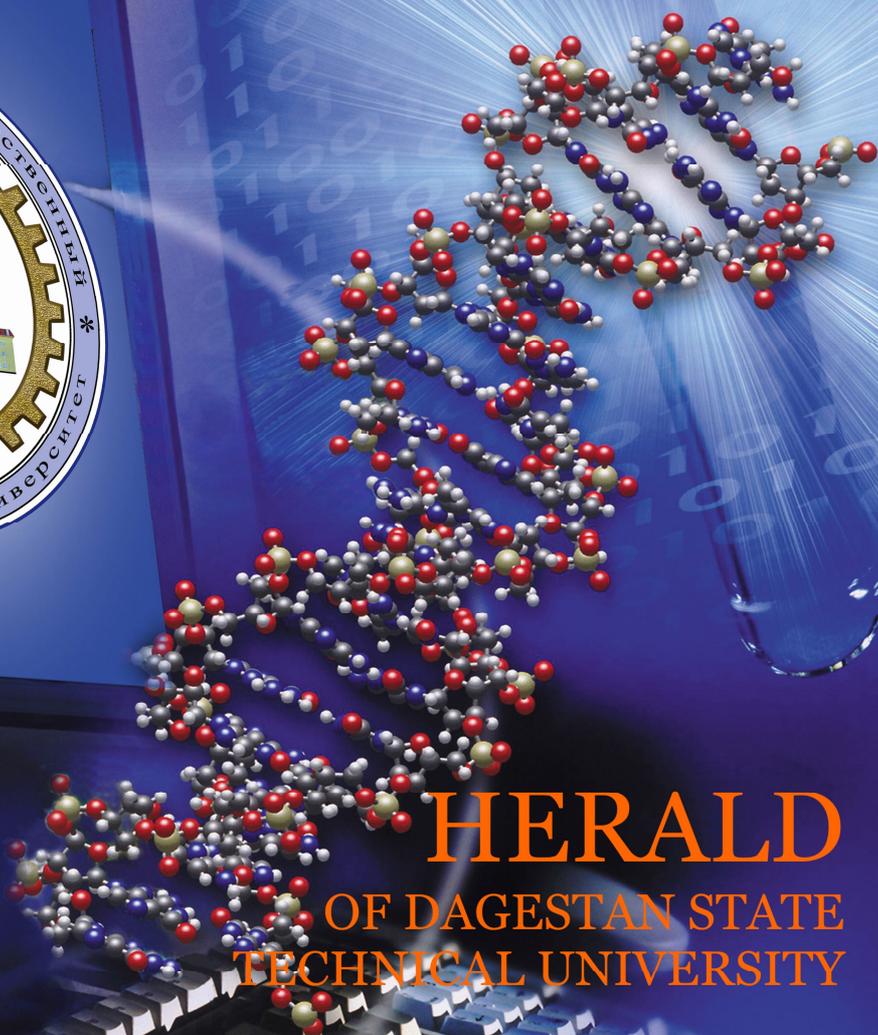


Министерство образования и науки РФ

# ВЕСТНИК

Дагестанского  
государственного  
технического  
университета

№ 30  
2013



HERALD  
OF DAGESTAN STATE  
TECHNICAL UNIVERSITY

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРИБОРОСТРОЕНИЕ .....</b>	<b>7</b>
<i>Дзюба А.П.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК.....	7
<b>ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИБОРЫ .....</b>	<b>14</b>
<i>Евдулов О.В., Хазамова М.А.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НЕОНАТОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	14
<b>МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ .....</b>	<b>19</b>
<i>Санаев Н. К.</i> МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОРШНЯ И ШАТУНА.....	19
<i>Вагабов Н.М., Курбанов А.З.</i> ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА ЗЕНКЕР-МЕТЧИК С НОВОЙ СХЕМОЙ РЕЗАНИЯ .....	24
<i>Бегов Ж.Б.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВИНТОВ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ .....	30
<i>Колосов К.К.</i> О НАДДУВЕ СУДОВЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ .....	37
<b>МЕЛИОРАЦИЯ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ .....</b>	<b>42</b>
<i>Сулейманов И.А-Г., Рагимова А.С.</i> МОДЕЛЬ МАЛОГО ГОРНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА .....	42
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА.....</b>	<b>48</b>
<i>Устарханов О.М., Муселемов Х.М., Киявов У.А., Устарханов Т.О.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ И ФОРМ СОТОВОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ.....	48
<i>Мажиев Х.Н., Батаев Д.К-С., Духаев Х-М.С., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х.</i> РЕГУЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ .....	54
<i>Мантуров З.А.</i> ДОПУСТИМЫЕ СКОРОСТИ ПЕРВОГО НАГРЕВА КОНСТРУКЦИЙ ФУТЕРОВКИ ИЗ ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА С ШАМОТНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЛАНЦЕВЫХ ГЛИН.....	61
<b>НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>68</b>
<i>Ахмедова М.М.</i> НОВЫЕ РЕЖИМЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ РОТАЦИОННОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ «КОМПОТ ИЗ ВИШНИ» С	

<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА ПЛОДОВ В БАНКАХ ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ .....</b>	<b>68</b>
<b><i>Демирова А.Ф.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ «КОМПОТ ИЗ ВИШНИ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ .....</b>	<b>73</b>
<b><i>Исмаилов Э.Ш., Казимагомедов М.К., Абакаров Г.М.</i> МОЛЕКУЛЯРНАЯ МЕХАНИКА ВОДЫ И ЕЁ РОЛЬ В ПОВЫШЕНИИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ БИОСИСТЕМ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР).....</b>	<b>78</b>
<b><i>Абакаров Г.М.</i> МЕТОДЫ СИНТЕЗА ВОСЬМИЧЛЕННЫХ ТЕЛЛУРСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ С НЕСКОЛЬКИМИ ГЕТЕРОАТОМАМИ.....</b>	<b>84</b>
<b><i>Гаджиева А.М., Мурадов М.С.</i> ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ТОМАТОВ В ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН .....</b>	<b>90</b>
<b>ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ .....</b>	<b>98</b>
<b><i>Гамидуллаев Р.Б.</i> ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ РЕИЖИНИРИНГА ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ .....</b>	<b>98</b>
<b><i>Мелехин В.Б., Дуллуева Р.М.</i> МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА САМООРГАНИЗАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НЕДВИЖИМОСТЬЮ .....</b>	<b>103</b>
<b><i>Айгумов Т.Г. Султанова Э.А.</i> ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА.....</b>	<b>108</b>
<b><i>Атуева Э.Б.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛИ И НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ФРАНЧАЙЗИНГА В РОССИИ .....</b>	<b>118</b>
<b>РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ .....</b>	<b>125</b>
<b>НАШИ АВТОРЫ.....</b>	<b>125</b>
<b>ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» .....</b>	<b>128</b>

## CONTENTS

<b>INSTRUMENT-MAKING .....</b>	<b>7</b>
<b><i>Dzuba A.P.</i> PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PHASED ANTENNA ARRAYS.....</b>	<b>7</b>
<b>SEMICONDUCTORY MATERIALS AND INSTRUMENTS.....</b>	<b>14</b>
<b><i>Evdulov O.V., Hazamova M.A.</i> EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THERMOELECTRIC NEONATOLOGY COMPLEX.....</b>	<b>14</b>
<b>MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING.....</b>	<b>19</b>
<b><i>Sanaev N.K.</i> THE MECHANISM OF FORMATION OF ERRORS MACHINING OF THE PISTON AND CONNECTING ROD.....</b>	<b>19</b>
<b><i>Vagabov N.M., Kurbanov A.Z.</i> EXPLANATION END DEVELOPMENT OF COMBINED TOOL CORE DRILL TAP WITH THE NEW CUTTING SCHEME .....</b>	<b>24</b>
<b><i>Begov J.B.</i> STUDY AND DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR IMPROVING THE PROCESS OF MACHINING SCREW SUBMERSIBLE PUMPS.....</b>	<b>30</b>
<b><i>Kolosov K.K.</i> ABOUT BOOSTING OF LOW-SIZED MARINE DIESEL.....</b>	<b>37</b>
<b>MELIORARION AND HYDROTECHNICAL BUILDINGS .....</b>	<b>42</b>
<b><i>Suleymanov I. A-G., Ragimova A.S.</i> THE MODEL OF SMALL MOUNTAIN RESERVOIR .....</b>	<b>42</b>
<b>BUILDING AND ARCHITECTURE .....</b>	<b>48</b>
<b><i>Ustarkhanov O.M., Muselemov Kh.M., Kiayvov U.A., Ustarkhanov T.O.</i> DETERMINATION OF THE OPTIMAL SIZE AND FORM OF HONEYCOMB FOR A SANDWICH AT THE ACTION OF STATIC LOAD .....</b>	<b>48</b>
<b><i>Mazhiev Kh.N., Bataev DK-S., Dukhaev Kh-M.S., Mazhiev K.Kh., Mazhieva A.Kh.</i> REGULATION OF SEISMIC LOAD ON BUILDINGS SEISMIC DEVICES .....</b>	<b>54</b>
<b><i>Manturov Z.A.</i> ADMISSIBLE SPEEDS OF THE FIRST HEATING OF DESIGNS OF LINING FROM HEAT RESISTING CONCRETE WITH THE CHAMOTTE SEALER ON THE BASIS OF LOCAL SHALES .....</b>	<b>61</b>
<b>ADVANCED TECHNOLOGIES .....</b>	<b>68</b>
<b><i>Achmedova M.M.</i> NEW MODES OF HIGH STIR STERILIZATION OF CANNED «COMPOTE CHERRY» USING PRE HEATING OF FRUIT IN BANKS HOT WATER .....</b>	<b>68</b>
<b><i>Demirova A.F.</i> IMPROVED MANUFACTURING CANNED "COMPOTE CHERRY" USING COMBINED HEAT TREATMENT .....</b>	<b>73</b>

<b>Ismailov E. Sh., Kazimagomedov M. K., Abacarov G.M MOLECULAR MECHANICS OF WATER AND ITS ROLE IN INCREASE OF VIABILITY OF BIOSYSTEMS (STATE-OF-THE-ART REVIEW) .....</b>	<b>78</b>
<b>Abakarov G.M. METHODS OF SYNTHESIS EIGHT-TELLURIUM-CONTAINING HETEROCYCLES WITH MORE HETEROATOMS.....</b>	<b>84</b>
<b>Gadgieva A.M., Muradov M.S. NEW EFFECTIVE METHODS OF TOMATO CULTIVATION AND PROCESSING IN THE FOOTHILL AREA OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN .....</b>	<b>90</b>
<b>ECONOMIC OF INDUSTRY.....</b>	<b>98</b>
<b>Gamidulaev R.B. PRACTICAL RECOMMENDATIONS ON IMPLEMENTATION OF REENGINEERING OF MANAGEMENT PROCESSES AT THE ENTERPRISES.....</b>	<b>98</b>
<b>Melehin V.B., Dullueva R.M. METHODOICAL BASE AND TOOL SAMOORGANIZACII IN STATE PREMISES MANAGEMENT .....</b>	<b>103</b>
<b>Aygumov T.G., Sultanova E.A.FEATURES OF THE INTEGRATED APPROACH OF THE ASSESSMENT EFFECTIVE CTI PRODUCTIONS.....</b>	<b>108</b>
<b>Atueva E.B. THE DEFINITION OF THE ROLE AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF FRANCHISING IN RUSSIA .....</b>	<b>118</b>
<b>EDITORIAL SECTION .....</b>	<b>125</b>
<b>OUR AUTHORS.....</b>	<b>125</b>
<b>REQUIREMENTS TO THE ARTICLES OFFERED FOR PUBLICATIONIN THE JOURNAL «HERALD OF DAGHESTAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY. TECHNICAL SCIENCES» .....</b>	<b>128</b>

## ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 621.396.962.21

*Дзюба А.П.*

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК

*Dzuba A.P.*

### PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PHASED ANTENNA ARRAYS

*В данной статье рассмотрены основные достижения в разработке фазированных антенных решеток (далее по тексту – ФАР) в последнее десятилетие. Приведен обзор наиболее известных систем на базе ФАР и ФАР построенных на основе новой технологии ММІС - ФАР в радиолокационных станциях, ФАР для управления лазерными и оптическими лучами. Предложены варианты построения ФАР: сегнетоэлектрическая антенная решетка; плазменная антенна с электронным сканированием; отражательная решетка на 100-мм полупроводниковых пластинах; широкополосные антенные решетки с разделением апертуры; антенные решетки с цифровым формированием диаграммы направленности.*

**Ключевые слова:** *фазированная антенная решетка, радиолокационные станции, технология ММІС, антенная решетка с цифровым управлением.*

*This article describes the main achievements in the development of phased antenna arrays (par) in the past decade. Provides an overview of the most famous systems based on the PAR and PAR based on MMIC technology - PAR in radar stations, PAR to control the laser and optical beams. The existing options for the design of the PAR: ferroelectric antenna array; plasma antenna with electronic scanning; reflective grating on 100-mm semiconductor wafers; wideband antenna arrays with aperture; antenna arrays with digital beam forming.*

**Key words:** *phased array antenna, radar stations, MMIC technology, antenna array with digital control.*

#### **Введение**

Фазированные антенные решетки (ФАР) прошли долгий научно-практический путь развития. Первые ФАР были созданы более 35 лет назад и с тех пор находят широкое применение в различных радиоэлектронных системах. Интерес к ним не ослабевает и сегодня. Об этом свидетельствуют непрекращающиеся поиски новых, эффективных решений, опирающихся на самые современные технологии и способных существенно расширить сферы применения ФАР.

Развитие теории и техники ФАР в настоящее время идет по следующим наиболее важным направлениям:

- 1) использование в перспективных радиотехнических устройствах активных ФАР с большим числом элементов новых типов;
- 2) разработка и внедрение новых методов построения ФАР с раскрытием больших размеров, например, проект глобальный Радиотелескоп на основе неэквидистантной ФАР, в состав которой входят остронаправленные антенны, расположенные на одном из полушарий Земли;
- 3) разработка и совершенствование радиотехнических элементов и методов, позволяющих ослабить взаимовлияния между элементами ФАР;
- 4) дальнейшее развитие методов синтеза ФАР и автоматизации их проектирования;

5) дальнейшая разработка и внедрение методов обработки принятой элементами ФАР информации, обеспечивающих, например, управление формой ДН (адаптивные ФАР) и автоматическое фазирование элементов ФАР (самофазирующиеся ФАР):

6) разработка методов управления независимым движением отдельных лучей в многолучевых ФАР.

#### **Достижения последних десятилетий**

Выдающиеся достижения в разработке ФАР за последние десятилетия обеспечили им широкое внедрение в различные радиотехнические системы и комплексы, обеспечивающие обнаружение и сопровождение как воздушных, так и наземных целей. Образцами таких систем можно назвать следующие:

- зенитно-ракетный комплекс Patriot (США);
- бортовая система дальнего обнаружения целей AEGIS (США);
- радиолокационная станция (РЛС) обнаружения артиллерийского и минометного огня TRQ-37 (США);
- РЛС GPN-22 (США);
- РЛС Flap Lid (Россия).

#### **Обзор характеристик наиболее известных систем с ФАР**

Первой РЛС с твердотельными приемопередающими элементами в антенной решетке была станция PAVE PAWS, работающая в УВЧ-диапазоне. ФАР этой РЛС имеет два раскрытия по 1792 приемопередающих модуля с выходной мощностью 330 Вт.

РЛС обнаружения огневых позиций противника ARTHUR (Швеция), с передатчиком на ЛБВ работает в С-диапазоне волн (3,9–6,2 ГГц).

На вооружении ВВС Швеции также состоит самолетная радиолокационная система дальнего обнаружения Erieye S-диапазона волн (1,55–5,2 ГГц), оснащенная твердотельной ФАР, которая размещена по обе стороны надфюзеляжного киля и включает в себя около 200 приемопередающих модулей.

Самолетная радиолокационная система дальнего обнаружения, установленная на истребителе Phalcon израильского производства, содержит четыре твердотельных ФАР. Две из них размещены на крыльях самолета и две – под фюзеляжем в носовой и хвостовой частях. Каждая ФАР включает в себя около 700 приемопередающих модулей. РЛС работает в L-диапазоне (0,39–1,55 ГГц).

Твердотельной активной ФАР оборудован разработанный в Израиле радиолокатор системы обнаружения ракетных установок, действующий в L-диапазоне. Его дальность составляет несколько сотен километров.

Среди последних разработок в этой области, ведущихся в странах ЕС, – многофункциональная РЛС с ФАР, предназначенная для установки на корабле. РЛС на передатчике с ЛБВ работает в С-диапазоне волн. Дальность обнаружения целей достигает 180 км. Антенная решетка вращается по азимуту со скоростью 60 об/мин. В угломестной плоскости производится фазовое управление лучом. В создании этой РЛС принимают участие фирмы Alenia (Италия) и Marconi (Великобритания).

Специалистами фирмы Thomson-CSF разработана корабельная РЛС обнаружения воздушных целей Arabel. Станция работает в X-диапазоне и имеет дальность действия около 70 км. ФАР станции вращается по азимуту со скоростью 60 об/мин.

#### **Технология ММІС – новые технологии в развитии ФАР**

##### **ФАР в радиолокационных станциях.**

Огромные возможности для создания активных фазированных решеток открыла технология ММІС (монолитные интегральные схемы СВЧ-диапазона), применение которой значительно снизит стоимость производства твердотельных приемопередающих модулей. Преимущество этой технологии обеспечивает Арсенидгаллиевая основа. К

примеру: изготовлено свыше 60 тыс. модулей ММИС для оснащения трех РЛС ТНААД. За счет отлаженного производства стоимость одного модуля составила менее 1000 долл.

Большие возможности открывает технология ММИС при изготовлении ФАР для самолетных РЛС. Используя технологию ММИС для изготовления ФАР, МО США планирует оснастить активными фазированными антенными решетками бортовые РЛС 424 истребителей F-22. ФАР будет включать в себя примерно 2 тыс. элементов и приемопередающих модулей, выполненных по технологии ММИС. Этой программой предусмотрен выпуск около 1 млн. модулей. Правительство Японии намерено установить активные ФАР на истребителе FSX. Европейский консорциум немецких, французских и английских фирм ведет разработку активной ФАР с элементами, выполненными по технологии ММИС, для многофункциональной бортовой РЛС AMSAR. Шведские специалисты также разрабатывают активную ФАР с применением ММИС-технологии. Все упомянутые станции работают в X-диапазоне волн.

Активные ФАР, собранные на модулях ММИС, находят применение и в спутниковых системах персональной телефонной связи. (Основные данные о модулях ММИС в спутниковых системах связи, находящихся на сегодня в процессе создания, приведены в табл.3.) Так, на каждом из 66 спутников системы Iridium установлены три антенны, направленные на Землю для панорамного обзора.

