ISSN 2413-5291

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)
DOI: 10.31618/NAS.2413-5291.2020.3.59

Ежемесячный научный журнал №59 / 2020 3 часть

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ю.н.Чукмаев А.И.
Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.
Редакционная коллегия
Сорновская Н.А.
Кажемаев А.В.
Каверин В.В.
Каримов П.Б.
Свистун А.А.
Селиктарова К.Н.
Артафонов В.Б.
Самиров А.И.
Семипалов С.А.
Новицкая О.С.

Ответственный редактор

Чукмаев Александр Иванович
Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права.
(Астана, Казахстан)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, улица Народной Воли, 2, оф. 44

Адрес электронной почты: info@national-science.ru
Адрес веб-сайта: http://national-science.ru/

Учредитель и издатель Общество с ограниченной ответственностью
"Евразийское Научное Содружество

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,
улица Народной Воли, 2, оф. 44

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ю.н.Чукмаев А.И.
Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.
Редакционная коллегия
Сорновская Н.А.
Кажемаев А.В.
Каверин В.В.
Каримов П.Б.
Свистун А.А.
Селиктарова К.Н.
Артафонов В.Б.
Самиров А.И.
Семипалов С.А.
Новицкая О.С.

Художник: Венерская Виктория Александровна

Верстка: Коржев Арсений Петрович

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Международные индексы:

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА

Плешивцев А.А.
ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ИННОВАЦИОННЫХ ПРИЕМОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КАЧЕСТВА АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ 4

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Горпинченко Е.А., Леонова С.С., Ратников А.Р.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАТУРАЛЬНЫХ КОРМОВ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ КОРМАМИ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У СОБАК 11

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Жаббарова С.К., Ибрагимов У.М., Исабаев И.Б., Хайдар-Заде Л.Н., Джураева Н.Р.
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ДОБАВКАМИ ИЗ СМЕСИ НАТУРАЛЬНОГО СЫРЬЯ 13

Суторихин В.А.
ТЕРМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ДЕФЕКТОВ АЛЮМИНИЕВОГО ОБРАЗЦА ДИСТАНЦИОННЫМ ИНДИКАТОРОМ АКТИВНЫХ ДЕФЕКТОВ 18

Мустафаев О.Б., Турдиев С.А.
ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕЗЦОВ ИНСТРУМЕНТАМИ РЕЖУЩЕ-СКАЛЫВАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ 24

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Зверев И.С., Шипунова Е.А., Голосов С.Д.
ТЕРМИЧЕСКИЙ И ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В УСЛОВИЯХ ВОЗМОЖНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ) 28

Трутнев А.Ф.
К ВОПРОСУ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ 35

АРХИТЕКТУРА

УДК 72.012

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ИННОВАЦИОННЫХ ПРИЕМОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КАЧЕСТВА АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Плешивцев Александр Александрович

CONCEPT FOR THE NON-TRADITIONAL AND INNOVATIVE DESIGN METHODS TO ENSURE THE FUNCTIONAL QUALITY ARCHITECTURAL OBJECTS

Аннотация

В статье рассматриваются возможности современных и перспективных приемов для проектирования архитектурных объектов. Дана характеристика особенностей применения искусственного интеллекта для проектирования функционального качества архитектурных объектов. Выявлены возможности формирования функционального качества архитектурных объектов с использованием традиционных и нетрадиционных (инновационных) приемов архитектурного творчества. Проведен анализ особенностей применения технологии информационного моделирования к решению проблемных ситуаций на примере малоэтажного жилого здания. Предложена концепция интегрального показателя качества информационной модели архитектурного объекта.

Resume

The article discusses the possibilities of modern and promising techniques for the design of architectural objects. Are given the characteristics of the features for use of artificial intelligence for design their functional quality in architectural objects. The possibilities of forming the functional quality in architectural objects using traditional and non-traditional (innovative) techniques at architectural creativity are revealed. Are related the analysis of the features for the application information modeling technology to solving problem situations on the example a low-rise residential building. The concept of an integral quality indicator for the information model at an architectural object is proposed.

Ключевые слова: архитектурная деятельность, традиционные приемы проектирования, функциональное качество, концепция нетрадиционных приемов, проектные решения, информационное моделирование, виртуальная реальность, интеграция областей знаний, искусственный интеллект.

Keywords: architectural activity, traditional design techniques, functional quality, concept at nontraditional techniques, project solution, information modeling, virtual reality, integration of knowledge areas, artificial intelligence

Введение

Каждый из известных и применявшихся ранее, применяемых в настоящее время и возможных в некоторой перспективе приемов проектирования, отображает и будет отображать собой состояние и материализованный потенциал формирования функционального качества архитектурных систем. В самом общем смысле под «проектированием» архитектурных объектов подразумевается творческая деятельность, связанная с разработкой и надлежащим (в техническом, технологическом, нормативном, правовом и организационном отношениях), оформлением и практической реализацией решений [1,2,3].

Современная среда архитектурного творчества характеризуется непрерывным повышением стандартов функционального качества, ростом индивидуальных особенностей обеспечения эксплуатационных параметров, усложнением условий организации и эффективности взаимодействия архитектурных объектов с окружающим пространством.

Действующая концепция процесса проектирования функционального качества архитектурного объекта подразумевает разработку комплекса информационных (цифровых, графических и текстовых) материалов, учитывающих архитектурно-строительные, функционально-технологические, технико-экономические, организационно-управленческие факторы и особенности формируемого архитектурного пространства [4,5,6].

Исторический опыт, знания и традиции становятся необходимой базовой основой, способствующей формированию нетрадиционных и инновационных архитектурных систем в первую очередь для таких ситуаций, для которых предыдущий опыт архитектурного творчества не нашел адекватного решения или не рассматривал саму возможность разработки и реализации такого решения.

Некоторые особенности нетрадиционных и инновационных приемов для решения архитектурных задач

Способность и расположенность архитектурных систем к конструктивным, функциональным и тектоническим трансформациям представляется перспективной областью применения традиционных методов решения архитектурных задач и развития более

технологичных (нетрадиционных) приемов организации пространства архитектурных объектов различного функционально-технологического назначения.

Принципиально важным выглядит концептуальное изменение вектора приложения архитектурного творчества по направлению: «*внутреннее пространство (форма) → внешняя форма (пространство)*», в котором предусматривается приоритет организации гармоничного, комфортного и безопасного внутреннего пространства с последующей селективной организацией необходимых и достаточных связей (прямых и обратных) с окружающей внешней (искусственной и естественной) средой.

Усложнение условий формирования современных и перспективных архитектурных объектов способствует практической реализации научно-технического (научно-технологического) потенциала в направлениях поиска, осмысления, интеграции и рекомбинации новых и традиционных знаний в инновационных решениях проблемных ситуаций архитектурного творчества [7,8,9].

Практически каждая задача, связанная с разработкой проектных решений по формированию функционального качества архитектурного объекта характеризуется множественностью её возможных решений. В значительной степени, приемы нетрадиционной технологичности ориентированы на адаптацию и имплементацию инновационных методов и разработок из смежных областей знания: строительного материаловедения, техники, технологий, организации и управления строительным производством к решению проблемных ситуаций в архитектурной деятельности.

Разнообразные технологические инновации (прежде всего, в области «искусственного интеллекта» и визуальной трансформации пространства) оказывают глубокое воздействие на суть и способы проектирования архитектурных объектов [10,11,12]:

«*…архитекторы могут исследовать только узкую часть проектного пространства. Машины помогут увидеть намного больше…, а искусственный интеллект ускорит процесс проектирования в наше время*».

Развитие инновационных технологических приемов и операций в наибольшей степени поддерживает и способствует формированию и развитию интеллектуального интеллекта, вследствие организации широкого доступа специалистов из различных предметных областей к приложению и трансформации собственных и заимствованных знаний. Планирование и осуществление инноваций, привлекаемых к решению нетрадиционных задач или традиционных задач с применением нетрадиционных приемов, согласуются с развитием архитектурных знаний и возможностей интеллектуального капитала (искусственного и человеческого интеллекта) в процессе поиска и разработки решения [10,13,14].

С ростом масштабов научно-технической деятельности в сфере инноваций возрастают возможности для привлечения новых групп исследовательской, аналитической деятельности в предметные области, связанные с архитектурным творчеством. Развитие интеллектуального капитала обеспечивает условия интеграции специфических, узкопрофессиональных методов и навыков для применения нетрадиционных приемов формирования архитектурных объектов.

Применение нетрадиционных приемов не отрицает возможности проектирования и возведения традиционных архитектурных систем, но позволяет значительно повысить устойчивость архитектурных объектов к природно-климатическим воздействиям, повысить уровень функционального качества, комфорта и безопасности внутреннего пространства, обеспечить возможности современной информационно-коммуникационной среды.

Одновременно с этим, рациональное применение нетрадиционных технологических приемов дает возможность (при обеспечении установленного уровня функционального качества строительной продукции):

– расширить диапазон возможных композиционных решений;

– снизить уровень материальных затрат (стоимости, продолжительности и трудоемкости) строительства и эксплуатационных затрат;

– минимизировать величину экологической нагрузки;

– повысить адаптабельность к условиям гармоничного взаимодействия с окружающей искусственной и естественной средой.

На Рисунке 1 представлен пример формирования инновационных проектных решений, направленных на восстановление утраченного функционального качества малоэтажного жилого здания, разработанных с применением инновационной технологии проектирования «виртуальной и расширенной реальности» [15].

а) пространственная композиция архитектурных объектов

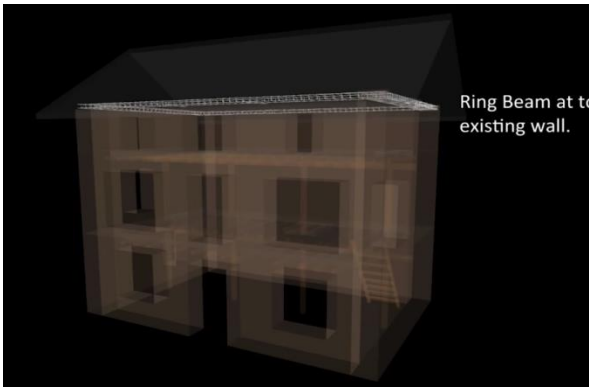
б) расположение объекта проектирования

в) оценка исходного технического состояния: внешнее пространство

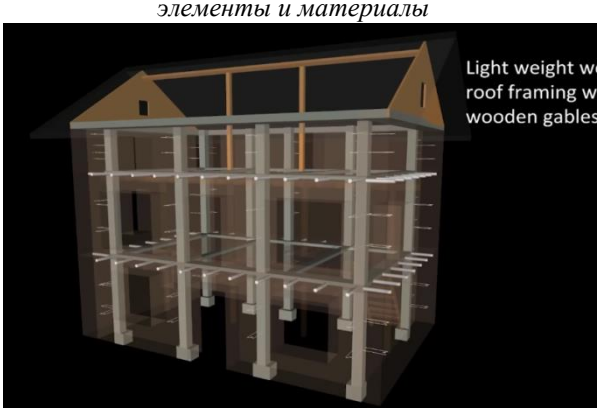
г) оценка исходного технического состояния: внутреннее пространство

д) проектные предложения: архитектурная система

е) проектные предложения: конструктивные элементы и материалы



ж) проектные предложения: начальный этап возведения



з) проектные предложения: конечный этап возведения

Рис. 1. Приемы формирования функционального качества и организации архитектурного пространства (архитектурной системы) малоэтажного жилого здания

Возможность применения нетрадиционных (инновационных) приемов и принципов проектирования материальных объектов архитектурного пространства сопровождается

развитием строительного материаловедения, систем безопасности и обеспечения процессов жизнедеятельности, совершенствованием организационно-технологических методов и средств обеспечения строительного производства, формированием новых, концептуальных средств и приемов архитектурно-конструктивного, строительного и организационно-технологического проектирования.

Аспекты применения инновационных (нетрадиционных) приемов проектирования

Эволюционное или революционное повышение требований к функциональному качеству архитектурных объектов можно рассматривать, как решающий фактор, стимулирующий развитие интеллектуального ресурса, способного отождествлять конкурентное качество материальных объектов с использованием необходимых (традиционных или инновационных) приемов проектирования.

С началом самого первого события (в ходе проработки архитектурной идеи, проектных предложений и/или анализа инвестиционных программы) формируется информационная модель, которая становится его условным образом на всех последующих этапах жизненного цикла архитектурного объекта [16,17,18].

Информационное (виртуальное) моделирование представляется современным и рациональным способом поиска, осмысления, интеграции и рекомбинации новых и традиционных знаний в инновационных решениях задач и проблемных ситуаций архитектурного творчества. К настоящему времени применение информационных моделей проектирования архитектурных объектов показало свою состоятельность на теоретическом уровне и на практических примерах, получило признание и распространение в качестве инновационного метода эволюционного развития архитектурного знания и строительного дела.

На Рисунке 2 представлена концепция применения технологии информационного моделирования (виртуальной BIM-модели) для основных этапов жизненного цикла архитектурного объекта [18,19,20].

Рис. 2. Концепция применения информационного моделирования для организации архитектурного пространства

Формирование проектных решений и экспертиза полученных результатов при помощи информационной (виртуальной) модели производится за несколько этапов (итераций) до получения оптимальных показателей функционального качества архитектурного объекта, установленных соответствующим техническим заданием.

К настоящему времени известны следующие возможные показатели измерения уровней (степени детализации) проектной проработки и состояния информационной модели архитектурного объекта [17,21,22]:

– D – для формирования результатов инженерных и экономических изысканий, определяющих целесообразность разработки проектных решений и инвестиций в архитектурный объект;

– 2D – для формирования рабочих чертежей и таблично-символьного отображения данных;

– 3D – для формирования пространственного представления об объекте проектирования;

– 4D – для определения продолжительности периодов (главным образом, строительства) жизненного цикла;

– 5D – для разработки сведений и данных потребности в финансовых и материальных ресурсах;

– 6D – для представления внутренних технологических процессов;

– 7D – для моделирования параметров технического состояния (физического износа) в ходе эксплуатации возведенного объекта строительства.

– 8D – для представления (моделирования) состава и состояния строительных материалов и конструктивных элементов архитектурных систем, пригодных для переработки и использованию в качестве вторичного сырья;

– 9D – для представления (моделирования) показателей надежности и функциональной эффективности архитектурных объектов.

Интегральный (количественный) показатель функционального качества информационной модели архитектурного объекта может быть представлен в виде:

$$\begin{aligned}
\text{ИМ} = G_{\text{ТЗ}} \cdot \sum \text{ИМ}_{\text{ТЗ}}^{D-2D-3D} \cup G_{\text{СИ}} \cdot \sum \text{ИМ}_{\text{СИ}}^{D-2D-3D} \leftarrow [f(\text{ИМ}_{\text{СИ}}^{D-2D-3D})] \cup \\
\cup G_{\text{ПР}} \cdot \sum \text{ИМ}_{\text{ПР}}^{D-2D-3D-4D-5D} \leftarrow [f(\text{ИМ}_{\text{ТЗ}}^{D-2D-3D}, \text{ИМ}_{\text{СИ}}^{D-2D-3D})] \cup \\
\cup G_{\text{СП}} \cdot \sum \text{ИМ}_{\text{СП}}^{D-2D-3D-4D-5D} \leftarrow [f(\text{ИМ}_{\text{СИ}}^{D-2D-3D}, \text{ИМ}_{\text{ПР}}^{D-2D-3D-4D-5D})] \cup \\
\cup G_{\text{ЭК}} \cdot \sum \text{ИМ}_{\text{ЭК}}^{D-2D-3D-4D-5D-6D-7D} \leftarrow [f(\text{ИМ}_{\text{СП}}^{D-2D-3D-4D-5D}, \text{ИМ}_{\text{ПР}}^{D-2D-3D-4D-5D}] \cup \\
\cup G_{\text{ВИ}} \cdot \sum \text{ИМ}_{\text{ВИ}}^{6D-7D-8D-9D} \rightarrow [f(\text{ИМ}_{\text{ПР}}^{D-2D-3D-4D-5D}, \text{ИМ}_{\text{СП}}^{D-2D-3D-4D-5D})]
\end{aligned} \quad (1)$$

где:

ИМ — интегральный показатель функционального качества информационной модели архитектурного объекта;

$\sum ИМ_{ТЗ}^{D-2D-3D}$ — частный показатель качества информационной модели, на этапе разработки *технического задания* (ТЗ) параметров архитектурного объекта;

$G_{ТЗ}$ — удельный вес (значимость) частного показателя качества рассматриваемого периода (ТЗ), в составе интегральной информационной модели;

$\sum ИМ_{СИ}^{D-2D-3D}$ — частный показатель качества информационной модели, на этапе проведения *строительных изысканий* (СИ);

$G_{СИ}$ — удельный вес (значимость) частного показателя качества рассматриваемого периода (СИ) в составе интегральной информационной модели;

$\sum ИМ_{ПР}^{D-2D-3D-4D-5D}$ — частный показатель качества информационной модели, на этапе разработки *проектных решений* (ПР);

$G_{ПР}$ — удельный вес (значимость) частного показателя качества рассматриваемого периода (ПР) в составе интегральной информационной модели;

$\sum ИМ_{СП}^{D-2D-3D-4D-5D}$ — частный показатель качества информационной модели, на этапе *строительства* (СП);

$G_{СП}$ — удельный вес (значимость) частного показателя качества рассматриваемого периода (СП) в составе интегральной информационной модели;

$\sum ИМ_{ЭК}^{D-2D-3D-4D-5D-6D-7D}$ — частный показатель качества информационной модели, на этапе *эксплуатации* (ЭК);

$G_{ЭК}$ — удельный вес (значимость) частного показателя качества рассматриваемого периода (ЭК) в составе интегральной информационной модели;

$\sum ИМ_{ВИ}^{6D-7D-8D-9D}$ — частный показатель качества информационной модели, учитывающий особенности вторичного использования элементов архитектурной системы, как ресурса при повторном использовании и/или показателей его функциональной эффективности, как проектных показателей для аналогичных объектов нового строительства (ВИ) — после формального окончания его жизненного цикла (*сноса*);

$G_{ВИ}$ — удельный вес (значимость) частного показателя качества рассматриваемого периода (ВИ) в составе интегральной информационной модели;

D–2D–3D–4D–5D–6D–7D–8D–9D — принятые форматы состояний (измерений) интегральной информационной модели.

Структура интегрированной информационной модели предоставляет возможность дифференцированного учета значимости каждого периода жизненного цикла посредством применения соответствующего удельного веса (значимости) частного показателя качества.

Заключение

По результатам исследования можно сформулировать следующие основные выводы:

1. Обращение к вопросам теории и практики применения нетрадиционных (инновационных) приемов проектирования приобретает устойчивый и распространенный характер в архитектурной деятельности.

2. Применение нетрадиционных технологических приемов и принципов проектирования архитектурных объектов является новым, инновационным, а также конкурентным (по отношению к традиционным видам) способом организации архитектурного пространства.

3. Целесообразность и рациональная область применения инновационных приемов определяется на основе целостной, научно-обоснованной доктрины, общей концепции и частных принципов

формирования функционального качества архитектурных объектов.

Список библиографических ссылок

1. Забалуева Т. Р. Основы архитектурно-конструктивного проектирования. - М.: МГСУ, 2015. - 192 с.

2. Сардаров А.А. Архитектура как процесс (о проблемах развития архитектурной науки) // Архитектура и строительство, 2011, - №4 (222). - С.12-16.

3. Капустин П.С. Развитие представлений об объекте проектирования в процессах архитектурного мышления // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. архитектуры. – Воронеж, 1999. - 23 с.

4. Черная Е.А. Графическая культура, творчество и архитектурное проектирование как средство раскрытия авторского замысла // Вестник гражданских инженеров, 2016. - № 1(54). -С.55-66.

5. Chris Abel. Architecture, Technology and Process. - London. Architectural Press, 2004. - 268 p.

6. Жуйков С.С. Тенденции формирования нового глобального стиля в архитектуре // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. архитектуры. – Екатеринбург, 2018. - 28 с.

7. Романенко Е.Ю., Рабиченко С.А. Инновационные процессы в строительстве // Вестник Московского государственного областного университета, 2018. - №2. -С.172-179.

8. Andrew Watts. Modern Construction Case Studies: Emerging Innovation in Building Techniques. - Berlin: Birkhauser Architecture, 2019. - 224 p.

9. Ajla Aksamija. Integrating Innovation in Architecture: Design, Methods and Technology for Progressive Practice and Research. - London. Academy Press, 2017. - 264 p.

10. Пучков, М. В. Архитектура в эпоху информационных технологий. - Екатеринбург: Архитектон, 2006. - 118 с.

11. Савельева Л. В. Визуальные иллюзии в архитектурной композиции // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. архитектуры. - М., 2016. - 29 с.

12. Jim Blascovich, Jeremy Bailenson. Infinite Reality: Avatars, Eternal Life, New Worlds, and the Dawn of the Virtual Revolution. - New York: HarperCollins, 2011. - 309 p.

13. Фадеева Т.А. Развитие представлений об интеллектуальном капитале и его основные характеристики // Символ науки, 2016. - №3-1(15). -С. 208-211.

14. Annie Brooking. Intellectual Capital: Core Asset for the Third Millennium. - London. Cengage Learning EMEA, 2010. - 224 p.

15. Virtual Reality Tour of Eklephant, Nepal // BUILDCHANGE.ORG: интернет-изд. 2005. 11 мар. URL: https://buildchange.org/locations/nepal/ (дата обращения: 16.08.2020).

16. Силка Д.Н. Управление жизненным циклом, как фактор повышения её капитализации // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. экономических наук. – М., 2008. - 26 с.

17. Alberto de Marco. Project Management for Facility Constructions. A Guide for Engineers and Architects. - London: Springer, 2011. - 187 p.

18. Eric Rebentisch. Integrating Program Management and Systems Engineering: Methods, Tools, and Organizational Systems for Improving Performance. -New York: Wiley, 2017. - 122 p.

19. Зеленина В.Г., Морарь Е.С. Концепция информационного моделирования зданий // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика, 2015. - №1. - С.118-125.

20. Dana K. Smith, Michael R. Tardif. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers. - New-York: John Wiley, 2009. - 216 p.

21. André Borrmann, Markus König, Christian Koch, Jakob Beetz. Building Information Modeling. Technology Foundations and Industry Practice. - Zurich: Springer International Publishing AG, 2018. - 584 p.

22. Полуэктов В.В. Технологии информационного моделирования (BIM) при архитектурном и градостроительном проектировании // Архитектурные исследования. 2016, №1 (5). - С.46-55.

Reference list

1. Zabaluyeva T. R. Fundamentals of Architectural and Constructive Design. - M.: MGSU, 2015. pp. 192 p.

2. Sardarov A.A. Architecture as a process (about the problems of development of architectural science) // Arkhitektura i stroitel'stvo, 2011, - №4 (222). -P.12-16.

3. Kapustin P.S. Development of ideas about the design object in the processes of architectural thinking // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Archit. – Voronezh, 1999. - 23 p.

4. Chernaya Ye.A. Graphic culture, creativity and architectural design as a means of disclosing the author's intention // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov, 2016. -№ 1(54). -P.55-66.

