вращения ведомой части муфты относительно ведущей.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что для получения более точной копировальной обработки необходимо исследовать процесс копирования, устранить влияние люфтов на обработку, запаздывания в муфте, жесткость привода, произвести изменения в станке.

Использование данных изменений позволит снизить трудоемкость обработки и повысить точность станка. Его можно будет эффективно использовать как в серийном, так и в массовом производстве.

### Список литературы

1. Монахов, Г. А. Электрическая следящая система с автоматическим регулированием направления результирующей подачи / Г. А. Монахов, С. С. Черников // Станки и инструменты. – 1964. – № 4.
2. Фидаров, В. Х. Электромагнитные муфты в следящем приводе станков. В кн. «Электромагнитные устройства в станкостроении» / В. Х. Фидаров. – М. : Машиностроение, 1970.
3. Ванин, В. А. Моделирование динамических характеристик приводов металлорежущих станков / В. А. Ванин. – Тамбов : ТГТУ, 1995. – 40 с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы  
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 661.183**

***Д. А. Курносков, Е. А. Нескоромная, А. В. Бабкин,  
Э. С. Мкртчян, А. Е. Бураков\****

### **КОМПОЗИЦИОННЫЙ АЭРОГЕЛЬ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА, ДЛЯ ЖИДКОФАЗНОЙ СОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛЛЮТАНТОВ**

Загрязнение окружающей среды промышленными предприятиями достигло угрожающего уровня. Сточные воды являются одним из основных источников экологических проблем. Существует множество

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» И. В. Бураковой.

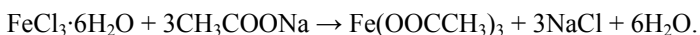
методов очистки водных сред от загрязнителей, однако наиболее эффективным является процесс сорбции. Наряду с традиционными сорбентами (активированный уголь, глина) широкую известность получили и наносорбенты: углеродные нанотрубки (УНТ) и графены.

Одним из возможных способов улучшения сорбционных характеристик поглотителей является модифицирование их поверхности веществами различной химической природы. Так, частицы оксидов и гидроксидов железа обладают способностью извлекать органические загрязнители.

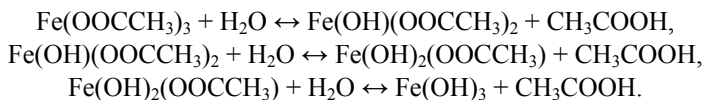
Вместе с тем, гидротермальные и сверхкритические методы обработки материалов, направленные на получение аэрогелей, позволяют получить каркасные наноструктуры с высокими показателями удельной поверхности.

Авторами разработана методика синтеза аэрогеля на основе графена, модифицированного наночастицами оксидов железа, являющегося высокоэффективным сорбционным материалом для удаления органических поллютантов из водных растворов.

Первым этапом синтеза модифицированного аэрогеля является получение графенового гидрогеля. Для этого суспензию оксида графена (ОГ) подвергают ультразвуковой обработке, а затем смешивают с раствором ацетата железа ( $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ), который получают в результате химического взаимодействия хлорида железа (III) 6-водного ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и ацетата натрия ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) в водной среде [1].



Далее следует трехступенчатый процесс гидролиза ацетата железа в воде с образованием уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).



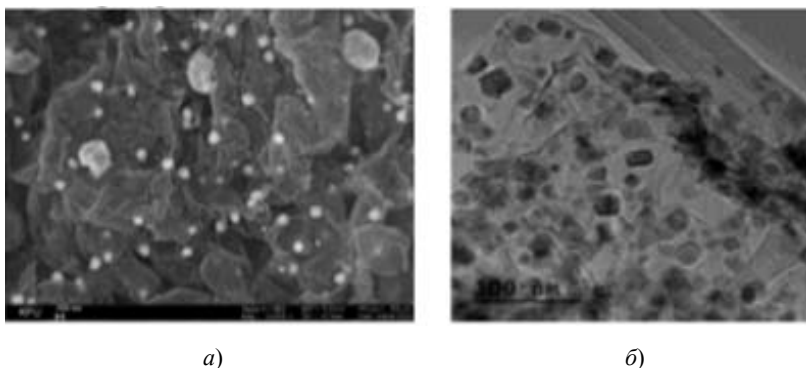
Образовавшийся густой гель перемешивают при постоянном нагреве, образовавшуюся в процессе реакции уксусную кислоту ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) нейтрализуют едким натром ( $\text{NaOH}$ ), а оксид графена восстанавливают до графена аскорбиновой кислотой ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ). В итоге, получают гидрогель графена, модифицированный гидроксидом железа.

Вторым этапом синтеза является замещение воды в структуре гидрогеля изопропиловым спиртом. Для этого в стакан помещают кар-

бонат калия ( $K_2CO_3$ ), заливают изопропиловым спиртом и опускают образец получаемого материала в стакан. В результате взаимодействия карбоната калия и воды образуется устойчивый гидрат [2], а пористое пространство образца гидрогеля заполняется изопропиловым спиртом и образуется алкоголь.

Заключительный этап синтеза аэрогеля заключается в сверхкритической обработке полученного алкоголя. Для этого алкогольный материал помещают в реактор высокого давления, заливают изопропиловым спиртом и создают в реакционной зоне условия для перехода изопропанола в сверхкритический флюид (для изопропилового спирта температура  $\geq 235,3$  °С и давление  $\geq 4,76$  МПа) [3]. После достижения необходимых сверхкритических условий, материал выдерживают в течение определенного времени (4...8 часов). В итоге получают графеновый аэрогель, модифицированный наночастицами оксидов железа.

На рисунке 1 представлены изображения полученного графенового аэрогеля, модифицированного наночастицами оксидов железа.



**Рис. 1. Изображения полученного графенового аэрогеля, модифицированного наночастицами оксидов железа:**  
а – СЭМ; б – ПЭМ изображение полученного графенового аэрогеля

Сорбционную эффективность синтезированного графенового аэрогеля проверяли в процессах извлечения из водных растворов органических красителей: метиленового синего (МС) и метилового оранжевого (МО). Для этого наводили буферные растворы МС и МО ( $pH = 2$ ) [4] с начальными концентрациями 1500 и 150 мг/л соответственно.

Для определения кинетических параметров адсорбции через ячейку с навеской аэрогеля  $m = 0,01$  г пропускали раствор МО и МС. Через определенные промежутки времени (3 мин) измерялась оптическая плотность раствора с помощью спектрофотометра ПЭ-5400В при длине волны  $\lambda = 439$  нм (МО) и 835 нм (МС), которая затем пересчитывалась по градуировочному уравнению в значения концентрации.

На рисунках 2, 3 представлены кинетические кривые адсорбции МС и МО исследуемым материалом.

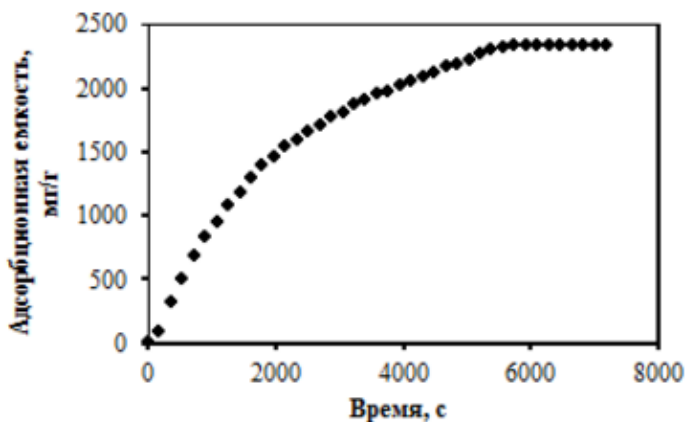


Рис. 2. Кинетическая кривая сорбции молекул МС

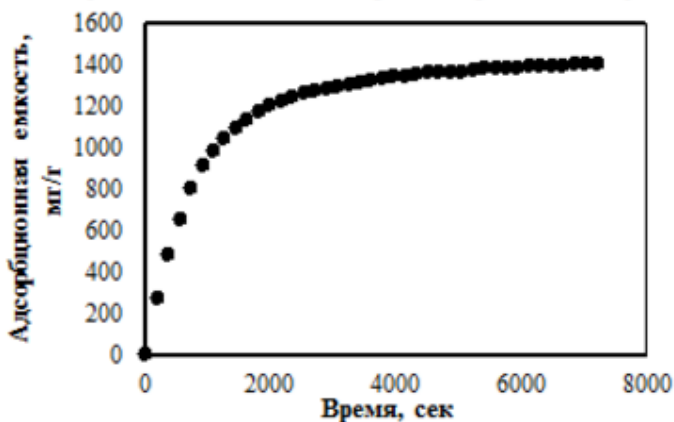


Рис. 3. Кинетическая кривая сорбции молекул МО

Адсорбционную емкость поглотителя оценивали по формуле, (мг/г):

$$A = (C_n - C_p)Vt,$$

где  $V$  – объем раствора индикатора, л;  $t$  – масса сорбента, г;  $C_n$  – концентрация исходного раствора МО, мг/л;  $C_p$  – равновесная концентрация, мг/л.

В рамках представленного исследования разработана методика синтеза композиционного аэрогеля на основе графена, модифицированного наночастицами оксидов железа. С помощью аналитических методов характеризации физико-химических свойств материала (СЭМ, ПЭМ) установлено, что наночастицы железа равномерно распределены по поверхности графеновых слоев, а их средний размер составляет 10...20 нм.

Анализируя кинетические зависимости, полученные в ходе адсорбционных исследований материала, можно отметить, что полученный композиционный аэрогель является высокоэффективным сорбентом, который можно использовать для тонкой очистки водных растворов от органических поллютантов. Установлено, что адсорбционная емкость при извлечении молекул МС составляет ~2300 мг/г при начальной концентрации 1500 мг/л; для молекул МО ~1400 мг/г при начальной концентрации 150 мг/л.

### Список литературы

1. Некрасов, В. В. Руководство к малому практикуму по органической химии / В. В. Некрасов. – М. : Химия, 1964. – 384 с.
2. Гордон, А. Спутник химика. Физико-химические свойства, методика, библиография / А. Гордон, Р. Форд. ; пер. с англ. Е. Л. Розенберга, С. И. Коппель. – М. : Мир, 1976. – 541 с.
3. Буслаева, Е. Ю. Сверхкритический изопропанол как реагент в органической, металлоорганической, неорганической химии и нанотехнологии / Е. Ю. Буслаева // РЭНСИТ. – 2012. – Т. 4, № 2. – С. 38 – 49.
4. Рабинович, В. А. Краткий химический справочник / В. А. Рабинович, З. Я. Хавин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1991. – 432 с.

*Кафедра «Техника и технологии производства  
нанопродуктов» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*С. А. Никишин\**

## **КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ**

В работе рассмотрены вопросы конструкторской разработки фронтального погрузчика для проведения агротехнических работ, обеспечивающего повышение качества и сокращения сроков их выполнения.

Анализ научных публикаций [1 – 4] показал, что каждый производитель изготавливает технику для определенного вида деятельности. А в крестьянско-фермерском хозяйстве один трактор должен выполнять много видов работ: пахать, сеять, косить, ворошить, скирдовать сено, перевозить грузы, грузить продукцию и отходы жизнедеятельности.

Для возможности выполнения всех этих операций было принято решение по изготовлению фронтального погрузчика с быстросъемными агрегатами. Основным критерием было изготовление быстросъемного агрегата, который мог бы отсоединить механизатор без посторонней помощи. Еще одним из важных аспектов является длина стрелы, она позволяет выполнять погрузку на большую высоту и загружать прицеп с одного борта без переездов.

Важным элементом данной конструкции являются дополнительные агрегаты, которые можно без усилий установить на погрузчик, для выполнения других видов деятельности. Это ковш, роторная косилка, вилы для тюков, стрела с крюком для поднятия грузов, люлька для поднятия человека и вилки для погрузки паллетов.

Новые технологические решения производства фронтального погрузчика были воплощены на станках с программным управлением (ПУ), основные элементы кронштейнов крепления были нарезаны на станке гидроабразивной резки, а элементы стрелы нарезаны на станке лазерной резки. Также применялись токарные станки и гибочный станок с ПУ.

Для удобства сборки и транспортировки было принято решение изготовить данный погрузчик разборным, он состоит из нескольких основных элементов, что позволяет выполнять сборку двум специалистам без видимых усилий.

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» В. А. Немтинова.

На рисунках 1 и 2 показаны результаты изготовления элементов погрузчика.



**Рис. 1. Фотография кронштейна фронтального погрузчика**



**Рис. 2. Фотография стрелы фронтального погрузчика**



Все элементы и механизмы сварены полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа. После изготовления всех элементов была произведена их покраска. Сборка производилась в два этапа: сначала монтаж кронштейнов и распорок, затем установка стрелы и подключение гидравлики.

На рисунке 3 показан фронтальный погрузчик, установленный на МТЗ-82.

После полной сборки были проведены испытания погрузчика, которые подтвердили высокое качество выполняемых агротехнических работ.



**Рис. 3. Фотография фронтального погрузчика, установленного на МТЗ-82**

В результате выполненных исследований были сделаны следующие выводы:

- 1) осуществлен анализ информационных источников по способам производства навесных фронтальных погрузчиков для колесных тракторов;
- 2) проведена оценка основных показателей и характеристик желаемого оборудования;
- 3) выполнена конструкторская разработка и изготовление опытного образца фронтального погрузчика для трактора МТЗ-82.

4) результаты проведенных испытаний опытного образца фронтального погрузчика установленного на МТЗ-82 показали высокое качество проведения агротехнических работ.

### Список литературы

1. Немтинов, В. А. Оценка эффективности инвестиционной политики на машиностроительном производстве / В. А. Немтинов, Ж. Е. Зимнухова, Ю. В. Немтинова // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2003. – № 4. – С. 23 – 28.

2. Немтинов, К. В. Технология автоматизированного синтеза сложных технологических комплексов / К. В. Немтинов, А. К. Ерусланов, В. А. Немтинов // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2014. – № 1(153). – С. 75 – 83.

3. Немтинов, В. А. Автоматизированное проектирование технологических процессов производства изделий машиностроения с учетом оценки фактора профессионального риска для обслуживающего персонала / В. А. Немтинов, Ж. Е. Зимнухова // Вестник машиностроения. – 2010. – № 12. – С. 73 – 77.

4. Мокрозуб, В. Г. О подходе к интеллектуализации информационной поддержки принятия решений при конструировании химического оборудования / В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2015. – № 7. – С. 31 – 34.

*Кафедра «КИСМ» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 004.02**

*Н. С. Пьяных\**

### **ТРАССИРОВКА ГАЗОПРОВОДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

В работе рассмотрены вопросы трассировки газопровода низкого давления на территории муниципальных образований.

Территория муниципальных образований представляют собой сложный комплекс взаимосвязанных объектов различного назначения. Выбор оптимальных объемно-планировочных решений по размещению объектов муниципальных образований в настоящее время невозможен

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. А. Немтинова.

традиционными ручными методами. Повышение качества проектных работ с одновременным сокращением сроков проектирования возможно только на основе широкого использования в процессе поиска оптимальных проектных решений современной вычислительной техники, что в свою очередь, невозможно без разработки аналитических моделей, методов и процедур решения соответствующих задач [1 – 3].

Одной из подзадач, решаемых при проектировании генерального плана территории муниципального образования, является задача трассировки сетей инженерных коммуникаций [4].

Задача формирования генерального плана территории муниципальных образований относится к классу комбинаторных задач.

При формировании генерального плана особый интерес представляет трассировка всех инженерных и транспортных коммуникаций и, в первую очередь, построение связывающих сетей однородных коммуникаций (деревьев Штейнера).

Как показали экспериментальные исследования, приведенные при использовании метода, основанного на предварительном формировании сетей магистралей, порядок трассировки отдельных коммуникаций или их сетей практически не влияет на качество конечного результата. Однако для облегчения проведения трасс с использованием выше-названного метода установим следующий порядок трассировки коммуникаций. В первую очередь трассировке подлежат отдельные коммуникации, имеющие наименьшие санитарно-технические разрывы с объектами и число уровней прокладки, так как коммуникации, имеющие большее число уровней легче трассировать в случае пересечения с другими трассами на основном уровне. При равных условиях порядок трассировки определяется исходя из общего эвристического правила Айкерса: коммуникации трассируются в порядке приоритетных номеров, который равен числу «истоков» или «стоков» в прямоугольнике, в рамках которого проходят оптимальные трассы. Обычно короткие фрагменты коммуникаций трассируются первыми, далее трассируются окружающие их коммуникации. После прокладки одиночных коммуникаций осуществляется трассировка коммуникаций, для которых возможна совместная прокладка в одном канале (эстакаде). Под сетью будем понимать некоторое число коммуникаций, имеющих одинаковый уровень проведения трассы, соизмеримые санитарно-технические разрывы с объектами и сравнительно малые разрывы между собой. Последовательность укладки коммуникаций в канале (эстакаде) определяется из размеров охватывающего прямоугольника. Ширина каждого ортогонального фрагмента сети определяется после проведения всех коммуникаций с учетом зон обслуживания.