Антенна представляет собой активную ФАР L-диапазона, которая содержит примерно 100 приемопередающих модулей и коммутируемых излучающих элементов, выполненных по технологии ММИС. Общее число модулей ММИС в составе Iridium достигает почти 20 тыс. Кстати, проект Iridium — наглядный пример конверсии военных технологий. Так, технология создания космических антенн L-диапазона заимствована из программы создания РЛС космического базирования SBR, над которой работали специалисты ВВС и ВМС США. Специально для этой станции был разработан ММИС-приемопередающий модуль L-диапазона массой всего 28 г, который стал основой модуля системы Iridium.

Антенные решетки на модулях ММИС находят применение и в высокопроизводительных (со скоростью передачи данных 1 Мбит/с) цифровых коммуникационных системах, предназначенных для связи между компьютерами и для проведения видеоконференций. Пример такой системы — низкоорбитальная спутниковая система Teledesic, в состав которой предположительно войдет 840 спутников. Одна из возможных конфигураций системы Teledesic предполагает установку на одном спутнике 60 передающих ФАР с частотой 20 ГГц и 60 приемных решеток с частотой 30 ГГц. Каждая решетка будет включать в себя примерно 400 приемопередающих модулей и излучающих элементов, изготовленных по технологии ММИС. Разработчики — фирмы Microsoft и McCaw Cellular Communications — планируют использовать в системе около 40 млн. таких модулей и излучающих элементов.

### **ФАР для управления лазерными и оптическими лучами.**

Разработка антенной решетки, производящей электронное сканирование оптических и лазерных лучей, велась с середины 60-х годов. Несмотря на многие трудности и даже сомнения в принципиальной возможности ее реализации, такая решетка была создана. Ее конструкция представляет собой N столбцов и N строк жидкокристаллических фазовращателей, которые соответственно разнесены с интервалом в половину световой волны. Фазовращатели выполнены на двух жидкокристаллических пластинах, на одной стороне которых нанесен прозрачный проводящий слой заземления, а на другой методом фотолитографии сформированы соответственно N вертикальных и N горизонтальных полосок из прозрачного проводящего материала. Приложив напряжение между какой-либо проводящей полоской и заземляющим слоем, можно изменять значение диэлектрической постоянной жидкокристаллического фазовращателя, что, в свою очередь, изменяет скорость распространения проходящего через него лазерного или

оптического сигнала. Пластина со столбцами фазовращателей производит сканирование луча в азимутальной плоскости, а пластина со строками – в угломестной.

#### **Сегнетоэлектрическая антенная решетка.**

Специалисты научно-исследовательской лаборатории ВМС США разработали недорогую фазированную антенную решетку СВЧ-диапазона с аналогичным матричным методом управления лучом, но вместо жидкокристаллических фазовращателей использовали сегнетоэлектрические. Диэлектрические постоянные столбцов и строк фазовращателей зависят от приложенного напряжения. При ступенчатом изменении напряжения формируется фазовый градиент, необходимый для управления лучом по азимуту и углу места. Конструктивно сегнетоэлектрическая антенная решетка состоит из двух линз. Первая линза, состоящая из столбцов сегнетоэлектрических фазовращателей, производит сканирование луча по азимуту. Вторая, повернутая относительно первой на 90° и состоящая из строк фазовращателей, сканирует луч по углу места. Для правильной работы сегнетоэлектрических линз необходимо, чтобы электрическое поле было линейно поляризовано и его вектор перпендикулярен проводящим пластинам. Таким образом, для линзы, сканирующей луч в азимутальном направлении, требуется сигнал с линейной горизонтальной поляризацией, а для линзы, сканирующей луч в угломестном направлении, – с линейной вертикальной. Поворот плоскости поляризации на 90° осуществляет среда, размещенная между двумя сегнетоэлектрическими линзами.

#### **Плазменная антенна с электронным сканированием.**

Специалисты научно-исследовательской лаборатории ВМС США работают также над созданием принципиально новой антенной системы, в которой электронное управление лучами осуществляется с помощью плазменного отражателя. Исследования показывают, что плазма при достаточной плотности обладает способностью отражать электромагнитную энергию. Причем чем выше частота облучения, тем большую плотность должна иметь плазма. Концепция построения плазменной антенны показана на рис.4. Плазменный слой создается в вакуумной камере при газовом разряде между анодной пластиной и линейным катодом, который представляет собой линейку элементов определенного адреса на двухкоординатной сетке катода. Изменяя положение линейного катода, можно вращать плазменный слой и тем самым сканировать отраженный луч по азимуту. Сканирование луча по углу места производят изменением наклона плазменного отражателя путем регулирования магнитного поля катушек Гельмгольца. Последние размещены вокруг отражателя так, чтобы не блокировать СВЧ-сигнал. Положением линейного катода и значением магнитной индукции управляет компьютер. Согласно расчетам, точность установки луча в заданном направлении составляет 1–2°, чего, по мнению разработчиков, вполне достаточно. Время переориентации луча – около 10 мкс, однако предварительные испытания показывают, что оно может быть еще меньше. Для образования плазменного слоя в камере достаточно поддерживать вакуум примерно 13 Па. Магнитная индукция должна составлять около 0,02 Тл, ток – порядка 2 А и напряжение – 20 кВ. В 1996 году был сформирован плазменный отражатель размерами 60x60x1 см. Уровень боковых лепестков при этом составил примерно -20 дБ. В 1997 году планировалось создать отражатель диаметром около двух метров. В числе достоинств плазменных антенн – возможность быстрой и точной установки луча, что позволяет одновременно выполнять операции поиска и сопровождения групповых целей, а также формировать разные диаграммы направленности. Кроме того, такие антенны обладают широкой полосой частот, в результате чего один и тот же плазменный отражатель можно использовать с разными облучателями

Созданная плазменная антенна имеет диапазон от 5 до 20 ГГц, который в дальнейшем предполагается расширить до 50 ГГц. В отличие от обычных отражательных антенн, которые существенно повышают эффективную площадь рассеяния локатора при

облучении его средствами радиоразведки вероятного противника, этот параметр в плазменной антенне невелик.

### **Отражательная решетка на 100-мм полупроводниковых пластинах.**

Успехи технологии ММС позволяют создавать антенные решетки, интегрированные на полупроводниковых пластинах диаметром 100 мм. Так, специалисты французской фирмы Thomson-CSF ведут разработку антенны для противоракетного комплекса, которая состоит из двух таких пластин. На одной пластине сформированы дипольные элементы и одноразрядные фазовращатели на рpn-диодах, на второй – управляющие схемы. Пластины соединены между собой с помощью бугорковых контактов. Антенна, включающая около 3 тыс. элементов, формирует луч шириной 2о, который может осуществлять сканирование в секторе углов 45о. Рабочая частота антенны – 94 ГГц.

Фирма Thomson-CSF при создании антенны RADANT, предназначенной для установки на многоцелевом боевом летательном аппарате, использовала метод сканирования лучей, аналогичный разработанному для сегнетоэлектрической решетки. В антенне RADANT сегнетоэлектрики заменены диодами, которые размещены между проводящими полосками один за другим в направлении распространения волны.

### **Широкополосные антенные решетки с разделением апертуры.**

Перспективы развития ФАР связывают с увеличением их рабочей полосы. Как полагают специалисты, одна широкополосная ФАР сможет одновременно выполнять несколько функций и работать с несколькими радиоэлектронными средствами. Специалисты Центра вооружения авиации ВМС США совместно с фирмой Texas Instruments в рамках программы создания усовершенствованной ФАР с разделением апертуры ASAP ведут разработку бортовой ФАР для истребителя-бомбардировщика. Диапазон ее частот будет постоянно охватывать полосу от С- до Ku-диапазона (3,9–17,25 ГГц). В этой полосе будут совместно работать бортовой локатор, пассивные средства радиоэлектронной поддержки, постановщик активных помех и средства связи. Для получения такой широкой полосы в антенной решетке применены щелевые трапециевидные излучатели, которые к тому же обеспечивают горизонтальную, вертикальную и круговую поляризацию радиоволн. По технологии ММС создан приемопередающий модуль, который может работать в полосе частот от С до Ku. Его выходная мощность 2–4 Вт, коэффициент шума 6,5–9 дБ, КПД по мощности 5,5–10%. Антенные решетки такого типа позволят одновременно использовать отдельные их части для различных бортовых систем – локатора, средств радиоэлектронной поддержки, постановщика активных помех и средств связи. Размер и расположение участков решетки, используемых для каждой функции, могут изменяться в процессе работы и при необходимости накладываться друг на друга.

### **Антенные решетки с цифровым формированием диаграммы направленности.**

Метод цифрового формирования диаграммы направленности (ДН) антенной решетки давно привлекает внимание специалистов, поскольку обеспечивает адаптивное управление формой ДН, в частности, формирование провалов («нулей») ДН в направлении источников радиопомех. До недавнего времени метод применялся только в станциях с невысокой частотой обновления данных, в частности, в сонарных системах и загоризонтных РЛС НЧ-диапазона. Например, он используется для формирования приемной ДН в стационарной загоризонтной РЛС фирмы General Electric и в передислоцируемой загоризонтной РЛС фирмы Raytheon. Несмотря на сложные проблемы, связанные с применением метода в РЛС СВЧ-диапазона, где частота обновления данных значительно выше, определенные успехи достигнуты и в этом направлении.

Так, датская фирма Signaal применила цифровое формирование ДН в антенных системах своих трехкоординатных корабельных РЛС SMART-L и SMART-S, правда, только в режиме приема. Антенна РЛС SMART-L состоит из 24 строк излучателей.

Значительных успехов в разработке методов цифрового формирования ДН добились специалисты Ромской исследовательской лаборатории, выполняющие заказ DARPA. Для проведения исследований была создана антенная решетка С-диапазона, состоящая из 32 столбцов излучателей. Лучи формируются с помощью быстродействующего цифрового формирователя ДН. В его состав входят четыре процессора, которые обрабатывают сигналы по 64 каналам и формируют 4, 8, 16 или 32 независимых луча. Процессоры имеют систолическую архитектуру и обеспечивают выполнение операций умножения и сложения с высокой скоростью. Производительность одного процессора – 5.109 комплексных операций в секунду.

В лаборатории изучается применение методов цифрового диаграммоформирования для коррекции ДН элементов антенной решетки, а также формы ДН всей решетки в случае выхода из строя ее отдельных элементов. Специалисты лаборатории создали также устройство цифрового формирования на базе нейронной вычислительной сети. На фирме Roke Manor Research сконструирована экспериментальная 13-элементная антенная решетка, в которой цифровое формирование происходит как в режиме приема, так и в режиме передачи. Формирование в режиме передачи позволяет ориентировать «нули» ДН в направлении возможной угрозы противорадиолокационных ракет либо высокого уровня помех. Шведские специалисты предложили новый метод цифрового формирования ДН с стробированием сигнала промежуточной частоты. Метод испытан на экспериментальной решетке, работающей в диапазоне 2,8–3,3 ГГц.

Для выполнения операции цифрового формирования сигнал промежуточной частоты 19,35 МГц стробировался с частотой 25,8 МГц. Исследования показали, что такое формирование ДН компенсирует амплитудные и фазовые вариации между элементами, возникающие при работе в широком угловом секторе и в широкой полосе частот. Так, изменение коэффициента усиления в угловом секторе, происходящее из-за взаимного влияния элементов решетки, было снижено с +1 до +0,1 дБ, а изменение того же параметра в полосе частот 5 МГц – с 0,5 до 0,05 дБ.

Применение антенных решеток с цифровым формированием ДН не ограничивается стационарными станциями. Недавно были проведены летные испытания бортовой РЛС L-диапазона с цифровым диаграммо-формирователем, в состав которого входит адаптивный процессор пространственно-временной обработки сигналов STAP. ФАР, состоящая из 11 столбцов излучателей, размещалась вдоль фюзеляжа самолета. Станция обеспечивает подавление помех от 52 до 69 дБ.

### **Заключение**

Основные научно-технические результаты работ в области антенных систем с электронным управлением лучом могут быть с успехом применены не только в системах управления вооружением, но и в радиолокации широкого назначения: метеорадарах, авиационных и наземных системах наблюдения и информационного обеспечения, управления воздушным движением, связи и др. Эффективность применения наших технологий для решения этих новых задач определяется не только высокими радиотехническими и массо-габаритными характеристиками и новыми функциональными возможностями, но и низкой себестоимостью изготовления АС, обусловленной комплексом высокопроизводительных технологий и производственных процессов.

Наиболее актуальными проблемами, в настоящее время, являются: повышение эффективности использования в РЛС возможностей электронного управления лучом; точное формирование задач разработчикам нового поколения антенн и радаров по функциональным, эксплуатационным и стоимостным показателям на базе современной военной стратегии.

**Библиографический список:**

1. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Уч. Пособие для вузов\ Д.И. Воскресенский, В.И Степаненко. М: Радиотехника, 2003. – 632с.:
2. Цифровое формирование диаграммы направленности в фазированных антенных решетках. Л.Н. Григорьев. М: Радиотехника, 2010. - 144с.
3. Активные фазированные антенные решетки. Под редакцией Д.И. Воскресенского, А.И. Канащенкова. М: Радиотехника, 2004. – 488с
4. [http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2008\\_01\\_41.php](http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2008_01_41.php)
5. [http://www.kit-e.ru/articles/wireless/2007\\_09\\_164.php](http://www.kit-e.ru/articles/wireless/2007_09_164.php)

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИБОРЫ

УДК 681.382

*Евдулов О.В., Хазатова М.А.*

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НЕОНАТОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

*Evdulov O.V., Hazatova M.A.*

### EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THERMOELECTRIC NEONATOLOGY COMPLEX

*В статье рассмотрены результаты натурных испытаний опытного образца неонатологического комплекса, выполненного на базе сильноточных термоэлектрических батарей.*

*Ключевые слова:* неонатологический комплекс, биологический объект, слоистая конструкция, термоэлектрическая батарея.

*The article considers the results of field testing of prototype neonatology complex, implemented on basis of high-current thermoelectric batteries.*

*Key words:* neonatology complex, biological object, the layered design, thermoelectric battery.

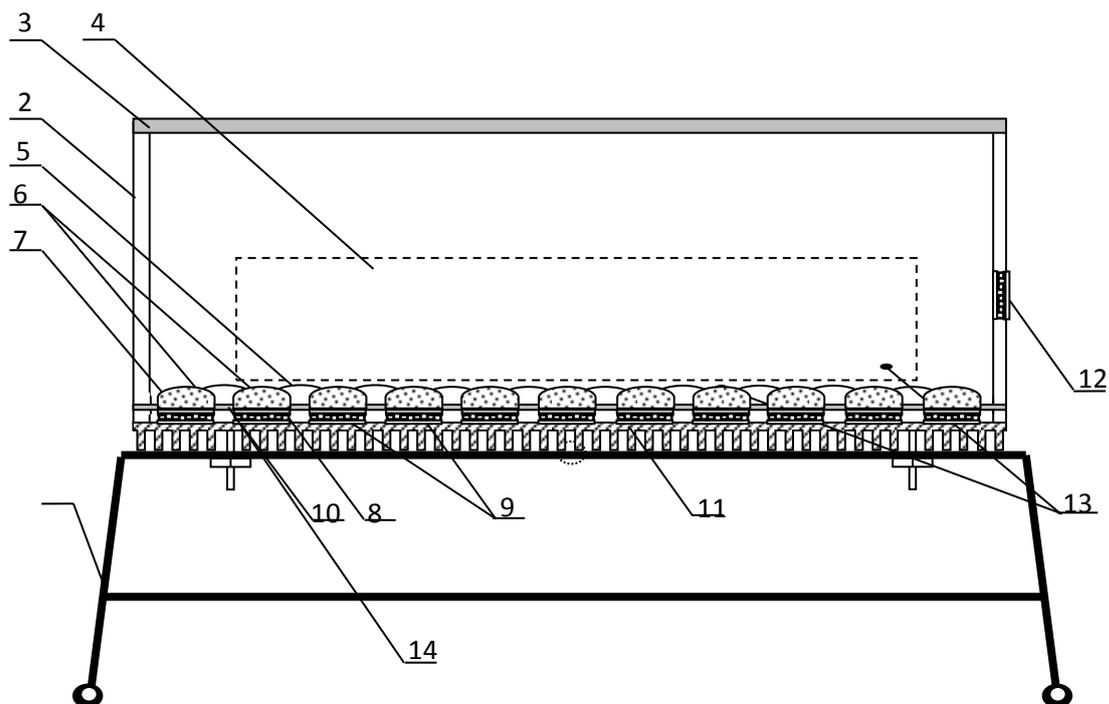
Для эффективного проведения мероприятий по восстановлению жизненно важных функций новорожденных в настоящее время используются специальные неонатологические реанимационные комплексы, в которых имеется возможность точного поддержания и регулирования микроклимата – температуры, влажности, давления и др. [1]. Однако в большинстве случаев такие комплексы достаточно громоздки, дорогостоящи, имеют недостаточно высокую точность регулировки и поддержания температуры тела, результатом чего может являться возможность перегрева новорожденного. В этих условиях в неонатологическом комплексе целесообразным является применение в качестве источника холода (тепла) термоэлектрических преобразователей энергии, обладающих высокой надежностью, экологичностью, имеющих малые габаритные размеры.

В лаборатории термоэлектрических полупроводниковых приборов и устройств ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный технический университет» разработана неонатологическая система, выполненная на базе полупроводниковых термоэлектрических батарей (ТЭБ). В настоящей работе представлены результаты ее натурных испытаний.

На рис.1 приведена структурная схема опытного образца неонатологического реанимационного комплекса, а на рис.2 – внешний вид опытного образца прибора.

Неонатологический комплекс содержит передвижной стол 1 с обогреваемым ложе, представляющим собой инкубатор 2 с двойными стенками и верхней откидной 3 и боковой выдвигной 4 крышками. На дне инкубатора 2 имеется гелевый противопролежневый матрас 5 из высокотеплопроводного материала, ячейки 6 которого заполнены гелем с высоким коэффициентом теплопроводности 7. Каждая из ячеек 6 гелевого противопролежневого матраса 5 находится в тепловом контакте с рабочими спаями 8 ТЭБ 9, вторые спаи 10 которого сопряжены с воздушным радиатором 11, единым для всей совокупности ТЭБ 9. В качестве ТЭБ 9 использованы последовательно соединенные сильноточные термоэлементы слоистой конструкции, разработанные

авторами. В боковую поверхность инкубатора вмонтирована термоэлектрическая система типа «воздух-воздух» 12.