5. Chris Abel. Architecture, Technology and Process. - London. Architectural Press, 2004. – 268 p.

6. Zhuykov S.S. Trends in the formation of a new global style in architecture // The master's thesis author's abstract on competition degree of a Cand. Archit. – Yekaterinburg, 2018. - 28 p.

7. Romanenko Y.Y., Rabichenko S.A. Innovative processes in construction // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta, 2018, - № 2. -P. 172-179.

8. Andrew Watts. Modern Construction Case Studies: Emerging Innovation in Building Techniques. - Berlin: Birkhauser Architecture, 2019. - 224 p.

9. Ajla Aksamija. Integrating Innovation in Architecture: Design, Methods and Technology for Progressive Practice and Research. - London. Academy Press, 2017. - 264 p.

10. Puchkov, M. V. Architecture in the era of information technology. - Yekaterinburg: Arkhitekton, 2006. - 118 p.

11. Savel'yeva L. V. Visual illusions in architectural composition // The master's thesis author's abstract on competition of degree of a Cand. Archit. - M., 2016. - 29 p.

12. Jim Blascovich, Jeremy Bailenson. Infinite Reality: Avatars, Eternal Life, New Worlds, and the Dawn of the Virtual Revolution. - New York: HarperCollins, 2011. - 309 p.

13. Fadeyeva T.A. The development of ideas about intellectual capital and its main characteristics // Simvol nauki, 2016, №.3-1(15), - P. 208-211.

14. Annie Brooking. Intellectual Capital: Core Asset for the Third Millennium. - London. Cengage Learning EMEA, 2010. - 224 p.

15. Virtual Reality Tour of Eklephant, Nepal // BUILDCHANGE.ORG: Internet-edition. 2005. 11 mar. URL: https://buildchange.org/locations/nepal/ (date of the application: 16.08.2020).

16. Silka D.N. Life cycle management as a factor in increasing its capitalization // The master's thesis author's abstract on competition degree of a Cand. Econ. – M., 2008. - 26 p.

17. Alberto de Marco. Project Management for Facility Constructions. A Guide for Engineers and Architects. - London: Springer, 2011. - 187 p.

18. Eric Rebentisch. Integrating Program Management and Systems Engineering: Methods, Tools, and Organizational Systems for Improving Performance. -New York: Wiley, 2017. - 122 p.

19. Зеленина В.Г., Морарь Е.С. Концепция информационного моделирования зданий // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика, 2015. - №1. - С.118-125.

20. Dana K. Smith, Michael R. Tardif. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers. - New-York: John Wiley, 2009. - 216 p.

21. André Borrmann, Markus König, Christian Koch, Jakob Beetz. Building Information Modeling. Technology Foundations and Industry Practice. - Zurich: Springer International Publishing AG, 2018. - 584 p.

22. Полуэктов В.В. Технологии информационного моделирования (BIM) при архитектурном и градостроительном проектировании // Архитектурные исследования. 2016, №1 (5). - С.46-55.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАТУРАЛЬНЫХ КОРМОВ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ КОРМАМИ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У СОБАК

Горпинченко Евгений Анатольевич
Кандидат вет. наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет
г. Краснодар
Леонова Светлана Сергеевна
Студент
Кубанский государственный аграрный университет
г. Краснодар
Ратников Александр Романович
Студент
Кубанский государственный аграрный университет
г. Краснодар

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF NATURAL FEEDS WITH INDUSTRIAL FEEDS FOR DISEASES OF THE GASTROINTESTINAL TRACT IN DOGS

Gorpinchenko Evgeny Anatolevich
Candidate of Science, assistant professor
of Kuban State Agrarian University, Krasnodar
Leonova Svetlana
Student of Kuban State Agrarian University, Krasnodar
Ratnikov Alexander Romanovich
Student of Kuban State Agrarian University, Krasnodar

Аннотация

В статье рассмотрена сравнительная характеристика натурального кормления и промышленных кормов при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, основные плюсы и минусы натуральных и промышленных кормов. Представлены диеты с использованием как натуральных, так и промышленных кормов. Приведены примеры разрешенных продуктов и рекомендации по ограничению в кормлении.

Abstract

The article discusses the comparative characteristics of natural feeding and industrial feed in the treatment of diseases of the gastrointestinal tract, the main advantages and disadvantages of natural and industrial feeds. Diets using both natural and industrial feeds are presented. Examples of permitted products and recommendations for restricting feeding are given.

Ключевые слова: натуральные корма; промышленные корма; диетотерапия у собак; диеты для собак, рацион; сбалансированное питание

Keywords: natural feed; industrial feed; diet therapy in dogs; diets for dogs, diet; balanced diet

При лечении болезней желудочно-кишечного тракта, помимо традиционных схем и методов лечения, очень важную роль играет правильно подобранная сбалансированная лечебная диета. Такие диеты оказывают благоприятное действие не только на пораженные системы или органы, но и на весь организм в целом [1].

На сегодняшний день выделяют два принципиально разных подхода к кормлению домашних питомцев, а так же назначению лечебной диеты – это натуральное кормление, подразумевающее кормление животных натуральными продуктами питания: мясом, крупами, овощами и т.д. Или же кормление готовыми кормами с уже подобранными рационами, которые учитывают породные и возрастные особенности, или состояние здоровья при определенных заболеваниях.

Преимущества натурального кормления: с натуральным кормлением, при соблюдении основных правил, собака получает «живую» пищу, которая сама по себе богата всеми необходимыми веществами (белками, жирами, углеводами), витаминами и минеральными веществами [2]. Не прибегая к сильным термическим обработкам, пища сохраняет всю пользу, и животное получает все необходимое.

А. Бургер в своей книге о кормлении домашних животных пишет о том, что натуральный корм, превосходит промышленный по своей питательной ценности, усвояемости, вкусовым качествам, наличию натуральных провитаминов и витаминов, а также отсутствию химических добавок (ароматизаторов, антиоксидантов и т.д.).

Применение натуральных кормов имеет ряд недостатков: сбалансировать рацион очень сложно; затрачивается время на приготовление корма;

натуральные корма быстро портятся, а при скармливании испорченного корма можно нанести большой вред здоровью животного; при появлении у собаки пищевой аллергии сложно обнаружить и устранить аллерген; натуральные корма не мобильны, появляется необходимость дополнительно использовать витаминные и минеральные добавки.

Положительными сторонами промышленных кормов являются:

1. Сбалансированность по питательным веществам - аминокислотам, жирам, углеводам, витаминам, микро- и макроэлементам, в результате чего отпадает необходимость постоянного применения витаминизированных добавок.

2. В некоторых готовых рационах используются пробиотики и холистики, что приводит к лучшему усваиванию питательных веществ, а также стабилизации микрофлоры кишечника [3].

3. Простота в применении, возможность подобрать корм и его суточную норму с учетом возраста, веса и физиологического состояния собаки.

4. Промышленный корм удобно применять в путешествиях.

По мнению Ричарда Питкэйрн, доктора ветеринарных наук, промышленные корма могут быть не такими полезными, как мы думаем о них.

Он выдвигает два возражения против пищевой ценности промышленных кормов:

1. Готовые корма не содержат некоторые ингредиенты, которые мы рассчитываем в них найти

2. Готовые корма содержат ингредиенты, которых, как мы надеемся, в них нет

Приготовление промышленных кормов включает в себя такие технологические процессы как: термическая обработка, варка, вытапливание жира, замораживание, обезвоживание, консервирование, экструдирование, гранулирование, спекание и т.д. Такая обработка мяса и субпродуктов, используемых в корме, приводит к значительному снижению их питательной ценности, зато варка улучшает усвояемость зерен.

К недостаткам кормления промышленными кормами можно так же отнести то, что корма супер-премиум класса несколько дороже натуральных кормов.

Для диетотерапии собак с применением натуральных кормов можно использовать следующую диету. Ее цель - обеспечить полноценное кормление, умеренно стимулируя секреторную функцию и нормализуя работу желудочно-кишечного тракта.

Допускается пища разной степени измельченности и тепловой обработки – отварная, тушеная, жареная без корочки, протертая из продуктов, богатых клетчаткой. Исключаются кормовые продукты, долго задерживающиеся и трудно переваривающиеся в желудке.

Рекомендуемые продукты: мясо нежирное, без фасций и сухожилий; рыба нежирная; молоко, сливки (в каше), кефир, простокваша, творог, сыр тертый, сливочное масло; яйца в виде парового омлета или белковый омлет с сыром; супы – на некрепком, обезжиренном мясном или рыбном бульоне, на отварах из овощей с крупами, картофелем; крупы (каши) – манная, овсяная, гречневая, рисовая на мясном бульоне или на воде с добавлением молока; овощи – картофель, свекла, морковь, тыква, кабачки, цветная капуста, зелень; хлеб пшеничный вчерашней выпечки, галеты; растительное масло.

При данной диете рекомендуется исключить следующие продукты: мясо жирное, консервы, копчености; рыба жирная, соленая, консервы; яйца вкрутую; крупы – пшенная, перловая, ячневая, кукурузная; суп молочный с пшеном, горохом, фасолью; овощи – соленые, маринованные; свежий хлеб, изделия из сдобного теста [2].

Фирмы известных марок выпускают промышленные корма специально для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта у собак.

В этих кормах сочетаются высококачественные белки с высокой степенью усвояемости (L. I. P. белки), пребиотики, свекольный жом, рис, рыбий жир, которые обеспечивают максимальную безопасность пищеварения.

Повышенное содержание энергии позволяет ограничить объем корма и снизить нагрузку на желудок и кишечник. Формула диетического корма включает в себя все питательные вещества, необходимые для оптимального роста и развития щенков.

Натуральные и промышленные корма имеют ряд как особенностей, так и недостатков. Поэтому, можно сделать вывод, что как промышленные, так и натуральные корма, составленное с учетом сбалансированности всех макро- и микроэлементов, являются одинаково эффективными при желудочно-кишечных заболеваниях у собак. Выбор между натуральным и промышленным кормом лежит перед владельцем, с учетом его финансовых возможностей, а также желания самостоятельно готовить животному натуральные корма.

Список использованной литературы

1. Хронический гастрит и язвенная болезнь - инфекционные заболевания/ Л. И. Аруин М.: Природа, 1995. с. 22-45.

2. Энциклопедия клинического питания собак / П. Пибо, В. Бьурж, Д. Эллиот. – М.: Медиа Лайн, 2007, с. 486-512

3. Пробиотики в животноводстве и ветеринарии краснодарского края / А. Н. Турченко, И. С. Коба, Е. Н. Новикова, Е. А, Горпинченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. - №34. – С. 184-186.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 664.681.15

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ САХАРНОГО ПЕЧЕНЬЯ С ДОБАВКАМИ ИЗ СМЕСИ НАТУРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Жаббарова Сарвиноз Комилжоновна
докторант PhD
Ибрагимов Улугбек Мурадиллаевич,
докторант PhD
Исабаев Исмоил Бабаджанович,
д.т.н., профессор
Хайдар-Заде Лолита Ниматовна
к.т.н., доцент
Джураева Нафиса Раджабовна
PhD., доцент
Бухарский инженерно-технологический институт
г. Бухара, Узбекистан

MODELING SUGAR BOOKIE RECIPE WITH ADDITIVES FROM A MIXTURE OF NATURAL RAW MATERIALS

Zhabbarova Sarvinoz Komiljonovna
PhD scientific applicant
Ibragimov Ulugbek Muradillaevich,
PhD scientific applicant
Isabaev Ismoil Babadzhanovich,
Doctor of Technical Sciences, Professor
Haydar-Zade Lolita Nimatovna
Ph.D., associate professor
Djuraeva Nafisa Radjabovna
PhD., Associate professor
Bukhara Engineering Technological Institute
Bukhara, Uzbekistan

Аннотация

Исследована возможность снижения рецептурного количества сахара и твёрдых жиров в производстве сахарного печенья путём использования двухфазных порошкообразных смесей из натурального растительного сырья с повышенным содержанием сахаров и пищевых волокон (клетчатки). Установлена эффективность использования в составе смесей порошка из плодов Шелковицы белой (тут) и пшеничных отрубей. Исследованы химический состав различных вариантов смеси, их органолептические и функционально-технологические свойства. Установлены оптимальные дозировки смесей, позволяющие снизить долю сахара и жира в рецептуре сахарного печенья в зависимости от состава смеси без ухудшения традиционных потребительских характеристик данной продукции.

Abstract

The possibility of reducing the prescription amount of sugar and hard fats in the production of sugar biscuits by using two-phase powder mixtures from natural plant materials with a high content of sugars and dietary fiber (cellulose) has been investigated. The effectiveness of using in the composition of mixtures of powder from the fruits of the white mulberry (tut) and wheat bran has been established.

The chemical composition of various variants of the mixture, their organoleptic and functional and technological properties have been investigated. The optimal dosages of mixtures have been established, which make it possible to reduce the proportion of sugar and fat in the recipe of sugar cookies, depending on the composition of the mixture without deteriorating the traditional consumer characteristics of this product.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, смеси, тутовый порошок, пшеничные отруби, химический состав, свойства, печенье, показатели качества.

Keywords: flour confectionery, mixtures, mulberry powder, wheat bran, chemical composition, properties, cookies, quality indicators.

Сахарное печенье пользуется стабильно повышенным спросом среди населения, особенно у детей. Перспективными направлениями развития ассортимента данной группы мучных кондитерских изделий (МКИ) являются создание новых вкусовых композиций с использованием

натурального растительного сырья, снижение калорийности и повышение пищевой ценности [1, с.15-17; 2,с.179-185; 3]. Для улучшения рецептурного состава сахарного печенья целесообразно использовать композитные смеси из натуральных сахаросодержащих добавок, обогащённых функциональными ингредиентами.

В качестве такой добавки могут быть использованы плоды шелковицы (лат. *Morus alba*), относящеся к семейству тутовых (лат. *Moraceae*) и являющейся главной ягодой Центральной Азии с большим потенциалом развития. Плоды (тут) **характеризуются высокой биологической ценностью и высоким содержанием естественного сахаров** (до 22,0% фруктозы и глюкозы). Из высушенных соплодий готовят муку [4].

В качестве добавки, содержащей повышенное количество пищевых волокон (клетчатки) и минеральных веществ, целесообразно использование молотых пшеничных отрубей, характеризующихся высокой жироудерживающей способностью пищевых волокон, что определяет возможность частичной замены твёрдых жиров (источники вредных транс-изомеров [5,с.16-17; 6,с.4-7]) на жидкие растительные масла в рецептуре МКИ.

Цель работы заключалась в моделировании рецептуры печенья сахарного с применением натуральных добавок и жидкого растительного масла.

В качестве прототипа был выбран базовый пищевой матрикс в виде печенья «Сахарное», приготовленное на маргарине по рецептуре №55 [7,с.43]. Экспериментальные образцы – печенье с различной дозировкой рафинированного дезодорированного хлопкового масла и порошкообразных смесей из плодов Шелковицы (в дальнейшем ППШ) и пшеничных отрубей (ПО).

Исследуемые образцы плодов Шелковицы соответствовали требованиям ГОСТ 976513-2020, пшеничные отруби - O'z DSt 1722:2010. Изделия готовили по традиционной технологии в условиях учебной лаборатории.

Химический состав, органолептические и функционально-технологические свойства смесей определяли по стандартным методикам[8-10]. Влагоудерживающую способность (ВУС) определяли по количеству воды, удерживаемой смесью против силы тяжести [11,с.230]. Для определения жироудерживающей способности (ЖУС) смесей воду заменяли рафинированным дезодорированным хлопковым маслом. Органолептическую оценку производили по 10-балльной шкале с учётом коэффициентов весомости [12, с.50-51]; влажность печенья определяли по ГОСТ 5900-2014; щелочность - по ГОСТ 5898-87: намокаемость – по ГОСТ 10114-80; плотность - по отношению массы изделия к его объёму [13,с.320-321]. Программа исследования была реализована с помощью центрального композиционного униформ - ротатабельного плана в средах Microsoft Excel 2013и Mathcad 15.

Для получения порошка плоды Шелковицы сушили в гелиосушилке фирмы «Hohenheim» (ФРГ) до влажности 10,0±1,0%. Смеси готовили по трём вариантам в соотношении ППШ:ПО 30:70, 50:50 и 70:30, затем измельчали до крупности диетической муки (сход с сита № 27 не более 2,0%, проход сита № 38 – не менее 60,0 %). Химический состав и энергетическая ценность ингредиентов двухфазной порошкообразной смеси из исследуемого сырья представлены в табл. 1.

Таблица **1**

Химический состав и энергетическая ценность муки пшеничной и смеси из ППШ и ПО

Нутриенты	Массовая доля нутриентов, в *г/100 г продукта*			
	$M_{пш.}$	*Соотношение ППШ : ПО в смеси*		
		30:70	*50:50*	*70:30*
Сухие вещества	86,00	90,07	90,05	90,03
Белки	10,60	11,85	9,38	6,92
Углеводы, в том числе:	67,80	67,64	69,72	71,81
- сахара	0,50	21,45	35,49	49,53
- крахмал	67,10	0,39	0,65	0,91
- пектин*	-	0,13	0,22	0,31
- пищевые волокна	0,20	30,75	22,71	14,67
Жиры	1,30	2,98	2,13	1,29
Органические кислоты	-	0,66	1,10	1,54
Минеральные вещества, в том числе:	0,36	4,40	3,47	2,55
- калий, К	0,18	1,04	0,94	0,84

- кальций,Ca	0,02	0,10	0,11	0,13
- магний, Mg	0,04	0,45	0,34	0,24
- фосфор, P	0,12	0,77	0,61	0,46
Прочие вещества	5,94	2,54	4,23	5,92
Энергетическая ценность, ккал	331	335	325	316

Образцом сравнения служила мука пшеничная I-го сорта ($М_{пш.}$).

Анализ химического состава исследуемых двухфазных смесей показал, что массовая доля белков в них практически не отличается от содержания белка в муке пшеничной I-го сорта (10,6%). Углеводы смесей представлены, в основном, сахарами и пищевыми волокнами (клетчатка), в то время, как в муке доминирует крахмал (67,1%) и практически отсутствует такой функциональный ингредиент, как клетчатка (0,2%). Значительное количество сахаров в смесях подтверждает предположение о возможности снижения количества сахара, а наличие пищевых волокон – частичной замены маргарина в рецептуре печенья.

Таблица 2

Показатели органолептических и функционально-технологических свойств свежеприготовленных двухфазных смесей

Показатель	Значение		
	Соотношение ППШ : ПО в смеси		
	30:70 (вариант 1)	*50:50 (вариант 2)*	*70:30 (вариант 3)*
Внешний вид	Порошкообразная однородная, сыпучая масса с незначительным количество неплотно слежавшихся комочков, рассыпающихся при лёгком надавливании		
Цвет	Кремовый	Коричневый	
Вкус	Сладковатый, свойственный, без посторонних привкусов	Сладкий, свойственный, без посторонних привкусов	
Запах	Свойственный исходным продуктам, без постороннего запаха		
Эквивалентный диаметр частиц смеси, $d_{экв.}$, мкм	130±7,0	130±7,0	130±7,0
Насыпная плотность, $\rho_{н.}$, кг/м^3	518±2,0	527±3,0	548±2,0
Водоудерживающая способность (ВУС), %	235±5,0	178±2,0	127±3,0
Жироудерживающая способность (ЖУС), %	117±3,0	86±2,0	72±3,0
Набухаемость, %	220	194	178

Далее исследовали органолептические и функционально – технологические свойства исследуемых смесей (табл.2)

Из данных табл. 2 следует, что с повышением дозировки ППШ в смеси изменялись её цвет и вкус, то есть смесь приобретала более тёмный цвет и сладкий вкус. Отмечалось закономерное увеличение насыпной плотности смеси в вариантах 2 и 3 при одинаковой дисперсности частиц на 1,7 и 5,8% соответственного относительно варианта 1, так как данный ингредиент из-за высокой сахаристости характеризуется повышенной липкостью и комкуемостью. В данном случае отруби выполняют также роль антислёживающего агента.

С уменьшением дозировки отрубей в смесях отмечалось и закономерное снижение показателей ВУС в среднем в 1,3 и 1,8 раз и и ЖУС - в 1,4 и 1,6 раз соответственно (относительно варианта 1) из-за снижения массовой доли пищевых волокон и белка. При этом, следует отметить, что даже минимальные значения данных показателей (вариант 3) превышали аналогичные значения ВУС в муке пшеничной I-го сорта в среднем в 2,0 (65,0±4,0%) раза.

Исследование влияния дозировок двухфазных смесей и хлопкового масла на основные показатели качества сахарного печенья проводили на модельных системах по программе ортогонального планирования типа 2^2. Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с помощью корреляционно-регрессивного анализа [18,с.9-13]. В качестве варьируемых факторов были выбраны: дозировка смеси (X_1) в % к массе муки и

хлопкового масла (X_2) в % к массе маргарина. Параметрами оптимизации являлись: органолептические показатели качества (y_1, балл) и плотность печенья (y_2, г/см^3), как важнейшие показатели качества мучных изделий, предопределяющие потребительский спрос на них. Экспериментальные данные анализировали с использованием стандартных программ MS Excel и MathCAD.

Пределы варьирования факторов составляли: X_1 – от 10 до 40% к массе муки, X_2 – от 10 до 50% к массе маргарина.

При обработке экспериментальных данных расширенной матрицы ортогонального планирования были получены уравнения регрессии (1…6).

вариант 1

$$y_1 = 15{,}6 + 0{,}06 * x_1 - 0{,}07 * x_2 - 0{,}03 * x_1^2 - 0{,}07 * x_2^2 + 0{,}12 x_1 * x_2 \quad (1)$$

$$y_2 = 673{,}66 - 0{,}83 * x_2 - 0{,}50 * x_2^2 - 0{,}25 x_1 * x_2 \quad (2)$$

вариант 2

$$y_1 = 14{,}9 + 0{,}11 * x_1 - 0{,}09 * x_2 - 0{,}05 * x_1^2 - 0{,}11 * x_2^2 + 0{,}15 x_1 * x_2 \quad (3)$$

$$y_2 = 647{,}54 - 0{,}72 * x_2 - 0{,}41 * x_2^2 - 0{,}19 x_1 * x_2 \quad (4)$$

вариант 3

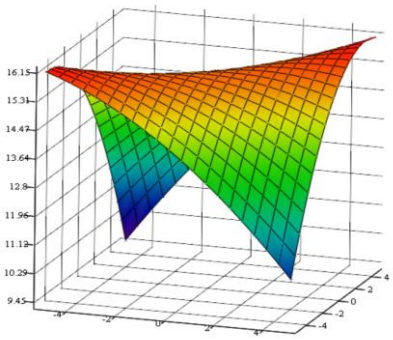
$$y_1 = 16{,}1 + 0{,}05 * x_1 - 0{,}04 * x_2 - 0{,}06 * x_1^2 - 0{,}05 * x_2^2 + 0{,}09 x_1 * x_2 \quad (5)$$

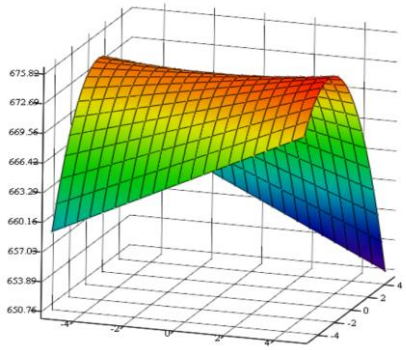
$$y_2 = 681{,}37 - 0{,}89 * x_2 - 0{,}63 * x_2^2 - 0{,}33 x_1 * x_2 \quad (6)$$

Статистическую надёжность полученных уравнений регрессии проверяли по общему критерию Фишера (F_p), который для всех уравнений был не более 1,56 при табличном значении $F_т$=2,42 при заданном уровне значимости q=0,01 и числе степеней свободы f_y =N(n-1)=9(3-1) =18.