## Список литературы

1. Зайцев, И. Д. Теория и методы автоматизированного проектирования химических производств / И. Д. Зайцев. – К. : Наукова думка, 1981.
2. Минаков, И. П. Использование ЭВМ при проектировании генеральных планов и объемно-планировочных решений / И. П. Минаков, И. И. Рафалович, В. С. Тимошук. – Л. : Наука, 1982.
3. СНИП 42 01–2002 Газораспределительные системы – Введ. 2003-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2003.
4. Немтинов, В. А. Об оценке эффективности инвестиционной деятельности при размещении химических производств / В. А. Немтинов, Ю. В. Немтинова // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2002. – Т. 8, № 2. – С. 375 – 382.
5. Пахомов, П. И. Технология поддержки принятия решений по управлению инженерными коммуникациями / П. И. Пахомов, В. А. Немтинов. – М., 2009. – 123 с.

*Кафедра «КИСМ» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 004.896**

*А. И. Сутормин\**

### **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЭТАПЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ И ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТА**

Рассмотрим возможность повышения качества деталей посредством внесения корректировок в управляющие программы на технологическом этапе программирования обработки.

Технологический этап программирования обработки детали или заготовки на станке с числовым программным управлением (ЧПУ) зачастую состоит из нескольких операций. Каждая операция программного кода – часть технологического процесса, содержащая одну или несколько установок. Установка, в свою очередь, состоит из переходов – частей операции, которые характеризуются неизменностью обрабатываемой поверхности, режущего инструмента и режима рабо-

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» М. В. Соколова.

ты станка. Траекторией инструмента при этом называют путь, проходимый центром инструмента [1] при его относительном перемещении. Выбор режимов резания имеет очень важное значение для повышения качества управляющих программ, а, следовательно, эффективности производства в целом. До 50% всех ошибок при обработке составляют ошибки, связанные с неправильным назначением режимов резания. Оптимизация режимов резания расчетным путем представляет собой сложную задачу из-за невысокой точности экспериментальных зависимостей, случайными отклонениями режущей способности, сложностью корректировки в процессе работы станка с ЧПУ.

**Предлагаемые методы решения.** Параметры режимов резания существенно влияют на стойкость режущих инструментов. Повышение численных значений режимов резания и, в особенности, скорости резания снижает стойкость инструмента. Режимы резания при разработке программного кода должны быть составлены на основании выбора максимально возможного значения глубины резания, максимальной возможной подачи, скорости резания, обеспечивающей оптимальную стойкость инструмента.

Выбор скорости резания и подачи при точении зависит от типа станка, инструмента, пластин и обрабатываемого материала.

Ограничением при выборе глубины резания является установленная в программе величина припуска на обработку, а при выборе подачи – величина шероховатости обработанной поверхности и величина силы резания [2]. Сила резания в свою очередь влияет на точность обработки, прочность системы перемещения инструмента, виброустойчивость инструмента.

**Применение дополнительных параметров при разработке программного кода для повышения эффективности обработки.** Для устранения ошибок и недостатков программирования иногда достаточно воспользоваться устройствами коррекции, которыми снабжен станок. Однако существенным улучшением и повышением эффективности обработки будет получение большей точности внесением соответствующих изменений в программный код управляющей программы. В программу необходимо занести коррекцию траектории, которая компенсирует износ и обеспечивает получение требуемой точности.

**Выбор инструмента.** Выбор режущего инструмента для токарной обработки зависит от поверхностей, образующих контур заданной детали. Для обработки основных наружных цилиндрических, конических и торцевых поверхностей в большинстве случаев используют проходные черновые и чистовые (контурные) резцы. В зависимости от направления подачи проходные резцы подразделяются на правые и левые.

Для обработки внутренних основных поверхностей используют центровочные и спиральные сверла, а также расточные резцы: черновые и чистовые (контурные). Размеры расточного инструмента устанавливаются в соответствии с диаметром и длиной внутренних поверхностей деталей, обрабатываемых в патроне. Рассверливать целесообразно уступы, которые по величине больше, чем два прохода, расточным резцом. Зенкеры и развертки для обработки отверстий на токарных станках применять не рекомендуется. Они рентабельны лишь при обработке больших партий деталей или отверстий малого диаметра [3].

Для обработки дополнительных поверхностей используют прорезные резцы (наружные, внутренние и торцевые), внутренние и наружные – для угловых канавок, а также резьбовые наружные и внутренние – для метрических и дюймовых резьб.

При выборе параметров резцов следует обратить внимание на материал режущей части, углы в плане, передний угол, задний угол, радиус вершины резца.

Материал режущей части инструмента выбирают в зависимости от стадии обработки, глубины резания и обрабатываемого материала.

Выбор главного и вспомогательного углов в плане зависит от типа обработки. При черновой обработке необходимо применять резцы с главным углом в плане 30...45°, а при чистовой и отделочной – использовать резцы с углами в плане близкими к 90°. При указанных параметрах углов при черновой обработке меньше нагрузка на механизм привода подачи от сил резания, а на чистовой – радиальная составляющая силы резания минимальна.

Вспомогательный угол в плане и радиус вершины резца оказывают влияние на шероховатость обработанных поверхностей: чем меньше вспомогательный угол в плане и чем больше радиус вершины резца, тем меньше шероховатость. Однако при этом снижается виброустойчивость технологической системы.

Передний и задний углы определяют прочность режущей части резца. Для черновой обработки целесообразно применять резцы с малыми (или отрицательными) передними углами, а для чистовой – с большими значениями этих углов.

Резцы выполняются правыми и левыми. Использование того или иного резца зависит от направления рабочей подачи, конструктивного положения револьверной головки (за или перед осью центров), а также от следующих соображений: правый инструмент располагается в револьверной головке, находящейся перед осью центров, передней поверхностью вверх, что приводит к разлету стружки из зоны резания; левый инструмент устанавливается передней пластиной вниз. Это приводит к надежному падению стружки в стружкосборник станка.

После выбора инструмента необходимо его распределить по револьверной головке, обеспечив равномерную нагрузку. Расположение осевого и радиального инструментов должно быть таким, чтобы исключались столкновения осевого инструмента с кулачками патрона.

Вопросы обеспечения качества изделий и выбора инструмента на стадии технологической подготовки производства, рассмотренные при проектировании системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров изложены в книгах [4 – 6].

### Список литературы

1. Адаптивное управление технологическими процессами / Ю.М. Соломенцев [и др.]. – М.: Машиностроение, 1980. – 536 с.
2. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: Учебное пособие для студентов вузов / под ред. А. О. Харченко. – К. : ИД «Профессионал», 2004. – 304 с.
3. Пестов, С. П. Проектирование технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ / С. П. Пестов. – Челябинск, 2002. – 66 с.
4. Концепция создания системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / С.И. Пестрецов, К. А. Алтунин, М. В. Соколов, В. Г. Однолько. – М. : Издательский дом «Спектр», 2012. – 221 с.
5. Алтунин К. А. Разработка схемы базы данных спиральных сверл и основных типов фрез / К. А. Алтунин, С. И. Пестрецов, М. В. Соколов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 1. – С. 166 – 173.
6. Алтунин, К. А. Концепция создания информационной системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / К. А. Алтунин, М. В. Соколов – Тамбов : Студия печати Павла Золотова, 2015. – 112 с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы  
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

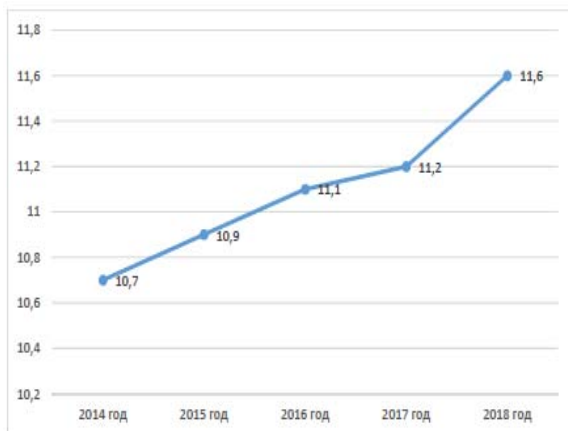


УДК 637.25

*А. А. Белоусова, М. Э. Шишов\**

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ**

Современный рынок продуктов питания постоянно корректируется социально-экономическими показателями, тенденциями пищевых предпочтений населения, научными разработками в области питания и технологии производства. Особенно активно меняется ассортимент молочной продукции, на долю которой в потребительской корзине приходится 28,5%. Согласно рекомендуемым нормам, разработанным РАМН, около 1,5% молока должно потребляться в виде сливочного масла. Как видно из рис. 1 отмечается устойчивый рост производства сливочного масла.



**Рис. 1. Производство сливочного масла в мире 2014 – 2018 гг., млн тонн**

В России вырабатывается около 258 тыс тонн, что позволяет обеспечить порядка 38% рекомендуемой нормы этого продукта. Поэтому в торговой сети значительная доля импортной продукции.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. В. Зюзиной.

Мировым лидером является Индия, на долю которой приходится 4,5 млн тонн. Крупнейшими экспортерами сливочного масла являются:

Новая Зеландия (18,4% от общего объема экспортированного сливочного масла);

- Нидерланды (15,7%);
- Ирландия (13,7%);
- Германия (9,2%);
- Бельгия (8,5%).

Среди отечественных производителей, наиболее крупными являются:

- «Простоквашино» (Москва);
- «Вкуснотеево» (Воронежская область);
- «Домик в деревне» (Владимирская область);
- «Крестьянское» (Краснодарский край).

В торговой сети в России представлены в основном следующие виды масла: топленое с содержанием молочного жира 98%, традиционное – 82,5%, крестьянское – 72,5%, любительское – 80%, бутербродное – 61%, чайное – 50%.

Сливочное масло является уникальным по своей физиологической значимости легкоусвояемым продуктом. Основной компонент сливочного масла – молочный жир, является источником энергии для организма человека. Энергетическая и пищевая ценность разных видов сливочного масла представлена в табл. 1.

### 1. Энергетическая ценность сливочного масла

Содержание в 100 г продукта	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал
Топленое	0,30	98,00	0,60	887,00
Бутербродное	2,50	61,50	1,70	556,00
Крестьянское	0,80	72,50	1,30	661,00
Любительское	0,70	78,90	1,0	709,00
Традиционное	0,50	82,50	0,80	748,00

Рекомендуемая Минсельхозом России суточная норма потребления сливочного масла в соответствии с современной концепцией здорового питания обеспечивает организм липидами – на 19%, биологически активными соединениями – витаминами А на 7,5%, Е – на 2%, D – на 2% , В<sub>1</sub> – на 1% , β-каротином – на 1%. Кроме того, масло в своем составе содержит минеральные вещества, лактозу.

Биологическую ценность сливочного масла определяют фосфолипиды. В организме человека они в комплексе с белками участвуют в построении мембран клеток организма, а также являются компонентами ферментов. В состав сливочного масла входят жирные кислоты, которые используются в организме человека для синтеза незаменимых аминокислот и других органических веществ. Наибольший интерес представляют полиненасыщенные жирные кислоты – арахидоновая (0,2%), линоленовая (0,7%), линолевая (3,2%), которые участвуют в клеточном обмене веществ, выводят из организма «плохой» холестерин, являются факторами роста у детей и важны для работы нервной системы и здоровья кожи [1]. Перечисленные вещества являются крайне важными для организма человека, влияющими на нормальный обмен веществ. Нехватка этих веществ снижает сопротивляемость организма инфекционным заболеваниям, снижает эластичность кровеносных сосудов, нарушает нормальное развитие костной ткани [2].

В настоящее время активно меняется сегмент пищевых продуктов для здорового питания. Число преверженцев здорового питания в России составляет около 30% населения и с каждым годом количество людей внимательно относящихся к своему здоровью увеличивается. Значительные объемы здорового питания приходится на продукты растительного происхождения, в меньшей степени на молочные продукты, в частности, ферментированные с растительными добавками или пробиотиками и пребиотиками. Среди молочной продукции весьма незначительна доля сливочного масла как продукта для здорового питания.

Наибольший процент сливочного масла приходится на традиционное, крестьянское и любительское, реже в магазинах встречаются бутербродное и чайное сливочное масло. Но в настоящее время появляются новые виды сливочного масла, в частности, обогащенные молочнокислыми бактериями, белковое масло, масло топленое ГХИ (разновидность топленого масла) и др., которые рекомендуются для включения в рацион при соблюдении принципов здорового питания.

В настоящее время известны разработки, предложенные ВНИИМС о масле кисломолочном, с заквасками, с добавками – с медом, шоколадное, фруктовое (ГОСТ 32899–2014), которые содержат соединения с высокой биологической активностью и являются менее трудоемкими по сравнению с традиционным видом масла [3]. В состав шоколадного масла входит какао, которое содержит эпикатехин, оказывающий благоприятное действие на память и снижает артериальное давление. Помимо этого в какао присутствует макроэлемент анандамид, который повышает уровень «гормона счастья» – эндорфина.

В фруктовое масло входят фруктовые и ягодные соки, содержащие биофлавоноиды, которые укрепляют стенки сосудов, являются сильными антиоксидантами. Также такое масло содержит органические кислоты – яблочную, лимонную, винную, которые снижают риск синтеза канцерогенных нитрозаминов.

Для получения сырного масла используют белковый наполнитель – плавленную сырную массу. Основу плавленной сырной массы составляют твердые сыры, которые являются источником кальция, укрепляющего кости, зубы и ногти. Также твердые сыры очень богаты протеинами.

В состав медового масла входит мед пчелиный. Благодаря присутствию фитонцидов меда масло приобретает противовирусные, антибактериальные и противогрибковые качества, поэтому масло с его добавлением может храниться дольше.

Масло, обогащенное молочнокислыми бактериями и кисломолочное масло содержат в своем составе полезную микрофлору, которая благоприятно влияет на биологическую ценность и микрофлору кишечника, имеет пониженную жирность. Помимо этого продукты жизнедеятельности микроорганизмов придают свойственный этому маслу вкус, запах и консистенцию, а также использование молочнокислых бактерий обладающих низкой фосфолипазной активностью, позволяет предотвратить появление прогорклого вкуса масла.

Таким образом, производство сливочного масла с добавками является актуальным направлением, поскольку продукт обогащен биологически активными веществами, которые необходимы человеку для нормального функционирования организма. Помимо высокой биологической активности такое сливочное масло имеет пониженную жирность и является легкоусвояемым продуктом, поэтому может использоваться как продукт для здорового питания.

### Список литературы

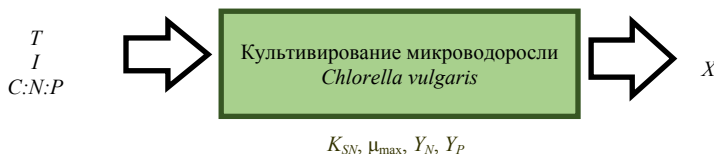
1. Андрианов, Ю. П. Производство сливочного масла / Ю. П. Андрианов, Ф. А. Вышемирский. – М. : Агропромиздат, 2006. – 268 с.
2. Вышемирский, Ф. А. Сливочное масло как продукт питания / Ф. А. Вышемирский // Сыроделие и маслоделие. – 2019. – № 2. – С. 53 – 56.
3. Арсеньева, Т. П. Технология сливочного масла : учебное пособие / Т. П. Арсеньева. – СПб. : НИУ ИТМО ; ИХиБТ, 2013. – 303 с.

*Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*И. В. Маркин, М. А. Еськова, Я. В. Устинская,  
К. И. Меронюк, Н. А. Кокорев\**

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ НА СТОЧНЫХ ВОДАХ

Одним из перспективных источников сырья для получения пищевых продуктов, медицинских препаратов, возобновляемых источников энергии стали микроводоросли вида *Chlorella vulgaris*. Они обладают способностью накапливать повышенное количество различных ценных компонентов (липидов, каротиноидов, хлорофилла, белков и др.), быстро размножаются и могут культивироваться как в закрытых, так и открытых условиях. В связи с этим, актуальной задачей является разработка математической модели, способной описывать процессы накопления биомассы клеток микроводорослей, убыли субстрата и накопления ценных продуктов метаболизма. Структурная схема процесса культивирования микроводорослей представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Структурная схема процесса культивирования микроводорослей**

Входными переменными являются:  $T$  – температура, °C;  $I$  – освещенность, клк;  $C:N:P$  – отношение концентраций углерода, азота и фосфора. Выходной переменной является количество клеток микроводорослей  $X$ , млн кл/мл. Внутренними параметрами являются  $E_n$ , млн кл/мл – емкость популяции (предельная численность, которую может достигнуть популяция в условиях ограниченности ресурса);  $K_{SN}$ , мг/л – константа полунасыщения (концентрация аммония, при которой удельная скорость роста принимает значение половины максимальной);  $\mu_{max}$ , сутки<sup>-1</sup> – максимальная удельная скорость роста (максимальная возможная скорость роста, не ограниченная концентрацией субстрата);  $Y_N$ , (млн кл·л)/(мл·г) – коэффициент, показывающий количество образующейся биомассы  $\Delta x$  при количестве затраченного

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» Д. С. Дворецкого.

аммония  $\Delta N$  за время  $\Delta t$ ;  $Y_p$ , (млн кл-л)/(мл-г) – коэффициент, показывающий количество образующейся биомассы  $\Delta x$  при количестве затраченных фосфатов  $\Delta P$  за время  $\Delta t$ .

При разработке математической модели кинетики роста биомассы микроводоросли приняты следующие допущения:

- 1) все клетки микроводорослей находятся в одинаковых условиях;
- 2) лабораторная установка обеспечивает равномерное распределение питательных веществ между клетками;
- 3) субстратом, лимитирующим рост, является аммоний.

Для культивирования микроводорослей *Chlorella vulgaris* использовались образцы муниципальных сточных вод, взятые на городских очистных сооружениях: количество азота  $TN \approx 42 \pm 0,21$  мг/л и фосфора  $TP \approx 48 \pm 0,24$  мг/л. Культивирование проводилось при следующих условиях в течение 12 суток при следующих начальных условиях  $t = 30$  °C;  $I = 7$  клк;  $x_0 = 3$  млн кл/мл. Измерения концентрации аммония, фосфатов и биомассы проводили в трехкратном повторении. По результатам трех измерений находили среднее арифметическое и отклонение от него с учетом ошибки измерения.

Характер экспериментальной зависимости накопления биомассы микроводорослей соответствует логистическому уравнению Ферхюльста для ограниченного роста популяции [1]:

$$\frac{dx}{dt} = \mu x \left( 1 - \frac{x}{E_n} \right). \quad (1)$$

Коэффициент  $E_n$  находился по экспериментальным данным исходя из максимального количества клеток [2].

На основании анализа поведения микроводорослей будем считать, что азот является лимитирующим фактором. Данный биогенный элемент оказывает значительное влияние на рост клеток микроводорослей. Зависимость удельной скорости роста микроводорослей от концентрации азотсодержащего субстрата описывается уравнением Моно [1]:

$$\mu(S) = \frac{\mu_{\max} S_N}{K_S + S_N}. \quad (2)$$

Удельная скорость роста микроорганизмов  $\mu$  определяется физиологическими особенностями штамма, условиями культивирования, природой и концентрацией субстрата в среде. Высокие исходные концентрации некоторых компонентов среды могут ингибировать рост микроорганизмов.

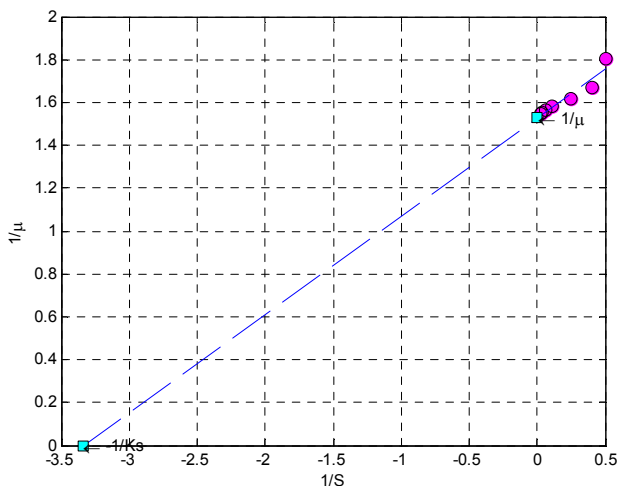
Одной из характеристик роста микроорганизмов является их теоретическая максимальная удельная скорость роста ( $\mu_{\max}$ ). Чем выше  $\mu_{\max}$  при росте на конкретном субстрате, тем устойчивее и продуктивнее будет идти процесс получения необходимого продукта.  $\mu_{\max}$  находится методом Лайнуивера и Бэрка [1].

Величина  $\mu_{\max}$  зависит от природы организма, и, соответственно, организмы разделяются на быстро- и медленно растущих. Величина  $K_S$  характеризует сродство организма к субстрату и определяет его способность расти при низких концентрациях субстрата, разделяя виды организмов по эффективности их транспортных систем.

Коэффициенты  $\mu_{\max}$  и  $K_S$ , входящие в уравнение Моно, находили методом Лайнуивера и Бэрка. Для удобства расчетов уравнение (2) преобразуют так, чтобы экспериментальные точки лежали на прямой линии [1]:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{\mu_{\max}} + \frac{K_s}{\mu_{\max}} \frac{1}{S}. \quad (3)$$

Если построить график в координатах  $1/\mu$  от  $1/S$  по уравнению (3), как изображено на рис. 2, то он будет представлять собой прямую, пересекающую ось абсцисс в точке  $-1/K_S$ , а ось ординат в точке  $1/\mu_{\max}$ .



**Рис. 2. Нахождение параметров уравнения удельной скорости роста методом Лайнуивера и Бэрка**

Скорость роста биомассы микроводорослей на сточных водах может быть определена по формуле:

$$\frac{dx}{dt} = \mu_{\max} \frac{S_N}{K_S + S_N} x \left( 1 - \frac{x}{E_{\Pi}} \right). \quad (4)$$

Процессы убыли азот- и фосфорсодержащих субстратов при периодическом культивировании микроводорослей описываются уравнениями:

$$\frac{dS_N}{dt} = -\frac{1}{Y_N} \frac{dx}{dt}, \quad (5)$$

$$\frac{dS_P}{dt} = -\frac{1}{Y_P} \frac{dx}{dt}. \quad (6)$$

Коэффициенты  $Y_N$  и  $Y_P$  находят по экспериментальным данным решением обратной задачи. Для этого для каждого интервала времени определяют  $dx$ ,  $dS_P$ ,  $dS_N$ . Из полученной системы уравнений находят все коэффициенты.

Из вышесказанного система кинетических уравнений процесса культивирования микроводорослей состоит из уравнений (5) – (7) с начальными условиями:  $x(0) = 3$  млн кл/мл,  $S_{N0}(0) = 42$  мг/л,  $S_{P0}(0) = 48$  мг/л.

Обработка экспериментальных данных позволила рассчитать кинетические коэффициенты уравнения для штамма *Chlorella vulgaris*, которые представлены в табл. 1.

### 1. Коэффициенты уравнений модели

	<i>Chlorella vulgaris</i>
$E_{\Pi}$ , млн кл/мл	6,8
$K_{SN}$ , мг/л	2,5
$K_{SP}$ , мг/л	0,2
$\mu_{\max}$ , сутки <sup>-1</sup>	0,5
$Y_N$ , (млн кл·л)/(мл·г)	0,09 + 0·t
$Y_P$ , (млн кл·л)/(мл·г)	0,2 + 0·t

Проанализировав кинетические коэффициенты модели, можно сделать вывод, что начальные концентрации субстратов были достаточно высоки, так как  $K_{SN}$  и  $K_{SP}$  принимают значения, которые характеризуют низкое сродство микроводорослей к субстратам. Коэф-



фициенты  $Y_N$  и  $Y_P$  принимают значения в диапазоне 0,1...0,12, что говорит о снижении питательных веществ в процессе культивирования, низкой освещенности и отсутствии подпитки в виде фосфоросодержащих и азотсодержащих солей.

Максимальное отклонение расчетных данных от экспериментальных составило 9%.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии / В. В. Бирюков. – М. : КолосС, 2004. – 296 с.
2. Technology of Using Municipal Wastewater for Obtaining *Chlorella Vulgaris* Biomass with High Lipid Content for Biofuel Production / D. Dvoretzky and all // Chemical Engineering Transactions. – 2018. – No. 64, – P. 487 – 492.

*Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ПГТУ»*

УДК 663.127

*А. А. Коломоец\**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

В настоящее время из-за большого роста пивных производств возникла проблема утилизации отходов пивоваренного производства. При приготовлении 100 дал. пива образуется, примерно, 137...173 т твердых отходов в виде пивной дробины, осадочных и отработанных дрожжей, которые содержат комплекс органических соединений, обладающих биологической ценностью, поэтому целесообразно внедрение инновационных ресурсосберегающих, экологически безопасных и эффективных технологий переработки данных видов отходов с учетом физиологических свойств. Из-за увеличения рынка пива целесообразно использовать осадочные пивные дрожжи для производства биологически активных веществ.

Целью работы является анализ возможности использования осадочных пивных дрожжей для получения биологически активных

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» Д. С. Дворецкого.

веществ. Биологически активные вещества могут быть представлены в виде гранул, капсул, таблеток, ампул, напитков и др. [2].

Осадочные пивные дрожжи в своем составе содержат такие компоненты, как вода, азотосодержащие соединения, углеводы, жиры и минеральные вещества (табл. 1) [1].

### 1. Состав дрожжей, приходящийся на сухое вещество клетки

Химические соединения	Содержание, %
Белковые вещества	40...60
Углеводы	25...35
Жиры	4...7
Минеральные вещества	6...9

В пивных дрожжах содержится большое количество витаминов, большая часть которых является водорастворимыми, поэтому они не накапливаются в организме (табл. 2). Прием биологически активных веществ на основе осадочных пивных дрожжей значительно улучшит самочувствие при авитаминозе. В связи с этим возникает необходимость в переработке пивных остаточных дрожжей на пищевые цели, что позволило бы более полно и рационально использовать составные компоненты этого сырья для производства пищевых продуктов [4].

### 2. Содержание витаминов в дрожжевых клетках

Витамины, мг/кг	
Витамин В <sub>1</sub>	6...11,5
Витамин В <sub>3</sub>	30...35
Витамин РР	375...390
Витамин В <sub>2</sub>	110...120
Витамин В <sub>6</sub>	10...20

Также в дрожжевых клетках содержится большое количество белков, аминокислот и нуклеиновых кислот (табл. 3) [1].

Осадочные пивные дрожжи чаще всего перерабатывают с получением автолизатов или гидролизатов. Автолизаты (дрожжевые экстракты) получают под действием собственных протеолитических ферментов дрожжей, гидролизаты – под действием различных физических факторов (например, механического воздействия или ультразвука), химических веществ (солей, толуола, кислот и т. д.) или экзогенных-протеаз [3].

### 3. Аминокислотный состав дрожжевого белка

Аминокислоты	Аминокислоты, г/100 г СВ белка
Незаменимые АК	18,5...35,7
Лизин	3,5...9,8
Треонин	2,5...6,0
Валин	2,7...5,9
Метионин	0,9...2,8
Триптофан	0,3...1,5
Изолейцин	2,9...6,2
Лейцин	3,5...8,5
Фенилаланин	1,9...4,6
Заменимые АК	Около 22,3
Тирозин	0,7...6,0
Гистидин	0,6...3,3
Аргинин	1,1...5,4
Аспарагиновая кислота	0,8...1,2
Глутаминовая кислота	8,7...14,0
Серин	1...1,6
Пролин	2,5...2,9
Цистин	0,5...2,3
Глицин	1,0...4,2
Аланин	0,8...1,2

Автолизаты и гидролизаты пивных дрожжей обладают сильным биостимулирующим эффектом, поэтому их чаще всего применяют в качестве добавок к питательным средам для увеличения скорости роста при культивировании дрожжей (например, спиртовых, и кормовых дрожжей) и других микроорганизмов.

Но использование осадочных жидких пивных дрожжей связано с серьезными недостатками: они крайне нестойки при хранении, а применение в нативном виде целых клеток затрудняет полноценное усвоение организмом. Для устранения отмеченных недостатков применяют кондиционирование – обработку, вызывающую инактивацию клеточных мембран и гибель клеток, что приводит к интенсификации резервных питательных компонентов и повышает усвояемость клеточного вещества. В связи с этим применяются нетрадиционные методы переработки отходов пивоваренного производства, в частности, дрожжей, а также проводятся исследования по применению различных методов разрушения их клеточной стенки [3].

Для разрушения клеточных стенок дрожжей применяют различные методы, например, физические методы (дизинтеграция ультразвуком выход метаболитов 40...50%, продавливание через узкие отверстия под высоким давлением выход метаболитов 10...15%, растирание в специальных ступках выход метаболитов 17...19%, многократным замораживанием и оттаиванием выход метаболитов 5...10%), а также химические и ферментативные методы [1].

Физические способы дезинтеграции отличаются большей экономичностью в сравнении с другими методами, однако они характеризуются отсутствием выраженной специфичности, вследствие чего обработка может отрицательно влиять на качество получаемого целевого продукта.

Для разрушения клеточных стенок дрожжей наиболее подходящим является метод ультразвуковой дезинтеграции, так как ультразвук разрушает клеточную стенку и увеличивается выход внутриклеточных метаболитов. Так же этот метод позволяет высвобождать внутриклеточные компоненты из клетки с наименьшими затратами энергии, что позволяет получать концентрат биологически активных веществ достаточно конкурентно способным по сравнению с продуктами которые получают с помощью ферментной обработки с использованием химических методов.

Витамины группы В (тиамин, пиридоксин, пантотеновая и никотиновая кислоты, биотин, инозит), РР, А, К и минеральные вещества полностью сохраняются при воздействии ультразвука [2].

В настоящее время осадочные пивные дрожжи перерабатывают в малых количествах. Основная масса идет на корм скоту, либо просто вывозится и складывается на полигонах. Но продукты на основе осадочных пивных дрожжей содержат в большом количестве необходимые соединения для нормального функционирования и жизнедеятельности организма.

Таким образом, осадочные пивные дрожжи содержат необходимые организму биологически активные вещества, могут использоваться в различных отраслях промышленного производства, например, в медицине в качестве биологически активных добавок, пищевой промышленности как добавки в пищевые продукты для восполнения витаминов в организме. Биологически активные вещества требуются организму для повышения умственной и физической работоспособности, укрепления иммунитета. Обработка осадочных пивных дрожжей ультразвуком является наиболее оптимальным методом для разрушения дрожжевых клеток с целью получения биологически активных веществ, так как проводится с наименьшими экономическими затратами и полностью сохраняет структуру целевых веществ.

## Список литературы

1. Махнева, Е. Ю. Перспективы использования и оценка пивных дрожжей / Е. Ю. Махнева, И. Н. Павлов // Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова, г. Бийск : сб. тр. конф. – 2013. – С. 489 – 493.
2. Устинская, Я. В. Перспективы использования остаточных пивных дрожжей для создания продуктов питания [Электронный ресурс] / Я. В. Устинская, М. А. Еськова // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития. – 2018. – Вып. 11. – С. 42 – 46. – URL : <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/stmu/2018/11.pdf> (Дата обращения: 24. 09.2019).
3. Новые виды биологически активных добавок из вторичных ресурсов пивоварения / Е. Д. Фараджева, С. В. Шахов, Р. В. Кораблин, А. В. Прибытков // Сб. науч. тр. Воронеж. гос. технол. акад. – 2002. – № 12. – С. 59 – 61.
4. Тулякова, Т. В. Дрожжевые экстракты – безопасные источники витаминов, минеральных веществ и аминокислот / Т. В. Тулякова, А. В. Пасхин, Ю. В. Седов // Пищевая промышленность. – 2004. – № 6. – С. 60 – 62.

*Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ПГТУ»*

**УДК 637.334.2**

***О. В. Салиджанова\****

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУТВЕРДОГО СЫРА**

В России по спросу и ценам на сыр можно судить о состоянии агропромышленного комплекса и социально-экономическом состоянии. В последние два года отмечаются следующие тенденции в потреблении и стоимости сыров, которых насчитывается порядка 1000 разновидностей, отличающихся потребительскими свойствами, составом и способом производства: объемы продаж полутвердых сыров сократились на 2,4%, при выросшей на 11,3% цене; также сократился на 5,4%

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» О. В. Зюзиной.