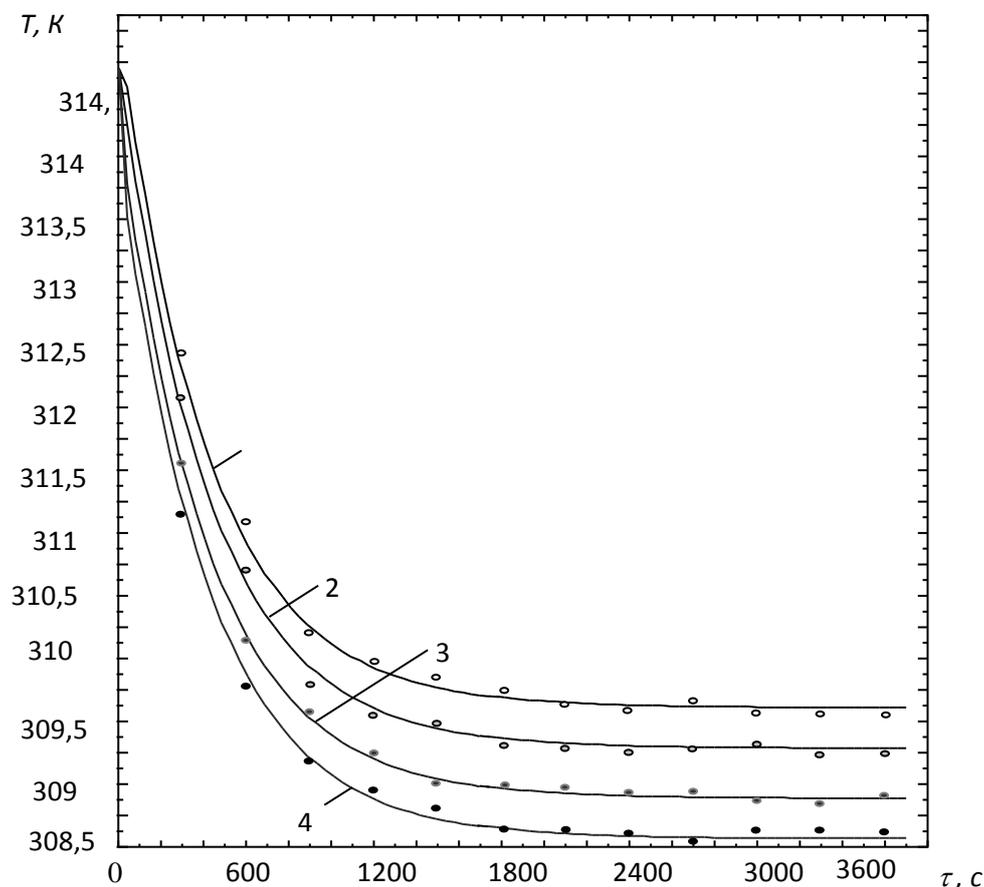
**Рисунок 1** - Структурная схема опытного образца неонатологического реанимационного комплекса



**Рисунок 2** - Внешний вид опытного образца неонатологического реанимационного комплекса

Контроль за температурой тела новорожденного, а также основных функциональных узлов комплекса осуществляется с помощью блока управления и контроля (на рис. 1 не указан) и подключенных к нему датчиков температуры 13. Датчики температуры в виде термопар установлены на обоих спаях термоэлектрических модулей 9, на поверхности гелевого противопролежневого матраса 5, на гелевой прослойке 14.

Результаты экспериментальных исследований опытного образца неонатологического реанимационного комплекса представлены на рис.3–6. На рис.3 показано изменение температуры имитатора биологического объекта во времени при охлаждающем воздействии для различных значений тока питания ТЭБ, а на рис.4 – аналогичные зависимости при работе ТЭБ в режиме нагрева.



**Рисунок 3** - Изменение температуры имитатора биологического объекта во времени при охлаждающем воздействии для различных значений тока питания ТЭБ

1 –  $I = 20$  А; 2 –  $I = 21$  А; 3 –  $I = 22$  А; 4 –  $I = 23$  А

Согласно представленным данным, выход в стационарный режим работы для заданной конструкции составляет примерно 45-50 мин. Такое небольшое значение времени, требуемое для выхода прибора в стационарный режим работы, объясняется, в основном, небольшим изменением температуры в объеме комплекса. Для данных, соответствующих рисунку 3-4, указанное изменение температуры составляет примерно 5-6<sup>0</sup>С. Естественно, при более сильном изменении температуры достижение всех точек системы стационарного режима будет более продолжительным.

На рис.5-6 представлены графики изменения температуры в различных точках системы ТЭС – биологический объект во времени при охлаждающем (рис.5) и нагревающим (рис.6) воздействии для  $I = 22$  А.

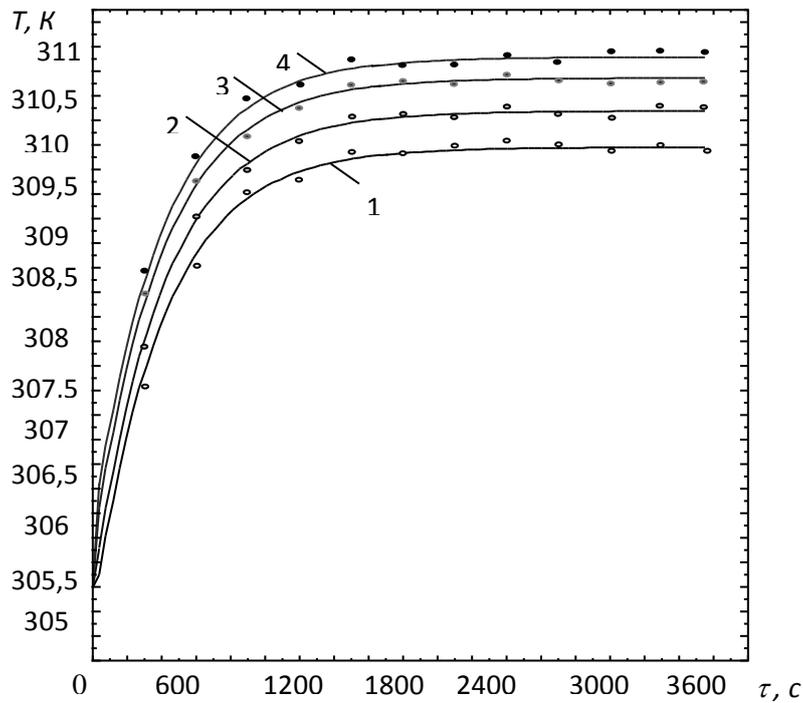


Рисунок 4 - Изменение температуры имитатора биологического объекта во времени при нагревающем воздействии для различных значений тока питания ТЭБ

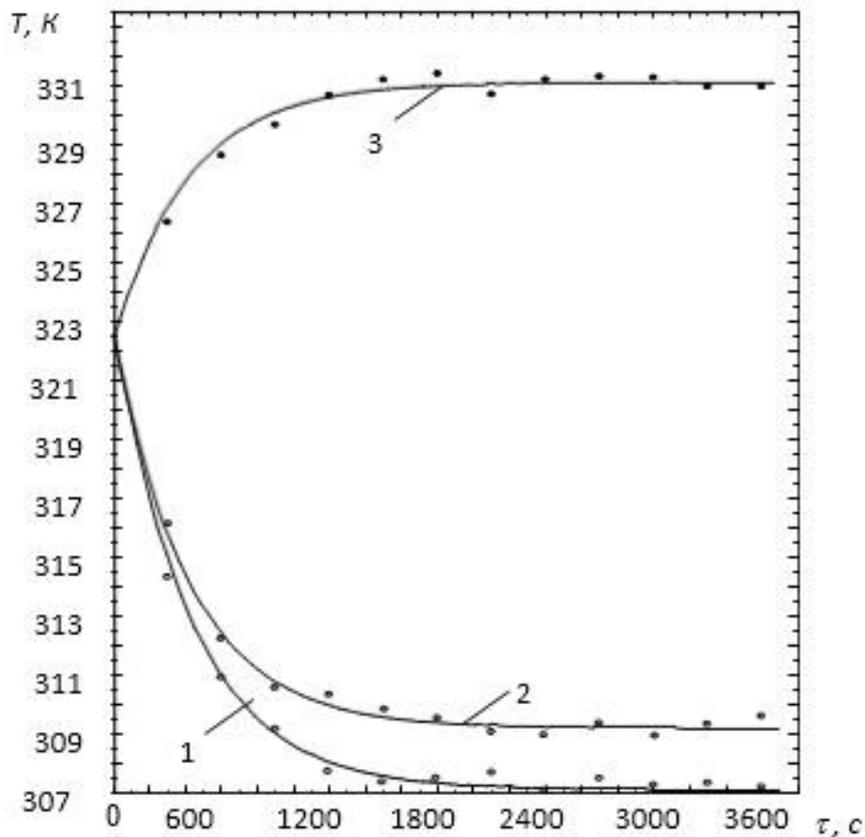
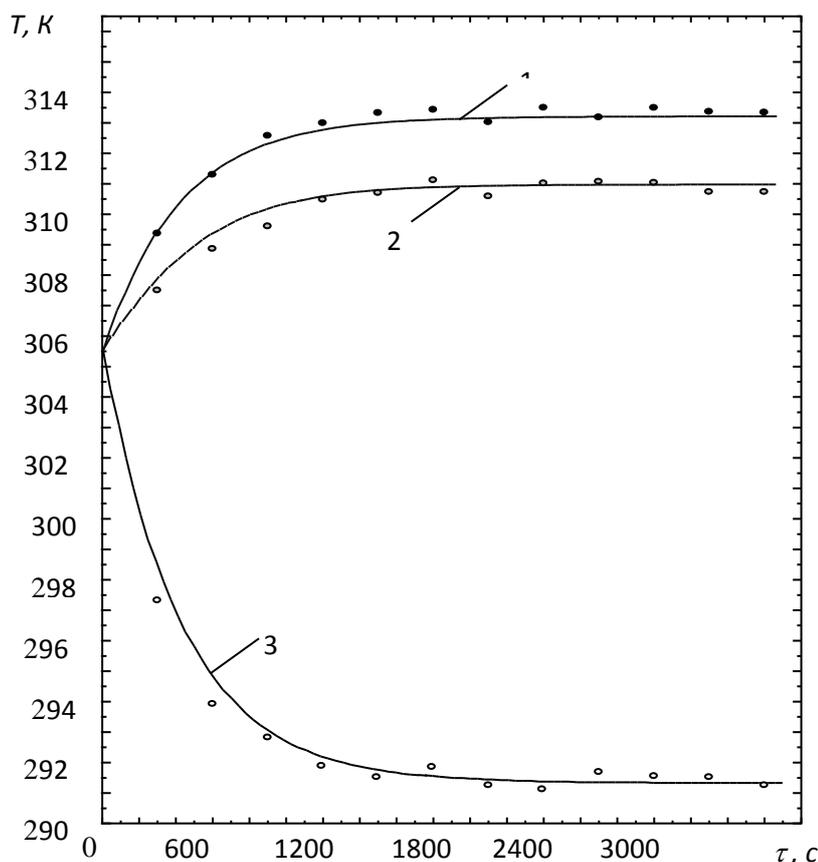


Рисунок 5 - Изменение температуры в различных точках системы – биологический объект во времени при охлаждающем воздействии для  $I = 22$  А

1 – холодный спай ТЭБ, 2 – биологический объект, 3 – горячий спай ТЭБ



**Рисунок 6** - Изменение температуры в различных точках системы — биологический объект во времени при нагревающем воздействии для А

Рассмотрено изменение температуры имитатора биологического объекта, холодных и горячих спаев ТЭБ. Анализ зависимостей показывает наличие незначительных потерь при передаче теплоты от спаев ТЭБ к биологическому объекту, а также приемлемые величины температур опорных спаев. Представленные данные определяют приемлемую точность математической модели функционирования устройства, предложенного в [2]. Максимальное расхождение расчетных и экспериментальных данных не превышает 7-7,5 %. Наибольшее отклонение расчетных данных от опыта наблюдается, в основном, на промежутке времени, связанном с выходом устройства на режим, что определяется влиянием окружающей среды и неидеальной тепловой изоляцией системы «устройство-объект воздействия», а также некоторым разбросом параметров ТЭМ и измерительных приборов. Причем в случае охлаждения экспериментальные данные имеют несколько большее значение, чем расчетные, а в случае нагрева — меньшее значение на всем диапазоне измерений. Данное обстоятельство, в основном, связано с не идеальностью тепловой изоляции, что не удовлетворяет условиям, принятым в математических моделях и, соответственно, теплопритоках к устройству.

#### Библиографический список:

1. Неонатология. Под ред. Володина Н.Н. Педиатрия и неонатология. 2009. — 848 с.
2. Исмаилов Т.А. Термоэлектрические полупроводниковые устройства и интенсификаторы теплопередачи. СПб.: Политехника, 2005.

## МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 62.242; 62.232.1

Санаев Н. К.

### МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОРШНЯ И ШАТУНА

Sanaev N.K.

### THE MECHANISM OF FORMATION OF ERRORS MACHINING OF THE PISTON AND CONNECTING ROD

Приведены исследования, позволяющие раскрыть механизм образования погрешности осевых размеров поршней и шатунов судовых малоразмерных дизелей с целью совершенствования технологии процесса изготовления и стабилизации геометрических параметров.

**Ключевые слова:** погрешность, чистовая обработка, точность, поршень, базирование, закрепление, податливость, технологическая система.

Researches allowing to expose the mechanism of error formation of the axial piston sizes of ship small-sized diesels rods for the purpose of improvement of production process technology and stabilization of geometrical parameters are given.

**Key words:** error, finishing, precision, piston, basing, fastening, pliability, technological system.

Поршень судового малоразмерного дизеля (в дальнейшем СМД) работает в чрезвычайно тяжелых условиях, характеризующихся: воздействием высокого давления газов  $6,5 \div 8,35$  МПа; контактом с горячим рабочим телом с температурой от  $300^0 - 2200^0$  К; движением с переменной по величине и направлению скоростью.

Как известно, к поршню предъявляют повышенные требования, в том числе к диаметральному размеру тронковой части и отверстий в бобышках под поршневой палец.

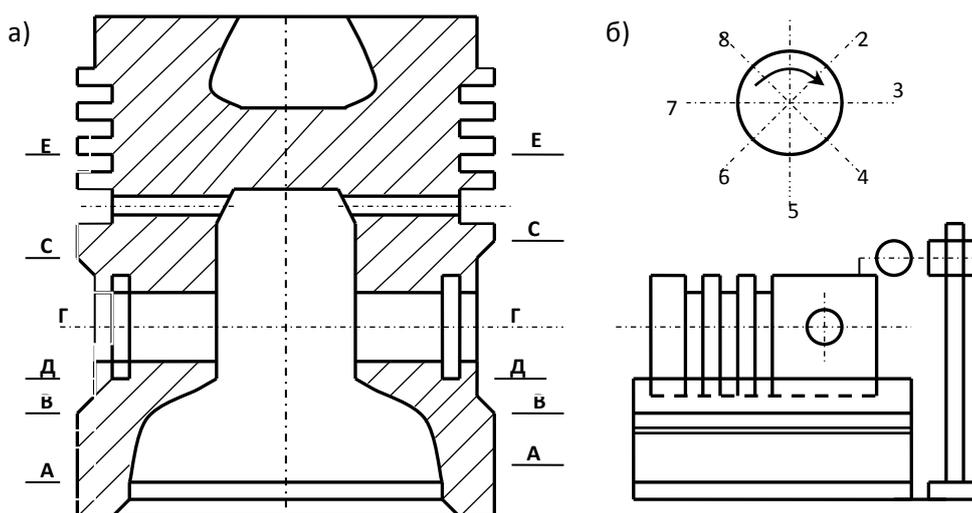
Сравнение погрешностей до и после чистовой обработки показало, что отмечается определенная корреляционная связь, вследствие копирования погрешностей (табл. 1).

**Таблица 1** - Уравнения корреляционных связей погрешностей формы поршня по ходу технологического процесса

Исследуемые операции	Пояса измерений, рис. 14	Уравнения, мм	Коэффициент корреляции
Заготовка (x) Черновое точение (y)	А-А	$\bar{y} = 0,002 + 0,497 \cdot \bar{x}$	0,15
	В-В	$\bar{y} = 0,016 + 0,3057 \cdot \bar{x}$	0,30
	Д-Д	$\bar{y} = 0,037 + 0,16 \cdot \bar{x}$	0,316
Черновое точение (x) Чистовое точение (y)	А-А	$\bar{y} = 0,009 + 0,482 \cdot \bar{x}$	0,216
	В-В	$\bar{y} = 0,06 + 0,47 \cdot \bar{x}$	0,47
	Д-Д	$\bar{y} = 0,011 + 0,119 \cdot \bar{x}$	0,62

Анализ результатов измерений размеров поршней в трех сечения А-А, В-В, Д-Д (см. рисунок 1) СМД, проведенный с помощью единовременных текущих выборок, показал, что на каждой операции наблюдается колебание размеров, как в осевом, так и в радиальном направлениях. Некруглость (эллипсность) юбки поршня неодинакова по

высоте поршня, а наибольшая его величина в плоскости А-А. Объясняется это переменной жесткостью поршня по высоте и в поперечных сечениях.



**Рисунок 1** - Схема измерения поршня: а) пояса и направления; б) схема установки на призму

Отмеченное наследование конструктивной формы оказывает отрицательное влияние на точность изготовления поршня, что обуславливает необходимость принятия конструктивных и технологических мер с учетом масс и моментов инерции как по длине, так и в поперечных сечениях поршня. Так, в работе [1] показано, что: погрешность формы составляет 70% общей погрешности поршня.

**Таблица 2** - Процентное соотношение моментов инерции ( $H \cdot m \cdot c^2$ ) в различных сечениях поршней [2]

Тип дизеля	СЕЧЕНИЕ					
	А - А	В - В	Д - Д	Г - Г	С - С	Е - Е
Ч 8,5/11	-	5	28	32	25	22
Ч 9,5/11	-	4,5	30	33	24	21

Достижение перпендикулярности оси поршня от отверстий в бобышках к его образующей, является основной задачей технологического процесса и одним из важных геометрических параметров, влияющих на работу поршня.

Статистический анализ экспериментальных данных по точности указанного параметра для поршней дизелей Ч8,5/11 показал:

- в процессе изготовления поршней происходит последовательное наследование погрешностей от операции к операции;
- формирование погрешности для СМД можно представить в виде следующей зависимости.

$$\bar{\Delta}_i = 0.0152 + 0.073 \cdot \bar{\Delta}_{i-1} \cdot 10^{-2}, \text{ мм.} \quad (1)$$

Из выражения (1) следует, что при  $\bar{\Delta}_{i-1} = 0$ , то есть при отсутствии последовательного наследования погрешности,  $\bar{\Delta}_i = 0,0152$  погрешность соответствует допуску на неперпендикулярность оси отверстия в бобышке поршня к образующей юбки на длине радиуса поршня. Погрешность базирования и закрепления можно принять за систематические отклонения, величины которые могут быть сведены к минимальным

значениям путем настройки системы станок – приспособление – деталь. В результате, в ходе исследований была получена следующая формула для определения погрешности  $\Delta_i$ .

$$\Delta_i = 0,5 \cdot C_y \cdot HB \left[ S_0^{0,75} \cdot W_{2\max} (t_{\max}^{0,9} - t_{1\min}^{0,9}) + S_0^{0,75} \cdot W_{\hat{a}_{\max}} (t_{2\max}^{0,9} - t_{2\min}^{0,9}) \right]^{0,7},$$

Где:  $C_y$  – коэффициент, характеризующий условия обработки;

HB – твердость обрабатываемого материала равный для поршней из алюминиевого сплава АК4– 1 ГОСТ 4784 – 65 HB=100÷140единиц.