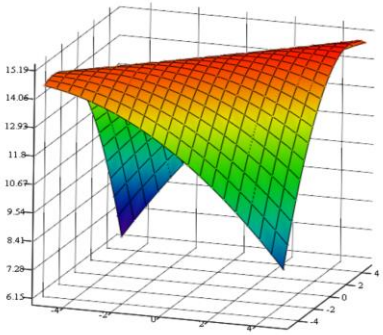
Следовательно, нулевая гипотеза отвергается и признаётся статистическая значимость параметров регрессионных уравнений, позволяющих адекватно описывать зависимости параметров оптимизации качества сахарного печенья от варьируемых факторов в реализованном диапазоне их изменения:

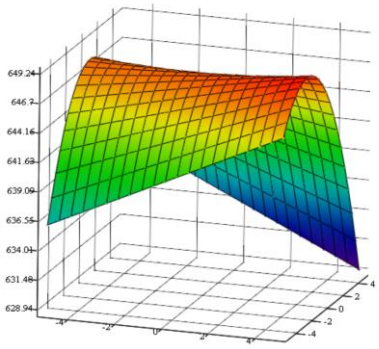
Вариант 1



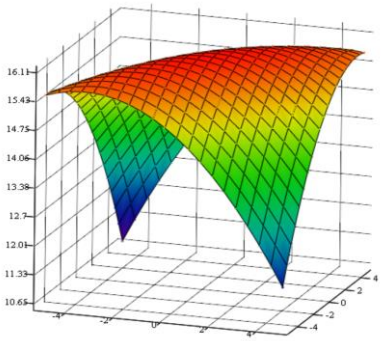


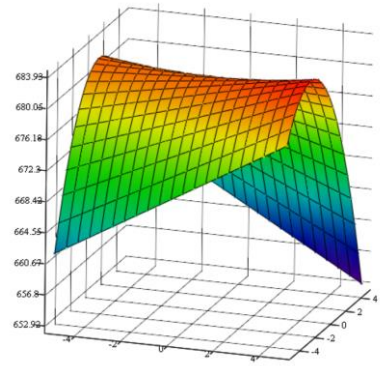
Вариант 2





Вариант 3





Влияние дозировки двухфазной смеси (X_1) и жидкого растительного

масла (X_2) на органолептические показатели органолептические

показатели качества (а) и плотность (б) печенья

По полученным уравнениям для определения экстремума функции регрессии были построены поверхности отклика в частных случаях (рис.).

Результаты исследования представлены в табл.3.

Как следует из данных табл.3, все образцы печенья соответствовали регламентированным требованиям. При этом следует отметить, что с увеличением дозировки ППШ в смесях закономерно снижалась щелочность изделий от 0,2 до 0,5 град относительно контрольного образца из-за наличия органических кислот в данном ингредиенте смесей. Обратная закономерность установлена для показателя, характеризующего степень намокаемости печенья, из-за снижения дозировки ПО в смесях.

Уровень миграции масла в процессе хранения из экспериментальных образцов печенья практически не отличался от контрольного.

Таблица 3

Показатели качества образцов сахарного печенья с добавлением исследуемых смесей

Показатели	Значение показателей				
	ГОСТ 24901-2014	Контроль	Экспериментальные образцы по вариантам		
			1	2	3
Вкус и запах	Выраженные, свойственные вкусу и запаху компонентов, входящих в рецептуру печенья, без посторонних привкуса и запаха				
Форма	Плоская, без вмятин, вздутий и повреждений края				
Поверхность	Гладкая, с чётким, не расплывшимся оттиском рисунка на верхней поверхности				
Цвет	Равномерный, от светло-соломенного до тёмно-коричневого	Светло-соломенный	Соломенный	Коричневый	
Влажность, %	не более 10,0	4,2±0,1	4,9±0,1	4,7±0,1	4,5±0,1
Щелочность, град	не более 2,0	1,1±0,2	0,9±0,1	0,8±0,2	0,6±0,1
Намокаемость, %	не менее 180	182±4	208±3	196±3	186±3

По результатам исследования разработаны рецептуры и технологические рекомендации на новый ассортимент сахарного печенья. Использование данной технологии позволит увеличить влажность теста на 1,5…2,0%, снизить рецептурное количество сахара и твёрдого жира, повысить пищевую ценность продукции за счёт обогащения её физиологически значимыми нутриентами.

Литература:

1. Дорохович В. В. Дослідження сорбційних і десорбційних процесів у здобному печиві на цукрі та цукрозамінниках / В. В. Дорохович, О. М. Яременко // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2008. – № 6. – С. 15–17.

2. Кольман О.Я. Моделирование и оптимизация рецептур мучных кондитерских изделий функционального назначения / О.Я. Кольман, Г.В. Иванова// Вестник КрасГАУ.-2013.-№4.- С.179-185.

3. Рензяева Т.В. Моделирование рецептур печенья функционального назначения / Т.В. Рензяева, А.Д. Мерман// Техника и технология пищевых производств. – 2013. -№1 [Электронный ресурс].- Режим доступа: https://cyberleninka_ru/article/n/modelirovanie-retseptur-pechenya-funksionalnogo-naznacheniya (дата обращения: 12.09.2020).

4. Ягоды белой шелковицы. Лечебные свойства шелковицы. [Электронный ресурс].- Режим доступа:http://cokolniki.com/shelkovisa (дата обращения: 03.04.2020).

5. Кулакова С.Н. Особенности растительных масел и их роль в питании / С.Н. Кулакова [и др.] //Масложировая промышленность.– 2009. - №3. – С. 16-17.

6. Ливинский А.А. Масла разные важны, масла разные нужны / А.А. Ливинский // Масложировая промышленность. – 2011. - № 2. – С. 4-7.

7. Рецептуры на печенье.- М.: ВНИИ кондитерской промышленности, 1988. – 186 с.

8. Виноградова А.А. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичёва [и др.]; под ред. Л.П.Ковальской . М.: Агропромиздат. 1991. 335 с.

9. Лабораторный практикум по биохимии и товароведению масличного сырья. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2007. – 247 с.

10. Свойства порошкообразных лекарственных субстанций [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://ztl.nuph.edu.ua/html/medication/ chapter14_04.html.

11. Ливинская С.А. Исследование взаимосвязи гранулометрического состава образцов гречневой муки, представленных в торговых сетях г.Москва, и их технологических свойств /С.А. Ливинская, М.Э. Саитова, А.А. Ливинский// Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т.80. - №3. – С.228-235.

12. Левашов Р.Р. Совершенствование технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с применением добавок растительного происхождения : дис. …канд. техн. наук: 05.18.01/ Р.Р. Левашов. – Казань, 2019. - 178 с.

13. Лурье И.С. Технология и технохимический контроль кондитерского производства /И.С. Лурье.– М.:Лёгкая и пищевая пром-сть, 1981. – 328 с.

УДК.538.9

ТЕРМИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ДЕФЕКТОВ АЛЮМИНИЕВОГО ОБРАЗЦА ДИСТАНЦИОННЫМ ИНДИКАТОРОМ АКТИВНЫХ ДЕФЕКТОВ

©Суторихин Владимир Анатольевич.
ТУСУР, Россия, 634061,г.Томск , ул. Лебедева 11, кв. 165
Статья поступила 09.02.20 Поступила после доработки 22.04.20.

THERMAL TESTING OF ALUMINUM SAMPLE DEFECTS BY REMOTE ACTIVE DEFECT INDICATOR

© Brichkov Sergey Anatolyevich [1].
Sutorikhin Vladimir Anatolyevich [2].
[1] *NSTU, Russia, 630117, Novosibirsk, Ivanova street 32, sq 165,.*
[2]*TUSUR, Russia,634061 , Tomsk, ul. Lebedeva street 11,. sq 165*
The article was received Received after revision Accepted for publication

Аннотация

Современные методы поиска дефектов металла постоянно совершенствуются. Уже известны примеры поиска дефектов за счет нагревания образцов до температуры 300-400 градусов Цельсия при выявлении разницы температур точными пирометрами. При нагревании места повышенной концентрации дислокаций (возможной области появления микротрещин) испытывают снижение уровня концентрации. Движение дислокаций сопровождается изменением температуры области металла. Чаще всего повышением температуры за счет дополнительной кинетической энергии. Разработанный недавно новый

прибор неразрушающего контроля - дистанционный индикатор активных дефектов (ДИАД) , основанный на использовании эффекта Горбунова. Этот эффект доказывает, что давление ультразвуковой волны на области электронного газа, связанные с дефектами металла, приводит к появлению волны поверхностной проводимости. Эта дополнительная проводимость (десятые доли процента) легко обнаруживается СВЧ радаром, работающим в режиме фазового детектора.

Испытания нового прибора (ДИАД) столкнулись с необъяснимым явлением, связанным со снижением величины полезного сигнала на короткое время и последующим её восстановлением. Этот эффект проявляется только при испытании объектов имеющих значительный объем по сравнению с дефектом. Примером является образец из алюминия, имеющий размеры 150х50х40 с трещиной выполненной искусственно на узкой грани (40 мм) посередине образца. Другие образцы, имеющие форму пластины (значительная длина 500 мм и малая площадь сечения 40х3 мм) не обладают такой особенностью. Поскольку трещина была выполнена 10 лет назад, авторы использовали метод «термической реактивации», впервые первые предложенный Бричковым С.А. в 2012 году (нагрев образца до температуры 200-250 ^{0}с последующим охлаждением проточной водой). Испытания представляют собой последовательное измерение амплитуды полезного сигнала во время остывания от температуры 45-50 ^{0} до комнатной (18-20^0)прибором ДИАД, рабочей частотой ультразвука 44 КГц, СВЧ радара 33 ГГц. Время измерялось электронными часами ПК, температура электронным термометром.

Annotation

Modern methods of searching for metal defects are constantly being improved. There are already known examples of searching for defects by heating samples to a temperature of 300-400 degrees Celsius when detecting temperature differences with accurate pyrometers. When heating places of increased concentration of dislocations (possible areas of microcracks) experience a decrease in the concentration level. The movement of dislocations is accompanied by a change in the temperature of the metal region. Most often, an increase in temperature due to additional kinetic energy. Recently developed a new non-destructive testing The effect showed that the pressure of an ultrasonic wave on the electron gas regions associated with metal defects leads to the appearance of a surface conduction wave. This additional conductivity (tenths of a percent) is easily detected by a microwave radar operating in phase detector mode.

Tests of the new device(RIAD) encountered an inexplicable phenomenon associated with a decrease in the value of the useful signal for a short time and its subsequent recovery. This effect is shown only when testing objects that have a significant volume compared to the defect. An example is an aluminum sample with dimensions of 150x50x40 with a crack made artificially on a narrow face (40 mm) in the middle of the sample. Other samples that have the shape of a plate (a significant length of 500 mm and a small cross-section area of 40x3 mm) do not have this feature. Since the crack was made 10 years ago, the authors used the method of "thermal reactivation", first proposed by Brichkov S. A. in 2012 (heating the sample to a temperature of 200-250 0C followed by cooling with running water). The tests are a sequential measurement of the amplitude of the useful signal during cooling from a temperature of 45-50 0 to room temperature (18-200) by a RIAD device, an operating frequency of 44 KHz ultrasound, and a microwave radar of 33 GHz. The time was measured by an electronic PC clock, and the temperature was measured by an electronic thermometer.

Ключевые слова: дефект металла, радар Доплера, температурные испытания.

Keywords: metal defect, Doppler radar, temperature tests.

Введение

Последние несколько лет промышленные исследования качества материалов проводит с использованием высокоточных пирометров. Нагретый металл может быть исследован по температуре поверхности нагретой до 100-1200 градусов Цельсия . Начальные знания в этой области помогают понять основные условия метода тепловой дефектоскопии [1]. Известны работы продвинутых специалистов, работающих в области Воздушно-космических сил [2], контроле трубопроводного транспорта [3]. Интерес к теме проявляют специалисты Томского Политехнического Университета при выступлениях на международных Научно–практической конференциях [4,5,]. Статьи ученых ТПУ по тепловому контролю с дополнительным применением ультразвука расширяют области использования метода [6,7,8]. Тем не менее, среди этих работ пока нет исследований связанных с применением нового прибора индикации дефектов металла на основе эффекта Горбунова В.И.

Испытания нового прибора неразрушающего контроля металла радаром Доплера с применением дополнительного ультразвука [9-11], позволили наблюдать много новых, не всегда объяснимых явлений. Так при испытаниях образцов разного объема , имеющих небольшие дефекты в виде трещин, было установлено, что образцы для которых размеры дефекта много меньше размеров самого объекта измерения, проявляют необъяснимую особенность . Полезный сигнал, возникший в начале испытаний при наличии дефекта, меняется во времени. Происходит периодическое снижение активности (полезного сигнала) с последующим его восстановлением.

Представленные вначале работы не содержат информации о поведении образцов после нагрева. Данная работа посвящена исследованиям влияния теплового воздействия на возможности неразрушающего контроля с помощью нового типа приборов. Дистанционного индикатора активных дефектов. В отличии от прежних опытов по выявлению дефектов металла с помощью

теплового воздействия новый прибор не требует постоянного нагрева испытываемого образца. Достаточно нагреть его до температуры 250-300 градусов с последующим быстрым охлаждением проточной водой. Этот процесс , как показал опыт, всегда приводит к активации дефектов металла, при этом наблюдаются неизвестные ранее эффекты

При испытаниях «плоских» образцов, у которых размеры сечения значительно меньше длины, нам не удаётся наблюдать подобное явление. В этих случаях полезный сигнал плавно снижается во времени без эффекта «*периодического «пропадания»*.

Тщательная классификация различных типов дислокаций, представленная в монографии «Основы Теории металлов» академика А.А Абрикосова [12] не дает ответ на этот вопрос. Детальные исследования работ томских профессоров НИИ Физики Прочности и Материаловедения Л.Б.Зуева, В.И.Данилова [13,14] и Надежкина М.В.[15] тоже не позволили выяснить причины обнаруженного явления. Но именно эти вышеперечисленные работы натолкнули нас на проведение исследований.

Тепловые испытания алюминиевого бруска

Прежние испытания, проведенные год назад Дистанционным Индикатором Активных Дефектов (ДИАД), указывали на явный дефект (сигнал 7-8 дБ сигнал/шум) из за микротрещины внутри алюминиевого бруска (его размеры 150x50x40). СВЧ сенсор расположен на расстоянии 85 мм, от поверхности бруска, рабочий ток диода фазового детектора(смесителя) 6,0-6,5 мА, ультразвуковой сигнал подавался в торец (амплитуда ультразвука 80-90вольт, частота 44 КГц). После переноса спектра выходного сигнала СВЧ сенсора в диапазон 3-10 КГц полезный сигнал ожидался на частоте 6,2 КГц. Диаграммы испытаний получены на ПК по программе Sound Forge-5, согласно принятым условиям ее эксплуатации.-

Повторные испытания того же бруска прибором ДИАД через 2 года при тех же условиях по температуре показала отсутствие полезного сигнала. На рисунке 1 приведен спектр сигнала, информирующий об отсутствии дефекта.

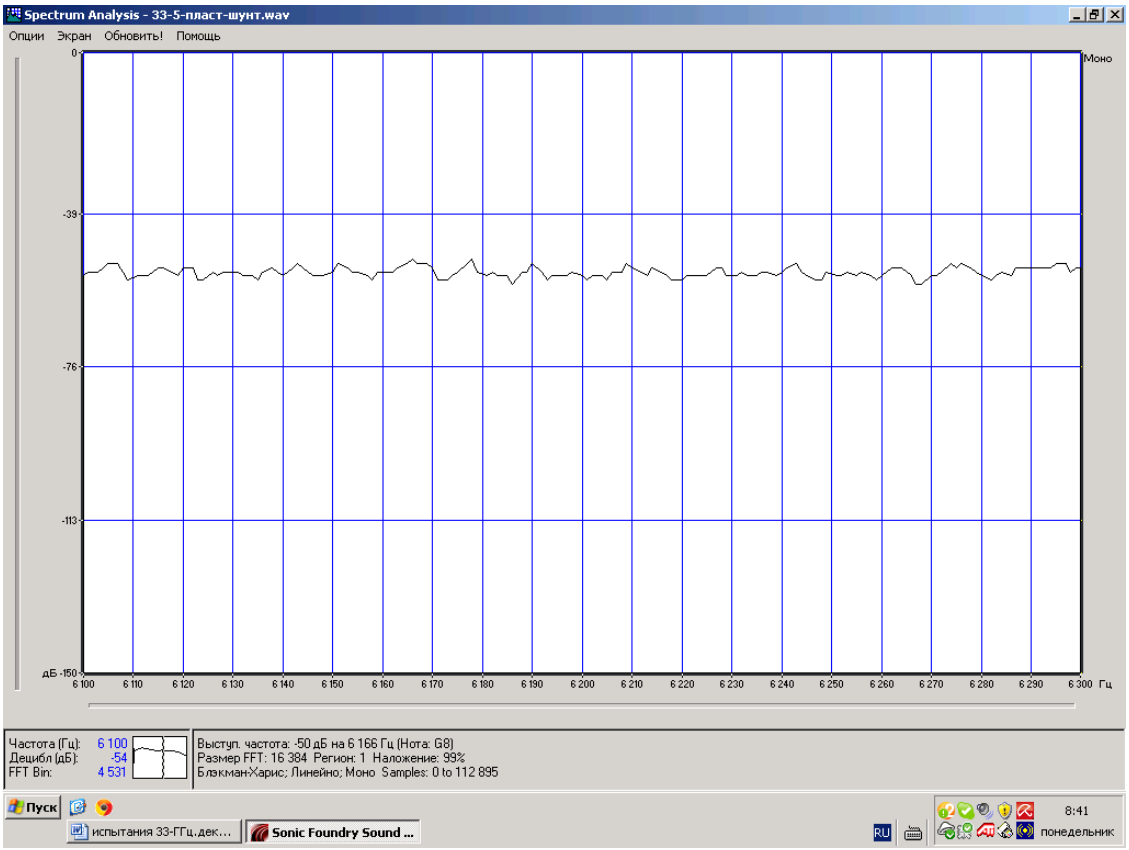


Рисунок 1 Полезный сигнал отсутствует.
Figure 1 the Useful signal is absent. The noise level is minus 54 dB / MW. Indicated in the box at the bottom left of the chart.

Уровень шума составляет минус 54 дБ/мвт. Указан на вставке слева внизу диаграммы.

С целью восстановления «активности» образца, определения теплового воздействия на металлический объект (брусок алюминия с дефектом – «искусственная микротрещина») выполнен нагрев горелкой (250^0) с последующим охлаждение проточной водой до температуры 36-40 градусов Цельсия. При повторных испытаниях Время воздействия ультразвука 44 КГц с амплитудой 90 В составило 2 секунды. Время обработки результата (преобразование Фурье) 1сек. Рисунок 2 с диаграммой составляющих спектра отраженного сигнала показывает полезный сигнал,

превышающий шум на 7,5-8 дБ. Уровень шума остался прежним (53,5 дБ).

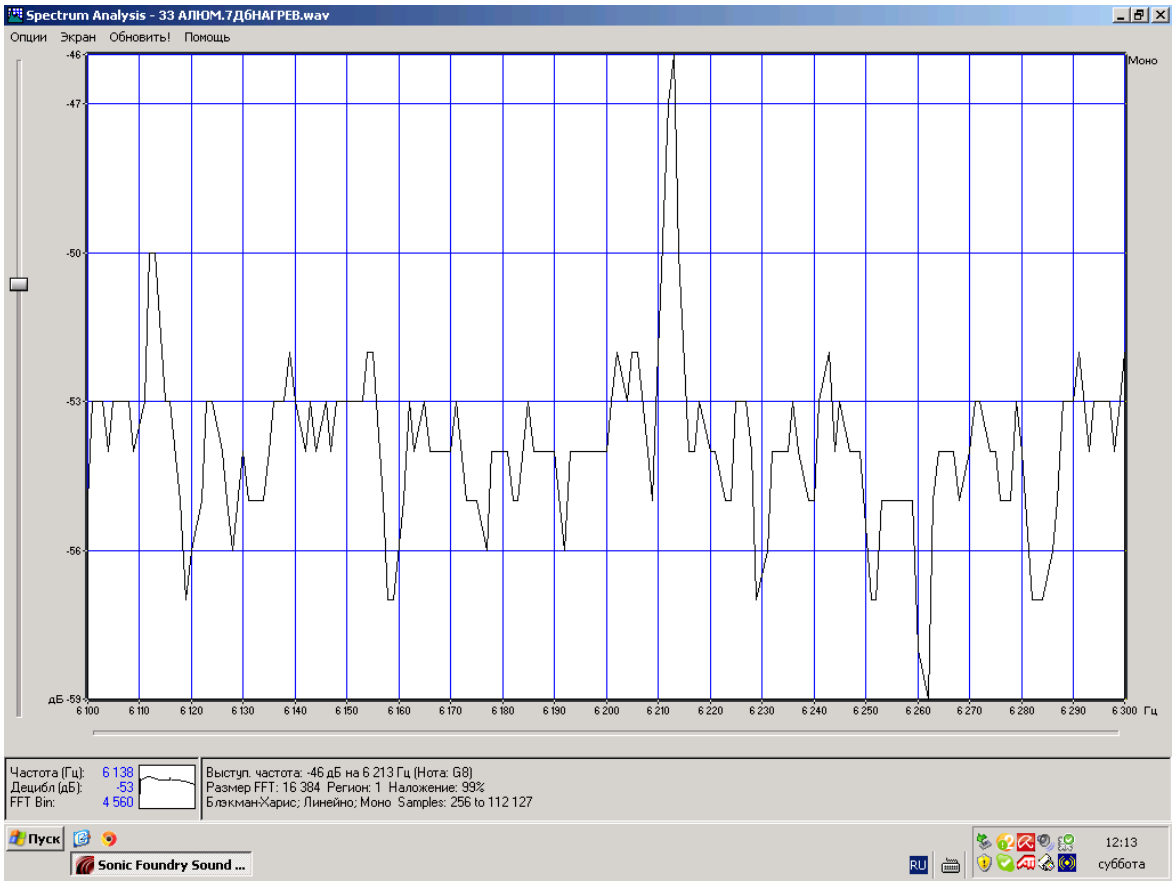


Рисунок 2 Появление полезного сигнала (7,5-8 дБ) после теплового воздействия.
Figure 2 appearance of a useful signal (7.5-8 dB) after heat exposure.