объем продаж плавленых и копченых сыров, а цена выросла на 10,8%. Тогда как при увеличившейся цене на элитные сыры – Камамбер, Бри, Рокфор на 9,7% их продажи выросли на 2,3%. Основу ассортимента любого розничного торгового предприятия составляют среди всех сыров полутвердые сычужные сыры [1].

Популярные у россиян полутвердые сыры Российский, Голландский, Костромской, Угличский имеют плотную сливочную консистенцию и не требуют дополнительной обработки и могут быть покрыты естественной корочкой, а могут быть упакованы в воск. Основным их отличием от мягких сыров является технологическая операция прессования и созревания в течение 30...60 суток. По физико-химическим и органолептическим показателям полутвердые сычужные сыры должны соответствовать показателям, указанным в табл. 1.

### 1. Физико-химические и органолептические показатели

Сыр	Массовая доля, %			Вкус
	Жиры	Влаги	Белка	
Российский	50	43	23	Выраженный сырный, сладковатый, пряный
Голландский	50	43	23,7	Выраженный сырный, с наличием остроты и легкой кислотности
Костромской	45	44	25,2	Умеренно выраженный сырный, кислотный
Углический	45	45	24,2	Умеренно выраженный сырный, слегка кислотный

Технологии полутвердых сыров предусматривают обязательное использование для формирования сгустка молокозвертывающих ферментных препаратов животного или микробного происхождения. Наиболее известным ферментом, традиционно используемым для коагуляции молока, является сычужный фермент реннин или химозин (КФ 3.4.23.4). Фермент относится к классу аспартатных протеиназ [2]. На сегодня в молочной промышленности применяется широкий спектр сычужных ферментов, представленных в табл. 2.

Из-за больших трудностей классификации микробных протеиназ, их классификация, в первую очередь, основана на источнике, из которого выделен фермент. В таблице 3 представлены микробные молокозвертывающие ферменты, наиболее часто используемые в молочной промышленности.

## 2. Сычужные препараты

Состав	Торговое название
100% химозин	СФ
90...95% химозин, 10...5% говяжий пепсин	СФ-90 «Экстра»
96% химозин, 4% говяжий пепсин	CalfrennetClerici 96/4
90% химозин, 10% говяжий пепсин	Red Label Spain
95% химозин, 5% говяжий пепсин	Bioren Liquid Rennet Premium 95L
90% химозин, 10% говяжий пепсин	CARLINA 1650
50% химозин, 50% говяжий пепсин	СГ-50
50% химозин, 50% говяжий пепсин	Clerici 50/50
50% химозин, 50% говяжий пепсин	Bioren Liquid Rennet Standart 50L
25...50% химозин, 30...75% говяжий пепсин, 40% куриный пепсин	СГ-25, СК-50, СКГ «Универсал»

## 3. Номенклатура, продуценты и производители микробных молокосвертывающих ферментов

Название фермента	Продуцент	Торговое название
Аспергиллопепсин I (aspergillopepsin I) КФ 3.4.23.18	Aspergillusnigervar. awamori	СНУ-МАХ М Liquid
Эндофиапепсин (endothiapepsin) КФ 3.4.23.22	Endolhiaparasitica	Суперен
Мукопепсин (mucopepsin) КФ 3.4.23.23	Mucormichei	Реннилаза
		Фромаза
		Микробный ренин
		Milase
		Marzyme

Широкое применение в промышленности нашли молокосвертывающие ферментные препараты на основе рекомбинантного химозина. На основе данной разработки получен ферментный препарат СНУ-Мах [3].

Наряду с ферментными препаратами животного и микробного происхождения для сквашивания молока используются также препараты растительного происхождения. Одним из давно известных растительных коагулянтов является сок фигового дерева (*Ficus carica*), используемый в районах его произрастания [4]. Многие экстракты растительного происхождения способны свертывать молоко, но некоторые из них имеют слишком высокую протеолитическую активность (например, папаин из азимины (*Caricarpa*), бромелин из ананаса (*Ananassatia*) и ризин из семян клещевины (*Ricinus communis*)).

При всех соблюдениях технологического процесса полутвердого сыра возможно возникновение дефектов производства, которые делятся на четыре группы: дефекты внешнего вида, вкуса и запаха, консистенции, рисунка и цвета. Для избежания появления дефектов практикуется использование ферментных и антибактериальных препаратов, таких как натамицин – противогрибковое средство широкого спектра действия. Активное вещество этого препарата, которое является продуктом жизнедеятельности актиномицета *Streptomyces natalensis*, используется для предотвращения дрожжевого или плесневого поражения. Его можно вносить непосредственно в продукт либо использовать для обработки поверхностей сырных головок, оборудования, помещений, где созревают и хранятся сыры.

Клеризим в сыроделии используется для предотвращения поздних пороков созревающего сыра, вызываемых маслянокислыми бактериями рода *Clostridia*, которые остаются жизнеспособными после пастеризации. Эти микроорганизмы сбраживают сахара с образованием масляной и уксусной кислот, газов и других соединений. В толще сырной головки образуется газовая смесь, которая вызывает вспучивание, появление неприятных запахов и привкуса.

Низин – полипептид, синтезируемый штаммами молочнокислых бактерий *Streptococcus lactis*, природный источник стабильности свойств сырого молока, используется для предотвращения бактериальной порчи продуктов, подвергнутых тепловой обработке. Термообработка с добавлением низина позволяет увеличивать срок хранения продуктов в разы.

*Calflipase* – липолитические ферменты класса гидролаз (КФ 3.1.1.3), катализирующие гидролиз сложноэфирных связей в триглицеридах с образованием жирных кислот и глицерина, также предназначены для усиления вкуса и ускорения созревания сыров. Использование данного ферментного препарата в качестве модификаторов свойств сыра позволяет разработать новый сорта продукта [4].



Трансглютаминаза относится к классу трансфераз (КФ 2.3.2.13), создает из белковых цепей более крупные протеиновые соединения, благодаря формированию ковалентных связей между аминокислотами L-лизином и L-глутамином.

Сыры, выработанные при использовании трансглютаминазы, получили в литературе название «crosslinkedcheeses», или «сыры с поперечными связями» [5]. Анализ исследований в данной области позволяет утверждать о способности трансглютаминазы увеличивать выход продукта и влагосвязывающую способность, улучшать кремообразную консистенцию, придавать поверхности блеск и гладкость, увеличивать вязкость и твердость геля, снижать долю сухого вещества в виде дополнительно вносимых белков, сохранять реологические свойства продукта, улучшать нарезку (более тонкими ломтиками)[5].

В производстве полутвердых сыров подбираются ферментные и антибактериальные препараты согласно виду и качеству продукта, технологическим возможностям и микробиологической обсемененности.

### Список литературы

1. Джафарова, А. Потребление сыров в России сегодня – изменения в предпочтениях / А. Джафарова // Маслоделие и сыроделие. – 2018. – № 1. – С. 4.
2. Репелиус, К. Молокосвертывающие ферментные препараты и их роль в сыроделии / К. Репелиус, В. Н. Макеев, Д. М. Яркина // Переработка молока. – 2004. – № 4. – С. 22–23.
3. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты : учебник / С. А. Гудков и др. ; под ред. С. А. Гудкова – М. : ДеЛипринт, 2003. – 800 с.
4. Карычев, Р. З. Молокосвертывающие ферменты для сыроделия / Р. З. Карычев, О. М. Соколова // Переработка молока. – 2007. – № 10. – С. 12–13.
5. Яшкин, А. И. Современные подходы к применению микробной трансглютаминазы в сыроделии (аналитический обзор) / А. И. Яшкин // Молочнохозяйственный вестник. – 2019. – № 1(33). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-primeneniyu-mikrobnoy-transglyutaminazy-v-syrodellii-analiticheskij-obzor>.

*Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*В. О. Черешнев\**

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

Одна из наиболее сложных проблем современной неврологии – анализ физиологического и вегетативного состояния. Решение данной проблемы кроется в области функциональной диагностики и ведет к необходимости создания устройства для регистрации двигательной активности, имеющего небольшие габариты и вес, не создающего неудобства, имеющего простую и недорогую конструкцию.

По данным статистики Минздрава России на 2017 год, каждый год регистрируется более 2 млн. новых пациентов с неврологическими заболеваниями. На данный момент наиболее эффективным средством диагностики заболеваний нервной системы является аппарат магнитно-резонансной томографии, позволяющий с помощью явления ядерного магнитного резонанса получать томографические срезы внутренних органов и тканей. Однако ввиду чрезвычайно сложной конструкции и требованиям к эксплуатации, доступность исследования мала. Также на практике повсеместно применяется аппарат электроэнцефалографии, исследующий биоэлектрическую активность головного мозга. Прибор позволяет выявить воспалительные заболевания, опухоли головного мозга и приступы эпилепсии. Недостатками метода электроэнцефалографии является невозможность определения точной нозологии, диагностики заболеваний вегетативной нервной системы и очень низкое пространственное разрешение.

Разработка портативного автоматического медицинского акселерометра предоставит современной неврологии доступную диагностику и контроль здоровья пациента.

Портативный автоматический медицинский акселерометр представляет собой браслет, содержащий интегральный акселерометр, карту памяти и батарейку, выполненный на основе платы ArduinoNano. Настоящий прибор являет собой инновационный метод регистрации двигательной активности человека – акселерометрию. Во время использования прибора данные о двигательной активности сохраняются на карту памяти, после чего обрабатываются в специальном программном обеспечении, использующем методы прикладной статистики и данные нормативной базы клинических исследований.

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра мед. наук, проф. ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. В. Горбунова.

Такой подход к диагностике позволяет регистрировать гипокинезию, гиперкинезию, различные виды тремора, приступы эпилепсии, проводить круглосуточный мониторинг состояния пациента, оценивать динамику физического, физиологического и вегетативного состояния, а также определять эффективность приема лекарственных средств.

В рамках разработки проекта поставлены следующие задачи:

- реализация аппаратной части продукта;
- разработка и отладка программной части изделия;
- разработка сервиса для связи между пациентом и лечащим врачом;
- проведение клинических испытаний для формирования нормативной базы;
- разработка, отладка и внедрение алгоритмов обработки данных двигательной активности.

В качестве решения предложено использовать портативный автоматический медицинский акселерометр для регистрации двигательной активности конечности человека. Полученные данные отправляются на сервер пациентом посредством клиентского приложения. Сервер проводит анализ входящего пакета данных с помощью методов прикладной статистики, принимая за эквивалент нормативную базу клинических испытаний. После обработки информации лечащий врач получает выходные данные, свидетельствующие о наличии неврологических заболеваний и эффективности приема лекарственных средств.

Предлагаемое устройство для реализации способа является измерительной системой, представляющей собой измерительно-вычислительный комплекс. Входная информация (двигательная активность конечностей пациента) вызывает изменение состояний информационного сигнала на выходах измерительного компонента ИВК, закрепленного на запястье пациента, измерительным компонентом которого является трехосный акселерометрический датчик с аналоговым или дискретным выходным сигналом, который поступает на соответствующие входы микроконтроллера, являющегося комплексным и вычислительным компонентом ИВК. Результаты измерений и вычислений по проводникам передаются и сохраняются в виде файлов на внешнем запоминающем устройстве (например, microSD-карта). Для функционирования ИВК предусмотрена программа, скомпилированный модуль которой загружен в постоянную память микроконтроллера и которая позволяет проводить несколько десятков синхронизированных по времени измерений и регистраций в секунду по трем

координатным пространственным осям, что является не предельным количеством для данного устройства, но достаточным количеством для данного исследования. Электропитание ИВК осуществляется от гальванического источника напряжением 5...9 V и рабочим током 30...35 mA (зависит от типа карты памяти) и емкостью, достаточной для проведения измерений в течение не менее 10 часов.

Таким образом, тип электропитания и принципиальная конструкция компонентов ИВК, которая не предполагает электрического контакта с телом пациента, позволяют конструктивно выполнить ИВК в виде малогабаритного унитарного устройства, компоненты которого смонтированы на текстильной ленте-застежке типа «липучка», что позволяет легко адаптировать ИВК к пациентам с различными анатомическими данными и доставлять им минимум неудобств при использовании устройства.

Прототипом настоящего устройства является актиграф. Прибор представляет собой инклинометр, измеряющий проекцию суммы всех сил, приложенных к его корпусу. Применяется для оценки продолжительности и характера сна в качестве относительно простого и удобного метода. Недостатком прибора является проблема интерпретации данных ввиду отсутствия серьезных исследований.

Также аналогом акселерометра является фитнес-трекер – компактный носимый гаджет, предназначенный для точного контроля физической активности человека. Он специально разработан для надежного мобильного контроля здоровья. Фитнес-трекер изобретен не очень давно, но его удобство и информативность уже сделали его популярным. Однако данный прибор не может войти в современную клиническую практику, так как отсутствуют клинические исследования, подтверждающие его эффективность.

Аналогом данной модели является «Мобильное диагностическое устройство» (патент на полезную модель № 128469), содержащее корпус, датчики контроля сердечно-сосудистой системы, температуры тела, датчики анализа гидрофильности тканей водного баланса организма, датчики двигательной активности и основной модуль. Недостатками данного устройства является избыточная информативность и чрезвычайно сложная конструкция, а также то, что эксплуатация данного устройства требует специальных знаний и навыков в области медицины и информационных технологий. Также важно отметить высокую стоимость данного диагностического устройства в отношении представленного акселерометра.

Важно отметить, что у всех ближайших аналогов отсутствуют клинические испытания, подтверждающие эффективность приборов, а, следовательно, они не имеют эквивалентов и адекватных алгоритмов обработки информации.

Таким образом, портативный автоматический медицинский акселерометр представляет собой программно-аппаратный комплекс для регистрации двигательной активности, позволяющий оценивать динамику физического, физиологического и вегетативного состояния, а именно регистрировать гипокинезию, гиперкинезию, различные виды тремора, приступы эпилепсии, а также определять эффективность приема лекарственных средств.

### **Список литературы**

1. Левин, О. С. Диагностика и лечение экстрапирамидных расстройств / О. С. Левин. – М., 2018. – 328 с.
2. Иллариошкин, С. Н. Руководство по диагностике и лечению болезни Паркинсона / С. Н. Иллариошкин, О. С. Левин. – М. : МЕДпресс-инфо, 2017. – 360 с.
3. Иллариошкин, С. Н. Дрожательные гиперкинезы / С. Н. Иллариошкин, И. А. Иванова-Смоленская. – М. : Издательский холдинг «Атмосфера», 2011. – 360 с.

*Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

## ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

---

УДК 667.6

*Д. О. Кузнецова\**

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО АНТИКОРРОЗИОННОГО ГРУНТУЮЩЕГО СОСТАВА

На сегодняшний момент подавляющее большинство критических инженерных конструкций изготавливаются из черных металлов. В связи с этим появляется такая проблема, как их коррозия. Коррозия – процесс самопроизвольного разрушения металлов и сплавов при их физико-химическом взаимодействии с окружающей средой. Наблюдаются ситуации, когда металлические конструкции повреждены настолько сильно, что их ремонт или замена обойдутся потребителю достаточно дорого.

В связи с этим решение задач, нацеленных на снижение коррозии металлов и ее последствия является актуальной задачей особенно в области защиты трубопроводов. На сегодняшний момент известен ряд способов снижения негативного влияния коррозии, отличающиеся разной эффективностью и сложностью (стоимостью) реализации. Наиболее действенным и универсальным является нанесение защитных неметаллических покрытий и подавление влияния коррозионно-активной среды на изделие. В данном случае в роли защитного покрытия применяется битумная грунтовка. Она служит в качестве предварительного защитного покрытия металлов перед нанесением декоративного слоя.

Битумная грунтовка – это строительный материал, представляющий собой суспензию пигментов или смеси пигментов с наполнителем в пленкообразующем веществе. В данном случае в качестве пигментов применяются асфальтены. После высыхания образуется непрозрачная однородная пленка, проявляющая хорошие адгезионные свойства. Также битумную грунтовку возможно применять в комплексе другими видами защитных покрытий.

---

\* Работа выполнена под руководством зав. кафедрой «Химия и химические технологии», д-ра техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Рухова.

В данной работе особое внимание уделяется процессу измельчения асфальтенов, так как от этого зависит качество готового продукта.

Для приготовления пробной партии данного покрытия было необходимо измельчить асфальтены. В результате должны получиться частицы размером около 25...30 мкм.

Сначала измельчение проводилось в дезинтеграторе DESI-11, размер частиц получился около 150 мкм.

Для дальнейшего измельчения использовалась планетарная мельница Pulverisette 5.

Испытание проводилось в несколько циклов. Общее время испытания 1 час 40 минут.