$S_0$  – подача инструмента;

$W_{2\max}$  и  $W_{\hat{a}_{\max}}$  – суммарная максимальная податливость детали и борштанги в двух взаимно-перпендикулярных направлениях;

$t_{1\max}$  и  $t_{2\max}$ ,  $t_{1\min}$  и  $t_{2\min}$  – максимальные и минимальные значения припуска для отверстий в первой и второй бобышках поршня.

После преобразований получим следующее выражение для расчета погрешности перпендикулярности осей поршня и отверстий под поршневой палец.

$$\Delta_i = 0,5 C_y \cdot HB \cdot S^{0,58} \left[ W_{2\max} (t_{1\max} - t_{1\min})^{0,9} + W_{\hat{a}_{\max}} (t_{2\max} - t_{2\min})^{0,9} \right]^{0,77} \quad (2)$$

Расчеты, выполненные по разработанной формуле для СМД показали хорошую сходимость расчетных и экспериментальных данных, что позволяет рекомендовать её для использования в проектных расчетах точности.

На финишных операциях обработки отверстий в головках шатуна растачиваются на алмазно-расточных станках с одного установка одновременно двумя шпинделями. Шатун в приспособлении устанавливается на подпружиненные фиксаторы, которые входят в растачиваемые отверстия головок. Крепление производится по торцу отверстия. Для обеспечения заданного углового положения используют штифты, а в качестве базы технологической прилив верхней головки шатуна, расточка осуществляется консольными борштангами.

На расположение осей отверстий оказывают влияние также возможности станка обеспечить заданную точность, самопроизвольное смещение узлов станка, от температурных деформаций, а также погрешности приспособления, закрепления и базирования.

**Таблица 3 - Результаты измерений пересечений осей верхней и нижней головок шатуна представлены**

СМД	$\frac{S'}{S''}$	Условия появления схем контакта			Вероятность появления схем контакта		
		I	II	III	I	II	III
Ч8,5/11,7	0,22÷16,7	$0 < \frac{S'}{S''} < 0,22$ $\gamma_1 = 0,025$ рад.	$0,22 < \frac{S'}{S''} < 14,2$ $\gamma_2 = 0,001$ рад.	$14,2 < \frac{S'}{S''}$ $\gamma_3 = 0,07$ рад.	0	0,85	0,15
Ч9,5/11,9	0,23÷17,9	$0 < \frac{S'}{S''} < 0,022$ $\gamma_2 = 0,027$ рад.	$0,22 < \frac{S'}{S''} < 14,2$ $\gamma_2 = 0,0001$ рад.	$14,2 < \frac{S'}{S''}$ $\gamma_3 = 0,07$ рад.	0	0,79	0,21

Как показал анализ данных таблицы 3 и статистический анализ точности, наблюдается тесная корреляционная связь между, погрешностями.

Для СМД указанную зависимость можно представить в виде:

$$\Delta_{II} = 0,012 + 0,264\Delta_{IIK}; \text{ мм.}$$

Где  $\Delta_{II}$  и  $\Delta_{III}$  - погрешности пересечения и перекрещивания осей отверстий в головках шатуна.

При  $\Delta_{III} = 0$ ;  $\Delta_{II} = 0,012$  и  $\Delta_{II} = 0$   $\Delta_{III} = 0,045$ .

В ходе выполненного в работе анализа была получена формула (3) для определения суммарной погрешности ( $\Delta_p$ ), расположения осей рассматриваемых отверстий шатуна.

$$\Delta_p = 0,5 \cdot C_y \cdot HB \cdot [W_1^4 \cdot S_{01}^{1,5} (t_{1\max} - t_{1\min})^{1,8} + W_2^4 \cdot S_{02}^{1,5} (t_{2\max} - t_{2\min})^{1,8}]^{0,77} \quad (3)$$

где:  $C_y$  – коэффициент, характеризующий условия обработки;

HB – твердость обрабатываемого материала равный для шатунов из стали 40X HB = 165 единиц.

$S_{01}$  и  $S_{02}$  – подача инструмента при обработке поршневой ( $S_1$ ) и кривошипной ( $S_2$ ) головок;

$W_1$  и  $W_2$  максимальная податливость технологической системы при растачивании верхней ( $W_1$ ) и нижней ( $W_2$ ) головок в горизонтальном или вертикальном направлениях;

$t_{1\max}$  и  $t_{2\max}$ ,  $t_{1\min}$  и  $t_{2\min}$  – максимальные и минимальные значения припуска для отверстий в верхней /1/ и нижней /2/, головках шатуна.

В зависимости от того, в каком направлении в горизонтальном  $W_{1г}$  и  $W_{2г}$  или в вертикальном  $W_{1в}$  и  $W_{2в}$  будет рассчитано и представлено в формулу (4) значение  $W$ , получим погрешность  $\Delta_{p(г)}$  или  $\Delta_{p(в)}$ , характеризующее пересечение или перекрещивание осей.

Податливость технологической системы можно принять равной сумме податливости детали ( $W_g$ ) и податливости борштанги ( $W_b$ ), а угол отклонения суммарного вектора расположения осей от вертикальной оси шатуна, обусловленное различием жесткости последнего в вертикальном и горизонтальном направлениях для СМД равным  $27^\circ$ .

Статическая обработка результатов измерений показала, что среднее арифметическое отклонение пересечения осей составляет  $\Delta_{D(\bar{a})} = 0,0206$  мм, а перекрещивания осей  $\Delta_{p(B)} = 0,032$  мм, что соответствует углу отклонения суммарного вектора расположения осей от вертикальной оси шатуна  $27$  и  $31^\circ$  соответственно. Погрешность от упругоотжатия борштанги ( $\Delta_\delta$ ) можно рассчитать по предлагаемой формуле:

$$\Delta_\delta = P_{\tau} \cdot \frac{\ell_b^3}{3EJ}, \quad (4)$$

Где:  $P_{\tau}$  – радиальная (тангенциальная) сила резания;

$E$  и  $J$  – модуль упругости и момент инерции борштанги;

$\ell_b$  – длина борштанги.

Из формулы (5) следует, чем больше припуск, следовательно больше радиальная сила резания, и длина борштанги, тем выше погрешность  $\Delta_\delta$ , а увеличение модуля упругости и момента инерции способствует снижению значения погрешности от упругого отжатия борштанги (табл. 4).

Определенный интерес представляет расчетное определение формы отверстий в верхней и нижней головках при их механической обработке. Для этих целей можно воспользоваться зависимостями, предложенными в работах [3,4,5].

**Таблица 4 - Результаты, экспериментальных измерений погрешности расположения осей верхней и нижней головок 150 шатунов СМД Ч8,5/11 и Ч9,5/11**

№п/п	Откло нения	п/п	Отклоне ния	п/п №п/ п	Отклоне ния, мм.	п/п № п/п	Отклоне ния, мм.	п/п №п /п	Отклоне ния, мм.	№п /п п	Отклоне ния, мм.
1		2		3		4		5		6	
1	0,04	26	0,06	51	0,09	76	0,10	101	0,06	126	0,05
2	0,06	27	0,07	52	0,10	77	0,02	102	0,04	127	0,03
3	0,14	28	0,01	53	0,03	78	0,05	103	0,09	128	0,04
4	0,06	29	0,05	54	0,08	79	0,04	104	0,05	129	0,02
5	0,05	30	0,02	55	0,12	80	0,09	105	0,03	130	0,10
6	0,03	31	0,02	56	0,03	81	0,08	106	0,08	131	0,08
7	0,13	32	0,08	57	0,11	82	0,04	107	0,04	132	0,04
8	0,00	33	0,04	58	0,04	83	0,06	108	0,06	133	0,07
9	0,13	34	0,08	59	0,06	84	0,05	109	0,11	134	0,07
10	0,08	35	0,03	60	0,04	85	0,08	110	0,06	135	0,02
11	0,10	36	0,10	61	0,12	86	0,04	111	0,05	136	0,05
12	0,09	37	0,02	62	0,09	87	0,11	112	0,05	137	0,06
13	0,04	38	0,04	63	0,06	88	0,03	113	0,14	138	0,09
14	0,11	39	0,05	64	0,09	89	0,07	114	0,06	139	0,05
15	0,08	40	0,08	65	0,07	90	0,06	115	0,07	140	0,08
16	0,07	14	0,15	66	0,06	91	0,09	116	0,09	141	0,07
17	0,05	42	0,06	67	0,05	92	0,05	117	0,15	142	0,08
18	0,03	43	0,07	68	0,09	93	0,03	118	0,10	143	0,06
19	0,12	44	0,06	69	0,05	94	0,06	119	0,02	144	0,05
20	0,04	45	0,10	70	0,02	95	0,13	120	0,07	145	0,13
21	0,07	46	0,05	71	0,11	96	0,06	121	0,09	146	0,11
22	0,06	47	0,04	72	0,07	97	0,08	122	0,05	147	0,06
23	0,10	48	0,07	73	0,04	98	0,06	123	0,12	148	0,01
24	0,03	49	0,14	74	0,04	99	0,07	124	0,07	149	0,08
25	0,05	50	0,06	75	0,08	100	0,09	125	0,06	150	0,14

При этом следует иметь в виду, что на погрешность формы оказывает влияние материал обрабатываемой детали. Так, при прочих равных условиях, погрешность формы отверстия в нижней головке в 4 раза меньше, чем погрешность формы отверстия во втулке из оловянистой бронзы (Бр ОЦ10 – 2 ГОСТ 18175–72), запрессованной с натягом  $45^{+0.120}$  мм, в верхнюю головку шатуна. Объясняется это влиянием материала шатуна (ст. 40Х ГОСТ 4543 – 71) и втулки (Бр. ОЦ10 – 2ГОСТ 18175–72).

Выполненные исследования позволяют раскрыть механизм образования погрешностей обработки основных размеров поршней и шатунов с целью разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов и стабилизации геометрических параметров точности.

#### **Библиографический список:**

1. Бочкарев В.Н. исследование и оптимизация допусков на изготовления деталей цилиндропоршневой группы судовых малоразмерных дизелей. – Диссертация к.т.н. – Л 1975 – 289с.
2. Булатов В.П. Исследование и оптимизация параметров точности и технологических методов формирования поверхностей трения деталей цилиндропоршневой группы судовых дизелей: Автореферат диссертации, д.т.н. – Л.,1981 – 36с.
3. Артомонова Е.С. Поноровская Е.В. Черный А.П., Точность формы поперечного сечения при тонком растачивании – Станки и инструмент., 1977с. 4 – 10.
4. Дамский А.М. Технология обеспечения надежности высокоточных деталей машин. – М. Машиностроение.1975. – 223с.
5. Капустин Н.М. Разработка технологических процессов обработки деталей на станках с помощью ЭВМ. – М., Машиностроение,1976 – 288с.

**УДК 621.882.085/.086.004**

*Вагабов Н.М., Курбанов А.З.*

### **ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА ЗЕНКЕР-МЕТЧИК С НОВОЙ СХЕМОЙ РЕЗАНИЯ**

*Vagabov N.M., Kurbanov A.Z.*

### **EXPLANATION AND DEVELOPMENT OF COMBINED TOOL CORE DRILL TAP WITH THE NEW CUTTING SCHEME**

*Приведены результаты исследования процесса изготовления резьбы в труднообрабатываемых материалах. Разработана новая технология с применением комбинированного зенкер-метчика, который позволяет стабилизировать припуск под дальнейшую обработку, исправить ось отверстия и обеспечить большую жесткость инструмента. Установлены факторы, влияющие на качество и производительность изготовления резьбы, надежность и работоспособность режущего инструмента метчика. Даны рекомендации по уменьшению трения и нагрева инструмента, что обеспечит большую жесткость и стойкость.*

**Ключевые слова:** *резьба, припуск, зенкер-метчик, жесткость, стойкость, шероховатость.*

*The results of the research on thread making in hard-to-machine materials are given. A new technology with use of combined core drill tap allowing the stabilization of the stock for*

*further processing, correction of the hole axis and provision of larger severity of the tool is developed. The factors influencing on the quality and performance of thread making reliability and working capacity of the tap cutting tool are identified. The recommendations on tool friction and heating reduce in order to provide the larger severity and durability are given.*

**Key words:** *thread, stock, core drill tap, severity, durability, roughness.*

Одним из факторов, определяющих работоспособность энергетических установок, изготовленных из труднообрабатываемых материалов, является качество изготовления резьбы и надежность резьбовых соединений, определяющий ресурс изделия. Если получение резьбы невысоких квалитетов точности (ГОСТ 11708-82 СТ СЭВ 2631-80) не вызывает особых технологических трудностей, то высокопроизводительное нарезание резьбы 4...5 квалитетов точности с шероховатостью поверхности витков по высоте 6..7 мкм связано со значительными технологическими трудностями. Причиной получения резьбы низкого качества в труднообрабатываемых материалах является частая поломка метчиков и малая их стойкость. Проведенные исследования показали, что стойкость стандартных метчиков при обработке деталей из труднообрабатываемых материалов, выраженная количеством нарезанной резьбы, не превышает 280 мин. при средней трудоемкости нарезания одного отверстия 10 мин. Брак изделий из-за поломок метчиков малых диаметров 6...16 мм достигает 67%.

Следует также отметить трудности в получении резьбы требуемой точности размера и шероховатости поверхности при обработке труднообрабатываемых материалов стандартными метчиками из-за повышенной интенсивности изнашивания метчиков при трении боковыми кромками об обрабатываемую поверхность, вызванную несовершенной схемой резания, что является главным фактором получения резьбы низкого качества.

Поэтому, в данной работе поставлена цель разработки схемы резания, позволяющая получить профиль, обеспечивающий боковой зазор на зубьях метчика, что позволило обеспечить доступ СОЖ в зону резания.

Учитывая изложенное выше, для обеспечения высокого качества резьбовых отверстий и повышения стойкости метчиков применена специальная схема резания. В соответствии с этой схемой, длины режущих кромок сокращаются за счет формирования фасок размером 0,1-0,15 мм, перекрывающих толщину среза. Заборный конус с углом распространяется на всю резьбовую часть.

Для получения фасок на зубьях метчика применялось дополнительное шлифование кругом с профильным углом, меньшим профильного угла резьбы. Резьба дополнительного шлифования изготавливается с обратной конусностью под углом  $\delta$ .

На рис. 1 показана схема резания, свойственная экспериментальному метчику.

На основании рисунка устанавливаем зависимость для определения угла  $\delta$ , профильных углов шлифовального круга для дополнительного шлифования  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ .

По теореме синусов находим:

$$FC = \frac{P \cdot \sin \varphi}{\sin \gamma}, \text{ где } \gamma = 180^\circ - (\varphi + 90^\circ + \frac{\varepsilon}{2}) = 90^\circ - (\varphi + \frac{\varepsilon}{2})$$

Тогда

$$FS = \frac{P \cdot \sin \varphi}{\cos(\varphi + \frac{\varepsilon}{2})};$$

$$CE = FS \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2} = \frac{P \cdot \sin \varphi \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}}{\cos(\varphi + \frac{\varepsilon}{2})} = \frac{P \cdot \sin \varphi \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}}{\cos \varphi \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2} - \sin \varphi \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}} = \frac{P}{ctg \varphi - tg \frac{\varepsilon}{2}};$$

$$X = C'L = NC' \cdot ctq \frac{\varepsilon_1}{2};$$

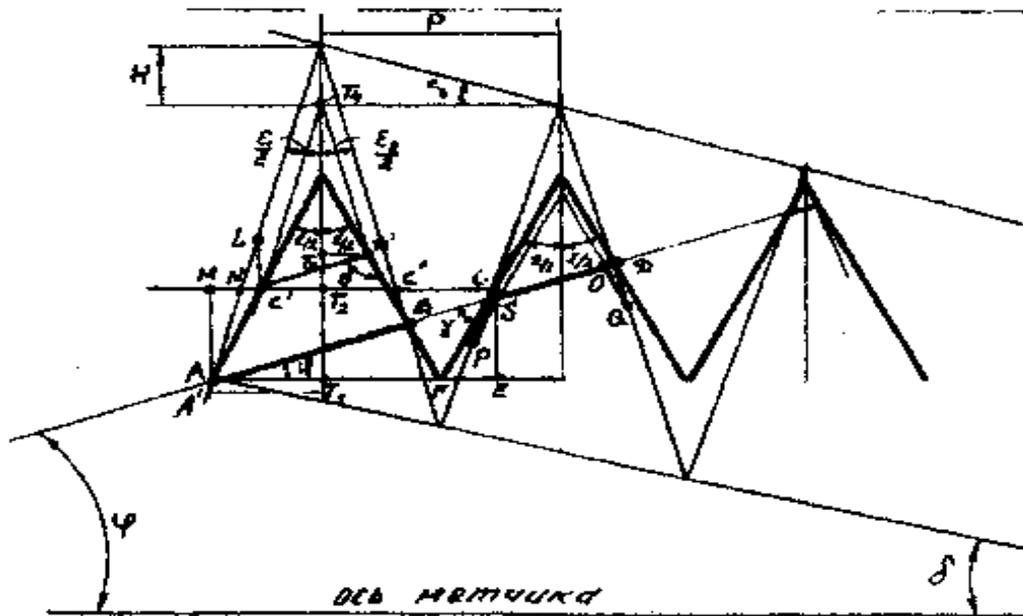


Рисунок 1 - Расчетная схема метчиковой части комбинированного инструмента

$$NC' = AM \left( tq \frac{\varepsilon}{2} - tq \varepsilon_1 \right) = CE \left( tq \frac{\varepsilon}{2} - tq \varepsilon_1 \right) = \frac{P \left( tq \frac{\varepsilon}{2} - tq \varepsilon_1 \right)}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}};$$

$$X = \frac{P \left( tq \frac{\varepsilon}{2} - tq \varepsilon_1 \right) ctq \varepsilon_1}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} = \frac{P \left( tq \frac{\varepsilon}{2} \cdot ctq \varepsilon_1 - 1 \right)}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}}$$

На основании рисунка получим:

$$tq \delta = \frac{x}{p} = \frac{a-b}{p}$$

Находим

$$a = \left( \frac{p}{2} + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2} \right) ctq \varepsilon_1 - f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}$$

где:  $f$  - фаска  $AA'$ ,

$\varepsilon_1$  - угол правой стороны впадины, выбирается на  $2 \dots 3^\circ$  меньше угла  $\varepsilon$