Расчет выполняется исходя их данных, расположенных на диаграмме слева, внизу Для всех последующих испытаний уровни полезного сигнала (отношение сигнал/шум, время остывания минутах , измеренная частота КГц) представлены в таблице .

Таблица измеренных параметров при остывании
Table of measured parameters during cooling

№ испытаний	Время остывания минуты	Амплитуда Сигнал/шум дБ	Частота измерения КГц
1	0	7,5-8	6,213 +44,0
2	5	9, -9,5	6,208 +44
3	7	11,5	6,208 +44
4	15	11,0	6,208 +44
5	20	4,5-5	6,204 +44
6	25	8,5-9	6,220 +44
7	60	8,0-8,5	6,229 +44

Данные измерений , представленные в таблице, показывают, что при постепенном увеличении чувствительности СВЧ сенсора (росте полезного сигнала при восстановлении комнатной температуры) от 7,5 до 11 дБ наблюдается резкий спад отношения сигнал /шум с 11 до 4,5-5 дБ . Через 5 минут чувствительность восстановилась до 8,5-9дБ. Измеренное время «затухания» составляет 4,8-5 минут. Очевидно, что измерения полезного сигнала в это время приведут к неоправданно низким показаниям нового прибора.

Следует учесть, что показания частоты измерений не учитывают аппаратное снижение рабочей частоты генератора ультразвука (50 КГц) для подачи на вхож звуковой карты ПК. Указанная добавка (44 КГц) указывает на частоту промежуточного смесителя – понижающего несущую частоту принятого сигнала.

Изменяющееся значение рабочей частоты ультразвукового генератора , возбуждающего исследуемый объект, объясняется нестабильностью цепей задания частоты этого генератора (± 150 Гц).

Для Фурье преобразования использовано приближение Блекмана- Хариса. Общая программа преобразования спектра взята из программного обеспечения «Sound Forge -5». , которое обеспечивает точность не менее ± 0,5дБ. по амплитуде и ±10 Гц по частоте. .

Заметен эффект «мерцания» полезного сигнала. Увеличение на 4дБ после прежнего низкого уровня 5 дБ.

Испытания были закончены. Было продемонстрировано необъяснимое теоретически снижение уровня сигнала после 20 минут охлаждения с последующим восстановление этого уровня после остывания в течении последующих 5 минут Заметен эффект «мерцания». В последующие 60 минут остывания уровень сигнала практически не менялся, Оставаясь в пределах 7-8 дБ сигнал шум.

Обсуждение результатов эксперимента

Похожие результаты были получены авторами при индицировании свежего дефекта на фрагменте обода локомотива. К сожалению, результаты эксперимента не сохранились по той причине, что измерения проводились при использовании в качестве индикатора отечественного анализатора спектра СК4-59. Но уже тогда было замечено необычное поведение выходного сигнала прибора ДИАД . Сразу после появления трещины обода (выполненной искусственно) выходной сигнал пропадал и появлялся вновь в течении 20-30 минут с периодом 4-5 минут. В последствие, в качестве индикатора выходного сигнала вместо СК4-59 использовался Персональный Компьютер П.К. (его звуковая карта с соответствующим программным обеспечением). Такая замена позволяет сохранять полученные результаты, всегда пользоваться ими для сравнения полученных данных.

Практически установлен факт того, что термический нагрев испытываемых образцов из алюминия, стали, других металлов и сплавов всегда сопровождается реактивацией дефектов утративших активность. Этот эффект впервые обнаруженный при испытаниях по методу С.А. Бричкова, сотрудника нашей группы. Температурная реактивация объясняется свойствами дислокаций поликристаллических металлов. Микротрещины объектов в большинстве случаев образуются в результате слияния множества дислокаций, стремящихся объединиться [2,4]. В течение некоторого времени эти микротрещины (определяемые прибором ДИАД) залечиваются (теряют свойство «активности»). Но при температурном «ударе» подвижность дислокаций увеличивается. Вероятно, их свойство концентрирования вокруг небольших дефектов изменяется. При остывании образца свойство концентрирования около появившихся микротрещин снова восстанавливается.

Это объяснение можно принять как вариант логического доказательства. Дело в том, что для образцов малого поперечного сечения (пластины, листы) «разбегание» дислокаций из точки повышенной их концентрации (образования микротрещин) при термоударе, с последующим «концентрированием» происходит «плавно» при небольшой концентрации из за малого поперечного сечения. И наоборот, для объектов значительного объема «разбегание» и обратная концентрация дислокаций при термоударе происходит резко, образуя «солитоны» этих объединенных дислокаций. В результате можно наблюдать провалы и появление вновь полезного сигнала на выходе прибора ДИАД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное исследование и краткое объяснение (рабочий вариант) требует теоретического обоснования, с расчетом возможных вариантов подтверждения полученных практических результатов. Выдвинутое предположение существования некоторых дефектов металла, которые связаны с температурными изменениями структуры не противоречат уже известным теориям. Лишь дополняя их новыми результатами. Выполненные лабораторные испытания позволяют рекомендовать использование нового прибора (ДИАД) для определения дефектов металла без применения ранее известных методов механического воздействия (метод акустической эмиссии) Возможно, специалисты теории, свойств металлов смогут предложить свои взгляды на явления необычного «затухания» и появления вновь полезного сигнала от обнаруженных дефектов . Помогут решить возникшую проблему научного объяснения разницы в условиях снижения активности дефектов для малых и больших объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.А.Нестерук, В.П.Вавилов .Тепловой контроль и диагностика. Учебное пособие для подготовки специалистов I, II, III уровня. – Томск:, 2007 – 104 с.

2. ЗАЕЦ Н.П ТЕПЛОВИЗИОННАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ,. ЗАЕЦ Н.П ВУНЦ , И.А. ЧИЖОВ, В.В. КОРОЛЕНКО/«Воздушно-космические силы. Теория и практика», № 1, март 2017 с.141-150

3 АНТОНОВ А.А. Тепловой контроль в трубопроводном транспорте. Методические указания к лабораторной работе, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. ГУБКИНА Москва 2016 18 с.

4 Шаркеев Ю.П., ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ И ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ В ПРОЦЕССЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СПЛАВОВ ВТ1-0 И ZR-1NB В КРУПНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ И УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОМ СОСТОЯНИЯХ,/ Шаркеев Ю.П., Легостаева Е.В., Вавилов В.П., Скрипняк В.А., Белявская О.А., Чулков А.О., Козулин А.А., Скрипняк В.В., Ярошенко А.Ю./ Тезисы докладов International Workshop, Международной конференции и и VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-

летию основания института химии нефти. 2019. С. 103.

5 VAVILOV V.P.. INSPECTING AVIATION COMPOSITES AT THE STAGE OF AIRPLANE MANUFACTURING BY APPLYING 'CLASSICAL' ACTIVE THERMAL NDT, ULTRASONIC THERMOGRAPHY AND LASER VIBROMETRY/VAVILOV V.P., DERUSOVA D.A., CHULKOV A.O., SERIOZNOV A.N., BRAGIN A.A. //40, Thermal Infrared Applications. Сер. "Thermosense: Thermal Infrared Applications XL" 2018 P. 106610

6 Чулков А.О. АКТИВНЫЙ ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ ИЗДЕЛИЙ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ТЕПЛОВОЙ СТИМУЛЯЦИИ/ЧУЛКОВ А.О., МОСКОВЧЕНКО А.И., ВАВИЛОВ В.П.// КОНТРОЛЬ. ДИАГНОСТИКА, Издательство: "Спектр" (Москва), 2018 с.20-27.

7 Дерусова Д.А., ИНФРАКРАСНЫЙ ТЕРМОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЩНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СТИМУЛЯЦИИ/ Дерусова Д.А., Вавилов В.П., Guo X., Шпильной В.Ю., Данилин Н.С.// Дефектоскопия. 2018. № 10 С. 64-70

8 Moyseychik E.A., INFRARED THERMOGRAPHIC TESTING OF STEEL STRUCTURES BY USING THE PHENOMENON OF HEAT RELEASE CAUSED BY DEFORMATION/ Moyseychik E.A., Vavilov V.P., Kuimova M.V.// Journal of Nondestructive Evaluation. 2018. Т. 37. № 2. С. 28

9 Горбунов В.И. Возможность дефектоскопии металлических деталей СВЧ полем/ Горбунов В.И.,. Суторихин В.А //Техническая акустика. 2010. http://www.ejta.org Т. 10. С. 16.

10 ОТЧЕТ о выполнении НИОКР по теме: "Разработка, исследование, испытания дистанционных индикаторов активных дефектов (ДИАД) на образцах и железнодорожных колесах в статическом режиме."(государственный контракт №7901р/11410 от 15.04.2010) (заключительный),/рук. работ Клименов В.А., Регистрационный № 01201058172, Томск 2011, 52 с.

11 Васильев Б.В., Теорема вириала и некоторые свойства электронного газа в металлах /. Васильев Б.В., Любошиц В.Л.//(Сессия РАН 23.02.1994 г.)/ Успехи Физических Наук, 4,(164), 1994, С. 367-374

12 Абрикосов А.А. Основы теории металлов.// М.- Наука.- 1987. 340 с.

13 Зуев Л.Б. Подвижность дислокаций в монокристаллах Zn при действии импульсов тока/ Зуев Л.Б, Громов В.Е., Курилов В.Ф. // Докл. АН СССР. 1978. Т. 239, С. 84-85.

14 Зуев Л.Б., Данилов В.И., Баранникова С.А. Физика макролокализации пластического течения/ Новосибирск: Наука, 2008. С 267

15 Надежкин М.В., Лунев А.Г., Мальцев Ю.А ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИВ МОНОКРИСТАЛЛАХ НИКЕЛИДА ТИТАНА/ XX Международная научно-практическая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ, Секция 6: Материаловедение, 2014. С.56,57

REFERENCES

1. Nesteruk D. A., Vavilov V. P..Thermal monitoring and diagnostics. Training manual for specialists of I, II, III levels. – Tomsk:, 2007 – 104 pages

2. ZAYETS N.P THERMAL IMAGING OF COMPOSITE AIRCRAFT STRUCTURES,. ZAYETS N. P VUNTS, I. A. CHIZHOV, V. V. KOROLENKO/ " Air and space forces. Theory and practice", no. 1, March 2017 p. 141-150

3 ANTONOV A. A. Thermal control in pipeline transport. Guidelines for laboratory work, GUBKIN Russian state University of oil and gas Moscow 2016 18 p.

4 Sharkeev Y. P., patterns of ACCUMULATION AND dissipation of ENERGY IN the PROCESS of PLASTIC DEFORMATION of ALLOYS VT1-0 AND ZR-1NB IN COARSE AND ULTRAFINE-grained STATES/ Sharkeev Yu. p., Legostaeva E. V., Vavilov V. P., Skripnyak V. A., O. A. Belyavskaya, A. O. Chulkov, Kozulin A. A., Skripnyak V. V., Yaroshenko A. Yu./ abstracts of the International Workshop, International conference and VIII all-Russian scientific-practical conference with international participation dedicated to the 50th anniversary of the founding of the Institute of petroleum chemistry. 2019. P. 103.

5 VAVILOV V. P.. INSPECTING AVIATION COMPOSITES AT THE STAGE OF AIRPLANE MANUFACTURING BY APPLYING 'CLASSICAL' ACTIVE THERMAL NDT, ULTRASONIC THERMOGRAPHY AND LASER VIBROMETRY/VAVILOV V. P., DERUSOVA D. A., CHULKOV A. O., SERIOZNOV A. N., BRAGIN A. A. //40, Thermal Infrared Applications. Ser. "Thermosense: Thermal Infrared Applications XL" 2018 p 106610

6 Chulkov A. O. ACTIVE THERMAL CONTROL OF products MADE of carbon FIBER of COMPLEX SHAPE USING VARIOUS methods of THERMAL STIMULATION / CHULKOV A. O., MOSKOVCHENKO A. I., VAVILOV V. P. / / CONTROL. DIAGNOSTICS, publishing House: "Spectrum" (Moscow), 2018 p. 20-27.

7 Derusova D. A., INFRARED THERMOGRAPHIC CONTROL of HYBRID MATERIALS USING POWERFUL ULTRASONIC STIMULATION / Derusova D. A., Vavilov V. P., Guo X., Shpilnoy V. Yu., Danilin N. S. / / Defectoscopy. 2018. No. 10, P. 64-70

8 Moyseychik E.A., INFRARED THERMOGRAPHIC TESTING OF STEEL STRUCTURES BY USING THE PHENOMENON OF HEAT RELEASE CAUSED BY DEFORMATION/ Moyseychik E.A., Vavilov V.P., Kuimova M.V.// Journal of Nondestructive Evaluation. 2018. Vol. 37. No. 2. P. 28

9 Gorbunov V. I. the Possibility of flaw detection of metal parts by microwave field/ Gorbunov V. I.,. Sutorikhin V. A / / Technical acoustics. 2010. http://www.ejta.org Vol. 10. P. 16.

10 REPORT on R & d on the topic: "Development, research, testing of remote indicators of active defects (DYADS) on samples and railway wheels in static mode."(state contract no. 7901r/11410 dated 15.04.2010) (final), / hand. works Klimenov V. A., Registration no. 01201058172, Tomsk 2011, 52 p.

11 Vasiliev B. V., the virial Theorem and some properties of an electron gas in metals /. Vasiliev B. V., lyuboshits V. L./ / (session of RAS 23.02.1994) / Success of Physical Sciences, 4, (164), 1994, Pp. 367-374

12 Abrikosov A. A. Fundamentals of the theory of metals. / / M.-Nauka.- 1987. 340 c.

13 Zuev L. B. Mobility of dislocations in Zn single crystals under the action of current pulses/ Zuev L. B, Gromov V. E., Kurilov V. F. / / Dokl. An SSSR. 1978. Vol. 239, P. 84-85.

14 Zuev L. B., Danilov V. I., Barannikova S. A. Physics of macrolocalization of plastic flow/ Novosibirsk: Nauka, 2008. With 267

15 Nadezhkin M. V., Lunev A. G., Maltsev Yu. A. INVESTIGATION OF localization of PLASTIC DEFORMATION in single CRYSTALS of TITANIUM Nickel / XX international scientific and practical conference " MODERN ENGINEERING AND TECHNOLOGY, Section 6: materials Science, 2014. Pp. 56, 57.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕЗЦОВ ИНСТРУМЕНТАМИ РЕЖУЩЕ-СКАЛЫВАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

Мустафаев Ойбек Бобомуродович
Старший преподаватель кафедрой «Горная электромеханика»
Наваинского государственного горного института,
г.Навои,Узбекистан,
Турдиев Сардоржон Абдумуминович
Старший преподаватель кафедрой «Горная электромеханика»
Наваинского государственного горного института,
г.Навои,Узбекистан

DYNAMIC IMPACT OF INCISORS WITH CUTTING AND CHIPPING TOOLS

Mustafayev Oybek Bobomurodovich
Senior lecturer at the department of mining electro-mechanics»
Navoi state mining Institute, Navoi,Uzbekistan,
Turdiev Sardorjon Abdumuminovich
Senior lecturer at the department of mining electro-mechanics»
Navoi state mining Institute, Navoi,Uzbekistan,
DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.3.59.297

Аннотация

В работе исследовано влияния параметров динамическое воздействие резцов. Рассмотрено в процессе резания (резания-скалывания) горных пород долотами типа PDC способы установления угля резцов на долот и установлено оптимальной вариант угла расположения зубьев на лопасти долота.

Abstract

The paper studies the influence of the parameters of the dynamic impact of incisors. In the process of cutting (cutting-chipping) rocks with PDC-type chisels, the methods of setting the angle of the cutters on the chisel are considered and the optimal variant of the angle of the teeth on the bit blade is established.

Ключевые слова: долота, резания,скалывания, скорость, лопасти, момент.

Key words: chisels, cutting,chipping, speed, blades, moment.

Общеизвестно, и не подвергается сомнению, что в процессе резания (резания-скалывания) горных пород долотами типа PDC, нагруженными постоянной силой *G* и вращающим моментом *M*, каждый резец перемещается по собственной траектории в форме пространственной спирали с углом *α*, но с одинаковым для всех резцов шагом, равным углубке долота за один оборот – д (рисунок 1).

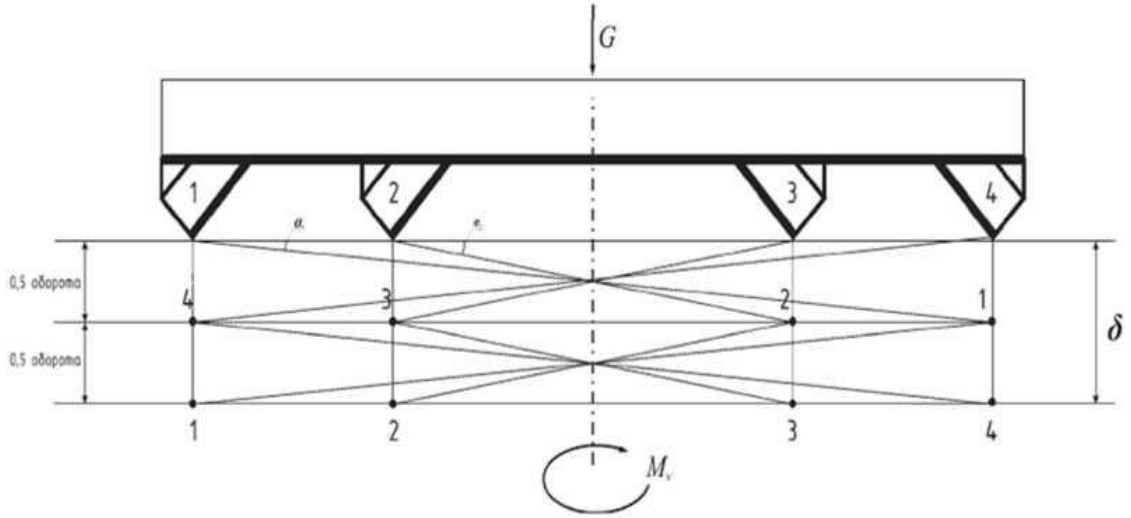


Рисунок 1. Схема перемещения резцов долота PDC: 1-4 - резцы , закрепленные в корпусе долота; G - осевая нагрузка на долото; M - крутящий момент на долоте; S - углубление инструмента за оборот; a - углы наклона траектории заглубления резцов

При этом путь резцов в процессе перемещения вдоль наклонной плоскости резания горной породы за один оборот долота, располагающихся на периферийном (внешнем) сегменте корпуса инструмента, значительно превышает путь «внутренних» резцов. Для современных инструментов, к примеру, диаметром 215,9 мм - более чем в 4 раза (рисунок 2).

Следовательно, такие показатели, как работа разрушения и износа резцов на различных сегментах корпуса долота, будут также значительно отличаться. Не случайно, некоторые исследователи [1] предлагают для снижения пути резания и износа внешних резцов специальные конструкции породоразрушающего инструмента с раздельно-вращающимися периферийными и внутренними частями.

Кроме того, в определенной степени будут проявляться различия и других показателей взаимодействия периферийных и внутренних резцов с

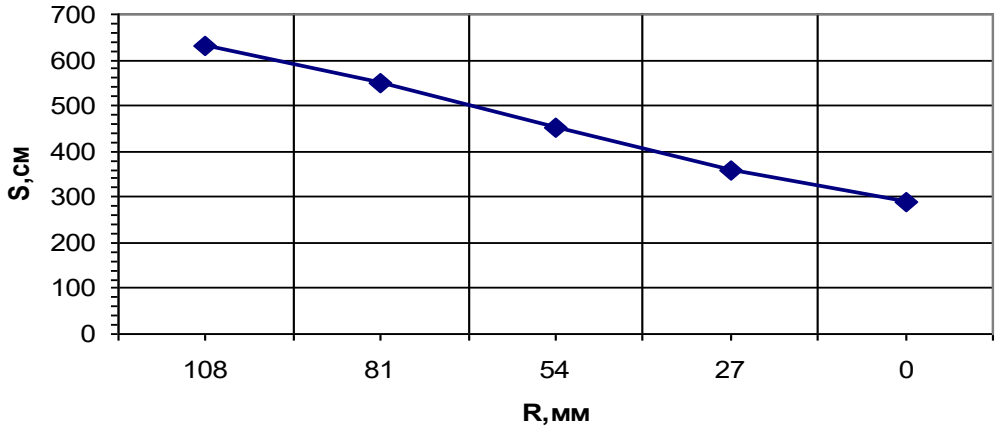


Рисунок 2. Зависимость «пути износа» резца S от расстояния его размещения от оси вращения долота R диаметром 215,9 мм.

разрушаемой горной породой: скорости линейного перемещения и интенсивности вертикального перемещения (динамического внедрения) резцов.

При вращении долота время, затраченное на один оборот и для внешних и для внутренних резцов долота будет одинаковым. Однако их линейная скорость перемещения резцов вдоль динамической плоскости резания горной породы значительно отличается (рисунок 3). Это отличие для долот диаметром 215,9 мм составляет до 400 %. Очевидно, что силовые и энергетические характеристики процесса резания для резцов различных сегментов долота будут также значительно отличаться.

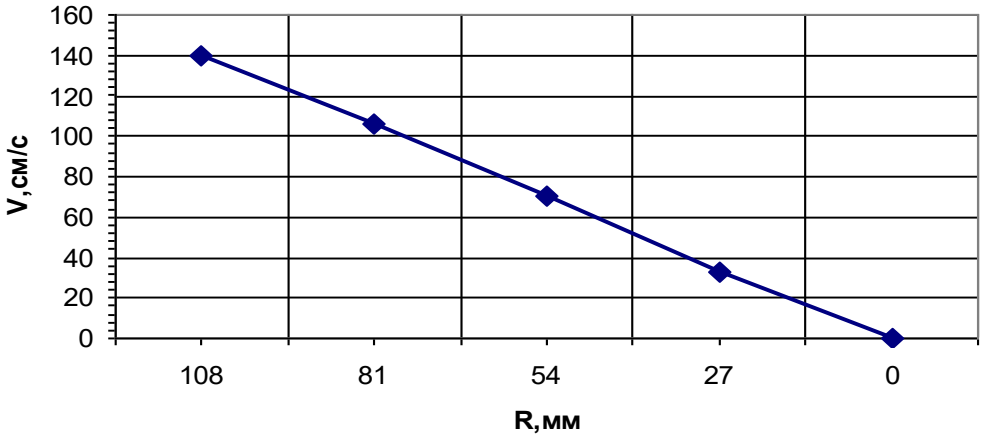


Рисунок 3. Зависимость линейной скорости перемещения резца V от расстояния его размещения от оси вращения долота R, (частота вращения долота 120 об/мин)

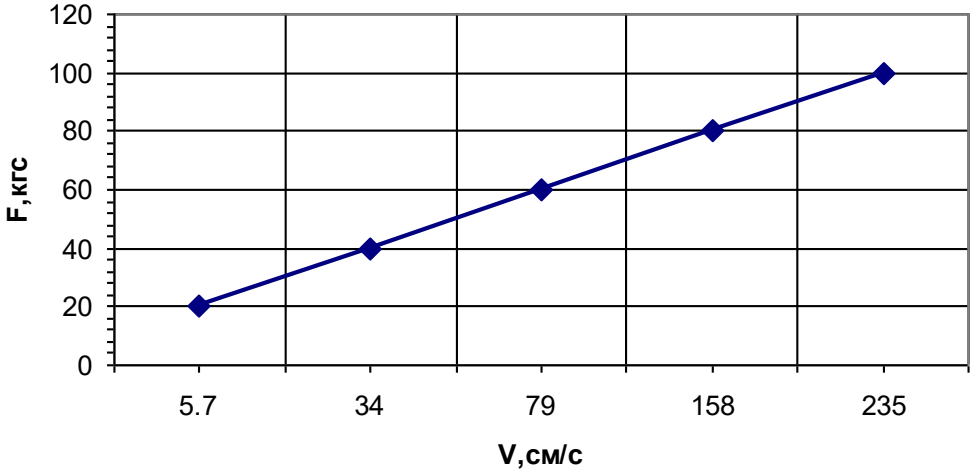


Рисунок 4. Влияние линейной скорости перемещения резца V на сопротивление породы разрушению при резании F

Для обоснования этого проведены исследования, по методике «жестко фиксированными резцами» [2], которые показали, что сила сопротивления внедрению резцов в горную породу, внешних резцов долота, значительно превышает аналогичный показатель для «внутренних» резцов (рисунок 4).