Для работы использовались 2 стакана на 500 мл и шарики диаметром 5 мм. Загрузка стаканов приведена в табл. 1

### 1. Загрузка стаканов

Стакан 1		Стакан 2	
$m_{ст}$	2451,84	$m_{ст}$	2433,81
$m_{ш}$	728,11	$m_{ш}$	728,14
$m_{общ}$	3179,95	$m_{общ}$	3179,69
$m_{асф}$	74	$m_{асф}$	74
$m_{заг}$	3253,93	$m_{заг}$	3253,78

После 1 цикла (10 минут) произошло нагревание до 37 °С. Размер частиц изменился не значительно.

На 2 цикле (40 минут) температура увеличилась до 50...53 °С. Также произошло налипание асфальтена на поверхность шариков. После 2 цикла производилось охлаждение в течение 1 часа.

После 3 цикла (1 час 40 мин) произошло нагревание асфальтена до 50...53 °С. Из-за повышения температуры произошло слипание частиц асфальтена.

После проведения эксперимента размер частиц составил около 100 мкм.

На центральной заводской лаборатории ПАО «Пигмент» была получена пробная партия битумной грунтовки.

Образец проверялся по таким показателям, как степень перетира, время высыхания при холодной и горячей сушке, вязкость.

Для приготовления эмали использовалась лабораторная бисерная мельница с числом оборотов 2200 об/мин. Для наилучшего диспергирования компоненты загружаются в определенном порядке. Первыми загружают лак и растворитель, после чего вводят наполнитель и после его растворения подается пигмент (асфальтен). Диспергирование проводят 3 часа после чего добавляют пластификатор, МЕКО и сиккатив и диспергируют еще 30 мин.

Условная вязкость эмали составила 110 сек. Для достижения нужной величины эмаль разбавлялась ацетоном. Степень разбавления 20%.

Образец испытания не прошел, после диспергирования грунтовка достигла степени перетира 130 мкм. Время высыхания также не соответствовало нормам.

В результате проведенных исследований было принято решение увеличить количество сиккатива и измельчить асфальтены до более мелких размеров.

Для достижения нужного размера частиц было принято решение растворить асфальтены в керосине с высоким содержанием бензола.

Для измерения размеров частиц использовался оптический микроскоп. Изображение полученное с микроскопа приведено на рис. 1.



**Рис. 1. Размер частиц асфальтенов после растворения**



После чего была составлена гистограмма, приведенная на рис. 2, откуда видно что размер частиц составляет от 13 до 35 мкм.

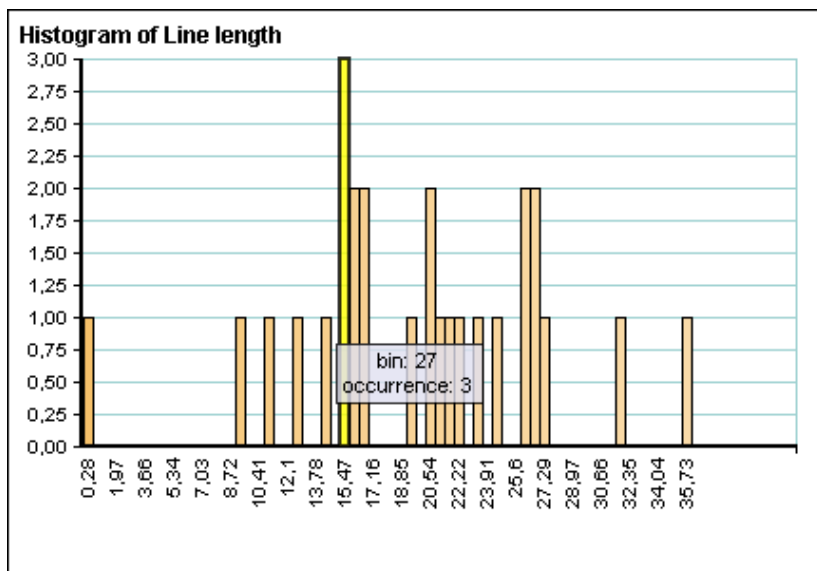


Рис. 2. Размер частиц асфальтенов после растворения

Кафедра «Химия и химические технологии» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 542.816, 628.16.086.4, 637.344

*Д. А. Родионов\**

### ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫМ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕМ БЕЛКА

При переработке молока в сыр образуется достаточное количество сыворотки. Для того чтобы получить 1 килограмм сыра потребуется примерно 10...12 литров молока, где все остальное сырье переходит в сыворотку. Так как молочная сыворотка имеет короткий срок хранения

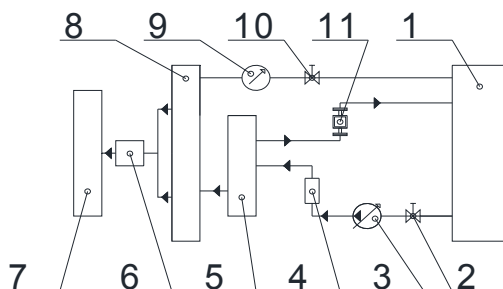
\* Работа выполнена под руководством заведующий кафедрой «МиГ», д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» С. И. Лазарева.

ния и требует скорейшей переработки, то ее чаще сливают в сточные воды. Такие отходы не только имеют высокую загрязняющую способность, но и имеют в своем составе достаточное количество полезных веществ, представленных в табл. 1 [1].

### 1. Распределение компонентов молока

Компонент	Переход в сыр, %	Переход в сыворотку, %	Потери, %
<i>Молоко коровье</i>			
Сухие вещества	48,5	48,5	3,0
Белки	76,0	22,0	2,0
Жир	86,0	10,0	4,0
Лактоза	5,0	92,0	3,0

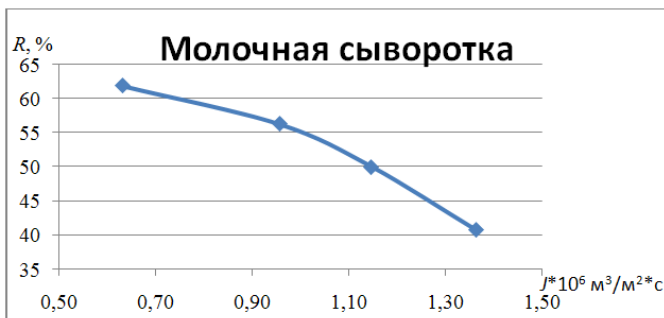
Из таблицы 1 можно сделать вывод, что при должных технологиях можно сконцентрировать питательные вещества. Одной из таких технологий является мембранное концентрирование. В своих исследованиях для эффективного концентрирования были использованы трубчатые мембранные элементы. Эксперименты проводились на полупромышленной установке трубчатого типа. Методика эксперимента, а так же принцип работы установки описывается в работе [2]. Технологическая схема представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Технологическая схема полупромышленной установки трубчатого типа:**

- 1 – исходная емкость; 2 – вентиль; 3 – центробежный насос;
- 4 – фильтр грубой очистки; 5 – ресивер; 6 – отстойник;
- 7 – емкость для пермеата; 8 – мембранная ячейка; 9 – манометр;
- 10 – вентиль; 11 – ротаметр

После проведенных исследований по концентрированию молочной сыворотки мы получили следующую зависимость (рис. 2).

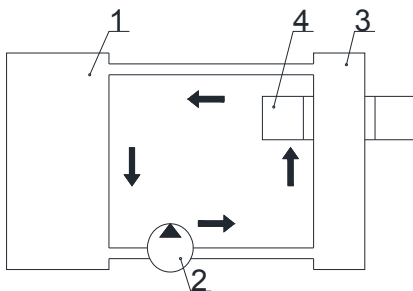


**Рис. 2.** Зависимости коэффициента задержания ( $R$ ) растворенных веществ от выходного удельного потока ( $J$ ,  $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ) для ультрафильтрационной мембраны

Как видно из рис. 2, что при увеличении выходного удельного потока снижается коэффициент задержания, этот эффект наблюдается из за образовавшихся пограничных слоев. При правильно выбранном выходном удельном потоке можно получить достаточно качественный белковый концентрат.

На основе литературного обзора одним из направлений является магнитная обработка молока, при которой наблюдается эффект, при котором частицы белка коагулируются в более крупные фракции и увеличивается скорость получения творога [3].

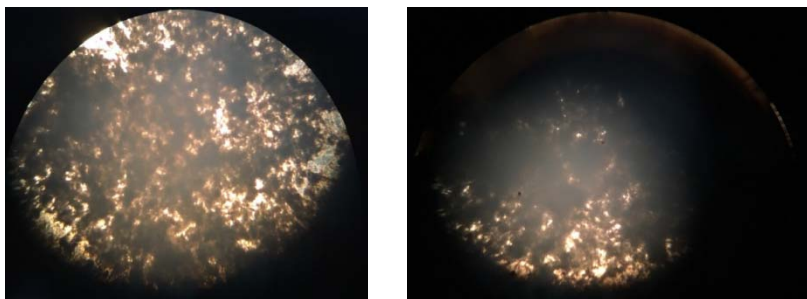
Для исследования вопроса магнитной обработки молочной сыворотки была разработана электромагнитная установка схема (рис. 3).



**Рис. 3.** Технологическая схема для магнитной обработки молочной сыворотки:

1 – исходная емкость; 2 – насос; 3 – цилиндр; 4 – электромагнит

Эксперимент проходил следующим образом, молочная сыворотка проходила через магнитное поле 15 мТл, далее образцы отбирались через каждые 30 минут и помещались в колбы, далее образцы под микроскопом сравнивались с эталоном. После эти же образцы выдерживались 24 часа и повторно изучались под микроскопом (рис. 4).



**Рис. 4. Молочная сыворотка под микроскопом без обработки (слева), и после обработки 90 минут (справа) с выдержкой в течение 24 часов**

Как видно из рис. 4, образец с магнитной обработкой и выдержкой имеет более темную структуру по сравнению с эталоном, говорит о том, что под действием электромагнитного поля происходит процесс коагуляции. Таким образом, из-за укрупнения молекул процесс, например, ультрафильтрационного концентрирования будет значительно технологически эффективнее и экономически целесообразнее.

### **Список литературы**

1. Исследование диффузионной проницаемости белков через ультрафильтрационные мембраны / С. И. Лазарев и др. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81, № 1. – С. 77 – 81.
2. Родионов, Д. А. Полупромышленная установка трубчатого типа для концентрирования технологических растворов молокоперерабатывающих производств / Д. А. Родионов // Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья. – Тамбов, 2019. – С. 206 – 209.
3. Производство функционального творога с применением электромагнитной обработки молока / А. Ф. Старикова и др. // Молочно-хозяйственный вестник. – 2011. – № 3.

*Кафедра «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*А. Н. Куди, Н. А. Федосов, В. В. Сергеев\**

## **ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ И КАЛИБРОВКИ СЕМЯН СЛОЖНОЙ ФОРМЫ**

В сельскохозяйственном производстве особую проблему представляет подготовка семян мелкосеменных культур, имеющих сложную форму и высокую неоднородность фракционного состава по размеру и плотности. Проблема приводит к засилью семян иностранной селекции и является следствием отсутствия отечественной системы семеноводства и техники для подготовки такого рода семян [1].

Традиционная технология подготовки семян предполагает ситовую классификацию семян на первой стадии с последующим сепарированием выделенных целевых фракций по плотности, шероховатости и другим свойствам. Для реализации такой технологии для семян сложной формы требуется последовательное использование сит с круглыми отверстиями для калибровки по ширине, щелевого сита для калибровки по толщине и триера для калибровки по длине, что сопровождается потерей ценного семенного материала и травмируемостью семян. В настоящей работе на примере семян моркови, засоренных трудноотделимыми семенами карантинного растения (повилики), осуществляется разработка технологической базы для подготовки семян мелкосеменных культур, позволяющей преодолеть названные недостатки.

Анализ фракционного состава исходного материала свидетельствует о чрезвычайно сложном составе смеси, которая характеризуется широким диапазоном размеров семян моркови (+0,5...2,5 мм), совпадающим с таковым для карантинного растения. Эта характеристика смеси с учетом отсутствия различия плотности ее компонентов позволяет отнести смесь к категории трудно сепарируемых. В связи с этим, для решения технологической задачи – полного исключения из семенного материала семян карантинного растения и выделения наиболее продуктивных семян потребовалось использование нетрадиционных методов сепарации.

Предлагаемая технология предполагает предварительную калибровку семян одновременно по комплексу линейных размеров (длине,

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ГГТУ» В. Н. Долгунина.

ширине, толщине), классификацию продуктов разделения по массе с последующей ситовой сепарацией по определяющему геометрическому размеру для отделения семян карантинного растения.

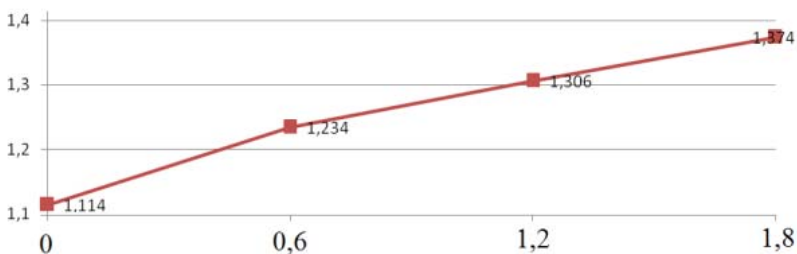
Для калибровки семян сложной формы предложена технология двухпоточной сепарации с противотоком неоднородных частиц. Сущность технологии заключается в подаче исходной смеси частиц на шероховатый наклонный скат. При определенных условиях течения на скате формируется сдвиговый поток, в котором под действием эффекта сегрегации крупные частицы перемещаются преимущественно над мелкими. Вдоль кромки ссыпания ската формируется некоторое число ступеней сепарации. На каждой ступени поток частиц, покидающих скат, разделяется по высоте слоя на две части, которые перемещаются противоточно на соседние ступени сепарации. На каждой такой ступени перемещенные потоки смешиваются и транспортируются на соответствующий участок шероховатого ската. Здесь предварительно сепарированная смесь подвергается повторной сепарации, а продукты разделения перемещаются противоточно на смежные ступени сепарации, на которых процесс возобновляется в соответствии с представленной схемой и т.д. Максимальная концентрация таких частиц достигается вблизи торцевых кромок ската [2].

В работе обоснованы предпочтительные варианты реализации процессов калибровки семян по размеру и их классификации по массе на базе аппарата с вращающимся барабаном. Определены режимные параметры течения для организации процессов калибровки семян с использованием эффекта сегрегации и классификации семян по массе при комплексном использовании эффектов сегрегации и миграции, обеспечивающих полную очистку смеси от карантинной примеси.

Установлено, что калибровка семян с использованием эффекта сегрегации происходит одновременно по длине, ширине и толщине зерна. Этот результат свидетельствует о преимуществе разработанного процесса по сравнению с традиционной ситовой классификацией. Путем исследования продольного распределения в барабане семян по длине, ширине и толщине установлена возможность организации процесса их фракционирования по характерному размеру, определяемому как корень кубический из произведения указанных трех линейных размеров семян, на несколько фракций (рис. 1).

С целью выделения из семенного материала наиболее продуктивных (биологически активных) семян технология предусматривает их классификацию по массе (одновременно по размеру и плотности). Для классификации семян по массе предложено комплексное использова-

ние эффектов сегрегации и миграции в быстром сдвиговом гравитационном потоке на шероховатом вибрирующем скате. Установлено, что существуют условия по углу ската, высоте слоя и параметрам вибрации, при которых движущийся слой может быть разделен по высоте на три зоны в зависимости от характера изменения порозности (доли пустот в слое).



**Рис. 1. Продольное распределение семян моркови в барабане по характерному размеру**

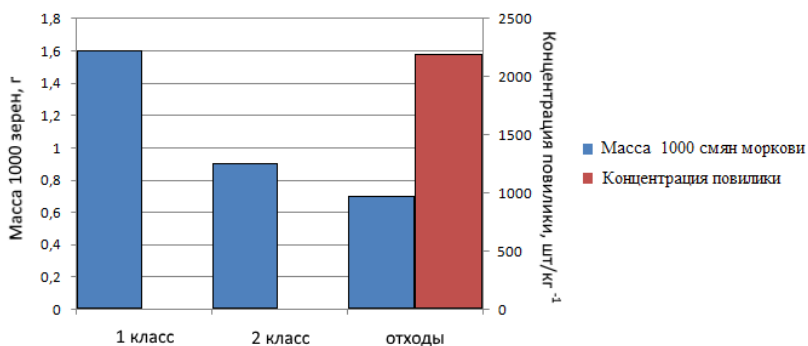
В периферийных зонах у основания и открытой поверхности слоя наблюдаются большие градиенты концентрации частиц, направленные в сторону центральной части потока. В центральной части слоя имеет место наиболее высокая и относительно однородная концентрация твердой фазы, выровненные по размеру частицы. В верхней и нижней частях слоя частицы разделяются под действием эффекта миграции по плотности, шероховатости, упругости и форме [3, 4].