Находим

$$b = (T_2 C' + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}) \cdot ctq \varepsilon_1 + AM - f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2} = (0,5P - \frac{P \cdot tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}) \cdot ctq \varepsilon_1 + \frac{P}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}};$$

в итоге получим:

$$tq \delta = \frac{(0,5P + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}) ctq \varepsilon_1 - f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2} - (0,5P - \frac{P \cdot tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}) ctq \varepsilon_1 + \frac{P}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} - f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}}{P}$$

где;  $\delta$  – угол обратного конуса

$\varphi$  – угол заборного конуса

$\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  – соответственно углы профиля нарезаемой резьбы метчика

Угол  $\varepsilon_1$  задаем, угол  $\varepsilon_2$  находим, используя рис.1

$$tq \varepsilon_2 = \frac{D'T_3}{T_3 T_4};$$

$$CC'' = AM - 2AMtq \frac{\varepsilon}{2} = P - \frac{2tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} = P(1 - \frac{2tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}}) = P(\frac{ctq \varphi - 3tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}});$$

$$C'D' = \frac{C'C'' \sin(90^\circ - \frac{\varepsilon}{2})}{\sin \theta} = \frac{C'C'' \cos \frac{\varepsilon}{2}}{\sin \theta};$$

$$\theta = 180^\circ - \varphi - (90^\circ - \frac{\varepsilon}{2}) = 90^\circ + \frac{\varepsilon}{2} - \varphi;$$

$$D'T_3 = (C'D' - \frac{C'T_2}{\cos \varphi}) \cos \varphi = (C'D' - \frac{C'C''}{2 \cos \varphi}) \cos \varphi = C'D' \cos \varphi - \frac{C'C''}{2};$$

$$T_3 T_4 = T_1 T_4 - T_1 T_2 - T_2 T_3 = \frac{P}{2} ctq \frac{\varepsilon}{2} - \frac{P}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} - C'D' \sin \varphi$$

$$tq \varepsilon_2 = \frac{\frac{C'C'' \cos \frac{\varepsilon}{2} \cos \varphi}{\sin \theta} - \frac{C'C''}{2} + f \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}}{\frac{P}{2} ctq \frac{\varepsilon}{2} - \frac{P}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} - C'D' \sin \varphi + f \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}}$$

После подстановки получим:

$$tq \varepsilon_2 = \frac{P \left( \frac{ctq \varphi - 3tq \frac{\varepsilon}{2}}{ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}} \right) \cdot \left( \frac{\cos \frac{\varepsilon}{2} \cos \varphi}{\sin \theta} - \frac{1}{2} \right) + f_2 \cdot \sin \frac{\varepsilon}{2}}{a - \frac{P}{(ctq \varphi - tq \frac{\varepsilon}{2}) \sin \theta} \left[ \sin \theta + (ctq \varphi - 3tq \frac{\varepsilon}{2}) \cos \frac{\varepsilon}{2} \cdot \sin \varphi \right]} \cdot f_2 \cos \frac{\varepsilon}{2}$$

$f_2$  – задняя фаска

$f = OQ + \Delta$  или  $OQ + \Delta_n$

Исходный средний диаметр экспериментального метчика принимаем несколько большим, в результате чего фаски, показанные на втором зубе, будут на теоретическом профиле метчика.

Длину короткой фаски определяем как

$$OQ = \frac{t/z}{\cos \frac{\varepsilon}{2}} + \Delta \quad ; \quad Z = \frac{nl_3}{P} = \frac{P \cdot n}{tq \varphi \cdot P}$$

где  $z$  – общее число режущих зубьев

$t$  – глубина резьбы

$l_3$  – длина заборного конуса

$n$  – число перьев метчика

$\Delta$  – перекрытие,  $\Delta = 0,02 \dots 0,05$  принимается в зависимости от шага  $P$  резьбы.

Тогда:

$$OQ = \frac{P \cdot tq \varphi}{n \cdot \cos \left( \frac{\varepsilon}{2} \right)} + \Delta$$

Последовательно находим:

$$QD = \frac{OQ \cdot \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}; \quad QQ' = \frac{QD \cdot \sin \beta_1}{\sin \beta_2}$$

где

$$\alpha_1 = 90^\circ - \left( \frac{\varepsilon}{2} - \varphi \right); \quad \alpha_2 = 180^\circ - \left( 90^\circ - \frac{\varepsilon}{2} + \varphi \right) - \beta_1 = 90^\circ + \varepsilon_2 - \frac{\varepsilon}{2} - \varphi;$$

$$\beta_1 = \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon_2}{2}; \quad \beta_2 = 180^\circ - \frac{\varepsilon}{2}$$

Корректированный средний диаметр метчика

$$D'_{cp} = D_{cp} + 2QQ'$$

где:

$D_{cp}$  – средний диаметр метчика

На рис. 2 приведена схема для расчета фасок  $C_p$  и  $S_p$ .

Длина фаски  $SP$  больше длины фаски  $OQ$ . Из условия  $PP' = QQ'$

$$CP = \frac{PP' \cdot \sin \omega_2}{\sin \omega_1} ; SP = \frac{CP \cdot \sin \delta_2}{\sin \delta_1}$$

где:

$$\delta_1 = 90^\circ - \left( \frac{\varepsilon}{2} + \varphi \right) ; \omega_1 = \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\varepsilon_1}{2}$$

$$\delta_2 = 180^\circ - \left( 90^\circ - \frac{\varepsilon}{2} - \varphi \right) - \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\varepsilon_1}{2} = 90^\circ + \frac{\varepsilon_1}{2} + \varphi$$

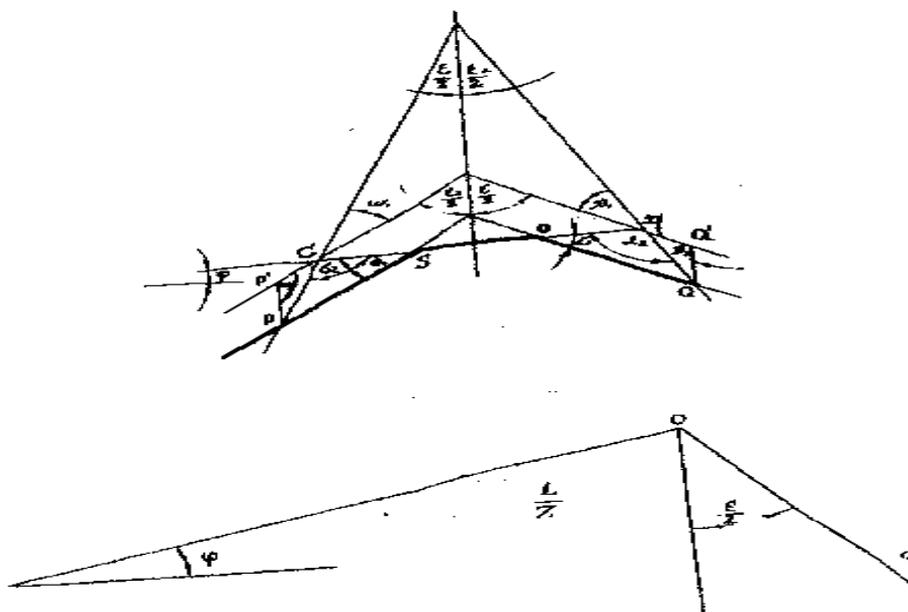


Рисунок 2 - Схема для расчетов фасок комбинированного метчика.

Проведенные исследования стандартного и экспериментального метчиков показали, что при нарезке резьбы в труднообрабатываемых материалах стандартными метчиками, вследствие полного контакта зубьев метчика с профилем нарезаемой резьбы, возникает большое трение, что приводит к нагреву, при котором происходит свариваемость зубьев метчика к обрабатываемой поверхности, прилипанию и, в конечном результате, к поломке метчика. А при обработке резьбовой поверхности экспериментальным метчиком с несимметричным профилем  $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$  ( $\varepsilon_1 = 27^\circ 30'$  и  $\varepsilon_2 = 27^\circ 22'$ ) позволило обеспечить доступ охлаждающей жидкости в зону обработки, что очень важно при обработке изделий из труднообрабатываемых материалов. Использование комбинированного инструмента зенкер-метчик повышает качество нарезаемой резьбы в отверстиях деталей из труднообрабатываемых материалов, а также приводит к сокращению затрат времени и себестоимости обработки по сравнению с обработкой деталей стандартными инструментами (табл.1, табл. 2).

Таблица 1 - Затраты времени на резание резьбы на изделиях из стали 20Х13

К-во резь бона реза ний	Затраты времени, мин								
	Стандартный инструмент						Комбинированный инструмент		
	Зенкер			Метчик					
	налад- ка	машин время	хол. ход	налад ка	машин время	хол. ход	наладка	машин время	холост ход
30	9,04	10,67	6,07	11,29	15,99	12,79	10,89	25,72	11,48
			65,85						48,09

**Таблица 2 - Техничко-экономические показатели ОАО «Завод им.Гаджиева»**

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Базовый вариант	Новый вариант
1.	Себестоимость изготовления единицы продукции	руб	20	15
2.	Удельные капитальные вложения на изготовление инструмента	руб	6,2494	0,8929
3.	Годовой расход инструмента	шт	5312	1012
4.	Годовая программа	шт	85000	85000
5.	Годовой экономический эффект	руб	-	479638

**Выводы:** Проведенные лабораторные и производственные испытания позволили создать оптимальную конструкцию комбинированного инструмента зенкер-метчик, что обеспечило стабилизацию припуска под дальнейшую обработку, исправить ось отверстия, обеспечить большую жесткость и стойкость инструмента.

Проведенные испытания комбинированного зенкер-метчика со специальной схемой резания показали его высокую надежность, работоспособность и целесообразность применения для обработки внутренней резьбы в труднообрабатываемых материалах.

#### **Библиографический список:**

1. Курбанов А.З.. Обоснование прогрессивной технологии нарушения резьб в деталях из труднообрабатываемых материалов. дис. Техн. Науки. Ленинград, 1987.-360 с.
2. Курбанов А.З., Абдуллаев А.В. Метчик для обработки труднообрабатываемых материалов а.с. № 1618535 от 8.09.90 г.
3. Матвеев В.В. Нарезание точных резьб. М.:Машиностроение,1968.- 114 с. УДК.621.9.06
4. Спиридонов Э.С., Ямников А.С. нарезания резьб на высокопрочных труднообрабатываемых заготовках резцами из твердых сплавов и керамики. Доклады междунар. конф. по инструменту. ВНР, Мишкольц, 1989г., часть 1, с.299-306.
5. Рыженков В.А., Ямников А.С. Рациональные конструкции резьбонарезных инструментов и технология их изготовления. Прогрессивные технологические процессы в инструментальном производстве. М., ВНИИ, 1979г., с.121-125.

**УДК.620.193.16.004.624**

**Бегов Ж.Б.**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВИНТОВ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ**

**Begov J.B.**

#### **STUDY AND DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR IMPROVING THE PROCESS OF MACHINING SCREW SUBMERSIBLE PUMPS**

*Проведен анализ существующего технологического процесса механической обработки винтов погружного насоса УНВС на ОАО «Завод им. Гаджиева» (г.Махачкала). Выявлены основные недостатки технологии механического точения заготовки винта, технологии шлифования и полирования винта приводящие к*

*отклонениям от требуемой точности размеров и шероховатости поверхности. Сформулированы рекомендации по повышению качества винтов, позволяющие усовершенствовать действующий технологический процесс, повысить его производительность и эффективность.*

**Ключевые слова:** *технологический процесс, винт, обойма, насос, двухзаходной винт, подпятник, стальная гильза, резина, резец, абразивный круг, трехкулачковый патрон, черновое и чистовое точение, шлифование, полирование, класс чистоты*

*An analysis of existing technological process of machining screw submersible pump UNBC OAO Plant named. «Hajiyev» (Makhachkala). The main drawbacks of the technology of mechanical turning blanks screws technologies of grinding and polishing screw lead to deviation from the desired accuracy of dimensions and surface finish. Recommendations to improve the quality of screws to improve the technological process, increase its efficiency and effectiveness.*

**Key words:** *technological process, screw ferrule, pump, two lead-screw, thrust bearing, steel liner, rubber, cutter, an abrasive, three jaw Chuck, draft and fair turning, grinding, polishing, cleanliness class.*

В конструкциях погружных насосов, используемых для добычи нефти из скважин, которые самостоятельно не фонтанируют, рабочим элементом, создающим разрежение в рабочей зоне является длинный (около 3-х метров) винт, работающий в трибосопряжении с резиновой обоймой.

К точности размеров и формы таких винтов конструктора предъявляют высокие требования, что обусловлено требованиями повышения уровня показателей надежности работы насосов, и в частности работоспособности винта в узле трения.

ОАО «Завод им. Гаджиева» (г.Махачкала) разработал насосную установку с верхним приводом с передачей крутящего момента на винтовой насос через лифто-приводные насосно-компрессорные трубы. Пара «винт-обойма» состоит из винта с однозаходной хромированной винтовой поверхностью левого направления и обоймы, состоящей из стальной гильзы, заполненной резиной, внутренняя полость которой профилирована в виде двухзаходной винтовой поверхности левого вращения. Пара выполнена в коррозионно-стойком исполнении.

Промысловые испытания установок одновинтовых скважинных УНВС ОАО «Завод им. Гаджиева» проводил на скважине 258 «Зимняя Ставка» и скважине 106 «Правый Берег» месторождений ОАО НК «Роснефть-Ставропольнефтегаз».

В процессе испытания указанных выше установок имели место следующие их поломки и отказы [1]:

- обрыв НКТ;
- обрыв винта от подпятника;
- отрыв стопорного устройства со сливным клапаном.

Основным рабочим узлом насоса является трибосопряжение винт-обойма, которое создает давление нефти, достаточное для ее подъема на поверхность. Винт (рис.1) изготовлен из конструкционной стали, а обойма - из высокопрочной резины. Учитывая, что вместе с нефтью перекачивается и сопутствующий ей абразивный материал (чаще, кварцевый песок), то поверхности трения винта подвергаются интенсивному изнашиванию. В связи с этим наблюдается уменьшение производительности насоса, а иногда его и преждевременный отказ. Установлено, что на производительность насоса и его работоспособность оказывает влияние исходная точность формы и размеров винта, достигаемая на этапе его механической обработки.

В связи со сказанным, разработка и внедрение в производственный процесс эффективных технологических методов, повышающих точность винтов, является актуальной задачей для предприятия - производителя винтовых насосов.





Рисунок 2 - Точение заготовки вихревой головкой с одним резцом

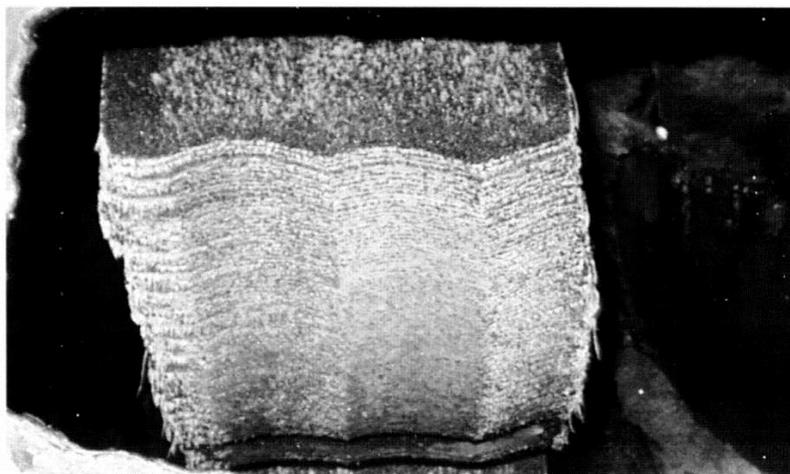


Рисунок 3 - Шлифование винта лепестковыми кругами

Процесс точения заготовки состоит в следующем:

Один конец заготовки (труба  $D=50$ ,  $L=2992$ ) крепится в специальной насадке ( $L=1500$ ), вращающейся вместе со шпинделем станка с частотой 12об./мин. (рис.4). Точение наружной поверхности заготовки осуществляется одним резцом вихревой головки в несколько проходов до достижения требуемой геометрии винта. Перемещение вихревой головки осуществляется вместе с подвижным столом станка, осуществляющим продольную подачу резания. В целях повышения радиальной жесткости заготовки, в зоне резания ее зажимают с двух сторон в цанговых патронах, которые в свою очередь жестко закреплены на подвижном столе станка. Другой конец заготовки соединен с насадкой ( $D=50$  и  $L=1500$ ), которая жестко не фиксируется и свободно лежит на подставке. Общая длина вращающейся системы из заготовки и двух насадок составляет около 6м. Для стабилизации этой системы в процессе обработки вихревой головкой, когда периодически действующая сила резания приводит к вибрациям и упругим деформациям системы, дополнительно используют два зажимных, фиксирующих заготовку приспособления.

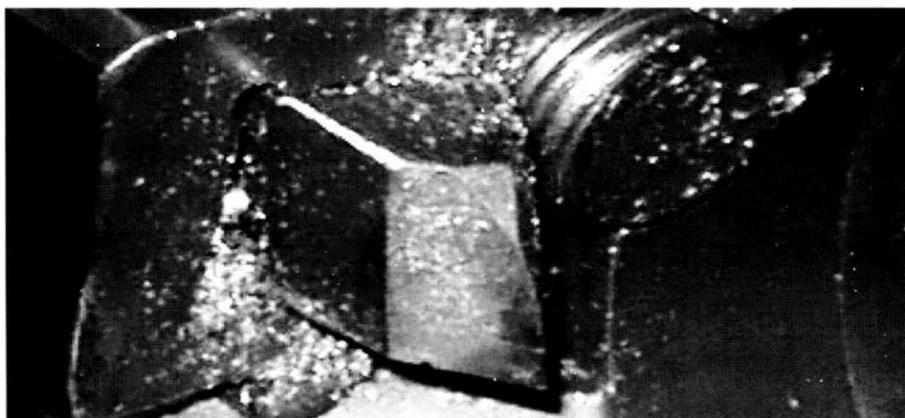
Выполненный анализ технологического процесса механической обработки винтов погружных насосов позволил определить его основные недостатки и сделать следующие выводы:



**Рисунок 4** - Вид со стороны свободного конца заготовки

Недостатки существующей технологии механического точения заготовки винта, приводящие к отклонениям от требуемой точности размеров и шероховатости поверхности:

- обработка заготовки производится только одним резцом, а не двумя, как предусмотрено конструкцией вихревой головки;
- геометрические размеры режущей кромки резца (рис.5) имеют отклонения от требований справочной литературы [3].
- жесткость существующей системы СПИД не соответствует получению требуемой точности винта и не может обеспечить стабильные условия резания по всей длине заготовки.
- используемые в процессе точения цанговые зажимы и фиксирующие заготовку приспособления создают значительные сопротивления кручению заготовки, что при ее относительно невысокой жесткости на кручение является существенным фактором, дестабилизирующим качественный процесс резания металла;



**Рисунок 5** - Режущая кромка резца

Недостатки существующей технологии шлифования винта, приводящие к отклонениям от требуемой точности размеров и шероховатости поверхности:

- используемый в настоящее время на производстве метод шлифования лепестковыми кругами не предназначен для размерной обработки фасонных деталей, поэтому от этого метода нельзя ожидать заметного исправления отклонений фасонной геометрии рабочей поверхности, допущенных при точении винта;
- шлифование лепестковыми кругами в связи с их относительно быстрым износом не позволяет в полной мере использовать возможности механизации процесса шлифования.