Следовательно, несмотря на несколько другие условия осевого нагружения реального инструмента PDC (действует осевая нагрузка постоянной величины) контактные давления, возникающие на периферийных резцах долота, будут значительно выше, чем у «внутренних» резцов. Таким образом, эффект скоростного «упрочнения» разрушаемой периферийными резцами горной породы, будет негативно влиять, как на процессы их абразивного изнашивания, так и на величину срезаемого (скалываемого) долотом слоя горной породы за один оборот. Авторы [3] подтверждают, что механическая скорость бурения долотом типа PDC под действием неизменной нагрузки G не меняется с увеличением частоты вращения долота. К подобным выводам ранее пришел автор [4] при исследовании работы твердосплавных инструментов типа РСД. Иными словами, эффект увеличения механической работы разрушения горных пород с повышением интенсивности вращения породаразрущающего инструмента, «поглощается» эффектом снижения средней величины снимаемого за оборот слоя разрушаемой породы - «выталкивание долота». Этот процесс в большей степени основан на возрастании роли «выталкивания» более нагруженных периферийных резцов долота буримой горной породой на более высоких частотах вращения инструмента.

Обратимся, в частности, к другой важной стороне кинематики движения резцов долота РСД. Углы наклона собственных пространственных спиралей, по которым перемещаются резцы породоразрущающего инструмента на различных радиусах вращения а, имеют различные значения. Интенсивность заглубления «внутренних» резцов значительно выше, чем у «внешних» (рисунок 5). Эго обусловлено тем, что при одинаковом шаге спирали

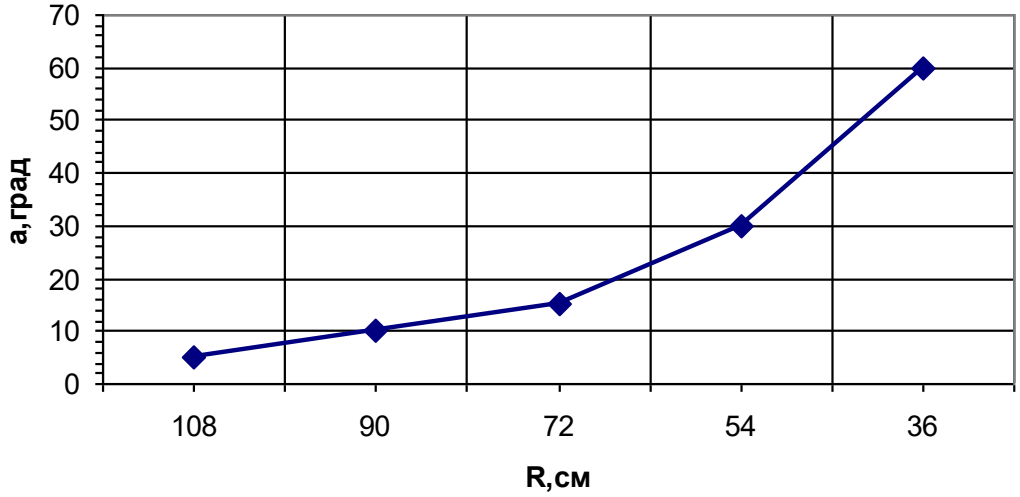


Рисунок 5. Изменение угла наклона траектории резца, а- для различных расстояний их размещения от оси вращения долота R

траектории - проходке за оборот долота, - путь, проделываемый «внешними» резцами за один оборот, значительно больше, чем внутренними. Таким образом, констатируем факт, что угол наклона плоскости резания для резцов, находящихся на различных радиусах резания горной породы, значительно отличается. Это приводит к тому, что фактические углы резания (передний и задний) периферийных резцов значительно отличаются от углов резания внутренних резцов, а, следовательно, и различаются условия работы данных групп резцов. К примеру, если на периферии динамический передний угол у резцов будет соответствовать примерно 93° при угле наклона траектории в 2...3°, то на расстоянии «внутреннего» резца от оси в 0,1 радиуса долота (рис. 4.6), фактический угол резания относительно динамической плоскости резания составит примерно 145°.

Такое различие динамики геометрических характеристик процесса резания в зависимости от размещения резцов в долоте PDC негативно сказывается на суммарном эффекте работы инструмента.

Предложенное нами варианты пути решения проблем:

1. Установить зубья долото таким образом, чтобы он расположился вокруг лопаста спиралью Архимида 2-3^{0}уклонно на внешнюю сторону долота.
2. Установить зубья долота изготовленное из рений сплава.

Долота изготовлен хром-марганецный стали, зубы изготовлены с твёрдый сплавы и по шкале Протодьяконов твёрдость равно 60. Эффективность этого твёрдого сплава ровняется эффективностью алмазных долот. Долота имеет трёхлопастное спиральное конфигурация и его зубы расположена у боковых стенок спиральных головок , она имеет жёсткий спиральный твёрдый сплав. Его зубы расположены по спирали Архимеда и относительно в верхний стороны лопаста уголь наклона зубья наклоняется 2-3 ° на внешнею сторону. Кроме этого чтобы повышать долговечность и резание в его лопастах в верхней части расположены зубы, изготовленные специальных сплавов.

Литература:

1. Акопов Р.В. Геометрия режущего инструментапри резании камня. - Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1958, с. 174.
2. Федоров В.С. Научные основы режимов бурения. – М.: Гостоптехиздат, 1951, - 248 с.
3. Третьяк А.Я., Литкевич Ю.Ф.. Асеева А.Е. Исследование подачи и модуля скорости при вращательном бурении горных пород // Интервал. - 2006. - № 2. - С. 25-27.'
4. Владиславлев В.С. Разрушение пород при бурении скважин. –М.: Гостоптехиздат, 1958, - 241 с.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ТЕРМИЧЕСКИЙ И ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В УСЛОВИЯХ ВОЗМОЖНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ)

***Зверев Илья Сергеевич*[1]**
канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник
***Шипунова Екатерина Александровна*[1]**
младший научный сотрудник
***Голосов Сергей Дмитриевич*[1]**
канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник
[1]Санкт-Петербургский Федеральный научно-исследовательский центр Российской академии наук, Институт озероведения Российской академии наук (ИНОЗ РАН – СПбФИЦ РАН)
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

THERMAL AND ICE PROCESSES IN LADOGA LAKE AT POSSIBLE CLIMATE CHANGES (ON THE SIMULATION RESULTS)

***Zverev Ilia Sergeevich*[1]**
Candidate of Science, research scientist
***Shipunova Ekaterina Alexandrovna*[1]**
Junior research scientist
***Golosov Sergey Dmitriyevich*[1]**
Candidate of Sciemces, senior research scientist
[1]St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS)

Аннотация

Представлены результаты трехмерного математического моделирования термического и ледового режимов Ладожского озера в условиях климатических изменений. Показано, что предполагаемое к концу XXI века потепление климата скажется, в первую очередь, на скорости нарастания и таяния льда. Быстрое таяние льда приведет к раннему очищению озера от ледового покрова. При этом сроки начала ледовых явлений в озере не изменятся. Раннее исчезновение ледового покрова приведет к временному сдвигу в термических процессах в озере, что скажется на химико-биологическом режиме озера.

Abstract

Results of 3D mathematical modeling of the thermal and ice conditions in Ladoga Lake at possible climatic changes are presented. It is shown that the expected climate warming by the end of the XXI century will affect, first of all, the rate of growth and melting of ice. The fast melting of the ice will lead to the early disappearance of the ice cover that, in turn, will cause a temporal shift in the thermal processes in the lake. This will affect the temperature dependent chemical and biological processes in the lake.

Ключевые слова: Ладожское озеро, температурный и ледовый режимы, изменение климата, трехмерное моделирование

Key words: Ladoga Lake, thermal and ice processes, climate change, 3D modeling

Introduction

Among the numerous factors that determine the status and functioning of the aquatic ecosystems in natural and artificial reservoirs and the quality of water resources, the thermal regime of the water body, mixing conditions and ice phenomena are of paramount importance. Therefore, practically all chemical and biological processes in reservoir, such as formation and decay of organic matter, dissolution of atmospheric gases (primarily of oxygen and carbon dioxide), red – ox reactions, vital activity of almost all aquatic organisms are temperature dependent [3, 6, 11].

In turn, thermohydrodynamic (THD) processes that occur in the water bodies arise as a result of atmospheric effects on them and therefore are subject to fluctuations in the regional climate. In order to assess the response of the aquatic ecosystem to possible changes in the regional climate, it is necessary, first of all, to understand what changes can occur in THD processes under the impact of climate change.

In the present study on the basis of 3D model simulations the effect of possible changes of regional climate on THD processes in the Ladoga Lake is assessed.

Materials and methods

A three-dimensional (3D) mathematical model of the inland sea hydrodynamics (MISH) developed at the Institute of numerical mathematics RAS was used to perform the calculations [2]. To describe the water mass circulation in a water object of any configuration

the 3D THD equations are incorporated in the model. The interaction between the atmosphere and the water body is described through the fluxes of momentum, heat and moisture. The ice module of MISH is activated when the temperature at the water surface reaches the freezing point. The module calculates the ice temperature and thickness as well as the dynamics of ice fields within the water object. Herewith, over the water area where the ice cover is present the fluxes of momentum, heat and moisture at the air-water interface are replaced by similar fluxes across the air-ice and ice-water boundaries. The water exchange through the lateral and air - water boundaries are explicitly prescribed taking into account the properties of water (heat content and mineralization). Also the model explicitly assigns precipitation and evaporation at the air-water interface. The model has been successfully tested through calculation of the THD of the Caspian Sea, which is a typical representative of the inland seas.

Taking into account the spatial scale of Ladoga Lake, up to 230 km in length and 125 km in width with a depth difference of several meters in the southern part to 250 meters in the North-the lake can be considered rather as a freshwater inland sea than as a lake. Therefore, MISH was chosen to perform the calculations for Ladoga Lake. Before the calculations, MISH was adapted for use in the fresh water conditions [1]. In particular, taking into account the fact that the mineralization of water in Ladoga Lake and its tributaries differs from each other and its values are much less than the typical salinity in the ocean, the equation of state for salty water was replaced by the equation of state of slightly mineralized water [5]. Parameters of the computational grid were 600x600 meters horizontally and 30 levels in vertical direction. The time step of calculations was 6 minutes.

The data of the reanalysis, a joint project of the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and Atmospheric Research (NCAR) [7] were used to assign initial meteorological conditions for calculation of the current "medium-climatic" state of the THD processes. As a scenario of possible climate change the scenario MPI B2 developed at the Max Planck Institute (Hamburg, Germany) was chosen [8]. This scenario is characterized by the following main parameters: 1) moderate emission of greenhouse gases into the atmosphere; 2) it is assumed that the main climate warming will occur in winter, which corresponds to the data of long-term field observations made over the last 40-50 years; 3) the General trends of emissions are also close to those observed over the past 40 years; 4) the air temperature on the planet at the end of the century can increase by up to 3–5 °C. According to its main parameters the MPI B2 scenario can be considered as a scenario of maintaining the current warming trend [8, 9, 10].

Initial conditions at the MISH calculations were set for the conditions of early October. The fact is that in October the thermal structure of the lake is homogeneous over the entire area [4]. This is the only month in the year when the initial conditions can be set up correctly. The inflow from the main tributaries of the lake, the rivers Volkhov, Svir' and Vuoksa, as well as the runoff of the Neva River, were taken into account during the calculations. The results of numerical experiments and their brief discussion are presented below. The data of calculations obtained using the NCEP/NCAR meteorological reanalysis are shown at the left (a) panels of the figures. The results of simulations corresponding to the climate scenario MPI B2 are presented at the right panels (b). Color scale stands for water temperature (°C), the white-grey-black one for ice thickness (m).

Results and discussion

The initial distributions of the lake surface temperature on October, 1 of the middle climatic year and at the end of the XXI century are shown in Fig. 1a, b respectively.

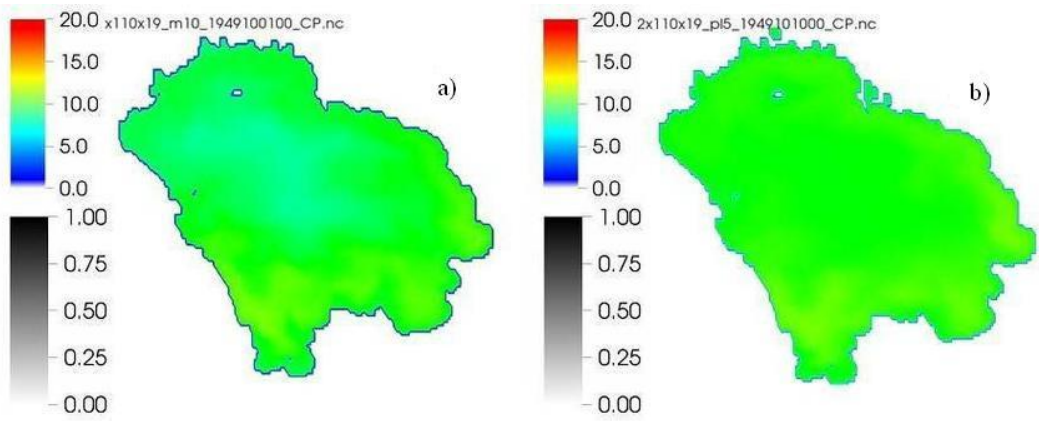


Figure 1. Initial spatial distribution of the water temperature in the Ladoga Lake

As follows from the data in figure 1 a, b, the lake at this time is thermally homogeneous; the water temperature throughout the entire area is close to 7-8 °C [4]. October is the time of year when density convection prevails over all dynamic processes in the lake. Due to intensive vertical mixing caused by the convection, the water column becomes thermally homogeneous.

Further cooling leads to the formation of spatial temperature heterogeneity. At this time the most cooled are the shallow areas of the lake, localized mainly in the South-Eastern, Southern and South-Western regions. At the end of October – early November the fall thermal

frontal zone (thermal bar) starts to develop. In the case of "medium-climatic" year the thermal bar is formed earlier and the rate of its moving towards deeper sites is higher (Fig.2). That takes place due to lower values of the air temperatures, and hence, the larger heat losses through the free surface of the lake.

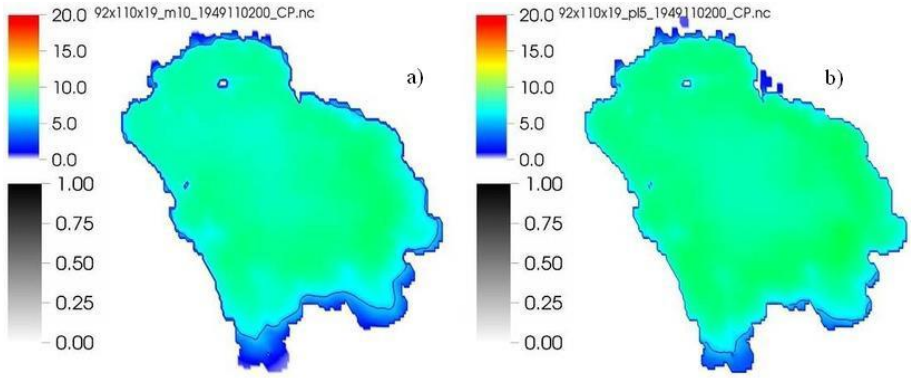


Figure 2. The thermal bar localization (blue line) by November 2 corresponding to "medium-climatic" (a) and scenario-based (b) atmospheric impact

At the end of November, the localization of the thermal bar in both versions of the calculations is almost the same. The main differences are observed in the thickness of the ice and the area of the lake covered by ice: both parameters are greater at the "average climatic" atmospheric exposures (Fig. 3 a, b).

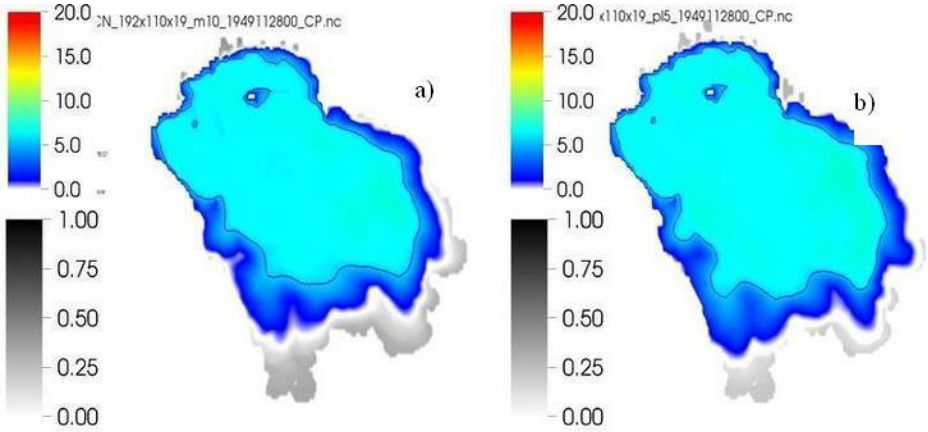


Figure 3. The thermal bar localization and the ice cover by the end of November

At the end of December, the thermal bar ceases to exist in both versions of the calculations (Fig. 4 a, b). At the same time, it should be noted that in the case of "scenario" atmospheric effect, the ice-free surface of the lake cools faster, compared with the "medium-climatic" conditions. The fact is that corresponding to scenario B2, the temperature of air boundary layer is higher during this period, which leads to more intensive evaporation at the water surface and, accordingly, to accelerated surface cooling. Due to the higher air temperature, the rate of ice growth in the "scenario" version is lower, and the ice thickness is less than in the case of "medium-climatic" impact.

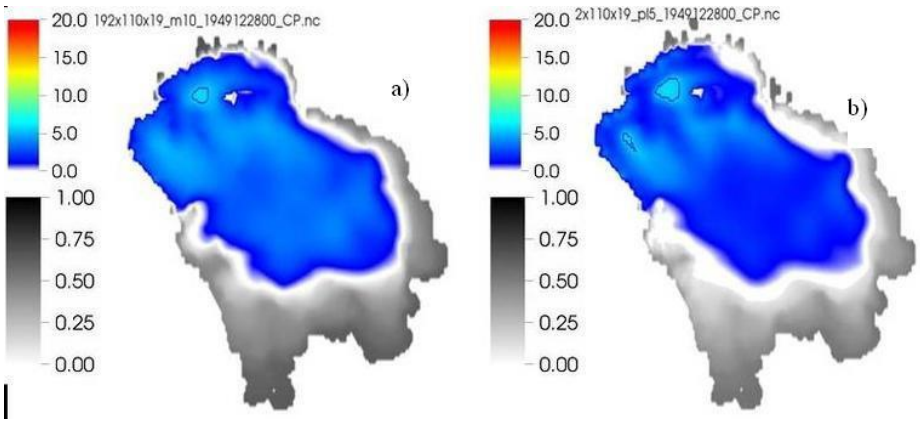


Figure 4. The thermal bar disappearance and ice cover by the end of December

In both versions of atmospheric impact the lake is completely frozen by the middle of February. Intense evaporation in the case of scenario impact has one more additional effect. The earlier formation of the ice cover on the entire surface of the lake leads to the fact that in the central part the ice thickness becomes even greater compared to "average climatic" case (Fig. 5 a, b). At the same time, the maximum ice thickness for the "average climatic" year can reach 1 meter in the southern regions of the lake. In the same areas, if calculated according to the climate scenario, the ice thickness will be less by about 25%. In the North-Western part of the lake the ice is practically absent in both versions of calculations.

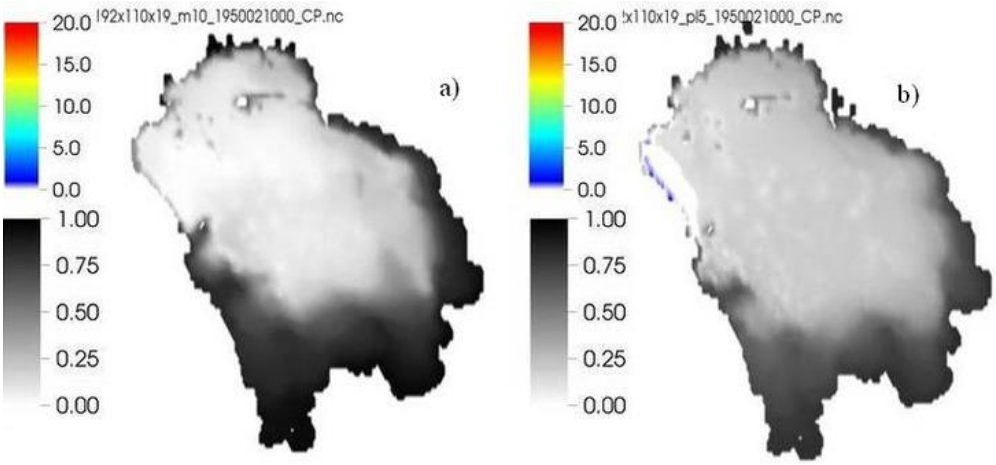


Figure 5. The ice cover in the lake by the mid February

In mid-March, the differences in the state of the ice cover become much more significant. In case of "average climatic" atmospheric impact, the lake remains completely covered by ice, although its thickness in the North-Western deep-water area is about 10 – 15 cm. In the case of climate scenario calculation, a significant part of the North-Western water area is ice-free. Moreover, ice becomes thin in most of the central areas of the lake, reaching only 10 – 15 cm (Fig. 6 a, b).