В соответствии с этим эффектом разделение частиц происходит вследствие различных скоростей их хаотических квазидиффузионных перемещений. При взаимных столкновениях частиц наиболее высокую скорость квазидиффузионных перемещений приобретают мелкие и менее плотные частицы. Такие частицы мигрируют в направлении областей с большой длиной свободного пробега частиц, т.е. к основанию и открытой поверхности слоя. Напротив, крупные и более плотные частицы характеризуются меньшими скоростями флуктуаций и мигрируют в центральную часть, имеющую наиболее высокую концентрацию твердой фазы, где существуют условия для колебаний частиц с наименьшей длиной свободного пробега [3].

Поток сыпавшихся со ската частиц разделяют по высоте на три части. Периферийные части направляют на соседнюю ступень сепарации к одному торцу ската, а центральную – на соседнюю ступень

сепарации в противоположную сторону. На смежных ступенях процесс сепарации повторяется по той же схеме. В результате, на множестве ступеней сепарации организуется противоточное движение частиц различной массы. При этом один из потоков (центральный) обогащается тяжелыми частицами, а во встречном потоке концентрируются легкие частицы. Наиболее высокая концентрация тяжелых и легких семян наблюдается на противоположных торцах ската.

Установлено, что сепаратор обеспечивает возможность получения из ранее откалиброванных по размеру фракций семенного материала трех фракций семян с существенным различием их по массе тысячи зерен (1,6, 0,9 и 0,7 г). При этом фракция с наименьшей массой зерен практически представляет собой нетоварную фракцию (25% от общей массы материала), поскольку содержит в своем составе более 20% обрубленных, колотых семян, загрязняющих примесей и имеет наибольшую концентрацию семян карантинного растения.



**Рис. 2. Характеристика фракций семенного материала**

Установлено, что в товарных фракциях выровненных по массе семян толщина семян моркови меньше толщины семян повилики, что позволяет отделить последние сходом с разделяющего сита. Эффективность этого варианта очистки подтверждена экспериментально для фракции семян с наибольшей массой тысячи зерен. Использование в этом случае стандартного сита с щелевыми отверстиями позволило полностью отделить семена карантинного растения с выходом семян целевой культуры, достигающим 98%.

Преимущества новой технологии: калибровка по размеру и плотности семян сложной формы, их очистка от трудно отделимых примесей с достижением высокого класса посевного стандарта.



## Список литературы

1. Романенко, Г. А. Достижения и перспективы развития аграрной науки России / Г. А. Романенко // АПК: экономика, управление. – 2009. – № 3. – С. 3 – 7.
2. Процессы переработки зернистых материалов в управляемых сегрегированных потоках / В. Н. Долгунин, О. О. Иванов, А. А. Уколов, А. Н. Куди // Теоретические основы химической технологии. – 2014. – Т. 48, № 4. – С. 404 – 413.
3. Долгунин, В. Н. Кинетика сегрегации частиц различной шероховатости и упругости при быстром гравитационном течении зернистой среды / В. Н. Долгунин, О. О. Иванов, А. А. Уколов // Теоретические основы химической технологии. – 2009. – Т. 43, № 2. – С. 187 – 196.
4. Куди, А. Н. Обработка семян методами разделения и соединения / А. Н. Куди, В. Н. Долгунин, Е. А. Рябова // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – № 6. – С. 21 – 27.

*Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 728.03

*А. В. Дьякова\**

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОПТОВО-РОЗНИЧНЫХ РЫНКОВ В Г. ТАМБОВЕ

Рынок потребителей в Тамбове оказывает сильное влияние на развивающуюся экономику города Тамбова, а именно возводятся новые сооружения торговли и производится реконструкция уже существующих. В настоящее время в Тамбове около 3 тыс. торговых сооружений, что показывает широкий спектр выбора торговых услуг для населения. Если привести исследование областного управления по развитию промышленности и предпринимательства, то следует отметить, что оборот розничной торговой деятельности, датированный январем 2018 года превышает уровень 2017 года того же периода на 1%, т.е. возросла покупательная способность поселения Тамбовской области.

Для раскрытия региональных особенностей проектирования рынков оптовой и розничной торговли Тамбова необходимо привести характеристику потребительского рынка.

На территории города Тамбова в сфере розничной торговой деятельности существует 2940 предприятий и для благоприятного функционирования торговой сферы задействовано около 16 тыс. работников на 2018 год. В городе находятся такие крупные торговые сети как «X5RITAIL», «Магнит», «Ашан», «Линия», «Европа», «Спортмастер», «Эльдорадо», «Мвидео», «Техносила» и другие. Из этого следует, что в г. Тамбове имеют место условия для развития на потребительском рынке здоровой конкуренции, которые отражаются на повышении качества торгового обслуживания населения.

Также, в г. Тамбове уделяется внимание созданию площадок для сбора людей, решаемых в виде регулярных (еженедельных или сезонных) ярмарок. В Тамбовской области насчитывается 292 площадки для проведения функционирующих на постоянной основе ярмарок, на которых выделяется более 10 тыс. торговых мест, большим образом, под продовольственные товары и сельхозпродукцию, при этом места-

---

\* Работа выполнена под руководством доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. А. Сергеевой.

ми обеспечивают безвозмездно. На таких ярмарках предлагают товары, выращенные в регионе. По Тамбовской области, согласно рекомендациям Минпромторга России, на 30 тыс. жителей предоставляется приблизительно 7,6 ярмарок.

Вместе с тем, в Тамбовской области проводится ежегодная Покровская ярмарка, ставшая в 2017 году самой многочисленной по сравнению с предшествующими годами ее организации по числу участников и ассортименту, представленной продукции. В Покровской ярмарке того года участвовало 1070 предпринимателей, количество больше на 164 человека отличии от 2016 года. Участниками на этой ярмарке были не только 40 российских регионов, но и около 80 представителей из пяти зарубежных стран, при этом международная VII Покровская ярмарка оказалась в ТОП-10 лучших событийных проектов страны. Ярмарки и рынки позволяют обеспечить беспрепятственный доступ местных фермеров к свободным торговым местам для продажи сельхозпродукции.

Кроме того, местные производители широко представлены в других торговых сетях. К примеру, на прилавках магазинов покупатели всегда могут приобрести продукцию, выпускаемую на территории Тамбовской области (молочная, мясная, хлебобулочная, кондитерская, рыбная продукция, безалкогольные напитки, минеральная и питьевая вода, пиво). Больше чем 80% продукции, произведенной тамбовскими местными предприятиями, сбывается в Тамбове. На данный момент в Тамбове происходит развитие фирменных торговых сетей. Наиболее яркие примеры – «Жупиков», «Мичурино», «Максимовские колбасы», «Знаменское мясо», «Тамбовский бройлер», «Кондитерская фирма «ТАКФ», «ИП Ларионова» (кондитерская продукция), «БонДари», АО «Тепличное». На территории Тамбовской области открыто более 1500 магазинов.

С областными предпринимателями сотрудничают международные, федеральные и региональные сети. Например, в региональных супермаркетах «Бегемот», «Огонек» до 80% ассортимента представлено товарами российских производителей, при этом из них более 40% относятся к товарам местных компаний. В супермаркетах федеральных ритейлеров, находящихся в регионе, таких как «Магнит» и «Пятерочка», продукция тамбовских товаропроизводителей предлагается не так широко, примерно от 10 до 30%, в зависимости от категории товара.

Несмотря на высокие показатели, было запланировано повышение количества проводимых ярмарок для обеспечения роста доли оборота в торговом секторе потребительского рынка. Основополагающи-

ми действиями для развития конкуренции в сфере розничной торговой деятельности будут: усовершенствование инфраструктуры потребительского рынка, улучшение территориальной и экономической доступности предприятий потребительского рынка, развитие социально важных видов услуг торговой деятельности.

При всей складывающейся оптимистичной ситуации на потребительском рынке города Тамбова существуют такие проблемы, как понижение потребительской активности и уменьшение индекса физического объема розничной торговой деятельности. Для их решения необходимо формирование подходящих условий для осуществления здоровой конкуренции на рынке розничной торговли, а также важно развивать многоформатную торговлю и проводить мониторинг цен на сельскохозяйственные товары и продукты переработки.

Таким образом, для становления оптово-розничных рынков важно обеспечить одинаковые условия доступа всех хозяйствующих субъектов, оптимизировать ценообразование на потребительском рынке и совершенствовать торговую инфраструктуру и многоформатную торговлю. Следует рассмотреть существующие на 2019 год рынки города Тамбова: Центральный рынок (продуктовый и вещевой рынок, ул. Пятницкая, Ленинский район); Торговый центр Город (вещевой рынок, ул. Базарная, 119, Октябрьский район); Мелкооптовый Хладко (продуктовый, ул. Клубная, 15, Ленинский район); Мелкооптовый рынок (продуктовый, ул. Клубная, 1, Ленинский район); Микрорынок Юго-Западный (продуктовый, ул. Астраханская, Советский район); Рынок (продуктовый, ул. Сенько, Советский район); Микрорынок Рылеевский (продуктовый, ул. Магистральная, Октябрьский район); Тамбовский Центральный Рынок МП (продуктовый, Моршанское шоссе, 14, Октябрьский район); Рынок Колизей (продуктовый, Красноармейская площадь, 1, Ленинский район).

По итогам рассмотрения размещения вышеприведенных рынков можно отметить важность расположения в центральной части торгового сооружения для большей проходимости населения или на периферии вблизи складов, а также значимость в сформированной транспортной и пешеходной сети.

При анализировании вышеприведенных данных видно, что большая часть рынков сконцентрирована в Ленинском районе, это объясняется историческим развитием города. Если обратиться к описанию плана 1832 года, где указаны границы плана древней крепости, то усматривается, что по первой линии ров северная стена крепости, начинаясь у реки Цны, тянулась вдоль речки Студенца до улицы Долевой (Карла Маркса), которая соответствовала западной границе деревян-

ной цитадели. При этом южная стена крепости совпадала с улицей Широкой (Дворянская; ныне Интернациональная). Вторая линия рвов определяла границы кремля Тамбовской крепости, начинаясь от Студенца, она проходила по территории Соборной площади (ныне линия переулка С. Разина) до улицы Пензенской (позднее Гимназическая; ныне Коммунальная), соединяясь в этом месте с оврагом, который шел к Цне. Данное описание свидетельствует, что в сегодняшнем Ленинском районе находился центр города, что сформировало главные улицы города, поэтому здесь до сих пор сосредоточены все административные и общественные здания.

В Тамбове идет развитие и совершенствование проектирования рынков, появилось понятие – мультифункциональный объект. Примером для новых рынков чаще всего являются рынки Москвы, имеющие зеленую зону для отдыха и приспособленные под современные запросы общества. В Тамбове также постепенно появляется вопрос об их необходимости в зеленых зонах среди плотной жилой застройки, поэтому растет заинтересованность в строительстве таких мультифункциональных рынков.

Основываясь на опыте других крупных городов видно, что именно восстановление рынков в центре города, как источника, способного возродить активность, помогает решить проблему безжизненности городских центров. При этом торговые пространства становятся яркими маяками и коммуникативным узлом в пешеходных связях городов и улиц.

Проектированию и строительству рынков розничной и торговой деятельности в городе Тамбове уделяется не так много внимания, как ТРЦ и отдельным павильонам. Город Тамбов обладает большим количеством торговых площадей, при этом имеющиеся торговые центры схожи друг с другом с визуальной стороны, их архитектура и планировочная функция безлика, при их проектировании мало учитывалась окружающая застройка, не отражается дух времени и места.

При анализировании ситуации в Тамбовской области выявлено, что для достойной конкуренции ТРЦ, павильонам, магазинам необходимо проектировать мультизадачные рынки с интерактивным пространством, т.е. с индустрией развлечений как эксперименты с новой кухней, лекции о здоровом питании, кино и перформансы в самых разнообразных местах.

Таким образом, в г. Тамбове усматривается стремление к созданию новых торговых площадок, в том числе для рынков, а торговая деятельность в городе становится более разработанной формы в продовольственной и непродовольственной сфере.

## Список литературы

1. Спецпроект «ГУБЕРНИЯ». – URL : <https://retail-life.ru/tambovskaja-oblast-razvivaet-rynochnye-instrumenty>.
2. Сергей Мосев «В Тамбове строят сельскохозяйственный рынок». – URL : <https://www.onlinetambov.ru/news/society/v-tambovestroyat-selskokhozyaystvennyu-rynok/>.
3. «Тамбов на карте генеральной» (ч. 2). – URL : <https://marina-klimkova.livejournal.com/442558.html>.

*Кафедра «Архитектура и строительство зданий»  
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

**УДК 728.03**

*А. В. Дьякова\**

### **ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЫНКА В Г. ТАМБОВЕ**

Тамбовская область имеет подходящее местоположение и разнообразные природно-климатические условия, определяющие исторический облик и форму торговых сооружений. Одна из основных задач анализа – выделение исторических аспектов, которые оказали влияние на появление и формирование торговли в Тамбове. Анализ, в том числе и по особенностям классификации функциональных компонентов рынков, проводится по Центральному рынку г. Тамбова, расположенному в настоящее время в квартале улиц Октябрьская, Красная, Коммунальная, Носовская.

В первые годы торговая деятельность любой продукции велась либо с земли, либо с простых временных устройств. В процессе развития торговля становилась более упорядоченной формы. Так, например, на Базарной площади (Центральный рынок) появились торговые ряды разнообразного назначения по продаваемому товару. Временные постройки частично заменились кирпичными лавками-складами, впервые построенными богатыми купцами Тамбова Толмачевым и Аносовым. При этом значимость базара постоянно росла вместе с ростом городского населения.

---

\* Работа выполнена под руководством доц. ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. А. Сергеевой.

В это время выделились такие функции, как: торговая (Базарная и Сенная площадь, торговые ряды), предприятия общественного питания (питейные дома), административная (полицейские частные дома), техническая (павильон для мер и весов).

Следующие изменения на Базарной площади были связаны с 1866 годом, когда началось строительство шести каменных торговых корпусов на базаре. В 1870-х годах площадь замостили булыжником, а также частично прилегающие улицы для удобства доступа к площади. В настоящее время также функционируют с сохранением своего первоначального значения малые каменные торговые ряды, разместившиеся с четырех углов и образующие собой малую прямоугольную площадь в центре рынка. При этом малые торговые ряды располагаются внутри больших торговых рядов, которые выделяются своим объемом и площадью. По внешнему контуру этих рядов по прямой линии находятся широкие навесы, огороженные сплошной цепью аркад. Сегодня эти сооружения имеют статус «Памятник архитектуры».

В 70-е годы XIX века к уже имеющимся вышеуказанным функциям добавились стоянка гужевых подвод, общественная функция в виде Христорождественского собора и часовни иконы Казанской Богоматери. Также, в торговой зоне появились торговые ряды, создававшие гостинный двор, которые объединяли в себе торговую и складскую функцию.

С момента создания Тамбовской Базарной площади она сохраняла свою главную функцию – торговую, в том числе и в годы Первой мировой войны и гражданской войны. В конце 1920-х годов в Тамбове было несколько базаров: базар на площади Коминтерна, Базарная площадь. По своему устройству Базарная площадь имела въезд со стороны ул. Державинской, а также пересекалась с севера на юг ул. Базарной. Только с ул. Пятницкой (ул. Робеспьеровской) въезд преграждал Христорождественский собор, который после переименования в 1983 году Базарной площади в площадь Центрального колхозного рынка был снесен, а на его месте появилась «толкучка».

В 20-е годы XX века функциональные компоненты рынка оставались теми же, также имела место торговая и складская функции, включающие в себя Сенную площадь, каменные торговые ряды, временные деревянные торговые лавки и открытую торговлю («толкучку»), административная и техническая функции (отделение милиции, водоразборная будка). На Базарной площади располагалась стоянка гужевых подвод, предприятия общественного питания (чайная), а также

как общественная функция: Христорождественский собор и часовня иконы Казанской Богоматери.