Недостатки существующей технологии полирования винта:

- высокая трудоемкость ручного полирования, качество которого основано лишь на квалификации рабочего и его интуиции.
- отсутствие научно обоснованных полировальных материалов и инструмента.

Выполненный анализ действующего на заводе технологического процесса получения винтов позволяет сформулировать рекомендации по повышению качества винтов, позволяющие усовершенствовать действующий технологический процесс, повысить его производительность и эффективность.

При разработке рекомендаций автор исходил из условия максимального использования возможностей имеющегося станочного оборудования и минимальных затрат на проектирование и изготовление нестандартной высокоэффективной оснастки.

Основные рекомендации по повышению точности точения (черновой механической обработки) винтов.

Повысить точность и жесткость системы СПИД (используя действующее на предприятии станочное оборудование и дополняя его новыми станочными приспособлениями).

1. Оптимизировать конфигурацию режущей кромки резца применительно к обрабатываемой поверхности винта с целью уменьшения силы резания, износостойкости резца и повышения класса чистоты обработки.

2. Уменьшить вибрации мало жесткой заготовки длинного винта путем увеличения ее жесткости методом предварительного натяжения и применения двухрезцовой вихревой головки.

3. Уменьшить сопротивления вращению заготовки в процессе резания, заменив цанговые зажимы на вращающиеся вместе с заготовкой трехкулачковые патроны.

4. Исследовать прогрессивные технологические методы резания винтов (для снижения сил резания и стабилизации микрорельефа поверхности).

Для уменьшения сил резания, повышения стойкости проходного резца, а также качества обработки рабочей поверхности винта, необходимо оптимизировать геометрические параметры резца и режимы резания [3].

В действующем технологическом процессе решению этого вопроса уделено недостаточно внимания.

На основе анализа сведений из технической литературы в области рекомендуемых геометрических размеров лезвия проходных резцов, мы рекомендуем в новом технологическом процессе учесть современный опыт теории резания.

Достижение высокой производительности обработки в значительной степени зависит от правильно выбранных геометрических параметров лезвия инструментов.

Рекомендуемые геометрические параметры лезвия токарных резцов в зависимости от обрабатываемого материала приведены в табл. 1.

Рекомендуемые геометрические параметры резцов могут быть изменены в зависимости от конкретных условий работы (рис. 6).

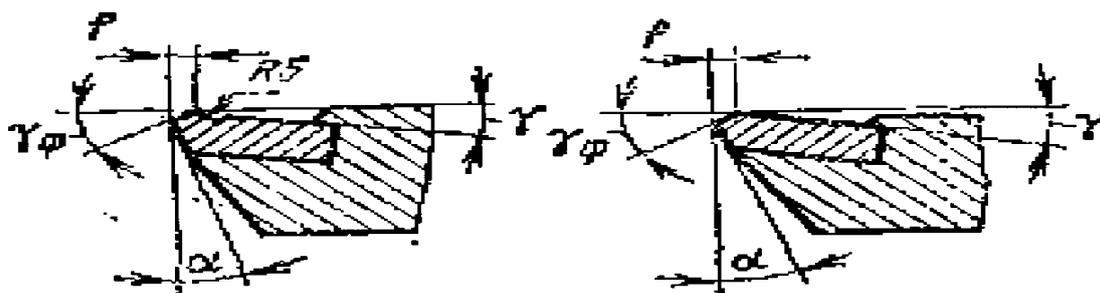


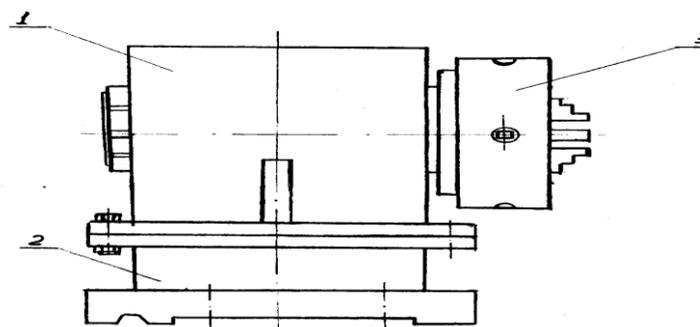
Рисунок 6 - Геометрические параметры резцов

**Таблица 1** - Геометрические параметры проходных и подрезных резцов, оснащенных твердых сплавом при  $S_0 > 0,06 \text{ мм}$

Обрабатываемый материал		$\gamma^\circ$	$\beta^\circ$	$\gamma^\circ_\phi$	$f, \text{мм}$	$r, \text{мм}$
Группа	ув, МПа					
I,III	-	15-20	12-20	-	-	0,5-2,0
II	-	12-15	12-20	-	-	0,5-2,0
IV	HB<220	12	8-10	-	-	0,5-1,5
	HB>220	8				
V-VI	>300	10-16	8-10	0-(-5)	0,1-0,3	0,5-2,0
VII-VIII	600-900	16	8	0-(-3)	0,1-0,4	0,5-1,0
VIII	>1000	-5	8	-	2,0-3,0	1,5-1,0
IX	600-900	18-20	6	0-(-5)	0,5-1,0	0,5-2,0
X	700-1000	10-12	10	0-(-5)	0,1-0,4	0,5-1,0
XI	700-1300	5	15	0-(-5)	0,1-0,5	0,5-1,0
XII		10	10			
XIII	600-1400	0-(-5)	10	-	2,0-3,0	0,5-1,0
XIV	1400-1500	-3(-5)	10	-	2,0-3,0	0,5-1,0
	1600-1800	-5	10	-	2,0-3,0	0,5-1,0
	1800-2000	-5(-10)	10	-	2,0-3,0	0,5-1,0

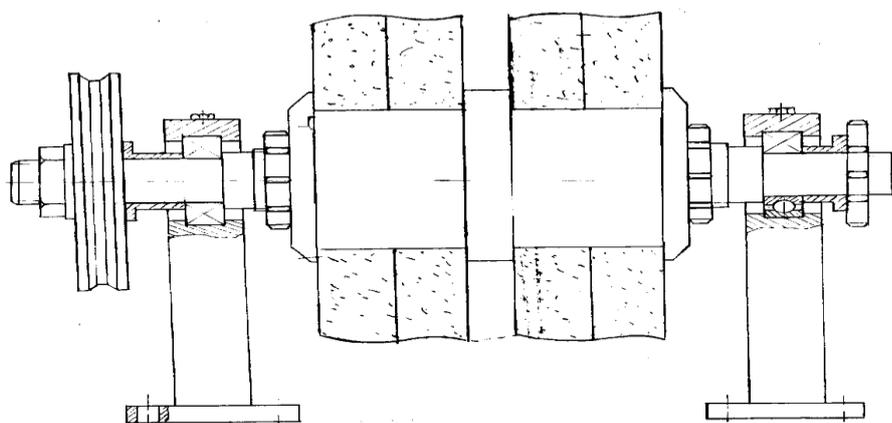
Использование в действующем технологическом процессе цанговых патронов для повышения жесткости системы СПИД в процессе точения заготовки вихревой головки, наряду с положительным эффектом приводит к возникновению неконтролируемых моментов сопротивления вращению заготовки из-за трения, которые вызывают повышенные (до  $12^\circ$ ) крутильные деформации заготовки. Это, несомненно, оказывает негативное влияние на параметры точности обработанного винта.

Для устранения отрицательного эффекта цанговых патронов предлагается заменить их вращающиеся вместе с заготовкой трехкулачковые патроны (рис. 7). В этом случае неконтролируемое трение-скольжения будет заменено трением качения, которое не вызовет деформаций кручения заготовки в процессе ее точения вихревой головкой.



**Рисунок 7** - Новое предлагаемое станочное приспособление с трехкулачковым патроном 1- корпус; 2- подставка; 3- трехкулачковый патрон.

В целях повышения размерной и геометрической стабильности винта заменить операцию шлифования лепестковыми кругами на обработку абразивными кругами имеющими поперечный профиль, соответствующий сечению винта. Для этого разработана специальная оснастка (шлифовальная головка). Один из возможных вариантов шлифовальной головки, которая может быть использована в предлагаемом технологическом процессе обработки винтов, схематично показан на рис.8.



**Рисунок 8** - Эскиз предлагаемой шлифовальной головки, устанавливаемой на подвижном столе станка.

Основой шлифовального инструмента являются зерна абразивного материала, выполняющие функции микрорезцов, осуществляющих микрорезание обрабатываемого материала и пластическое деформирование поверхностного слоя металла. Шлифование относится к числу наиболее производительных методов чистовой обработки. В тяжелом машиностроении оно применяется для обработки наружных и внутренних цилиндрических поверхностей 2—3 классов точности и выше или же для достижения 7—8 классов шероховатости. Последние опыты показывают, что оно с успехом может применяться и в тех случаях, когда требуется поверхность 9—10 классов шероховатости.

При проведении эксперимента с использованием шлифовальных кругов содержащих зерна абразивного материала из карбида кремния, было получено шероховатость поверхности винта 8-9 класса чистоты.

#### **Библиографический список:**

1. В.С. Черников, Н.А. Печерица Опытнo-промышленное внедрение винтовых насосов в добыче нефти при повышенном содержании газа и парафина в продукции скважин месторождений Северного Кавказа./Е.Ф.Шубин, А..Я.Папалашов, У.Н.Тумалаев, М.В.
2. Омелянюк.-Сборник научных трудов по результатам НТР за 2004г., "Роснефть", 2004.
3. Ящерицын П.И. Основы технологии мезанической обработки и сборки в машиностроении./П.И. Ящерицын- "Вышэйшая школа", Минск, 1974.
4. Баранчиков В.И. и др. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/Под общ.ред. В.И. Баранникова. - М.: Машиностроение, 1990.

**УДК.620.193.16.004.624**

*Колосов К.К.*

### **О НАДДУВЕ СУДОВЫХ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ**

*KolosoV K.K.*

### **ABOUT BOOSTING OF LOW-SIZED MARINE DIESEL**

*Разработана экспериментальная установка с наддувом двигателя осуществлялся от внешнего источника сжатого воздуха. Установка позволяет проводить комплексные испытания СМД как по винтовой, так и нагрузочной характеристикам со снятием*

индикаторных и тепло-балансовых показателей форсированного дизеля при различных способах смесеобразования.

**Ключевые слова:** судовые малоразмерные дизели, винт, тепло-балансовые показатели

*Work out of experimental assembly of boost motor which carry out front end of compressed air assembly permit to do complex probe BMD as airscrew and load characteristic with indicator test and warm-balance factors of diesel engine in a variety ways of mixing. .*

**Key words:** boosting of low-sized marine diesel, airscrew, warm-balance factor

С каждым годом к выпускаемым двигателям предъявляются все большие требования с точки зрения энергоэффективности, экологичности, себестоимости, снижения затрат на обслуживание.

В настоящее время, одним из наиболее эффективных способов повышения технического уровня судовых малоразмерных дизелей (СМД) является форсирование по среднему эффективному давлению применением систем наддува, которое направлено на повышение агрегатной и удельной мощности, снижение удельного расхода топлива и смазки, уменьшение токсичности выбросов двигателей и удельных массогабаритных показателей, снижение шумности.

Несомненная перспективность применения наддува на СМД с целью повышения их технико-экономических и экологических показателей в первую очередь требует проведения многоплановых расчетных и экспериментальных научных исследований влияния различных факторов на эффективность наддува этих дизелей.

Основоположниками этих работ можно считать группу авторов Феофилов В.И., Дубнер Б. Г., Гришаев А. С., Саидов В. Н., которые еще в 1967 году на заводе «Дагдизель» проводили комплексные испытания дизеля марки 6Ч9,5/11 (номинальная мощность  $N_{ен} = 33$  кВт) с целью оценки в первом приближении возможности форсирования дизеля по среднему эффективному давлению посредством турбокомпрессора ТКР-8,5 и выявления износов основных деталей. В программу данных исследований входили пятисот часовые испытания дизеля с повышенной номинальной мощностью до  $N_e = 44$  кВт и давлением наддува  $p_k = 0,121$  МПа.

В результате испытаний были получены следующие основные результаты и выводы:

- применение турбонаддува обеспечило повышение мощности дизеля 6Ч9,5/11 с 33 до 44 кВт без значительного повышения температурной напряженности;
- в связи с повышением механического КПД улучшилась экономичность дизеля с  $g_e = 265$  г/кВт\*ч до  $g_e = 250$  г/кВт\*ч;
- износ основных деталей за время испытаний практически не отличается от износа серийных безнаддувных дизелей, что позволяет считать дизель 6Ч9,5/11 достаточно износоустойчивым;
- турбокомпрессор ТКР - 8,5 надежно обеспечивал за все время испытаний необходимое давление наддува.

Следующим этапом в исследовании применения газотурбинного наддува на СМД можно считать работы, проводившиеся с конца 1990 года по 1991 год под руководством И.Л. Блохова. В качестве объекта исследования был использован дизель 4Ч9,5/11 с камерой сгорания типа ЦНИДИ и установленным на нем турбокомпрессором ТКР-7. Турбокомпрессор был разработан и изготовлен в специальном конструкторско-технологическом бюро (СКТБ) г. Дергачи Харьковской области с диаметром колеса компрессора на входе  $D_1 = 42$  мм, безлопаточным диффузором и диаметром колеса турбины  $D_{кт} = 74$  мм. Уровень форсировки дизеля по среднему эффективному давлению был  $p_e = 0,85$  МПа. Испытания комбинированного дизеля проводились по нагрузочной характеристике при  $n = 1500$  об/мин и  $n = 1800$  об/мин с опытными ограниченными распылителями форсунок.

Из полученных нагрузочных характеристик видно, что на дизеле достигнуты положительные результаты по экономичности при наддуве по среднему эффективному

давлению до  $p_e = 0,85$  МПа. Дальнейшая форсировка возможна при организации охлаждения наддувочного воздуха. При работе двигателя с частотой вращения  $n = 1800$  об/мин лучшая согласованность работы турбокомпрессора и дизеля, что выражается в низком расходе топлива и в повышенном коэффициенте расходе воздуха. Что касается надежности работы турбокомпрессора ТКР-7 можно сказать, что существует большой запас по теплонапряженности, так как температура выхлопных газов не превышала  $450^\circ\text{C}$  при допустимой для ТКР-7 -  $700^\circ\text{C}$ . [1]

В 2007 году по договору заключенному между ФГУП «НАМИ» и ОАО «Завод Дагдизель» были проведены расчетные исследования двигателей ДП-45 и ДП-31М при их форсировании, соответственно, до  $55 \div 73,6$  кВт при  $n = 3000$  об/мин и  $40,5 \div 47,9$  кВт при  $n = 1500$  об/мин, а также поверочные расчеты коленчатого вала, поршня, поршневого пальца, шатуна и топливной аппаратуры.

Выполненные тепловые расчёты четырехцилиндровых дизелей ДП-45 и ДП-31М, показали возможность обеспечения оптимального воздуходобывания двигателей при принятом уровне форсировки и применении турбокомпрессора типоразмера ТКР 5,5 и ТОНВ с выбранными характеристиками. На основании расчетов приведены характеристики компрессора и турбины, оптимальные для каждого из двигателей.

Выполненные поверочные расчеты коленчатых валов, поршней, шатунов и поршневых пальцев дизельных двигателей ДП-45 и ДП-31М показали, что:

- коленчатые валы двигателей ДП-45 и ДП-31М выдерживают напряжения, возникающие в элементах валов при заданной форсировке;

- поршни двигателя ДП-31М в районе днища камеры сгорания и дренажных отверстий канавок для маслосъемных колец имеют напряжения, превосходящие допустимые, а в поршнях двигателя ДП-45 в указанных выше местах, напряжения также превосходят допустимые, но по величине меньше, чем у двигателя ДП-31М. В обоих случаях конструкцию поршней необходимо модернизировать и применять на двигателях охлаждение наддувочного воздуха или струйное охлаждение поршней для снижения их термической напряженности;

- прочность шатунов ДП-31М удовлетворяет техническим требованиям, но жесткость верхней и нижней головок шатунов целесообразно увеличить за счет исключения выточки в верхней головке шатуна и применения без острых кромок фаски масляного канала нижней головки шатуна;

- напряжения в шатунах двигателя ДП-45 превосходят допустимые напряжения, в связи с этим конструкция шатуна должна быть модернизирована при форсировании двигателя ДП-45 за счет увеличения его жесткости;

- прочность поршневых пальцев выдерживает заданные нагрузки при форсировке двигателей ДП-45 и ДП-31М, а запас прочности пальцев двигателя ДП-45 больше запаса прочности пальцев двигателя ДП-31М.

Проведенный анализ серийно выпускаемой ЗАО «Завод «Дагдизель» топливной аппаратуры показал, что данная аппаратура не может обеспечить высокий уровень энергии впрыскивания топлива, необходимый для получения экономических и экологических показателей двигателей ДП-45 и ДП-31М на уровне норм ЕВРО-2.

Для обеспечения требуемых параметров процесса топливоподачи для модернизируемых двигателей ДП-45 и ДП-31М при их форсировке по мощности и частоте вращения необходимо увеличение объемной скорости плунжера на участке нагнетания топлива на -30 % путем увеличения диаметра плунжера до 10 мм и хода плунжера до 11... 12 мм, использование кулачков с т.н. трехрадиусным профилем с трапециевидной формой характеристики движения плунжера и усиление прочности корпуса насоса, кулачкового вала и привода плунжера. Такие мероприятия реализуемы только в конструктивной схеме «Компакт» с закрытым корпусом и подвесными насосными секциями при сохранении габаритной длины насоса. Переход к форсированной модификации топливного насоса

также требует усиления механизма привода насоса из-за повышенных усилий на привод насоса.