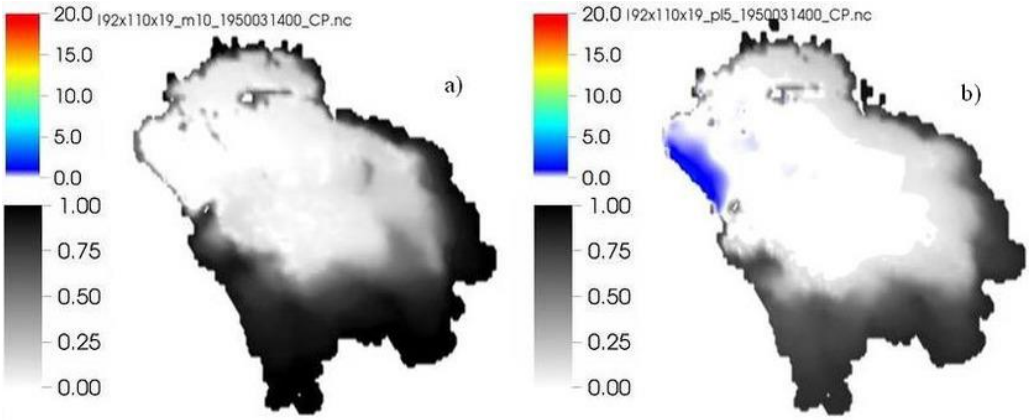


Figure 6. The ice cover in the lake by the mid March

By the end- April and in the first days of May (Fig. 7 a, b) in the case of "average" year the lake becomes completely ice-free. At the same time, in the case of the climate scenario the thermal bar has been already formed in the Bay of Petrokrepost', partly in the Volkhov Bay, in the area of Priozersk and it started to spread towards the central parts of the lake (Fig. 7b). This means that in these areas the water masses have already warmed up to the temperature of the maximum density of slightly mineralized water.

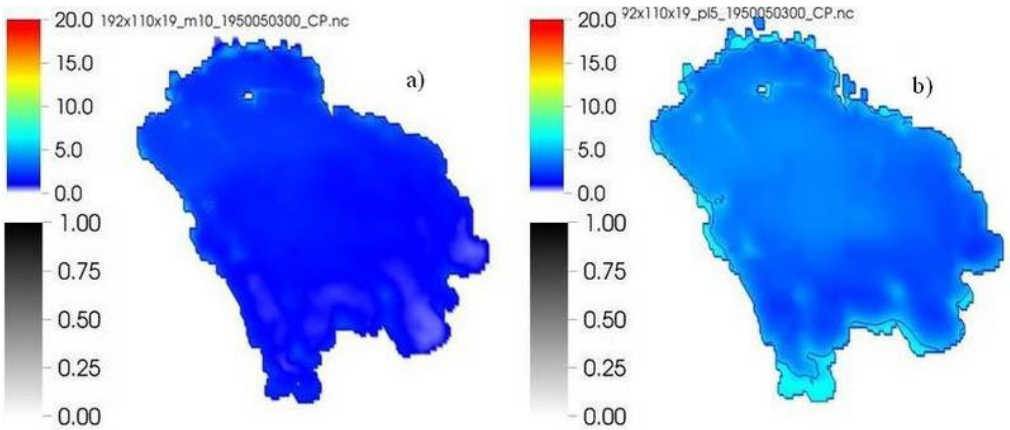


Figure 7. Distribution of the temperature in Ladoga Lake by May 3 for mean-climatic (a) and scenario (b) atmospheric impacts. Blue line marks the location of 4°C isotherm characterizing the position of the thermal bar

By mid-June (Fig. 8 a, b), the THD processes in Ladoga Lake, determined by the "average climatic" atmospheric effects, lag behind the "scenario" ones by one month on the average. The thermal frontal zone is only approaching the central areas of the lake from the Southern side. From the Eastern direction the thermal bar slightly moved to the center of the lake. In the North and North–West thermal bar is still close to the coastline. The water temperature is close to 20 °C only in the Bay of Petrokrepost' and partly in the Volkhov's Bay. The pattern is quite different in the case of THD processes defined by the climate scenario. Thermal bar ceased to exist, and an intense warming up of the whole lake is started. The water temperature in the Bay of Petrokrepost', in the Volkhov's and in the Svir's Bays has already exceeded 20 °C, or is close to this value. The same temperature is observed in the skerries. Over the rest of the lake the water temperature varies from 7-8 to 15°C.

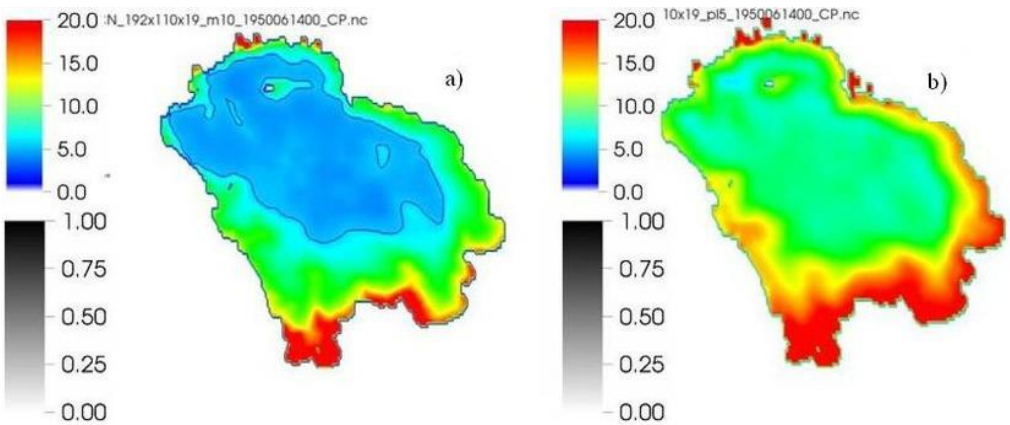


Figure 8. The same as in Fig. 7 by the mid-June

By mid-July (Fig.9 a, b) the thermal bar ceases to exist in the case of mean-climatic year and the lake starts to warm up. The temperature field approximately corresponds to the "scenario" one month earlier. The central, Northern and North-Western parts of the lake are exceptions. Around these regions the water temperature is in the range of 7-8 °C. In the case of a climatic scenario, the intense warming up of the lake continues. The water temperature in almost all coastal areas has either reached 20 degrees or approaching it. The entire central part is warmed up to 15-16 °C, and only in a small area in the North–West of the lake the water temperature is about 10 – 12 °C.

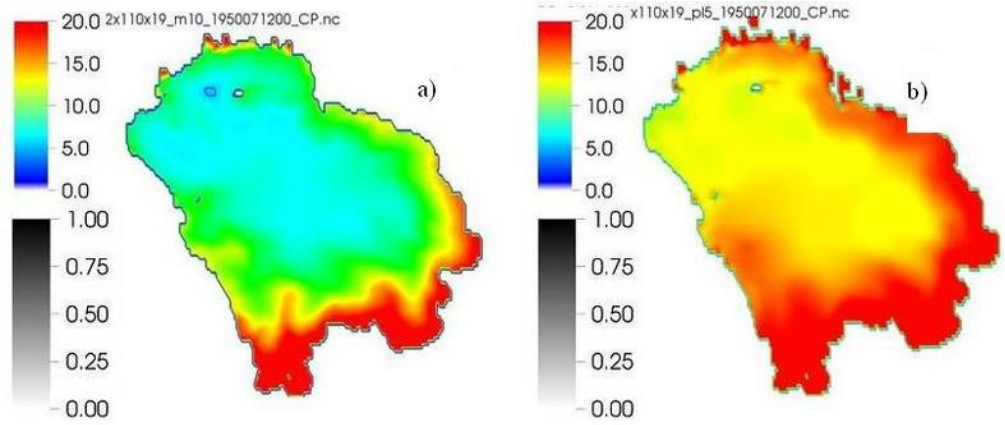


Figure 9. Distribution of water temperature in Ladoga Lake by mid-July

August (Fig. 10 a, b) is characterized by the fact that in the case of the "average climatic" year, the warming of the lake is almost completed. Calculations according to the climate scenario show that by mid-August, almost the entire water area of the lake warms up to 20°C and more.

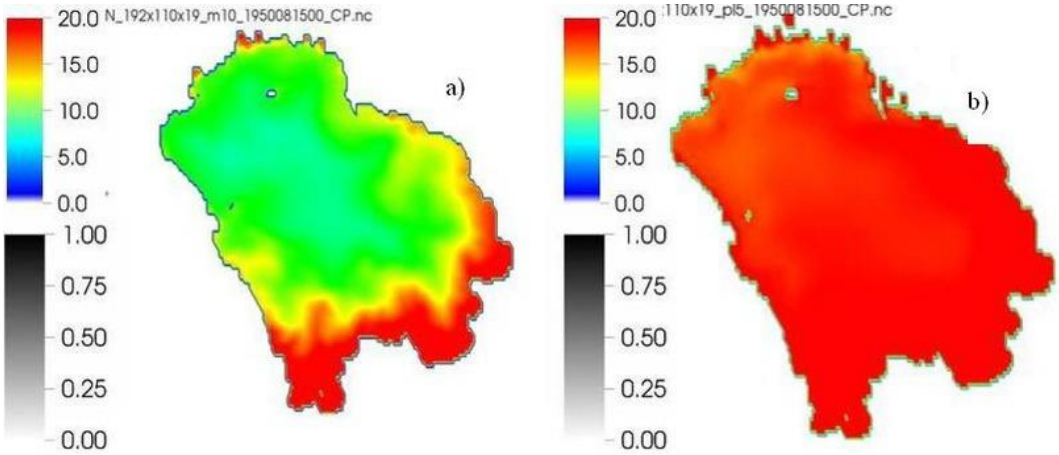


Figure 10. Distribution of water temperature in Ladoga Lake by mid-August

In the second half of August and in the beginning of September the rapid cooling of the lake begins. Herewith, in the case of calculations according to the climate scenario, it occurs much faster compared to the "average climate" year. By the mid-September only in the Bay of Petrokrepost' the temperature is about 20 °C (Fig. 11 a, b).

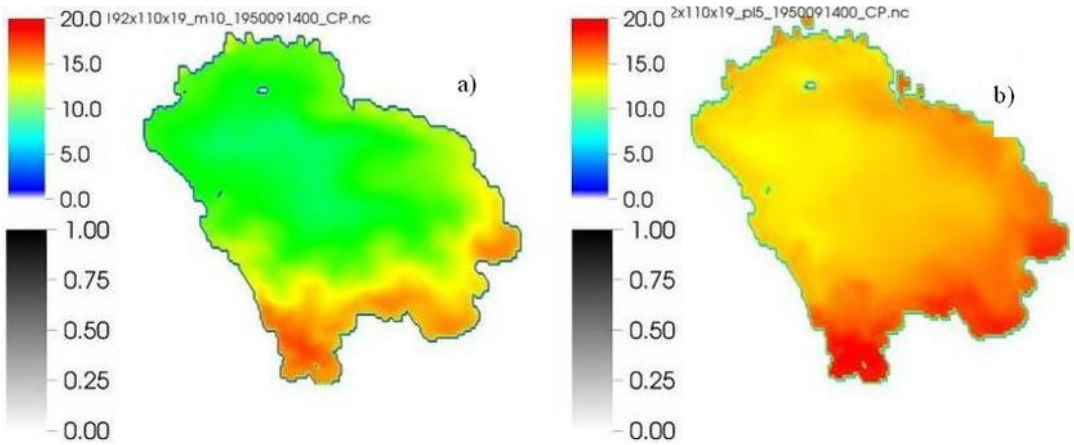


Figure 11. Distribution of water temperature in Ladoga Lake by mid-September Finally, as noted above, in October the lake in both cases cools to 7 – 8 °C (see Figure 1 a, b).

Conclusions

Preliminary conclusions about the impact of possible climate change on THD processes in Ladoga Lake are the following. The expected climate warming will affect both the thermal and ice conditions in the lake. Herewith the terms of formation of the ice cover will not change. Onset of freezing, both in the case of the "average climatic" year and under the climate

scenario, occurs in early November in the southern areas of the lake. The main influence of warming can have on the rate of ice growth and melting. In the "scenario" case, the lake is completely covered by ice. However, small ice thickness predetermines early melting. On the average, it should be noted that the complete ice melting may occur on 2-3 weeks prior to the conditions of the "average" atmospheric impact. Early disappearance of the ice cover may lead to a temporary shift in the processes that determine the thermal regime of the lake in spring and summer. So, the formation of the thermal frontal zone (thermal bar) will start earlier on the same 2-3 weeks and the speed of its propagation offshore will be higher. As a result, the spring–summer thermal bar will terminate in mid-June, instead of the average climatic mid-July [4]. As a result, the summer warming of the main water mass will start almost 1 month earlier that inevitably will affect the temperature regime of the whole lake. Under the conditions of the climate scenario, almost the entire area of the lake will warm up over 20 °C, which does not happen under the conditions of the "average" climate scenario. If the predicted B2 scenario fulfills, it should be expected that climatic changes will lead to drastic changes in THD processes in the lake and, as a consequence, in the functioning of the aquatic ecosystem. Among the latter we can expect changes in the gas regime of the lake (see introduction), in the species composition of aquatic organisms, the emergence of new organisms at all trophic levels and decrease/increase in biodiversity.

The study was performed in frames of the state assignment of the St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (SPC RAS), Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences (section No. 1.6, theme no. 0154-2019-0001.

Работа выполнена в рамках государственного задания Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Институт озероведения Российской академии наук» по разделу № 1.6 темы № 0154-2019-0001.

Литература:

1. Зверев И.С., Ушаков К.В., Шипунова Е.А., Голосов С.Д., Ибраев Р.А. Распространение термической фронтальной зоны («термобара») в Ладожском озере по результатам моделирования// Труды Четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов», Москва, 15–18 сентября 2015 года, 2015. с. 109-112

2. Ибраев, Р. А. Математическое моделирование термогидродинамических процессов в Каспийском море. М.: Изд-во ГЕОС, 2008. 127 с.

3. Ковалева Н. В., Мединец В. И., Газетов Е. И. Влияние температуры и содержания кислорода на интенсивность аэробного окисления органического вещества в водах Черного моря// Гидробиологический журнал. 2003. т. 39. № 4. С. 24-40

4. Науменко, М. А., Гузиватый, В.А., Каретников С. Г. Термический режим Ладожского озера// Ладога. СПб.: Нестор-История. 2013. С. 137-176

5. Chen, C. T., Millero F. J. Precise thermodynamic properties for natural waters covering only limnological range// Limnol. Oceanogr. 1986. Vol. 31(3). P. 657-662

6. Hutchinson G.E. A treatise on limnology. NY: J. Wiley and Son, Inc. 1957. 1015p.

7. Kalnay et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project.// Bull. Amer. Meteor. Soc. 1996. 77. P. 437-470

8. Special report on emissions scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change/ Nakićenović N. and Swart R. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge and New York. 2000

9. Räisänen J., Hansson U., Ullerstig A., Döscher R., Graham L.P., Jones C., Meier H.E.M., Samuelsson P. and Willén U. European climate in the late twenty-first century: regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios// Climate Dynamics. 2004. 22. P. 13-31.

10. Watson R.T. Climate change //Synthesis report. A contribution of working groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge. 2001

11. Welch H., Dillon P., Sreedharan A. Factors affecting winter respiration in Ontario lakes// J. Fish. Res. Board Can. 1976. 33. P. 1809-1815

К ВОПРОСУ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Трутнев Ангатолий Федорович
кандидат сельскохозяйственных наук
ВНИИагродесомелиорации

ON THE ORIGIN OF STABLE CHEMICAL ELEMENTS

Trutnev Anatoly Fedorovich
candidate of agricultural sciences
Senior Researcher,
All-Russian Research Institute of Agroforestry

Annotation

Within the framework of the modeled system, a new view of the mechanism of formation of nuclei of stable elements is presented. Variants of the formation of new nuclei of stable elements are considered depending on the place of attachment of new particles to the old nucleus, as well as on the sequence of their attachment.

Аннотация

В рамках смоделированной системы представлен новый взгляд на механизм образования ядер стабильных элементов. Рассмотрены варианты образования новых ядер стабильных элементов в зависимости от места присоединения новых частиц к старому ядру, а также от последовательности их присоединения.

Key words: stability; nucleus; element: graviton; neutron; power thread; capture; synthesis; charge

Ключевые слова: стабильность; ядро; элемент: гравитон; нейтрон; силовая нить; захват; синтез; заряд.

Цель. Выявить различия в механизмах образования ядер стабильных и не стабильных химических элементов.

Новизна. На основании смоделированной системы представлен механизм образования ядер новых химических элемен

Введение

По современным представлениям физиков наша Вселенная возникла в результате Большого Взрыва. Общепринято считать, что внезапно из ничего возник огненный шар с температурой 10^{32} К**.** В течение 10^{-43} --10^{-35} секунды после Взрыва наступила планковская эпоха, при которой не действовал ни один из известных физических законов. Когда возраст Вселенной достиг 10^{-35} секунд, в ней произошел экспоненциальный (инфляционный) взрыв, в результате которого её первоначальный размер увеличился 10^{50} раз. В этот период во Вселенной доминировали колоссальные значения температуры и плотности энергии излучения. После окончания этого периода в течение 10^{-35}—10^{-4} секунды, в результате значительного снижения температуры начался период образования кварков и антикварков (кварко-глюонной плазмы). По истечение времени с 10^{-4} по 10^{0} секунды, температура во Вселенной упала до значений, позволяющей кваркам и антикваркам объединятся в протоны и антипртоны. Дальнейшее снижение температуры и плотности излучения энергии, произошедшее в течение 3-х минут сделало возможным действие фундаментальных физических сил и образование элементарных частиц (электронов и позитронов) в современной форме, а затем ядер водорода, гелия, лития и других легких атомов химических элементов.Через 3 10^{5} лет, когда Вселенная, последовательно расширяясь, охладилась до температуры 3000^{0} К, электроны начали соединяться с протонами и ядрами гелия, и образовывать атомы водорода и гелия. В результате материя во Вселенной стала прозрачной для прохождения световых волн, а через миллионы последующих лет космическая материя локализовалась (скучилась) и уплотнилась до такого состояния, что появились звезды и галактики. Таков общепризнанный в настоящее время сценарий рождения и развития Вселенной, хотя его окончательный вариант не разработан ещё до сих пор. В нем осталось ещё много вопросов, на которые ведущие физики теоретики пытаются ответить, используя современные технологии при наблюдении за астрофизическими объектами.

Одним из самых дискуссионных вопросов в этом сценарии является образование ядер химических элементов всей периодической системы Менделеева, за исключением ядер водорода и гелия, которые в основном образовались в первые минуты жизни Вселенной. Согласно доктрине современной физической науки общепринято считать, что источником образования ядер большинства химических элементов является последовательность протекания термоядерных реакций, Первым элементом нуклеосинтеза в ядерных топках звезд является гелий. Его ядра образуются в центральной части звезды при достижении температуры 10^{7} С. Происходит это в результате слияния четырех протонов с выделением 12,85 Мэ

$$4p \rightarrow {}^{4}He + 2e^{+} + 2\nu_{e} + Q.$$

Затем, при достижении температуры 10^8 С ядра гелия набирают скорость, позволяющую им сблизиться на расстояние достаточное для слияния их в ядра более тяжелых химических элементов (углерод, кислород, неон и др.). Так называемые четные элементы, у которых заряд ядра сразу повышается на две единицы. Нечетные элементы образуются другим способом. В начале ядро захватывает нейтрон, в результате его масса увеличивается на единицу, а заряд остается прежним. При этом, если образовавшееся ядро окажется не стабильным, то произойдет бета-распад, нейтрон превратится в протон. Заряд у такого ядра вырастет на единицу и оно превратится в ядро следующего более тяжелого элемента.

Ядра тяжелее железа в термоядерных реакциях не образуются. Механизм их образования другой [5.с.209-217]. Ученые предполагают, что они образуются в двух видах ядерных реакциях, сопровождающихся захватом одного или нескольких нейтронов. В первом случае ядерная реакция осуществляется медленно движущимися нейтронами. Такой процесс называется s-процессом (медленный процесс). Таким способом синтезируются тяжелые элементы после железа вплоть до золота. Во втором случае ядерные реакции происходят в результате быстрого захвата нейтронов, так называемого— r-процесса [3.241-244]. Его суть заключается в захвате ядром не одного, а нескольких нейтронов сразу. Тогда при бета-распаде синтезируются ядра тяжелых и самых тяжелых элементов от золота вплоть до тория и урана. Но, где такие процессы могут идти, у физиков теоретиков на этот счет нет единого мнения. Для поддержания этого процесса в недрах звезды необходимо наличие большого количества свободных нейтронов. Оно может проявиться при вспышке сверхновой звезды в конце эволюции массивной звезды , когда электроны сливаются с протонами и в результате образуется большое количество свободных нейтронов. Кроме того, также много свободных нейтронов получается при слиянии двух нейтронных звезд**.**

Обзор различных способов образования ядер химических элементов свидетельствует о том, что все они в основном сводятся к слиянию α -частиц и захвату нейтронов ядрами, их «вдавливания» в ядра, с последующим β–распадом ядер переполненных нейтронами. В результате β–распада нейтроны распадаются на протоны и электроны, которые затем вылетают из ядер. В итоге у ядер увеличивается заряд и они превращаются в ядра более тяжелых элементов. При этом какое местоположение займет новая частица в ядре не учитывается. В тоже время следует отметить, что атомное ядро представляет собой сложную многочастичную систему с сильным взаимодействием и большим набором свойств. И от того к какой части ядра присоединится новая частица, будет зависеть в основном или в возбужденном состоянии будет находиться новое ядро. Такой подход к изучению происхождения ядер химических элементов, находящихся в стабильном (основном) состоянии не дает полной картины механизма их рождения. Много неясностей также оставляют существующие способы описания внутреннего устройства ядра, ибо до сих пор не существует последовательной теории способной воспроизвести в полном объеме поведение нуклонов внутри ядра, из-за отсутствия знаний о свойствах ядерных сил [2.с.123-169] . В данной статье сделана попытка дать новое физическое осмысление приведенных выше вопросов и получить на них определенные ответы с помощью смоделированной системы взаимодействия материи и пространства, базирующейся на следующих принципах

Методика моделирования

R = W + P где W—материя, P--пространство

T— время форма взаимодействия материи и пространства.

E— энергия форма взаимосвязи материи и пространств

Формулировка основных постулатов

1. Реалии (R) окружающего мира являются результатом взаимодействия материи и пространства Последней неделимой частицей материи является положительно заряженный гравитон, а пространства отрицательный простон.

2. Формой их взаимосвязи является энергия, которая здесь выступает в двух ипостасях: энергии материи (E_m) и энергии пространства (--E_p.), которые взаимно переходят друг в друга.

3. Пространство в смоделированной системе представлено совокупностями простонов, собранных в «силовые нити», которые, в свою очередь, образуют своеобразную «сеть», равномерно напряженную во всех направлениях за счет сил отталкивания одноименных зарядов.

4 Материя в смоделированной системе представляет собой совокупность гравитонов, размещенных определенным образом между силовыми нитями пространства.

Гравитон (g) это сгусток энергии материи, а простон это (q) сгусток энергии пространства. Сгустки образовались в начальной стадии образования Вселенной. Частицы одинаковы по модулю и обратные по знаку

Все материальные тела (от частиц до галактик) движутся в силовых нитях пространства и деформируют их. Протон сжимает, а электрон расширяет силовые нити пространства, в этом их фундаментальное сходство и различие. Несмотря на то, что протон тяжелее электрона в 1840 раз, у частиц одинаковые по величине, но разные по знаку заряды.