Долгое время участок, занимаемый рынком не ограждался, только в 1945 – 1955 годах его территория была реконструирована. В конце 60-х годов XX века на той же территории площадь застройки резко увеличилась, функциональные компоненты рынка получили свое дальнейшее развитие. Так, например, торговая функция уже включала в себя каменные торговые ряды, универмаг, продовольственный и другие специализированные магазины (магазин по продаже керосина, подержанных товаров), место открытой торговли. Административные компоненты также расширились: отделение милиции и добавилась транспортная диспетчерская. Появилась новая функция развлекательная в виде места для гастролей и проведения развлекательных мероприятий. Кроме того, территория рынка была благоустроена, выделены зеленые зоны, сама территория рынка ограждалась забором.

В 1950-х годах на территории рынка было возведено достаточное количество деревянных палаток и магазинов государственной и кооперативной торговли. В 1960-х годах, после того, как «толкучку» убрали с территории рынка, площадь заметно опустела. Ограждение участка также претерпело изменения, забор снесли в середине 1980-х годов.

Не все постройки Центрального рынка смогли сохраниться, например, на месте старого углового юго-западного здания бывших торговых рядов был построен универмаг № 2, открывшийся в конце 60-х годов. Также, в 1960 – 1961 годах в северо-западной стороне рыночной площади был заложен фундамент под новый магазин. Реконструировался центр рынка, из-за чего появились магазины, несколько одноэтажных помещений в западной части и также двухэтажное здание по ул. Коммунальной с предприятиями службы быта.

В это же время было возведено одно из самых высоких сооружений города в юго-восточном стороне рыночной площади вдоль ул. Кооперативной (ул. Носовской) комбинат бытового обслуживания «Русь» (1982). Вместе с тем, в южной стороне рынка по ул. Коммунальной велось строительство по типовому проекту корпуса крытого рынка из стекла и бетона. Последней масштабной постройкой на участке рынка был комплекс торговых сооружений в северо-западной части, сегодня супермаркет «Крата» (1993).

Изменения на территории рынка были и в 2011 году, когда начала функционировать пристройка крытого рынка, увеличившая объем торговых площадей на 25%. В данной постройке складскую функцию



перенесли в подземное помещение, где имелась возможность применения автотранспорта для завоза скоропортящихся товаров.

В первые годы XXI века территория Центрального рынка Тамбова была реконструирована с северной стороны вдоль ул. Октябрьской. Вторая половина XX века ознаменовалась существенным административным контролем за кооперативной и колхозной торговой деятельностью. В середине 90-х годов проходила застройка территории новыми торговыми корпусами. Первый из корпусов, с 2004 года протянулся длинной полосой в западной части Базарной площади, поименованный как «Москва» и предназначенный для продажи верхней одежды и обуви. Другой корпус – «Энергия», расположившийся с восточной части рынка вдоль ул. Октябрьской, предназначенный для торговли электробытовыми товарами.

Не менее значимое торговое сооружение, размещенный на месте корпуса комбината бытового обслуживания населения – «XXI век». Сам корпус комбината, в виде двухэтажного объекта барачного типа, находился на свободной рекреационной территории с южной стороны рынка, где в начале была проложена озелененная пешеходная аллея. Строительство XXI века началось в 2000 годы на основе опорных конструкций бывшего корпуса. В результате, в начале второго десятилетия нашего века здесь разместились торговые предприятия. В начале 2000-х годов все временные деревянные конструкции были убраны, а свободное место занял торговый корпус, с 2013 года как торговый комплекс «ЦУМ».

Центральный рынок г. Тамбова претерпевал сильные изменения, при этом положительным фактором стало полное сокращение мест неконтролируемой торговой деятельности. Однако, свободные места стремительно были приспособлены под капитальные торговые сооружения, что негативно отразилось на соблюдении норм и правил городской застройки.

Одновременно следует отметить влияние тамбовского купечества на формирование торговой зоны. На рубеже XVIII и XIX веков основной торговой площадкой в Тамбове была территория в северной части бывшей крепости. Тамбовские купцы застроили торговыми рядами, называвшимися «гостиным двором», пространство, освободившееся от северной крепостной стены вдоль берега речки Студенец. Также, в это же время сформировалась Соборная площадь Тамбова, расположившись к югу от рыночного пространства вдоль Студенца. Торговая деятельность развивалась в губернском городе Тамбове довольно быстро, в результате чего произошло территориальное разделение

сфер торговли. Гостиный двор представлял товары ручного производства, а за торговую деятельность сельскохозяйственной продукции отвечали на Базарной площади к западу от бывшей крепости.

В середине XIX века торговая деятельность с Базарной площади начала переходить и на соседние улицы. Появились новые функции рынка, а именно гостиничная и жилая. Это проявилось в жилье тамбовского купечества, которые имели торговые места на рыночной площади. Купцы выбирали дома и съемные квартиры на близрасположенных улицах и открывали в таком жилье новые торговые лавки. В конце XVIII века в городе появились каменные купеческие дома, тогда же были построены первые доходные дома, сдававшиеся состоятельными купцами для проживания как отдельные квартиры для других жителей города.

В итоге, характерной особенностью Тамбова на рубеже XIX и XX веков стала сформировавшаяся под влиянием рынка городская застройка, сильно отличающаяся по своим функциональным компонентам от других городских кварталов, так как становление застройки происходило совместно с развитием купеческого предпринимательства.

*Проект реализован при поддержке РФФИ грант № 17-01-12017*

### **Список литературы**

1. «Виртуальный музей истории развития территории «Базарная площадь» и хронологии становления торгово-купеческой деятельности в этой части города Тамбова». – URL : <http://heritage.tstu.ru/index.php/ru/istoriya-stanovleniya>
2. Торговые ряды на тамбовском центральном рынке. – URL : <https://marina-klimkova.livejournal.com/824329.html>.
3. Центральный базар Тамбова. – URL : <http://tambovia.ru/bazar.html>.

*Кафедра «Архитектура и строительство зданий»  
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*С. В. Карташова\**

## **ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОВИНЦИАЛЬНОГО ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ГУБЕРНИИ XVIII ВЕКА**

За всю историю Тамбова было принято и утверждено – 5 генеральных планов, такие же планы были утверждены для Моршанска, Елатьмы и Козлова. Документы предусматривали разбитие городов на кварталы, радикальную перепланировку улиц, казенное и частное крупномасштабное строение по заранее утвержденным типовым образцам, что сказалось на сохранившемся историческом центре города и сохранении старинных зданий в результате верно выстроенной в этом отношении градостроительной политики местных властей. В исследованиях Ю. В. Мещерякова о деятельности Г. Р. Державина в качестве губернатора, говорится, что в целом к концу XVIII века в городах региона созданы регулярные сетки кварталов, в центре города сформировался административный комплекс зданий вдоль центральной улицы. Большинство двухэтажных каменных строений сохранилось до наших дней. Архитекторы из Москвы отмечали необычность архитектурно-художественного облика города Тамбова, который формировался более трех столетий. Древние постройки уступали место более современным, каждое здание отражало разные этапы исторического развития города.

Регулярность – как главный принцип классицизма был положен в основу идеальной модели равномерного расселения по всей территории Российской империи. Главным образом, историческая сеть городов края сложилась в XVII веке, как продолжение Белгородской засечной черты. Новая сеть городов состояла, как и раньше из 13 городов, с запада из слободы железных заводов – город Липецк, с востока из сел Кирсанов, Морша и Спасское. Соблюдая схему екатерининского идеала, генерал-губернатор Р. И. Воронцов назначил города Сокольск, Демшинск, Добрый, Романов «к уничтожению», так как они лежали в одну линию «в весьма близком расстоянии».

Число губерний и городов в правительстве Павла I сократилось, 4 уезда расформированной Пензенской губернии присоединилось к Тамбовской губернии, предписано было оставить 10 городов, вместо 17 екатерининских, поэтому сеть городских поселений оказалась зна-

---

\* Работа выполнена под руководством проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» Г. Л. Леденевой.

чительно разреженной на новой территории. Прежний статус города обрели с приходом к власти Александра I, екатерининское законодательство было восстановлено, границы губерний обрели прежний вид. Границы губерний и городского расселения «назначались» волевым решением правительства, а не в результате экономического и общественного развития, достаточно было объявить место городом, а жителей городским сословием. Определяющей была правительственная инициатива, которая диктовала принципы пространственной организации территории. При Екатерине II была предпринята попытка точно определить круг полномочий на местах, поэтому вводилось административно-территориальное наместничество, изменилась структура местного управления. Немаловажным для развития Тамбовского края стало строительство «Царицынской линии», что позволило стабилизировать обстановку на южных рубежах России [1]. Численность населения увеличивалась, императрицей раздавались земли своим приближенным, появлялись крупные вотчины. К концу XVIII Тамбовская провинция стала одной из самых населенных регионов империи, где проживало уже 357 тысяч человек [3].

Важную роль и необходимую целостность пространства должны были обеспечить дороги, которые были включены с самого начала структурно-пространственных преобразований в идеальную модель императорской системы расселения. Особенно важными они стали для Липецкого, Моршанского, Спасского и Кирсановского уездов, где новые города назначались из бывших сел и слобод. Губернским правлением были выданы «Правила для заведования дорогами» после выхода «Учреждений для управления губерниями», что говорило о целостном взгляде на систему расселения. Каменский М. Ф. – генерал-губернатор Тамбовской и Рязанской губернии, в 1781 году докладывал Екатерине II об учреждении «плана почт» или сети дорог, и уже в 1784 году по образцовому проекту Н. А. Львова в Тамбове началось строительство почтового дома. После выхода в 1782 году указа «О составлении примерной карты всех дорог и подробного обозрения всех способов к устройству почт, для удобнейшего сообщения между всеми местами империи» получили дальнейшее развитие мероприятия по устройству дорог. В результате государственных мероприятий по обустройству дорог стало появление переправ, мостов, застав, верстовых столбов, почтовых дворов и станций, что послужило не только действенным средством управления, но и дало возможность быстрой цивилизации провинции. Эти начинания сформировали художественное осмысление, создав особую символику пограничных столбов

губернских городов, въездных аллей и столбов в частновладельческие усадьбы.

С развитием путей сообщения менялись пространственно-временные соотношения, удаленные провинциальные точки России стали восприниматься освоенными, более доступными, развивалась любовь к путешествиям, к познанию мира.

С 80 годов XVII века и до середины XVIII века русский город в социально-экономическом и архитектурно-планировочном отношении прошел огромный путь прогрессивного развития. Градостроительное переустройство Тамбова в конце XVIII века и начале XIX века происходило на основе тех идеалов, которые были заложены в екатерининском законодательстве. Господствующее социальное положение в русском городе занимало дворянство и купечество, политика меркантилизма открывала широкое поле деятельности для строительства общественных зданий – госпиталей, сиротских домов, приютов, ратуш, школ.

Ряд указов («Учреждения для управления губерниями» 1775 г., «Устав благочиния» 1882 г., «Грамота на права и выгоды Российской империи» 1785 г.) позволяет сделать вывод о существовании целостной программы переустройства провинциального города [2]. В результате реализации этой программы Комиссия строений рассчитывала получить новый провинциальный город с действенными органами самоуправления и развитым гражданским самосознанием. Впервые город представлялся как сложная общественно-пространственная организация, обладающая экономическими, политическими и функциональными качествами. Предварительное составление градостроительных планов внедряется в градостроительную практику, гражданское строительство преобладает над церковным. Провинциальный город уже не может оставаться в рамках старых архитектурно-пространственных форм. Созданный в законах общественный порядок получил продолжение в пространственном порядке, символом которого стало четкое геометрическое развитие. Живописная структура древних городов воспринимается как хаос. Регулярное начало не было чуждо русским градостроительным традициям [4]. Геометрически правильные прямоугольные очертания имели многие кремли и монастыри, крепости и остроги. В конце 30 годов XVIII века был заложен прочный фундамент регулярной планировки, свойственный не только XVIII, но и первой половине XIX века.

В 1770 годах Комиссия строений получила срочный государственный заказ – дать результат пространственного преобразования художественного образа провинциального города, произвести впечат-

ление благоденствующего государства, что было доказательством движения России в сторону цивилизации. В рамках заказа в 1781 году был подтвержден план Тамбова, в соответствии с новыми идеями градостроительной реконструкции, наложив прямоугольную сетку кварталов на живописную «ткань» города, река оставалась главной в композиции рисунка плана. Улицы южной части города подчинялись движению реки Цны.

До настоящего времени сохранилось квартальное деление застройки Тамбова, заложенное в планах 1790 года. При сравнении первых планов регулярной застройки города с современными картами и снимками со спутника, можно отменить основополагающие контрольные точки – перекрестки улиц, отдельные строения, определяющие силуэт города (Большая – Советская; Максима Горького – Араповская; Базарная – Базарная; Карла Маркса – Долгая; Дворянская – Интернациональная; Ленинградская – Семинарская; площадь Шацкая – Комсомольская; Христорождественская – Красная). При этом необходимо отметить характерную для архитектурного облика провинции инерционность (запаздывание по времени).

Северная часть города подчинялась градостроительной структуре южной части, придавая ему композиционную целостность и живописную своеобразность. Разрезая прямоугольную сеть кварталов, диагонально направленная Козловская – Московская улица, нарушала планировочное однообразие, соединяя городской центр с дорогой на Москву. Улица Московская играла роль одной из главных градостроительных осей в общем плане города, переходя в правильное трехлучие с улицами Дворянской и Новой. Стремление следовать петербургскому плану в планировочной структуре говорит о том, что в провинции столичный пример воспринимался как художественный идеал. Архитектурная утопия, ориентированная на уровень крупного города, не соответствовала масштабу провинциальной Тамбовской губернии, поэтому она не могла быть реализована. Поиск пространственного идеала в архитектурных проектах, создаваемых для Тамбова, продолжался вплоть до 20-х годов XIX века.

### Список литературы

1. Грязнова, Н. В. Архитектурное воплощение политических идеалов Екатерининской эпохи / Н. В. Грязнова ; отв. ред. В. Н. Белоусов // Непрерывное архитектурно-строительное образование как фактор обеспечения качества среды жизнедеятельности : тр. годичного собрания РААСН. – Москва – Воронеж, 2005. – С 271 – 275.

2. Грязнова, Н. В. Роль губернской администрации в преобразовании Тамбова в последней четверти XVIII века / Н. В. Грязнова // Проект Байкал. – 2016. – Т. 13, № 47-48. – С 84 – 91.

3. Кученкова, В. А. Неизвестный Тамбов / В. А. Кученкова. – Тамбов, 1993. – 86 с.

4. Лукомский, Г. К. О прошлом и современном состоянии провинциальной архитектуры России / Г. К. Лукомский. – СПб. : Изд-во «Шиповник», 1912. – 90 с.

*Кафедра «Архитектура и строительство зданий»  
ФГБОУ ВО «ПГТУ»*

**УДК 691.165; 691.181**

***Д. А. Савенков, С. А. Мамонтов\****

## **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ**

В настоящее время проблема переработки и рационального применения отходов кожевенного производства становится актуальной не только для Тамбовской области, но и во всем мире, так как в процессе производства натуральных кож образуется 30...50% отходов от массы сырья, в которых содержится до 50% белковых и многих других побочных продуктов. Такие отходы, из-за отсутствия действенных методов утилизации, как правило, вывозят на свалки или закапывают вне специальных полигонов, тем самым загрязняя окружающую среду [1].

В результате такой деятельности человека происходит отчуждение земель, загрязнение почвы и подземных вод, что связано с замедлением процессов биологического разложения кожевенных отходов из-за присутствующего в них соединений хрома (III) и хрома (VI), применяющихся в производстве кожаных изделий в качестве дубителя [1].

Дубление кожи является одним из главных технологических процессов, определяющих эффективность работы кожевенных и меховых предприятий. Вид сырья, природа применяемых дубителей и методы дубления полностью определяют свойства и назначение кожевенно-меховой продукции. Самое широкое распространение получило дубление комплексными соединениями хрома, которые придают коже прочность и стойкость к агрессивным факторам внешней среды [2].

---

\* Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора ФГБОУ ВО «ПГТУ» В. П. Янцева.

Дубленые отходы – это кожевенная стружка (рис. 1), спилковая хромовая обрезь (рис. 2), а также пыль, возникающие при строгании, распиливании, шлифовании полуфабрикатов, имеющие структурные образования вследствие взаимодействия коллагена с солями хрома (III) и многих других дубящих соединений. Сюда же можно отнести и хромовые осадки сточных вод кожевенных предприятий [2].



**Рис. 1. Кожевенная стружка после дубления**



**Рис. 2. Хромовая обрезь**

На сегодняшний момент существует множество направлений и патентных разработок по переработке дубленых кожевенных отходов.