Для форсированных модификаций двигателей ДП-45 и ДП-31М рекомендуются малогабаритные распылители типоразмера «Р» с диаметром направляющей части иглы 4...4,5 мм и суммарным эффективным проходным сечением распыливающих отверстий  $\mu f = 0,16 \pm 0,01$  мм<sup>2</sup>, позволяющие повысить давление начала впрыскивания до 250...260 кг/см<sup>2</sup> и обеспечить тем самым увеличение энергии впрыскивания топлива до требуемого уровня.[2]

Все вышесказанное послужило началом для исследований проводимых на кафедре «Судостроение и энергетические комплексы морской техники» Астраханского государственного технического университета под руководством д.т.н, профессора Дорохова А.Ф. После теоретического исследования рабочего процесса дизеля 2Ч9,5/11 показавшего возможность его форсирования до 15 кВт была сконструирована экспериментальная установка с наддувом. Наддув двигателя осуществлялся от внешнего источника сжатого воздуха. Установка позволяет проводить комплексные испытания СМД как по винтовой, так и нагрузочной характеристикам со снятием индикаторных и тепло-балансовых показателей форсированного дизеля при различных способах смесеобразования [3]. К основным результатам экспериментальных исследований можно отнести повышение эффективной мощности с  $N_e=10,5$  кВт до  $N_e=11,5$  кВт (10%), уменьшение удельного эффективного расхода топлива с  $g_{e,} = 0,256$  кг/кВт·ч до  $g_{e,} = 0,200$  кг/кВт·ч (22%) и другие показатели рабочего процесса [4].

Следующим шагом стало интегрирование турбокомпрессора ТКР-6 в состав газоздушную и масляную систем дизеля 4Ч9,5/11 для исследования работы наддувного дизеля. Общий вид установки представлен на рисунке 1. В ходе пусконаладочных испытаний было получено повышение мощности комбинированного дизеля до  $N_e=27$  кВт при номинальном значении  $N_e = 25$  кВт.

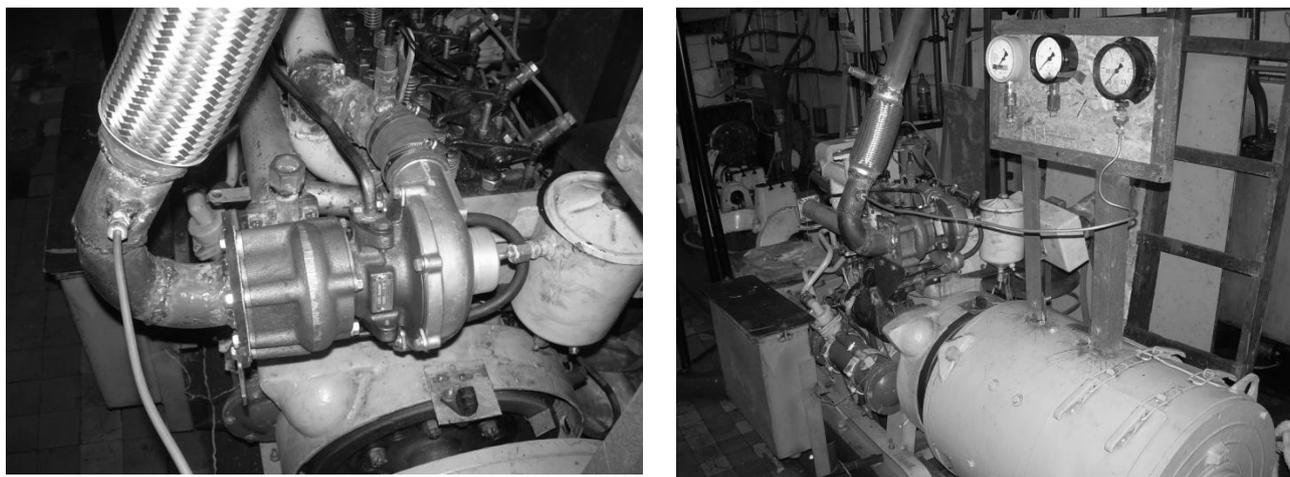


Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной установки

В заключение хотелось бы сказать, что исследования по данному вопросу являются актуальными и полученные положительные результаты могут дать хороший толчок для развития отечественных СМД и достижения ими параметров работы лучших мировых аналогов.

#### Библиографический список:

1. Доводка рабочего процесса дизеля 4Чн9,5/11 с газотурбинным наддувом с обеспечением удельного расхода топлива 231 г/кВт\*ч. Ленинград Отчет по теме 16-К. Рук. к.т.н.,с.н.с. И.Л. Блохов
2. Оценка технического уровня дизельных двигателей ОАО «Завод Дагдизель» и определение путей их модернизации. Отчет НАМИ. Договор № 40/311-07 от 29 марта 2007г.

3 Исаев А.П., Колосов К.К. Метод индицирования судовых малоразмерных дизелей// Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технологии.– Астрахань: Издательство АГТУ, 2009.– № 2.– с. 155 – 162.

4. Колосов К.К. Результаты исследования судового малоразмерного дизеля, форсированного по среднему эффективному давлению// Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технологии.– Астрахань: Издательство АГТУ, 2012. № 1. С. 103-108.

## МЕЛИОРАЦИЯ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

УДК 627.83

Сулейманов И.А-Г., Рагимова А.С.

### МОДЕЛЬ МАЛОГО ГОРНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Suleymanov I. A-G., Ragimova A.S.*

### THE MODEL OF SMALL MOUNTAIN RESERVOIR

*В данной статье представлена «модель горного водохранилища», с помощью которой разработана методика расчета объемов воды топографически малоизученных лож водохранилищ. На основе изучения параметров существующих малых горных водохранилищ, их профилей и форм выведен безразмерный «коэффициент относительной ширины водохранилища».*

**Ключевые слова:** модель малого горного водохранилища, малое водохранилище, реки Дагестана, метод аналогий, коэффициент относительной ширины водохранилища.

*In the article of «The model of small mountain reservoir» with help of work out method of account of water volume of topographic explored reservoir. On the base of the studies of small mountain reservoir, profiles and form lead out dimensionless «relative complexity factor of width reservoir».*

**Key words:** the model of small mountain reservoir, law reservoir, Daghestan river, analog method, relative complexity factor of width reservoir.

**Введение.** Для определения объемов воды в малоизученных малых водохранилищах горных регионов необходимы массовые экспедиции изыскательских партий и большие финансовые расходы.

В литературных источниках даются квалификационные характеристики водохранилищ по их глубине, площади зеркала, объему, высотному положению и описываются типизации по конфигурации (характеристики описательного типа) [1.2.3]. Это касается в основном больших или малых водохранилищ на равнинных реках. Однако в этих и других источниках не даются какие - либо геометрические модели формы водохранилищ, которые в определенных условиях (равнинные, среднегорные, горные и т.д.) позволили бы приближенно, количественно оценить объемы водохранилищ на речной сети в отдельных регионах.

#### **Постановка задачи.**

Разработка единой модели горного водохранилища для определения объемов воды в малоизученных водохранилищах горных регионов.

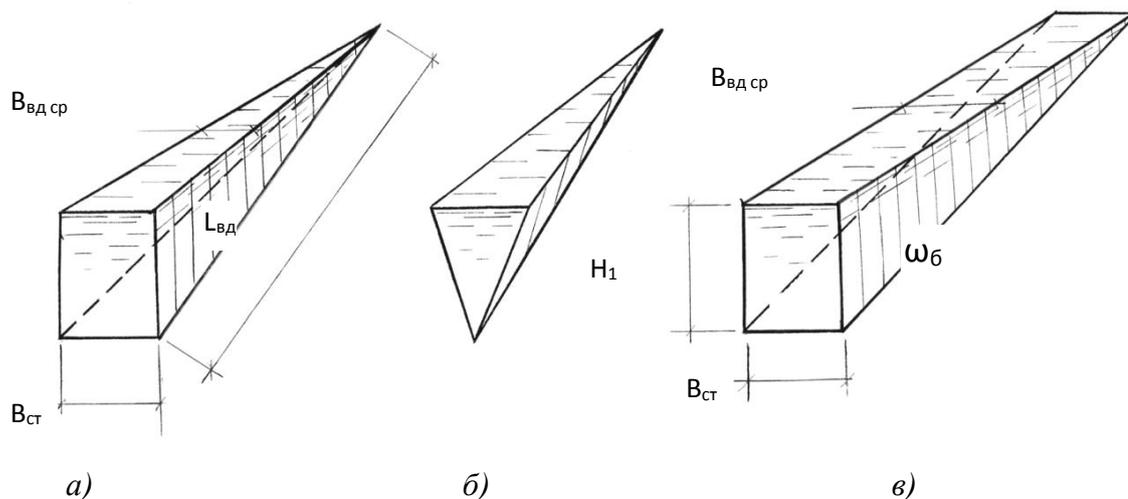
#### **Результаты исследований.**

Учитывая многообразие форм водохранилищ в поперечных сечениях и в плане, взять за основу какую - либо из реальных форм для моделирования всех остальных водохранилищ малой речной сети практически невозможно. Например, поперечные сечения водохранилищ в горах и в предгорье могут быть любых очертаний: от правильных геометрических фигур до произвольных. Причем поперечные сечения могут меняться по длине водохранилищ.

В плане водохранилища также могут иметь любую конфигурацию: узкая и вытянутая; извилистая с многочисленными рукавами; широкая с отмелями и т.д.

Для разработки единой модели горного водохранилища были рассмотрены несколько вариантов «правильных» геометрических фигур, три из которых показаны на

рисунке 1: *a* – коническое, прямоугольного поперечного сечения; *б* – коническое, треугольного сечения и *в* – призматическое, прямоугольного сечения. Для любого из этих моделей известными величинами являются глубины водохранилищ у створов ( $H_1$ ) и средние длины водохранилищ. Однако этих данных для определения объемов водохранилищ не хватает, поэтому прямое решение задачи невозможно.



**Рисунок 1** - Рассматриваемые формы моделей малых водохранилищ

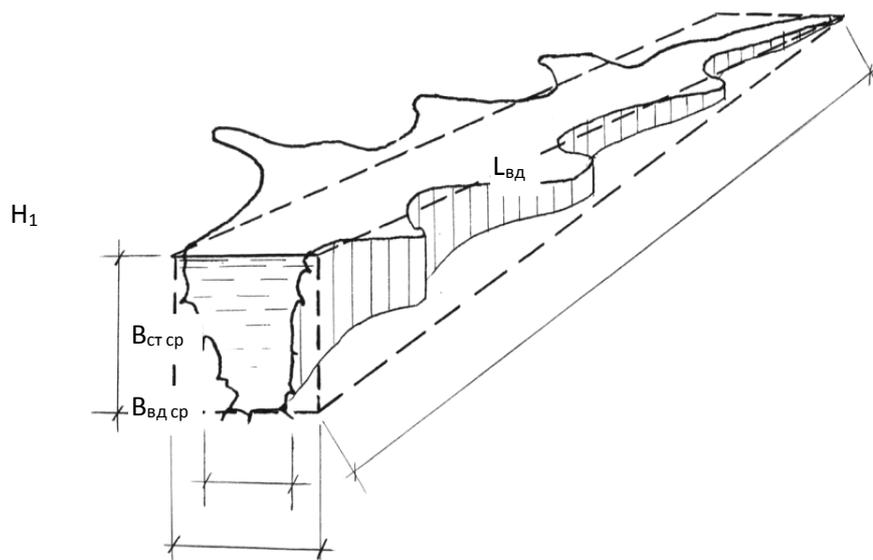
Учитывая вышеизложенное, для разработки единой модели и решения задачи «определения объемов водохранилищ на малых реках» в рамках моделей рисунка 1 (*a*, *б*, *в*) был применен метод аналогий, исходящий от уже известных параметров существующих водохранилищ или известным параметром спроектированных. Основными из этих параметров являются: глубина водохранилища у створа ( $H_1$ ), длина водохранилища ( $L_{вд}$ ) и полный объем водохранилища ( $W_{пол}$ ) при НПУ.

Зная полный объем водохранилища, при постоянных значениях  $H_1$  и  $L_{вд}$  становится возможным манипулирование геометрическими моделями, с целью определения других необходимых параметров, например – средней ширины водохранилища ( $B_{ср.в}$ ). Рассмотрение вариантов (*a*, *б* и *в*) моделей показало, что наиболее простой и понятной является вариант *в* – призматический, с прямоугольным сечением.

Варианты моделей *a*) и *б*) рис. 1 дают более сложные формулы определения  $B_{вд.ср}$  и полного объема  $W_{пол}$  при тех же значениях  $L_{вд}$  и  $H_1$ , при этом, объемы водохранилищ, исходящие из метода аналогов, должны быть одинаковы во всех трех случаях. В вариантах *a*) и *б*) ширина створа всегда будет больше средней ширины водохранилища ( $B_{ст} > B_{вд.ср}$ ), что маловероятно. В результате за основной принята модель рис. 1., *в*.

На рисунке 2 показана схема перехода от водохранилища произвольной формы к принятой расчетной модели. При этом полученные расчетным путем величины  $B_{вд.ср}$  могут быть больше, меньше или равны реальной средней ширине створа  $B_{ст.ср}$ . На рис. 2 средняя ширина водохранилища больше средней ширины створа, т.е.  $B_{вд.ср} > B_{ст.ср}$ . Как указывалось выше, могут быть случаи, когда  $B_{вд.ср} < B_{ст.ср}$  и  $B_{вд.ср} = B_{ст.ср}$ .

В моделях *a*) и *б*) рис. 1, при одном и том же объеме водохранилища и прочих равных условиях средняя ширина водохранилища  $B_{вд.ср}$  всегда будет меньше средней ширины створов  $B_{ст.ср}$ , т. е.  $B_{вд.ср} < B_{ст.ср}$ , что менее справедливо для случаев реальных водохранилищ. Эти выкладки подтверждаются расчетными зависимостями при работе над моделями *a*) и *б*) рис.1.



**Рисунок 2** - Схема перехода от водохранилища произвольной формы к основной расчетной модели (к модели *в*, рис.1)

Для окончательно выбранной модели простота метода расчета заключается в том, что:

1. Площадь сечения боковой проекции водохранилища на вертикаль равна

$$\omega_6 = H_1 L_{вд} / 2, \text{ м}^2 \quad (1)$$

2. Полный объем водохранилища равен

$$W_{пол} = \omega_6 \cdot B_{вд.ср}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

В этой модели неизвестными параметрами являются  $W_{пол}$  и  $B_{вд.ср}$ . В такой постановке определение объемов водохранилищ невозможно.

Учитывая это, и был применен метод аналогий, когда одна из неизвестных в формуле (2) величин –  $B_{вд.ср}$ , определяется на основе реальных водохранилищ (существующих, строящихся и запроектированных) с известными значениями  $H_1$ ,  $L_{вд}$  и  $W_{пол}$ .

Для этого вводится безразмерный параметр «относительной ширины водохранилища» -  $\eta_{вд}$ , это отношение средней ширины водохранилища  $B_{вд.ср}$  к глубине водохранилища у створа  $H_1$ , т.е.

$$\eta_{вд} = \frac{B_{вд.ср}}{H_1} \quad (3)$$

С целью определения среднего значения «коэффициента относительной ширины» для определенного горного региона (Дагестана) были изучены данные по известным (построенным, строящимся и спроектированным) малым горным водохранилищам. Во

всем диапазоне высот гор, при среднегодовых расходах соответствующих малым и мельчайшим рекам. Через известные данные об этих водохранилищах ( $W_{пол}$ ,  $H_1$ ,  $L_{вод}$ ) были определены проекции площадей водохранилищ  $\omega_6$  и средние размеры ширины водохранилищ

$$B_{вод.ср} = W_{пол}/\omega_6, \text{ м} \quad (4)$$

После определения  $B_{вод.ср}$  были рассчитаны «коэффициенты относительной ширины» по формуле (3). Исходные и расчетные данные по известным случаям водохранилищ Дагестана внесены в таблицу 1. В эту же таблицу внесены данные об абсолютных отметках НПУ (по Балтийской системе), средним уклонам дна рек (и водохранилищ) среднегодовые расходы рек в рассматриваемых створах. Это сделано для оценки влияния на величины  $\eta_{вод}$  этих данных.

Данные таблицы 1 показывают, что наименьшие (0,8) и наибольшие (6,6 и 5,0) значения коэффициента  $\eta_{вод}$  получаются как в предгорье, так и в горной зоне. В некоторых случаях на величину  $\eta_{вод}$  серьезное влияние оказывает устанавливаемая по топографическим и народнохозяйственным значениям глубина водохранилища у створа –  $H_1$ .

По 10 известным случаям водохранилищ на малых и мельчайших реках Дагестана (таблица 1) среднее значение коэффициента относительной ширины водохранилища получилось равным  $\eta_{вод} = 2,7$ .

Для сравнения с вышеприведенным значением коэффициента  $\eta_{вод}$  для малых водохранилищ были проведены аналогичные расчеты по известным водохранилищам Дагестана на больших реках (таблица 1).

Расположение этих водохранилищ в высотном диапазоне колеблется от 156 до 1000 метров, средние уклоны дна водохранилищ от 0,0037 до 0,018 (т.е. значительно меньше, чем водохранилищ на малых реках), а  $H_1$  имеют значения от 50 до 200 метров. Несмотря на различия в этих и других параметрах водохранилищ, коэффициенты  $\eta_{вод}$  для больших водохранилищ изменяются в пределах от 2,2 до 5,0, т.е. примерно в 2,3 раза. При этом средняя величина коэффициента  $\eta_{вод}$  для всех пяти случаев равна 3,2, т.е. практически равна среднему коэффициенту  $\eta_{вод}$  7-ми первых случаев водохранилищ верхней части таблицы 1 (по малым водохранилищам), соответствующих примерно тому же диапазону по высоте.

Это укрепляет во мнении, что разброс величин  $\eta_{вод}$  в одном и том же регионе гор (например, Дагестан) будет не столь велик независимо от величины реки (большой или малой), хотя тенденция к уменьшению значений  $\eta_{вод}$  для водохранилищ на малых реках с увеличением высоты гор существует.

Малые значения  $\eta_{вод}$  в таблице 1 по предгорной зоне объясняются еще и тем, что выбор водохранилищ в этой зоне приурочивался к узким створам на реках.

Для сравнения с полученными выше результатами были определены коэффициенты  $\eta_{вод}$  для водохранилищ на больших равнинных реках Европейской части страны и на Сибирских реках в условиях среднегорья. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Они показывают, что для равнинных рек Европейской части страны коэффициент  $\eta_{вод}$  меняется от 99 до 467, а для Сибирских рек в условиях среднегорья от 19 до 63.

При учете большого количества водохранилищ в этих регионах произойдет расширение диапазона величин  $\eta_{вод}$  в обе стороны.