В современном мире все физические, химические, биологические, ядерные процессы, явления, взаимодействия происходят при непосредственном участии энергии материи и энергии пространства. Они взаимно переходят друг в друга и служат основой для формирования всего многообразия различных видов материальной энергии и способов их перехода одного вида в другой.

Результаты исследований

Согласно базовым принципам смоделированной системы все частицы, из которых состоят атома и молекулы представляют собой совокупности гравитонов, определенным образом расположенных в силовых нитях пространства. Двигаясь, гравитоны сжимают силовые нити в направлении движения. При этом выделяется энергия материи, законсервированная в силовых нитях в результате Большого взрыва. Эта энергия и разгоняет молекулы звездного газа, увеличивает степень сжатия силовых нитей пространства и повышает температуру внутри звезды.

В инфляционный период развития Вселенной в ней сформировалась Мировая сеть из силовых нитей пространства. Тогда же температура и связанная с нею степень сжатия силовых нитей достигли своего максимума. Затем Вселенная начала остывать, а степень сжатия уменьшаться. Когда Вселенная, охладилась до 3000^0 К, она стала прозрачной для прохождения световых волн. Степень сжатия при этом снизилась до 10^{-18}м и больше не увеличивалась и остается постоянной в пределах от 0^0 до 3000^0 К (табл.2)..

Степень сжатия силовых нитей пространства (R) это расстояние между двумя соседними силовыми нитями. С ростом температуры (T) вещества оно уменьшается, а при охлаждении, наоборот возрастает.

$T = R/ k_s$ где k_s - коэффициент связи между степенью сжатия и температурой, и он равен 0,33 10^{-21}

Таблица1

Наимено ваиие элементов	Символ стабильного изотопа, имеющего наибольшее распростра нение в природе, %	Количество ядерных оболочек в ядре стабильного элемента	Общее количество изотопов, в том числе стабильных	Степень сжатия силовых нитей пространства определяю щая образование стабильных элементов, м
1	2	3	4	5

Водород ^{1}H 99,9 0 3/2 0,3310^{-25}
Гелий ^{4}H 99,9 1 8/2 0,22 10^{-25}
Литий ^{7}Li **92.5 2 9/2 0,19 10^{-25}**
Бериллий ^{8}Be 100 2 12/1 0,16 10^{-25}
Бор ^{11}B **80,2 2 15/2 0,13 10^{-25}**
Углерод ^{12}C 98.9 2 16/2 10^{-26}
Азот ^{14}N 99,6 2 14/2 0,33 10^{-27}
Кислород ^{6}O 99,8 2 7/2 0,31 10^{-27}
Неон ^{20}Ne 90,5 2 19/3 0,24 10^{-27}
Фтор ^{19}F 100 2 18/1 0,29 10^{-27}
Кремний ^{28}Si 92,3 3 21/3 0,21 10^{-27-}
Железо ^{56}Fe 91,8 4 24/4 10^{-27}

Таблица 2

Шкала электромагнитных излучений

Наименование электромагнитных излучений	Длина волны, м	Частота, Гц	Расстояние между двумя силовых нитей м	Количество силовыми в электромагнит ном излучении

Инфракрасные лучи 10^{-3} 10^{12} 10^{-18} 10^{15} - 10^{-4} 10^{13} 10^{-18} 10^{14} - 10^{-5} 10^{14} 10^{-18} 10^{15}
Лучи видимого света
красный 7,8 10^{-7} 10^{15} 10^{-18} 7,8 10^{11}
оранжевый 6,1 10^{-7} 10^{15} 10^{-18} 6,1 10^{11} желтый 5,9 10^{-7} 10^{15} 10^{-18} 5,9 10^{11} зеленый 5,7 10^{-7} 10^{15} 10^{-18} 5,7 10^{11} голубой 4,8 10^{-7} 10^{15} 10^{-18} 4,8 10^{11} синий 4,5 10^{-7} 10^{15} 10^{-18} 4,5 10^{11} фиолетовый 3,8 10^{-7} 10^{15} 10^{-18} 3,8 10^{11}
Ультрафиолетовые лучи 10^{-8} 10^{16} 10^{-18} 10^{10}
Рентгеновские лучи 10^{-9} 10^{17} 10^{-18} 10^9 - 10^{-1o} 10^{18} 10^{-18} 10^8
Гамма — лучи 10^{-11} 10^{19} 10^{-18} 10^7
Фотоны космического 10^{-12} 10^{20} 10^{-18} 10^6 излучения 10^{-13} 10^{21} 10^{-18} 10^5

С ростом гравитационного сжатия в недрах звезд увеличивается температура звездного вещества и степень деформации (сжатия) силовых нитей внутри звездного пространства. При повышении в центральной части звезды температуры около 10^7 К степень сжатия силовых нитей составит **0,33 10^{-25}** м (таблица1). Это несколько превышает степени сжатия их во внутриатомном пространстве атома водорода, в результате электрон преодолевает притяжение ядра и вылетает из атома. Образуется « бульон « из высоко энергичных и высоко скоростных протонов

и электронов. Дальнейшее повышение температуры до 10^7 К и связанного с ней увеличения степени сжатия силовых нитей до 0,22 10^{-25} м приводит к следующим процессам. Протоны поглощают электроны и превращаются в нейтроны. Затем протоны объединяются с нейтронами и образуют дейтроны. Как только степень сжатия достигнет величины равной таковой в ядре гелия, два дейтрона сливаются и образуют ядро гелия. Законсервированная в связях протон – нейтрон энергия пространства переходит в энергию материи и выделяется в виде ядерной энергии. Ядро гелия представляет собой первую энергетическую оболочку (q), входящую в состав ядер всех химических элементов (Рис.1a). Каждый нуклон в ядре находится в квантовом состоянии, обладает определённым количеством энергии и моментом вращения. Согласно принципа Паули, в одном состоянии могут находиться не более одного протона и одного нейтрона. Оболочка состоит из двух энергетических уровней: уровень протонов и уровень нейтронов. Она полностью заполнена нуклонами. Изотоп атома гелия с ядром ^{4}He стабилен и имеет повышенную устойчивость. Вокруг ядра обращаются два электрона с антипаралельными спинами. Оба электрона находятся на самой низшей по энергии орбитали $1s^2$, граничная поверхность которой является симметрично-сферической. Внутри этой поверхности силы сжатия уравновешиваются силами расширения. Здесь электронная плотность достигает своего максимального значения. Степень деформации (сжатие) силовых нитей пространства до граничной поверхности высока и однородна, а за ней, то есть вокруг эффективного радиуса атома) очень незначительна, что делает химическую связь гелия с другими элементами трудно доступной. .

По мере выгорания водорода в центре звезды усиливается гравитационное сжатие и при достижении степени сжатия силовых нитей до **0,16 10^{-25} м два ядра гелия начинают сближение** и сливаются в определенном положении, образуя ядро изотопа бериллия ^{8}Be. У изотопа атома бериллия две энергетические оболочки q и f. (Рис.1.b). В каждой оболочке находится по два протона и по два нейтрона, которые взаимодействуют с электронами, находящимися на орбиталях с различными энергетическими показателями. Электроны, управляемые протонами второй оболочки, находятся на орбитали $1s^2$ $2s^2$ и обладают большей энергией, чем два других электрона. Они имеют высокую валентную способность, поэтому бериллий химически активный элемент. Из всех изотопов ^{8}Be один стабилен. Его распространенность составляет 100%.

Когда в центре звезды температура достигнет 10^8 К, а степень сжатия силовых нитей составит 10^{-26} м, начинается сближение ядер бериллия ядрами гелия. Сливаются ядра гелия в определенной последовательности и в результате три ядра гелия превращаются в одно ядро углерода ^{12}C. Ядро этого изотопа углерода, как и ядро изотопа бериллия имеет две ядерные оболочки, но у него в этой оболочке находятся не два, а четыре протона (Рис.1.c). Изотоп стабилен и имеет большое распространение. **Внешние электроны атома углерода занимают электронную орбиталь 2p, но пространственная ориентация внешнего электронного слоя при возбуждении атома делает возможным промотирование одного из спаренных электронов с орбитали 2s на орбиталь 2 p. В результате углерод образует обширные химические связи.**

Ядра атома кислорода начинают формироваться в ядерной топке звезд, когда температура превысит 10^8 К, **а с**тепень сжатия силовых нитей составит **0,31 10^{-27} м. Образовываться они будут путем присоединения ядер гелия к ядрам углерода. Присоединение будет происходить направленно с образованием определенной формы ядра, при которой каждый протон будет взаимодействовать только с соседними нуклидами и с электронами определенной орбитали. Итогом этого процесса будет синтез изотопа кислорода ^{16}O. Он стабилен и широко представлен в природе.после водорода и гелия. У него две ядерных оболочки. Во второй оболочке изотопа функционируют шесть протонов.** (Рис.1. d). Четыре из них деформируют (сжимают) силовые нити пространства внешнего электронного слоя **и создают пространственную направленность** действия валентной орбитали **2p.** Все это в совокупности делает кислород одним из самых агрессивных химических элементов. По химической активности кислород уступает только фтору.

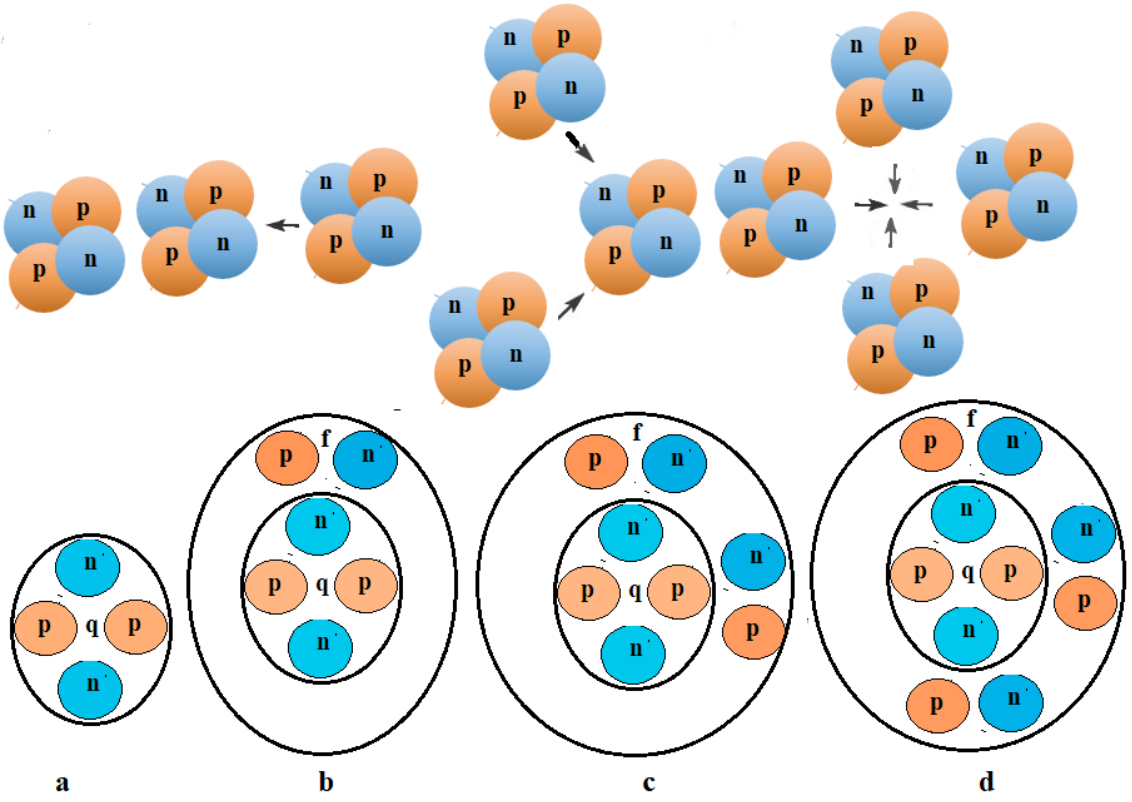


Рис.1 Схема образования ядер бериллия, углерода и кислорода путем слияния ядер гелия
b — ядро бериллия c - ядро углерода d – ядро кислорода

Истощение запасов атомов гелия и углеродв внутри звезды вызывает её гравитационное сжатие, что приводит к дальнейшему росту температуры и степени сжатия силовых нитей в её центре. При достижении степени сжатия **0.24 10^{-27} м начинается слияние ядер кислорода и ядер гелия. Ядра гелия присоединяются к ядрам кислорода таким образом, что в результате синтезируются ядра изотопа неона со своеобразной, только им присущей конфигурацией. У ядра атома неона ^{20}Ne имеется две ядерных оболочки, но в отличие от ядер атомов других элементов, его вторая атомная оболочка полностью заполнена нуклидами (Рис.2.e), поэтому ядро неона обладает повышенной устойчивостью.** У атома неона на внешней электронной валентной орбитали **2p** нет свободных электронов, они все спаренные, поэтому атом неона химически инертен.

С выгоранием углеродно — кислородного ядра в центре звезды продолжается рост температуры и степени сжатия силовых нитей и при

достижении ею величины 0,24 **10^{-27}м начинается горение ядер неона. Оно сопровождается отрывом от ядер неона** α -частиц (ядер гелия) и последующим присоединением их к другим ядрам неона. В результате присоединения одной α -частицы образуется ядро магния, двух ядро кремния. Присоединение происходит также, как и в предыдущих синтезах новых элементов, направлено с образованием определенной конфигурацией ядра. Изотоп ядра кремния ^{28}Si имеет три энергетические оболочки **(Рис.2.k)** В третьей (y) оболочке находятся 4протона и 4 нейтрона. Протоны взаимодействуют с двумя электронами внешней валентной орбитали 3p, а также у него два спаренных электрона на орбитали3s промотируют на вакантную орбиталь 3d, потому кремний четырехвалентен. Это дает возможность атому кремния проявлять себя как химически активный элемент. Кремний является одним из широко распространен ным элементом в природе.

Кремний является последним элементом способным к термоядерным экзотермическим реакциям. Синтез с его участием начинается при температуре 10^9 K и степени сжатия силовых нитей 0,21 **10^{-27} м. Из за высокой температуры часть ядер кремния подвергается фотодиссоциации с выделением** α -частиц. Затем свободные α -частицы последовательно присоединяются к оставшимся ядрам кремния. Присоединение α -частиц к ядру кремния происходит направлено с образованием определенной конфигурацией ядер промежуточных элементов и так вплоть до ядер железа. Изотоп ядра железа ^{56}Fe имеет 4 ядерные оболочки **(Рис.2.u).** В четвертой (j) оболочке находятся 8 протонов и 8 нейтронов. Протоны

взаимодействуют с электронами внешней валентной орбитали $4s^{2,}$, на которой находятся 3 валентных электрона, поэтому железо трехвалентное, но за счет промотирования количество валентных электронов может увеличится до 8.Железо средней активности металл. На кривой распространенности химических элементов оно входит в пятерку лидеров: водород, гелий, кислород, неон, железо, Но, первые четыре элемента газы, а железо металл, следовательно оно является самым распространенным металлом в Солнечной системе.

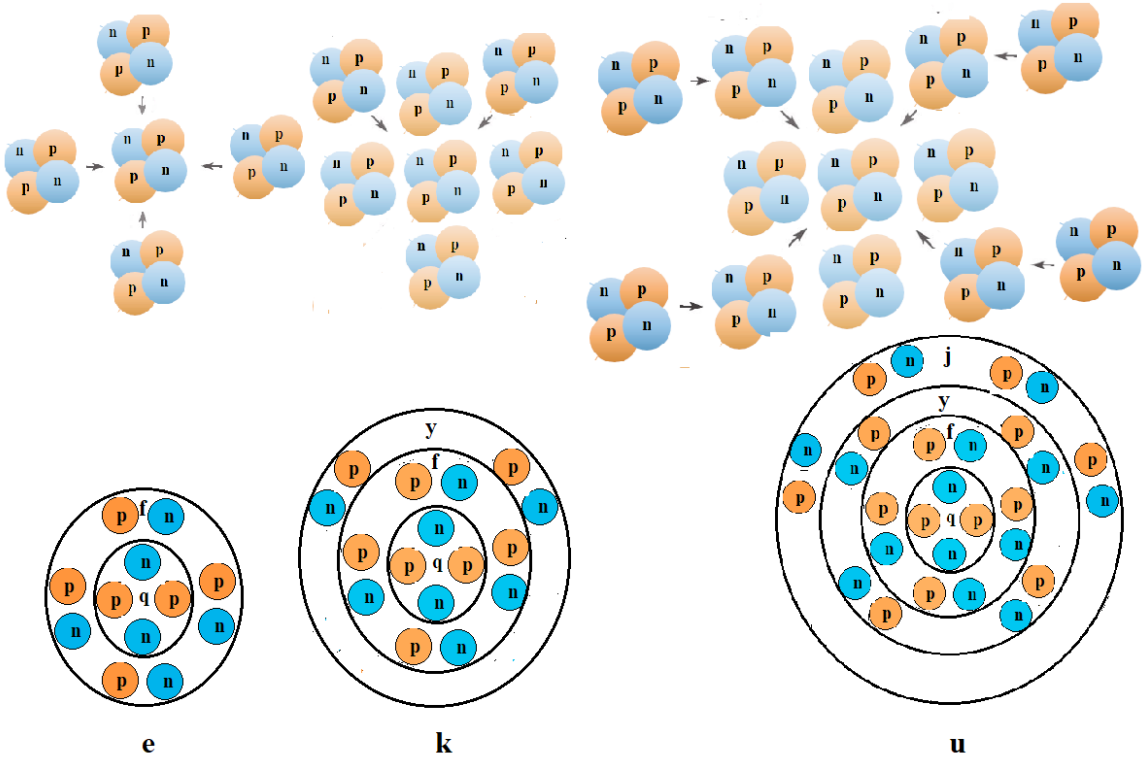


Рис.2 Схема образования ядер неона, кремния и железа e - неона k- кремния u- железа

Ядра гелия и свободные нейтроны в больших количествах всегда присутствуют в ядерных топках звезд. Эти частицы являются основными компонентами образования новых химических элементов в недрах звезд. Если из α -частиц (ядер гелия) образуются четные элементы периодической системы, то для формирования новых нечетных элементов необходимо участие дейтронов. Так, образование ядра стабильного нечетного атома лития ^{7}Li начинается при достижении в центре звезды степени сжатия силовых нитей 0,19 10^{-25}м . Это происходит путем присоединения дейтрона к ядру гелия (**Рис.3.a). Местом прикрепления дейтрона определяется конфигурация ядра лития и вместе с ней и его химические свойства. В результате присоединения** у ядра лития сформировывается вторая ядерная оболочка (f). Теперь протоны этой оболочки будут взаимодействовать с электронами внешних электронных валентных орбиталей у всех химических элементов второго периода периодической системы. В ней у лития находятся один протон и два нейтрона. Второй нейтрон выполняет роль «буфера», предотвращающего слияние оболочек. Протон, входящий в состав дейтрона взаимодействует со свободным электроном внешней валентной орбитали 2s. Наличие одного протона во второй оболочке представляет собой небольшой по эффективности заряд ядра, что делает внешний электрон лития легко доступным для образования ковалентной химической связи с другими химическими элементами. Литий является одним из трех редких легких элементов.

Ядро другого нечетного стабильного элемента бора ^{11}B образуется объединением ядра бериллия с дейтроном при степени сжатия силовых нитей 0,13 10^{-25}м. Присоединяется дейтрон во вторую энергетическую оболочку ядра бериллия к находящимся там нуклонам (**Рис.3.b).** В результате ядерный заряд в ней представляют уже три протона. Два из них взаимодействуют с электронами на внешней электронной орбитали 2s, а один с одним электроном на новой внешней орбитали 2p. Заполнение электроном новой орбитали делает атом бора кайносимметричным и изменяет пространственную направленность электронного облака. В основном состоянии у атома бора на внешней валентной орбитали 2p находится один свободный электрон, а в возбужденном состоянии за счет промотирования два электрона находятся на орбитали 2p и один на орбитали 2s. Это делает бор трехвалентным. Как и литий бор редкий элемент.

Азот третий нечетный элемент второго периода периодической системы. Ядро азота синтезируется в результате объединения ядра углерода с дейтроном при степени сжатия силовых

нитей 0,33 10^{-27}м. Присоединение дейтрона происходит во вторую энергетическую оболочку ядра углерода (**Рис.3.c**). При этом протон, входящий в состав дейтрона, прикрепляется таким образом, что между ним и другими находящимися там протонами были нейтроны. В результате присоединеиия ядерный заряд второй оболочки будет состоять из 5 протонов. Три протона из них взаимодействуют со внешней валентной орбиталью 2p. На которой находятся три свободных электрона, поэтому азот трехвалентен. Пространственная направленность валентных орбиталей 2p с совокупностью с высокой степенью деформации силовых нитей пространства внешнего электронного слоя пятью протонами второй энергетической ядерной оболочки, делает азот одним из активнейших химических элементов. Азот является одним из самых распространенных элементов после кислорода и неона в природе.

Фтор предпоследний и четвертый нечетный элемент второго периода. Его ядро образуется присоединением дейтрона к ядру кислорода при степени сжатия силовых нитей 0,29 10^{-27}м. Присоединяется дейтрон во вторую ядерную оболочку к находящимися там нуклидам(**Рис.3.d**). В результате ядерный заряд оболочки составляют 7 протонов.

У ядра атома фтора в этой оболочке находится 5 активно взаимодействующих протонов с внешней валентной орбиталью 2p, поэтому фтор является самым химически активным элементом периодической системы. На этой орбитали находятся 4 спаренных и один свободный электрон, что делает его одновалентным. Фтор довольно распространенный элемент в природе

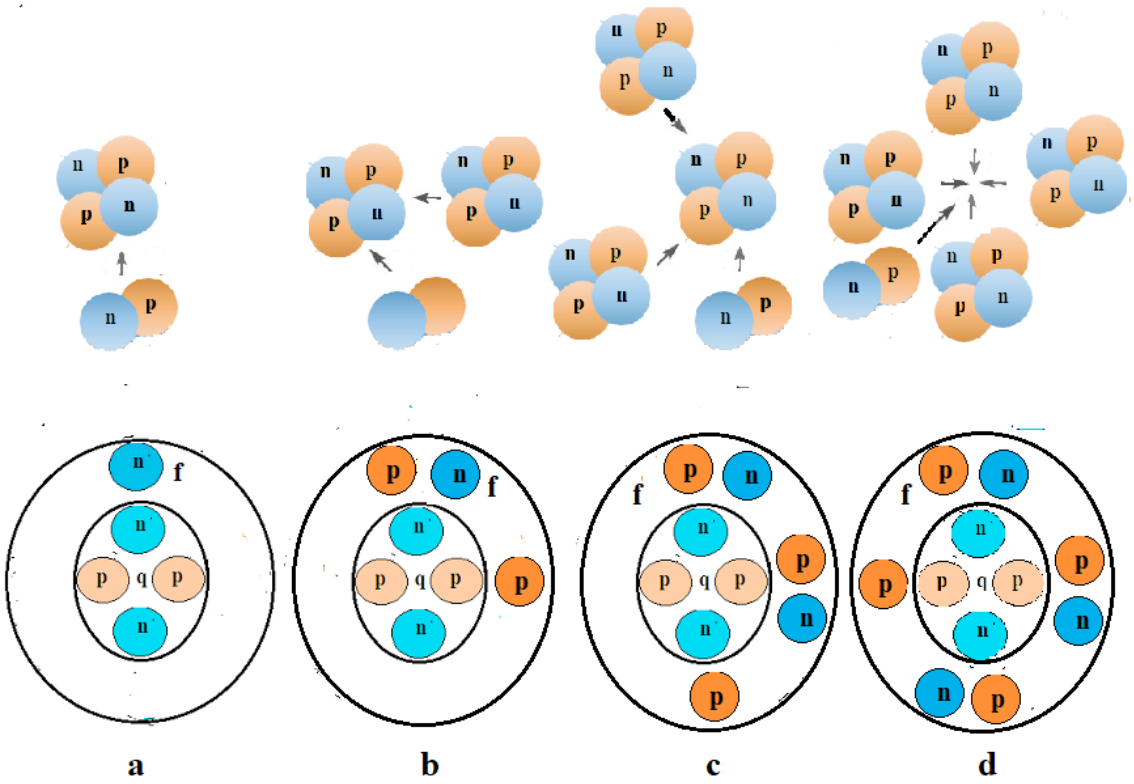


Рис.3 Схема образования ядер лития, бора, азота и фтора
a -лития b - бора c -азота d -фтора

Таким образом в рамках смоделированной системы представляются синтезы ядер химических элементов в недрах звезд.от гелия до железа Образование элементов тяжелее железа происходит в других условиях. Как известно термоядерный синтез ядер железа с присоединением к нему ядер легких элементов невозможен, ибо этот процесс протекает не с выделением энергии, а с её поглощением. И дальнейшее повышение степени сжатия силовых нитей в центре звезды невозможно. Поэтому требуемые степени сжатия силовых нитей пространства для образования ядер химических элементов могут создаваться при экстраординарных катастрофических космических процессах.