По одному из них твердые хромовые отходы собирают, разволокняют, измельчают в мельнице и проклеивают связующими компонентами, в результате чего изготавливают различные материалы специального назначения [3]:

- строительные материалы, в которых в качестве вяжущего используют модифицированные силикаты натрия, а в качестве наполнителя – разволокненные дубленые кожевенные отходы;

- искусственные композиционные кожи на основе поливинилхлорида (ПВХ), где в качестве наполнителя применяют кожевенные волокна с разной степенью разволокнения;

- кожкартон на основе измельченных хромовой стружки и кожевенного лоскута, в котором связующим веществом является хлоропреновый латекс. Такой состав кожкартона является инновационным, так как кожевенный лоскут, получаемый при раскрое деталей верха, не применялся ранее в связи с трудностью его разволокнения [3].

Эффективным и простым является применение дубленых коллагенсодержащих отходов для получения строительных плит, для чего отходы сильно измельчают, смешивают с полиэтиленом и полипропиленом, добавляют связующее вещество, расплавляют и прессуют. Содержание полимера в смеси – примерно 40...70%.



Получающиеся пластины толщиной 6...7 мм и размером 10×25 см обладают высокой прочностью, не теряют своих свойств под действием влаги и не подвергаются действию насекомых. Новый композит может заменить в строительстве такие известные теплоизоляционные материалы, как плиты на основе древесных опилок и стружек, а образованные из пластин шумо- и теплоизолирующие покрытия отличаются высокой экологичностью, декоративностью и низкой стоимостью, что создает хорошие перспективы для их широкого использования в строительстве [4].

В работе [32] экспериментально доказана возможность применения для производства кирпича осадка сточных вод (шлама) кожевенного производства в объеме 10% от сухого веса. Пористость таких кирпичей выше пористости обычных. Прочность на изгиб и морозостойкость достаточны.

Кожевенную пыль применяют для наполнения резиновых смесей на основе различных каучуков. Установлено, что введение кожевенной пыли в качестве наполнителя в состав резиновых смесей влияет на свойства вулканизатора. При этом количество вводимой кожевенной пыли не должно превышать 20 – 23 массовых частей на 100 массовых частей каучука, т.е. сажа как наполнитель заменяется лишь частично [1].

В работе [6] предложен безопасный способ утилизации токсичной хромовой пыли, вырабатываемой кожевенной промышленностью. Авторы предлагают сжигать хромовую пыль в потоке воздуха при температуре 800 °С, а затем использовать осевший пепел, мелкий заполнитель и портландцементное вяжущее для изготовления блоков. Полученные блоки имели прочность на сжатие в пределах 12...18 МПа.

Как и в предыдущей работе, авторы предлагают производить керамический материал из смеси глинозема с пеплом, получаемым в результате сжигания хромовой стружки. Материал формируется при помощи гидравлического пресса [7].

Работы [8, 9] посвящены получению путем пиролиза в инертной атмосфере хромовой полировочной пыли при температуре 30...800 °С углеродных волокон, которые затем вводятся в битумное вяжущее, модифицируя его.

Проведенный анализ направлений переработки отходов кож хромового дубления показывает, что наиболее перспективной отраслью для их утилизации является промышленность строительных материалов, которая всегда выступала одним из главных потребителей крупнотоннажных отходов других производств. При этом поиск новых эффективных технологий продолжается как в России, так и за рубежом.

Важно отметить, что описанные выше технологии нуждаются в развитии и уточнении, но не требуют серьезного изменения технологических режимов производства строительных материалов, поэтому с легкостью могут быть внедрены на существующих предприятиях Тамбовской области, что приведет к снижению экологической нагрузки на ее территории.

### Список литературы

1. Абеева, Д. Новые направления использования отходов кожевенного производства / Д. Абеева, М. Блиева. – М. : Электронный научный журнал «Международный студенческий научный вестник». 2014. – С. 2.
2. Отходы кожевенного производства и их переработка [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.collagen.su/archives/2574>
3. Переработка дубленых кожевенных отходов с применением механообработки / Е. В. Волоскова, Т. А. Безменова, Н. Ю. Кочан и др. – М. : Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2009. – Т. 5, Вып. 3. – С. 49 – 55.
4. Проблемы комплексной переработки кожевенных отходов // Тез. докл. Междунар. конф. – М., 1998. – С. 53.
5. Giugliano M., Paggi A. Use of Tannery Sludge in Brick Production. Waste Management & Research. – 1985. – V. 3, Is. 4. – P. 361 – 368.
6. Swarnalatha S., Srinivasulu T., Srimurali M., Sekaran G. Safe Disposal of Toxic Chrome Buffing Dust Generated from Leather Industries. Journal of Hazardous Materials. – January 2008. – V. 150, Is. 2, 31. – P. 290 – 299.
7. Basegio T., Haas C., Pokorny A., Bernardes A. M., Bergmann C. P. Production of Materials with Alumina and Ashes from Incineration of Chromium Tanned Leather Shavings: Environmental and Technical Aspects. Journal of Hazardous Materials. – September 2006. – V. 137, Is. 2, 21. – P. 1156 – 1164.
8. Patchai Murugan K., Swarnalatha S., Sekaran G. Chromium Impregnated Carbon Fibres from Tannery Buffing Dust Waste for Road Applications. Materials Today: Proceedings. – 2016. – V. 3, Is. 10, Part B. – P. 3703 – 3708.
9. Kalaichelvi S. B. Studies on utilization of chromium impregnated buffing dust as a modifier in bitumen / S. B. Kalaichelvi, Dr. K. Mohandoss, Dr. G. Sekaran. – М. : International Research Journal of Engineering and Technology. – 2015. – P. 1247 – 1253.

*Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*А. Д. Селезнев, Н. В. Кузнецова\**

## **РАЗРАБОТКА ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УТИЛИЗИРУЕМЫХ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДИСКОВ**

Одним из важнейших факторов, влияющих на физико-механические свойства мелкозернистого бетона, является качество мелкого заполнителя, природные запасы которого исчерпываются или недоступны в некоторых регионах. В Тамбовской области строительный песок имеет очень мелкую крупность и считается непригодным для изготовления качественных бетонных изделий. Предприятия, использующие данный мелкий заполнитель, вынуждены компенсировать его низкое качество увеличением расхода цемента. Приобретение качественного мелкого заполнителя и его транспортирование из соседних регионов лишает мелкозернистый бетон той экономической эффективности, которой он обладает относительно обычного тяжелого бетона. В связи с этим возникает необходимость в использовании альтернативных источников мелкого заполнителя.

Возможным решением данной проблемы становится использование отходов промышленности в качестве частичной альтернативы строительному песку. В целом использование утилизируемых материалов в производстве мелкозернистого бетона позволяет решить два важнейших вопроса: компенсация недостатков местного природного заполнителя и переработку отходов.

Одним из распространенных видов трудноутилизируемых отходов являются оптические диски (CD, DVD, Blu-Ray), основой которых является поликарбонат оптического качества. Оценка возможности использования измельченных утилизируемых оптических дисков в качестве мелкого заполнителя в производстве мелкозернистого бетона была выполнена в работе [1].

С учетом вышесказанного целью исследования является разработка технологии производства изделий из цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков.

Одним из основных технических параметров, характеризующих цементные материалы, является прочность на сжатие, которая зависит от многих факторов. Наибольшее влияние оказывают качество сырьевых материалов (цемента и песка) и водоцементное отношение.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВО «ПГТУ» Н. В. Кузнецовой.

В предварительных экспериментальных исследованиях изучалось влияние доли измельченных утилизируемых оптических дисков от общей массы мелкого заполнителя на прочность цементного композиционного материала. Было установлено, что образцы, изготовленные с использованием местного кварцевого песка (Красненский карьер Тамбовской области) с модулем крупности 1,0 (очень мелкий согласно ГОСТ 8736–2014), имеют прочность на сжатие 29 МПа. При замене 10% массы песка измельченными оптическими дисками (рис. 1) прочность вырастала до 30 МПа, а при замене в 20% получался равнопрочный материал (29 МПа). Плотность образцов с использованием измельченных оптических дисков оказалась ниже на 12%, так как насыпная плотность отходов значительно ниже насыпной плотности песка (примерно  $800 \text{ кг/м}^3$  против  $1400 \text{ кг/м}^3$ ). Соотношение цемента и заполнителя принималось постоянным и равным 1 к 3 по массе, водоцементное отношение изменялось в диапазоне от 0,45 до 0,55.



**Рис. 1. Структура образца цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков**

При замене 20% массы песка отходами расход цемента снижался на 10% с 530 до 475  $\text{кг/м}^3$ , что может стать одним из факторов экономического эффекта при практическом применении данного материала. Таким образом, образцы с использованием отходов имели большую или равную прочность на сжатие, а фактический расход цемента уменьшался.

Сравнение экономической эффективности использования данного цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков было выполнено на примере стеновых блоков. В настоящее время стоимость пескоцементных стеновых блоков  $19 \times 19 \times 39 \text{ см}$  в Тамбовской области в среднем составляет 55 руб./шт., а их прочность, как правило, не превышает 20 МПа. Образцы предлагаемого материала при замене 50% массы

песка отходами показывали прочность на уровне 22 МПа, при этом расход цемента был уменьшен на 25% (с 530 до 400 кг/м<sup>3</sup>) относительно образцов без отходов с прочностью 29 МПа. По предварительным расчетам себестоимость стеновых блоков 19×19×39 см, изготовленных из цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков, составляет 25 – 30 руб./шт., что позволяет ориентироваться на цену при реализации в 35 – 45 руб./шт. (на 20% дешевле аналогичных изделий). Очередным преимуществом данных изделий может стать привлекательный внешний вид и возможность использования в качестве декоративного материала.

Технологическая схема изготовления цементного композиционного материала состоит из следующих основных этапов: измельчение оптических дисков (дробление и помол); дозировка компонентов смеси; затворение смеси водой; диспергирование смеси; формовка изделия; твердение и набор прочности.

Предпочтительная крупность частиц измельченных оптических дисков 0,315...2,5 мм [2], поэтому значительного внимания заслуживают технологические параметры их измельчения.

Областью использования разработанного цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков станет производство строительных материалов и изделий. Практическая реализация в виде стеновых блоков найдет свое применение в строительстве зданий и сооружений: выполнение несущих и самонесущих наружных и внутренних стен, выполнение перегородок, декоративная облицовка.

Для коммерциализации данного проекта предлагается организовать производство стеновых блоков 19×19×39 см из цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков.

Доход планируется получать за счет реализации (продажи) данных изделий. Рынок сбыта: строительные организации и физические лица, занимающиеся частной застройкой. Основными статьями расходов являются:

- 1) приобретение, эксплуатация, содержание и ремонт производственного оборудования;
- 2) приобретение сырьевых материалов (песка, цемента, утилизируемых оптических дисков);
- 3) аренда производственного помещения;
- 4) заработная плата работникам производства;
- 5) оплата коммунальных услуг (водоснабжение, электроснабжение, теплоснабжение).

Риски данного проекта, связанные с поставкой утилизируемых оптических дисков, планируется решать следующим образом:

1) сотрудничество с волонтерским центром Тамбовского государственного технического университета и организация пунктов приема утилизируемых оптических дисков у населения;

2) сотрудничество с архивами организаций, у которых накапливаются оптические диски, подлежащие утилизации (университеты, школы, крупные предприятия и др.);

3) сотрудничество с мусороперерабатывающим комплексом ООО «КомЭк» и с АО «Тамбовская сетевая компания».

Экономическая обоснованность производства стеновых блоков из цементного композиционного материала с использованием утилизируемых измельченных оптических дисков была обусловлена составлением сводной таблицы технико-экономических показателей опытно-исследовательского производства (табл. 1).

### 1. Сводная таблица технико-экономических показателей проекта

Годовой объем производства, шт.	60 000
Предполагаемая цена реализации, руб./шт.	40
Объем инвестиций, руб.	500 000
Балансовая прибыль, руб./год	175 000
Число рабочих, чел.	3
Требуемая производственная площадь, м <sup>2</sup>	75
Энергопотребление, кВт·ч/шт.	0,27
Срок окупаемости, лет	3

### Список литературы

1. Селезнев, А. Д. Использование утилизируемых оптических дисков в качестве заполнителя в мелкозернистом бетоне / А. Д. Селезнев, Н. В. Кузнецова // Взгляд молодых на проблемы региональной экономики – 2018 : материалы Всерос. открытого конкурса студентов вузов и молодых исследователей. – Тамбов, 2018. – С. 108 – 113.

2. Прочность мелкозернистого бетона с добавкой измельченных утилизируемых оптических дисков / В. А. Езерский, Н. В. Кузнецова, А. Д. Селезнев, Г. А. Моисеенко // Строительные материалы. – 2019. – № 6. – С. 18 – 24.

*Кафедра «Архитектура и строительство зданий»  
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

1. *Высокая О. Ю., Машикова О. С.* ПОДХОД К РЕАЛИЗАЦИИ ГЕОЗАВИСИМОГО ПОИСКА ПО ОРГАНИЗАЦИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЙТИНГА БЛАГОНАДЕЖНОСТИ ..... 3
2. *Микенин Д. В.* СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ И СОЗДАНИЮ ТУРОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ..... 7
3. *Селиванов А. Ю., Андреев Д. С.* ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЕРТИНЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ КОЛЛОКАЦИЙ ..... 10

### СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

4. *Вольф И. Д.* РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ УГЛЕКИСЛОТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ ..... 15

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

5. *Балашиов Ф. С., Ефимов А. А.* ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА МОДИФИКАЦИИ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТОВ ..... 19
6. *Бобылев В. Ю.* ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗАГОТОВОК ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА ПРИ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКЕ ..... 24
7. *Зайцев И. А.* ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЙ НАНОКОМПОЗИТ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ..... 28
8. *Кокорев С. А.* МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ИЗ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ..... 32
9. *Кузина Е. В.* ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ КОПИРОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ..... 36
10. *Курносков Д. А., Нескоромная Е. А., Бабкин А. В., Мкртчян Э. С., Бураков А. Е.* КОМПОЗИЦИОННЫЙ АЭРОГЕЛЬ НА ОСНОВЕ ГРАФЕНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА, ДЛЯ ЖИДКОФАЗНОЙ СОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛЛУТАНТОВ ..... 40

11. *Никишин С. А.* КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ..... 45
12. *Пьяных Н. С.* ТРАССИРОВКА ГАЗОПРОВОДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ..... 48
13. *Сутормин А. И.* ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЭТАПЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ И ВЫБОРА ИНСТРУМЕНТА ..... 51

### **БИОТЕХНОЛОГИЯ, МЕДИЦИНА**

14. *Белюсова А. А., Шишов М. Э.* АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА ПОВЫШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ..... 55
15. *Маркин И. В., Еськова М. А., Устинская Я. В., Меронюк К. И., Кокорев Н. А.* МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ НА СТОЧНЫХ ВОДАХ ..... 59
16. *Коломоец А. А.* ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ..... 63
17. *Салиджанова О. В.* ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУТВЕРДОГО СЫРА ..... 67
18. *Черешнев В. О.* РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ..... 72

### **ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

19. *Кузнецова Д. О.* РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО АНТИКОРРОЗИОННОГО ГРУНТУЮЩЕГО СОСТАВА ..... 76
20. *Родионов Д. А.* ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫМ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕМ БЕЛКА ..... 79
21. *Куди А. Н., Федосов Н. А., Сергеев В. В.* ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ И КАЛИБРОВКИ СЕМЯН СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ..... 83



## **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ**

22. *Дьякова А. В.* РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ  
ОПТОВО-РОЗНИЧНЫХ РЫНКОВ В Г. ТАМБОВЕ ..... 88
23. *Дьякова А. В.* ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО  
РЫНКА В Г. ТАМБОВЕ ..... 92
24. *Карташова С. В.* ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ  
ПРОВИНЦИАЛЬНОГО ГОРОДА НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ  
ГУБЕРНИИ XVIII ВЕКА ..... 97
25. *Савенков Д. А., Мамонтов С. А.* АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ  
ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬНОЙ  
ОТРАСЛИ ..... 101
26. *Селезнев А. Д., Кузнецова Н. В.* РАЗРАБОТКА ЦЕМЕНТНОГО  
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
УТИЛИЗИРУЕМЫХ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ДИСКОВ ... 105

Научное электронное издание

# ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Сборник научных статей  
молодых ученых, аспирантов и студентов

Выпуск XI

Редактирование Е. С. Мордасовой  
Инженер по компьютерному макетированию Т. Ю. Зотова

ISBN 978-5-8265-2126-7



Подписано к использованию 14.11.2019.  
Тираж 100 шт. Заказ № 122

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106, к. 14.  
Тел./факс (4752) 63-81-08, 63-81-33.  
E-mail: [izdatelstvo@admin.tstu.ru](mailto:izdatelstvo@admin.tstu.ru)