Одним из них может быть взрыв сверхновой. Это один из самых мощных энергетических взрывов во Вселенной. В процессе взрыва возникает ударная волна, энергетические показатели которой достаточны, для сжатия силовых нитей до величин, требуемых для образования ядер тяжелых химических элементов. Взрываясь, звезда сбрасывает внешнюю оболочку со звездным веществом, в котором в больших количествах присутствуют ядра гелия и свободные нейтроны, основные компоненты образования ядер новых элементов. При этом величина степени

сжатия силовых нитей и плотность излучения становятся своеобразными «матрицами» для образования определенного химического элемента. Формирование ядер элементов тяжелее железа в этих условиях происходит предположительно по следующему сценарию. Показатели величины степени сжатия силовых нитей, порождаемые ударной волной, будут проявляться по нисходящей от высокого показателя к более низкому. При высоких показателях степени сжатия силовых нитей 10^{-29}м будут синтезироваться ядра тяжелых элементов группы вольфрама элементов, а при более низких 10^{-28}м ядра более легких элементов группы железа и меди. Продолжительность периода образования первых элементов будет значительно меньше, чем вторых. Потому и количество образовавшихся их атомов будет значительно меньше, чем у более легких элементов. Такое предположение подтверждается данными кривой распространенности химических элементов в Солнечной системе.

Кроме взрывов сверхновых в природе существуют и другие источники образования ядер стабильных атомов тяжелых элементов. Этими источниками могут быть слияния двух нейтронных звезд, врвщающихся друг вокруг друга. Факты таких слияний были экспериментально установлены. Перед слиянием сближающиеся звезды испытывают взаимное тяготение, которое деформирует разрывает их внешние оболочки. Сорванный слой вещества со звезды представляет собой «бульон» из α -частиц, свободных нейтронов и оставшихся ядер других химических элементов. В результате слияния значительная часть массы объединившихся звезд переходит в энергию. Она излучается в окружающее пространство и пронизывает сорванный слой звездного вещества в виде гравитационных и ударных волн колоссальной мощности, превосходящих на порядок ударные волны, возникающих при взрыве сверхновых звезд. Мощности таких волн достаточны для сжатия силовых нитей до степени 10^{-30}м, при которых происходит синтез ядер сверхтяжелых элементов от группы золота и платины до урана из компонентов, присутствующих в сорванном слое звездного вещества. Как и при взрыве сверхновых звезд ядерный синтез новых элементов будет снисходящим. Количество образовавшихся ядер элементов группы золота и платины будет значительно превосходить по количеству образовавшихся ядер других элементов.

Используя выше изложенные аргументы, обосновывающие образование ядер стабильных элементов, рассмотрим как они согласуются с фактическим распространением их в природе.

Как известно, на основе химического состава земной коры, метеоритов и Солнца была составлена таблица распространенности элементов в солнечной системе [4.с.101-138]. По её данным была составлен график зависимости распространения элементов от их порядкового номера. Кривая зависимости содержания нуклидов от зарядового числа представлена на рисунке (Рис.4). Рисунок взят из Википедии.

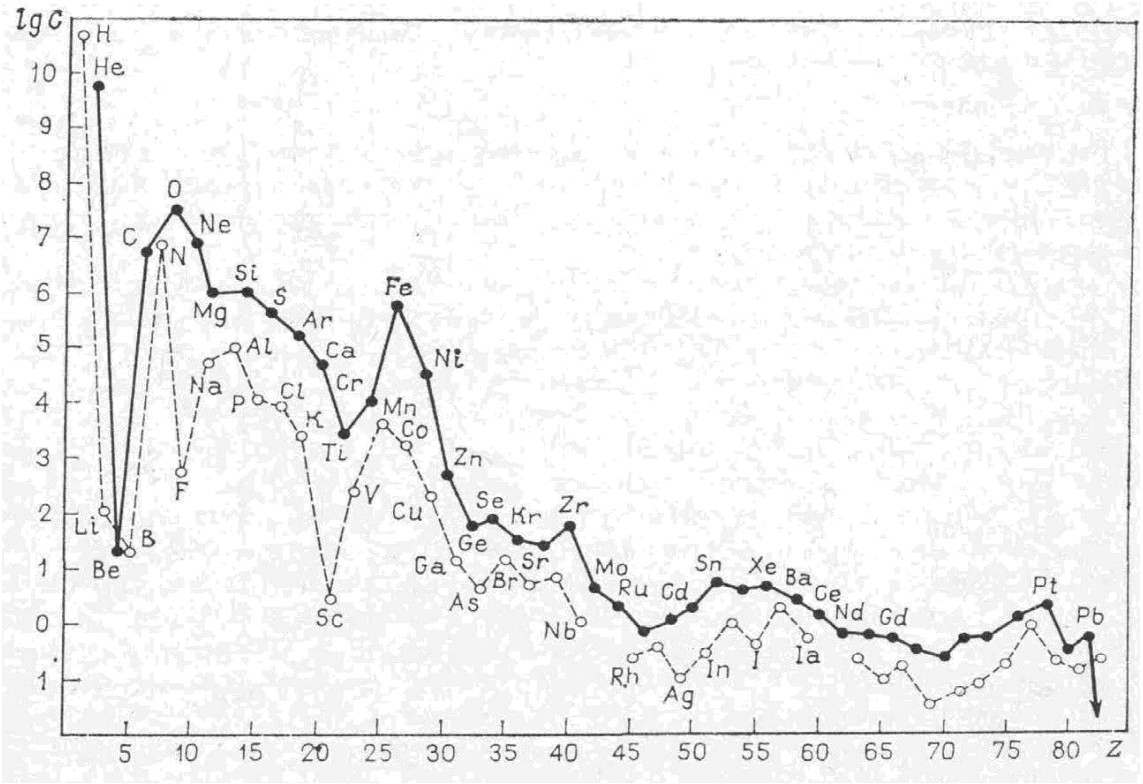


Рис.4 Распространённость химических элементов в солнечной системе.

Наибольшие отметки на кривой имеют водород и гелий. И это не удивительно, ибо оба элемента образовались в основном на ранних стадиях формирования Вселенной. Причем, как показывают расчеты физиков, атомов водорода образовалось 75%, а атомов гелия 25%. Эти данные хорошо согласуются с базовыми принципами смоделированной системы. Согласно её положений степень сжатия силовых нитей пространства внутри атома гелия превосходит таковую внутри атома водорода.. А это означает, что атомы гелия сформировались во Вселенной раньше атомов водорода, когда её температура, а следовательно и степень сжатия силовых нитей были более высокими. Темп охлаждения Вселенной шел по нисходящей. Чем была выше температура, тем быстрее она падала и наоборот. Следовательно, период времени, при котором сохранялись условия образования атомов гелия был значительно меньше, чем он был у водорода. Этим можно объяснить количественную разницу их присутствия в солнечной системе.

Остальные элементы периодической системы распределяются на кривой в соответствии с зарядовыми числами. Чем меньше у элемента заряд, тем он имеет большее распространение и наоборот. Однако следует отметить и значительные отклонения некоторых элементов от общей тенденции распространения. Например, самым заметным отклонением на этой кривой является аномалия распространения лития, бериллия и бора, имеющих незначительную атомную массу. Исходя из неё их значительно должно было быть больше, но фактически эти три легких элемента очень редки. Формальное объяснение этой аномалии следующее. Эти элементы образуются в недрах звезд в количествах соответствующих их атомной массе, но они служат промежуточными продуктами нуклеосинтеза и сгорают в ядерных топках звезд. В тоже время их значительное количество было обнаружено в космических лучах. Как считают ученые, происходит это в результате сталкивания атомных ядер, составляющих космические лучи. Двигаясь с субсветовыми скоростями и обладая колоссальной энергией, атомные ядра налетают друг на друга, происходит реакция скалывания и ядра разваливаются на мелкие кусочки, представляющие собой ядра лития, бериллия и бора. А вот почему в результате этого скалывания возникают именно ядра этих элементов вразумительного объяснения нет.

Другой пример. Самое широкое распространение, после водорода и гелия, наблюдается у кислорода, хотя его порядковый номер существенно выше, чем у элементов, находящихся перед ним в периодической системе. Эту аномалию ученые объясняют специфичностью ядерных реакций, в результате которых формируются ядра кислорода. Общепринято считать, что ядра бериллия, углерода и кислорода образуются в результате слияния ядер гелия. Ядро бериллия образуется путем слияния двух ядер гелия. Ядро углерода возникает в результате одновременного соударения трех ядер гелия, а ядро кислорода образуется из ядер углерода и гелия.

$$4He + 4He \rightarrow 8Be\ 4He + 4He + 4He \rightarrow 12\ C\ 12\ C + 4He \rightarrow 16O$$

Логически можно было бы предположить, что ядер бериллия должно образоваться больше,чем ядер углерода и кислорода, а ядер углерода больше, чем ядер кислорода. Фактически же наблюдается все наоборот. Малое количество сохранившихся ядер бериллия, образовавшихся в ядерных реакциях физики объясняют тем. что они расходуются на образование ядер углерода. А вот резкому увеличению вероятности слияния ядер углерода с ядрами гелия, в результате которого образуется такое множество ядер кислорода, что он оказывается одним из самых распространенных элементов, объяснение ещё пока не найдено.

Одной из заметных точек на кривой распространенности химических элементов является пик группы железа [6.с.244]. Это связано с тем, что железо является самым распространенным металлом во Вселенной. Обилие атомов железа в е связывают с формой рождения его в недрах звезд. Железо последний продукт термоядерного синтеза нуклидов в массивных звездах. Оно образуется при горении кремния. При этом происходит разнообразное сплетение реакций, которые в конце концов приводят к созданию железа. Многие физики считают также источником железа взрыв сверхновой. В этом случае происходит быстрый процесс термоядерного синтеза, в результате которого в основном образуются ядра железа. Сведения о том, что во Вселенной много железа достоверно установленный факт, не вызывающий сомнения, а вот расчеты ядерных реакций, протекающих в ядерных топках звезд, не столь надежны как лабораторные ядерные измерения, Ведь условия протекания ядерных процессов в обоих случая кардинально отличаются. Поэтому лабораторные данные, характеризующие вероятность получения ядер железа такими способами, как считают многие ученые не могут быть достоверны в астрофизических условиях для образования атомов железа..

Из всего выше изложенного можно заключить следующее. Обзор различных способов образования ядер химических элементов свидетельствует о том, что все они в основном сводятся к слиянию α -частиц и захвату нейтронов ядрами, их «вдавливания» в ядра, с последующим β–распадом ядер переполненных нейтронами. В результате β–распада нейтроны распадаются на протоны и электроны, которые затем вылетают из ядер. В итоге у ядер увеличивается заряд и они превращаются в ядра более тяжелых элементов. При этом какое местоположение займет новая частица в ядре не учитывается. Тем не менее, следует отметить, что атомное ядро представляет собой сложную многочастичную систему с сильным взаимодействием и большим набором свойств. И от того к какой части ядра,

присоединится новая частица будет зависеть, в основном или в возбужденном состоянии будет находиться новое ядро.

В рамках смоделированной системы у этих отклонений несколько иное объяснение. Согласно базовых положений системы ядро каждого стабильного химического элемента представляет собой набор нуклонов, собранных в ядерные оболочки, которые заполнены ими в определенном порядке. Нуклоны материальны, они обладают массой и сжимают вокруг себя силовые нити пространства до определенной величины. Поэтому при достижении внутри звезды степени их сжатия равной таковой внутри какого либо элемента начинается синтез ядер этого элемента из нуклонов, которые во множестве всегда находятся в звездном веществе. И продолжается этот синтез до тех пор пока не изменится величина степени сжатия силовых нитей. А это означает, что количество синтезированных ядер будет пропорционально времени, протекающему от наступления величины сжатия до её смены.

Если предположить, что периоды времени, в течение которых держатся степени сжатия силовых нитей, благоприятные для синтеза ядер различных стабильных элементов, в силу различных факторов (местоположение в звезде, масса звезды и другие) не одинаковы, становится понятным количественные отличия на кривой их распространения в солнечной системе.

Наибольшее распространение стабильного изотопа гелия выглядит закономерно у него самый длительный период образования. А вот продолжительность периодов времени, в течение которых происходит изменение степеней сжатия силовых нитей, соответствующих таковым в ядрах лития, бериллия и бора, видимо незначительна, поэтому они синтезируются в незначительных количествах. Они также ещё являются и промежуточными продуктами нуклеосинтеза и сгорают в ядерных топках звезд. Все это в совокупности приводит к их такой низкой встречаемости в природе. Что же касается их повышенного содержания в космических лучах, то этот феномен с позиции системы имеет следующее объяснение. Космические лучи это поток атомных ядер, движущихся на около светских скоростях. Они налетают друг на друга, сталкиваются и рассыпаются на их составляющие, то есть нуклоны. Лучи обладают огромной кинетической энергией, которую тратят на сжатия силовых нитей внутри себя. Но с течением времени их кинетическая энергия убывает, а вместе с ней снижается и степень сжатия до величин благоприятствующих синтезу ядер легких элементов — лития, бериллия и бора.

Аномально высокая распространенность стабильных изотопов кислорода в природе в смоделированной системе объясняется следующими причинами. Плотность звездного вещества и его температура распространены в звезде не одинаково. Эти показатели в различных местах (оболочках) определяются местоположением оболочек внутри звезды и её массой. Степени сжатия силовых нитей пространства тесно связаны с этими показателями и имеют такое же неравномерное распределние. Кроме того также имет место изменчивость в темпах нарастания и спадов продолжительности периодов времени, в течение которых стоит степень сжатия силовых нитей, благоприятная для синтеза ядер различных элементов. В период образования стабильных изотопов легких элементов происходит нарастание скорости смены показателей степени сжатия силовых нитей и связанный с этим резкий спад продолжительности периодов времени, благоприятных для синтеза этих элементов. Затем на ядрах углерода темп нарастания степени сжатия заметно снижаются, а продолжительность периода времени, благоприятного для синтеза ядер резко возрастает. Эта тенденция сохраняется и при образовании стабильных изотопов азота и достигает своей кульминации при синтезе ядер стабильных изотопов кислорода. При синтезе ядер стабильного изтопа фтора темп скорости нарастания степени сжатия силовых нитей увеличивается, а продолжительность периода, благоприятного для образования ядер, наоборот снижается. И так держится вплоть до железа. Значительные количественные колебания в процессе синтеза ядер новых химических элементов второго периода периодической системы, нарушают общую закономерность количества их образования в зависимости от массового числа А. Но такова природа нашей Вселенной. Такие нарушения в ней довольно часты

Обилие стабильных изотопов железа имеет место не только в солнечной системе, но и во Вселенной. По этому поводу в системе взаимодействия материи и пространства имеются определенные объяснения. Железо является последним элементом, которое синтезируется в ядерных топках звезд. Степень сжатия силовых нитей в период образования ядер железа является наибольшей по сравнению с таковыми, требуемыми при формировании ядер других элементов в недрах звезд. Продолжительность этого периода, имеющего постоянный уровень сжатия силовых нитей является одной из наибольшей. Этим и обеспечивается обильность стабильных изотопов железа.

Заключение

Ядра химических элементов синтезируются в недрах звезд при их жизни, а также в результате их яркой «смерти» и их слияния [1.с.547- 650] . Ядра элементов от гелия до железа синтезируются внутри звезд, а после железа при взрывах сверхновых звезд и слияния нейтронных звезд, но механизмы образования стабильных и нестабильных звезд в обоих случаях одинаковые.

Ядра элементов это набор ядерных оболочек, заполненных протонами и нейтронами. Первой оболочкой у всех ядер является ядро гелия, состоящая из двух протонов и двух нейтронов. Ядра всех остальных элементов периодической

системы имеют определенное количество оболочек, заполненных полностью или частично нуклонами. Образование ядра нового элемента происходит присоединением к ядру предшествующего ему элемента в периодической системе новых нуклонов. От количества новых нуклонов и местоположения их присоединения зависит будет ли новое ядро стабильным или не стабильным. Механизм образования стабильных и не стабильных ядер различный. Ядра изотопов стабильных элементов начинают формироваться при достижении в недрах звезд определенной величины степени сжатия силовых нитей. При этом новые нуклоны заполняют не заполненные ядерные оболочки в определенном составе, количестве и занимают определенное местоположение. Внутри ядра, сформировавшегося в таких условиях показатели степени сжатия силовых нитей будут индентичны показателям степени сжатия, при которой образовалось это ядро. Новое ядро будет не стабильным, если количество присоединившихся нуклонов будет иметь существенное отклонение от нормы и оно окажется не дозагруженным или перегруженным нейтронами, а также, если будет нарушено местоположение присоединения новых нуклонов к заполненной оболочке или на через мерном удалении от соседних нуклонов. Такие ядра могут сформироваться при захвате ядром нейтронов, когда в ядро врезается нейтрон или протон, а также при «скалывании» ядра.

Косвенные доказательства решающего фактора степени сжатия силовых нитей в образовании ядер стабильных элементов можно получить анализируя содержание нуклонов в ядрах различных химических элементов. Рассмотрим это на ядрах изотопов гелия и железа.

У гелия 8 изотопов, 2 из них стабильные, а 6 не стабильных. Гелий имеет одну ядерную оболочку. В заполненном состоянии в ней могут находится 2 протона и 2 нейтрона. Когда в недрах звезды температура достигнет 10^7 К, а степень сжатия силовых нитей составит **0,33 10^{-25}** м начинается синтез ядер изотопа гелия ^{3}He, в оболочке которого содержится 2 протона и 1 нейтрон. По мере роста температуры и усиления степени сжатия синтезируется ^{4}He с оболочкой, полностью заполненной нуклонами. Период образования изотопа гелия ^{3}He не сравнимо меньше, чем у изотопа ^{4}He, поэтому распространенность его составляет 0,1% против 99,9% ^{4}He. Ядра остальных изотопов гелия от ^{5}He до ^{10}He образовались путем захвата дополнительных нейтронов. В результате их ядерные оболочки оказались перегружены нейтронами. Но каждый нуклон имеет спин (собственный механический момент движения частицы), а следовательно и ядерная оболочка также обладает спином, который является результатом сложения спинов, составляющих их нуклонов. При вращении ядра перегруженность нейтронами приводит к его разрыву центробежными силами и оно распадается.

У железа насчитывается 24 изотопа, из них 4 стабильных. С ростом температуры в ядерных топках звезд до отметки 10^9К, а степени сжатия силовых нитей до 10^{-27}м, начинается синтез ядер изотопа железа ^{54}Fe. У железа 4 ядерных оболочек. Три из них заполнены. Синтез ядер изотопа ^{54}Fe начинается с заполнения нейтронами четвертой оболочки. По мере дальнейшего роста температуры и степени сжатия в недрах звезд процесс заполнения четвертой ядерной оболочки продолжится, но уже синтезом ядер изотопа железа ^{56}Fe. Когда в центре звезды температура звездного вещества и степень сжатия силовых нитей достигнут наивысших отметок, будет происходить синтез изотопов железа ^{57}Fe и ^{58}Fe. Периоды времени, в течение которых образуются стабильные изотопы железа разные. Наибольший у изотопа ^{56}Fe, наименьший у изотопа^{58}Fe. Соответственно распространенность у первого составляет 91,8% и 0,3%. Ядра остальных изотопов железа, как и у изотопов гелия, образовались путем захвата ими дополнительных нейтронов. Ядра изотопов от ^{45}Fe до ^{53}Fe не дозагружены нейтронами, а ядра изотопов от ^{59}Fe до ^{4}Fe, наоборот перегружены и оказались не стабильными

Литература

1. Бербидж, Э. Маргарет; Burbidge, G.R .; Фаулер, Уильям А .; Хойл, Ф. (1957). «Синтез элементов в звездах». Обзоры современной физики. 29 (4): 547-650.

2.М. Гепперт-Майер. «Ядерные оболочки» // Успехи физических наук, том 82, выпуск 4, апрель 1964 с.123-169

3.Дэниел М. Сигел, Дженнифер Барнс и Брайан Д. Мецгер. Коллапсары как основной источник элементов r-процесса // Природа. 2019. Т. 569. С. 241–244. DOI: 10.1038 / s41586-019-1136-0.

4. Г. Зюсс, Г. Юри «Распространенность элементов» 62 101–138 (1957)

5..В.Муханов, А.Старобинский Образование тяжелых элементов во Вселенной Журнал Naturet. 503 №745 за 2013 с.209-217

6..Д. А. Франк-Каменецкий, Д. К. Надёжин, Распространенность элементов, в кн.: Физика космоса, 2 изд., М., 1986; с.244

ISSN 2413-5291

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)

Ежемесячный научный журнал

№59 / 2020

3 часть

Редакционный совет

Ответственный редактор – д.ю.н.Чукмаев А.И.
Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.
Редакционная коллегия
Сорновская Н.А.
Кажемаев А.В.
Каверин В.В.
Каримов П.Б.
Свистун А.А.
Селиктарова К.Н.
Артафонов В.Б.
Самиров А.И.
Семипалов С.А.
Новицкая О.С.

Ответственный редактор

Чукмаев Александр Иванович
Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права.
(Астана, Казахстан)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, улица Народной Воли, 2, оф. 44

Адрес электронной почты: info@national-science.ru
Адрес веб-сайта: http://national-science.ru/

Учредитель и издатель Общество с ограниченной ответственностью
"Евразийское Научное Содружество

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,
улица Народной Воли, 2, оф. 4