**Таблица 1 - Определение коэффициентов относительной ширины малых водохранилищ в разных высотных диапазонах гор Дагестана**

п.п	Отметка НПУ	Ср. уклон $i_{ср}$	Среднегодовой расход $Q_{ср}$ , $м^3/с$	$H1$ , м	$L_{вд}$ , м	$W_{пол}$ , тыс. $м^3$	$\omega_6$ , $м^2$	$Ввд.ср$	Коэффициент ширины водоохран. $\eta_{вд}$	Река и место створа
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Водохранилища на малых и мельчайших реках Дагестана										
1	160,0	0,013	0,16	25	2000	1950	25000	78	3.1	Ачи-су у п. Ачи-су
2	200,0	0,015	4,21	35	2230	2700	40780	66	1.9	Манас-Озень у с. Карабудахкент
3	240,0	0,020	0,03	8	400	84	1600	53	6.6	Шауденек у с. Карабудахкент
4	450,0	0,025	0,40	18	720	90	6480	14	0.8	Карчаг-су У с. Зизик
5	1100,0	0,072	0,18	4	56	1	113	8,8	2.2	Салтынка у с. Салта
6	1140,0	0,013	1,89	30	2310	2770	34650	80	2.7	Акуша у с. Аметерк
7	1180,0	0,034	0,32	4,1	120	5	246	20,3	5.0	Накхер у с. Леваши
8	1560,0	0,125	0,04	5,0	40	0,4	100	4,0	0.8	Мугинка У с. Муги
9	1730,0	0,030	0,72	26	870	352,9	11310	31,2	1.2	Улучай у с.Кунки
10	1820,0	0,041	3,83	45	1100	3020	24750	122	2.7	Ценарок выше с. Тлянада
Водохранилища на больших реках Дагестана										
1	156,0	0,0037	175,0	60,4	15000	47000	281250	146	2,4	Миатлинское водохранилище
2	355,0	0,0037	175,0	200	40000	2780000	4100000	678	3,3	Чиркейское водохранилище
3	547,0	0,004	120,0	100	25000	700000	1400000	500	5,0	Ирганайское водохранилище
4	858,0	0,013	19,20	50,0	3800	10580	86200	111	2,2	Кара-Койсу Гунибский гидроузел
5	1000,0	0,018	14,81	50,0	2800	10500	70000	150	3,0	Казикумухское Койсу выше с. Ташкапур

**Таблица 2** - Примеры коэффициентов относительной ширины водохранилищ на больших реках Европейской части страны и Сибири

Названия водохранилища и реки	H1, м	Lвх, км	Wпол, млрд. м <sup>3</sup>	ωб млн. м <sup>2</sup>	Vср, м	η <sub>вод</sub>
1	2	3	4	5	6	7
Водохранилища на больших реках Европейской части России и Украины						
Воткинское, р. Кама	23	360	9,4	4,14	2271	99
Горьковское, р. Волга	17	430	8,8	3,655	2408	142
Куйбышевское, р. Волга	29	650	58,0	9,425	6154	212
Волгоградское, р. Волга	27	540	31,4	7,29	4307,3	160
Цимлянское, р. Дон	26	360	23,9	4,680	5107	196
Киевское, р. Днепр	12	110	3,7	0,660	5606	467
Водохранилища в Сибири в условиях Среднегорья						
Бурейская, р. Буря	124	150	22,5	9,300	2419	19,5
Бухтарминская, р. Иртыш	67	350	49,6	11,725	4230	63
Вилуйское, р. Вилуй	68	470	35,9	15,980	2247	33
Красноярское, р. Енисей	100	390	73,3	19,500	3759	38

### Заключение

Получены данные по определению суммарного объема воды во всех реально возможных водохранилищах на малой речной сети Дагестана. Применяя полученную среднюю величину «коэффициента относительной ширины водохранилища» по определенному горному региону, можно приближенно определять объемы водохранилищ на малых горных реках этих регионов (на основе параметра аналога  $\eta_{вод}$ ).

### Библиографический список:

1. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. «Водохранилища». Природа мира. М., Мысль, 1987, 325с.
2. Авакян А.Б., Шарапов В.А. «Водохранилища гидроэлектростанций СССР». Природа мира. М., 1977.
3. Фортунов М.А. «Типизация и группировка Водохранилищ различного хозяйственного назначения». Материалы межвузовской научной конференции по вопросам изучения влияния водохранилищ на природу и хозяйство окружающих территорий. Калинин, 1970.

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 624.011.1

*Устарханов О.М., Муселемов Х.М., Киявов У.А., Устарханов Т.О.*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ И ФОРМ СОТОВОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ТРЕХСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ДЕЙСТВИИ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

*Ustarkhanov O.M., Muselemov Kh.M., Kiayvov U.A., Ustarkhanov T.O.*

### DETERMINATION OF THE OPTIMAL SIZE AND FORM OF HONEYCOMB FOR A SANDWICH AT THE ACTION OF STATIC LOAD

*Работа посвящена теоретическим исследованиям приведенных характеристик четырехгранного (квадратного), шестигранного и цилиндрического (круглого) сотового заполнителя.*

*Данные теоретических исследований позволяют определить несущую способность трехслойных балок (ТБ) с четырехгранным, шестигранным и цилиндрическим сотовым заполнителем и сравнить, балка с какой формой и размером обладает большей несущей способностью, что представляет интерес инженерно-технических работников и проектировщиков.*

*Ключевые слова:* четырехгранный, шестигранный, цилиндрический, сотовый заполнитель, трехслойный, несущий слой.

*The work is devoted to theoretical investigations of the characteristics of a tetrahedral (square), hex and cylindrical (circular) honeycomb.*

*Evidence of theoretical researches allows to determine the carrying capacity of sandwich beams (TB), square, hexagonal and a cylindrical paper honeycomb and compare beam with any shape and size and has a greater load-bearing capacity, which is of interest technicians and designers.*

*Key words:* square, hexagon, cylindrical, honeycomb core, three-layer, bearing layer.

В настоящее время в области строительства, машиностроения, судостроения, авиации, космонавтики широко применяют легкие конструкции.

Наиболее перспективными легкими конструкциями являются многослойные конструкции, имеющие высокую жесткость при малом весе. Особенно это относится к трехслойным конструкциям с сотовыми заполнителями. Известно, что трехслойная конструкция состоит из двух внешних, сравнительно тонких слоев и толстого среднего слоя (заполнителя).

Заполнитель изготавливается в заводских условиях, что обеспечивает наименьшие отклонения требуемых их размеров. Размеры сот колеблются от нескольких миллиметров до десятков сантиметров, в зависимости от назначения конструкции.

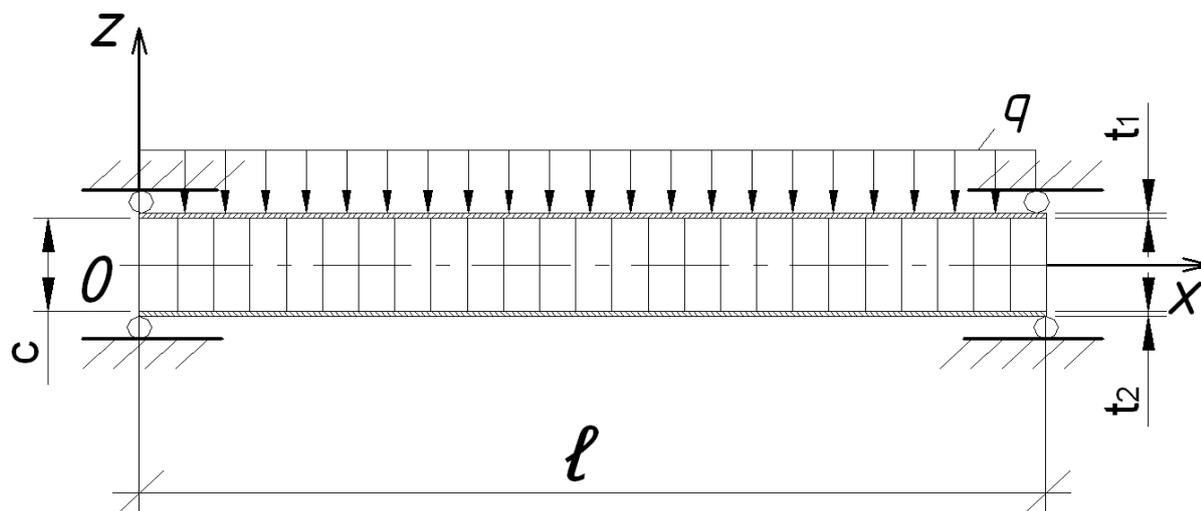
Несущие слои воспринимают продольные нагрузки (растяжение, сжатие, сдвиг) в своей плоскости и поперечные изгибающие моменты. Заполнитель воспринимает поперечные силы при изгибе и обеспечивает совместную работу и устойчивость несущих слоев. Способность заполнителя воспринимать нагрузку в плоскости несущих слоев зависит от конструкции заполнителя и его жесткостных характеристик.

Внешние, так называемые несущие слои, изготавливаются из прочных материалов (стали, сплавов легких металлов, дерева, армированной волокном пластмассы, бетона или асбестоцемента и др.). Внутренний слой – заполнитель – изготавливается из относительно малопрочных материалов с малой плотностью (из пробки, резины, древесины,

пластмассы, вспененного полимерного материала, а также из легкого металла в форме сот, перемычек, гофрировки или другой конструкции). Выбор формы сот зависит от формы трёхслойной конструкции и выполняемой ею функции. Механические свойства сотового заполнителя зависят главным образом от толщины стенок и размера грани ячеек.

Для определения оптимальных размеров и форм сотового заполнителя проведен теоретический расчет ТБ с четырехгранным, шестигранным и цилиндрическим сотовым заполнителем одинаковой площадью основания и объемом ячейки по известной методике изложенной в справочнике под общей редакцией В.Н. Кобелева [1].

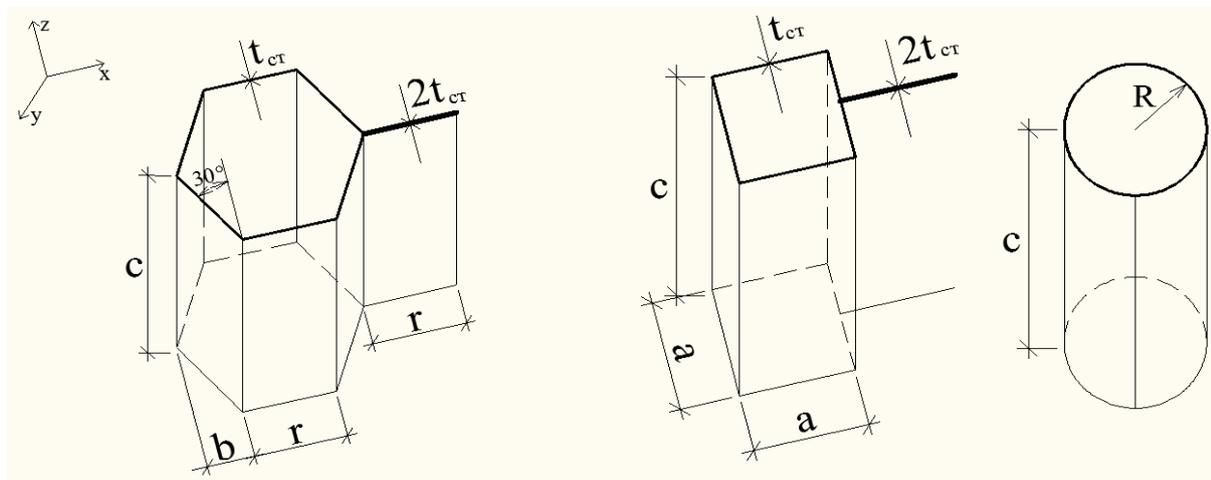
В качестве примера рассматривалась шарнирно опертая ТБ (рис.1) длиной  $L=70\text{см}$ , а ширина менялась в зависимости от размера грани ячейки заполнителя. Толщина несущих слоёв  $1\text{мм}$ , толщина заполнителя  $0.12\text{мм}$ . Несущие слои из алюминия АМГ2-Н, а сотовый заполнитель из сплава алюминия Д16-АТ. Высота ТБ менялась от  $4$  до  $8\text{см}$  с градацией  $2\text{см}$ .



**Рисунок 1** - Балка, шарнирно опертая и нагруженная усилием  $q$ , равномерно распределённым по поверхности

Для расчёта таких конструкций необходимо знать приведённые характеристики сотового заполнителя.

С целью определения приведённых характеристик сотового заполнителя, из заполнителя ТБ (рис.1) вырезаем элементарную ячейку (рис.2).



**Рисунок 2** - Элементарные ячейки шестигранного, четырехгранного и цилиндрического сотового заполнителя

Условный предел прочности при сжатии в направлении оси z для шестигранного и четырехгранного сотового заполнителя равен:

$$\sigma_{ззВ} = K_{пр} * K_1 * K_3 * E_{мз} * \left(\frac{t_{ст}}{b}\right)^2;$$

для цилиндрического сотового заполнителя:

$$\sigma_{ззВ} = \frac{E_{мз} * \pi * t_{ст}^2 * K_3}{2 * r^2 * \sqrt{3(1 - \nu_{мст}^2)}};$$

где:

Направлению x соответствует цифра 1, y – цифра 2, z - цифра 3;

$K_{пр}$ – коэффициент прерывистости;

$K_1$ – коэффициент, зависящий от соотношения размеров сот;

$K_3$ – коэффициент, зависящий от материала заполнителя, для алюминиевых сот  $K_3=0,275$  ;

$E_{мз}$ – модуль упругости заполнителя ( $E_{мз}=690000$  кгс/см<sup>2</sup>);

$t_{ст}$ – толщина стенки заполнителя;

a,b,c,r,R – параметры сотового заполнителя (рис. 2);

$$K_{пр} = \frac{V_{мз}}{V_{яч}};$$

для шестигранного сотового заполнителя:

$$V_{мз} = 8 * t_{ст} * r * c; \quad V_{яч} = S_{осн} * c; \quad S_{оснпр} = 2.6 * r^2;$$

для четырехгранного сотового заполнителя:

$$V_{мз} = 6 * t_{ст} * a * c; \quad V_{яч} = S_{осн} * c = a^2 * c;$$

для цилиндрического сотового заполнителя:

$$V_{мз} = 2\pi R * t_{ст} * c; \quad V_{яч} = S_{осн} * c = \pi R^2 * c;$$

$V_{мз}$  – объём материала заполнителя;

$V_{яч}$  – объём ячейки заполнителя;

$S_{осн}$  – площадь основания ячейки.

Максимальные нормальные напряжения в верхнем несущем слое ТБ равны:

$$\sigma_{12} = \frac{q * \bar{B}_2}{2 * B_{тр} * (h_2 - h_1)^2} * \left( \frac{c * B_{тр}}{G_{133}} + \frac{l^2}{8} \right) - \frac{q}{h_2 - h_1} * \frac{c * B_{тр}}{t_1 * G_{133}};$$

Максимальный прогиб в середине ТБ равен:

$$W_{\max} = \frac{q * l^2}{8 * B_{\text{тр}} * (h_2 - h_1)^2} * \left( \frac{c * B_{\text{тр}}}{G_{133}} + \frac{5 * l^2}{48} \right);$$

где:

$$\bar{B}_2 = \frac{2 * B_{\text{тр}} * (h_2 - h_1) + t_2 * B_2}{t_2};$$

$$B_{\text{тр}} = \frac{B_1 * B_2}{B_1 + B_2}; \quad B_1 = \frac{E_1 * t_1}{1 - \gamma_1^2}; \quad B_2 = \frac{E_2 * t_2}{1 - \gamma_2^2};$$

$$h_1 = t_1 * (1 + \xi_1) / 2; \quad h_2 = -t_2 * (1 + \xi_2) / 2; \quad \xi_1 = \xi_2 = \frac{c}{t_{1,2}};$$

для шестигранного сотового заполнителя:

$$G_{133} = 0,879 * \frac{t_{\text{ст}}}{r} * G_{\text{м3}};$$

для четырехгранного сотового заполнителя:

$$G_{133} = \frac{t_{\text{ст}}}{a} * G_{\text{м3}};$$

для цилиндрического сотового заполнителя:

$$G_{133} = \frac{t_{\text{ст}}}{R} * G_{\text{м3}};$$

$G_{133}$  – приведённый модуль сдвига в плоскости  $xOz$ ;

$G_{\text{м3}} = 270000 \text{ кгс/см}^2$  – модуль сдвига заполнителя;

$B$  – жёсткость стенки заполнителя.

Результаты расчетов приведены в таблицах 1 ÷ 3.

**Таблица 1** - Результаты расчетов ТБ с четырехгранным сотовым заполнителем

q, МПа	l, см	c, см	a, см	$G_{133}$ , МПа	$\sigma_{12}$ , МПа	$W_{\max}$ , мм
0.065	70	4	0.8	405	-99.62	3.307
			2.4	133.88	-99.92	3.781
			4	81	-100.22	4.243
		6	0.8	405	-64.09	1.547
			2.4	133.88	-63.88	1.868
			4	81	-63.68	2.18
		8	0.8	405	-49.83	0.907
			2.4	133.88	-49.99	1.149
			4	81	-50.14	1.386

**Таблица 2 - Результаты расчетов ТБ с шестигранным сотовым наполнителем**

q, МПа	l, см	c, см	r, см	G <sub>133</sub> ; МПа	σ <sub>12</sub> , МПа	W <sub>max</sub> , мм
0.065	70	4	0.5	569.59	-99.57	3.237
			1.5	189.86	-99.79	3.573
			2.5	113.91	-100	3.906
		6	0.5	569.59	-61.12	1.501
			1.5	189.86	-62.97	1.726
			2.5	113.91	-63.83	1.951
		8	0.5	569.59	-49.81	0.872
			1.5	189.86	-49.92	1.043
			2.5	113.91	-50.03	1.213

**Таблица 3 - Результаты расчетов ТБ с цилиндрическим сотовым наполнителем**

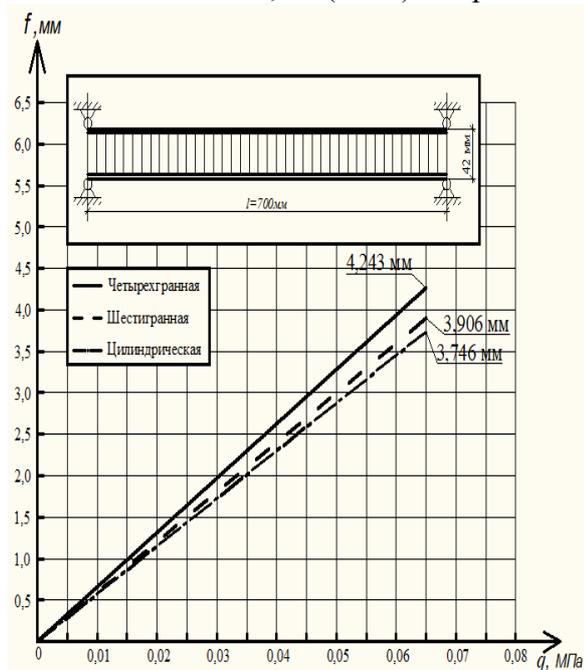
q, МПа	l, см	c, см	R, см	G <sub>133</sub> ; МПа	σ <sub>12</sub> , МПа	W <sub>max</sub> , мм
0.065	70	4	0.45	720	-99.55	3.205
			1.4	231.42	-99.73	3.483
			2.3	140.86	-99.9	3.746
		6	0.45	720	-64.13	1.477
			1.4	231.42	-64.01	1.665
			2.3	140.86	-63.9	1.844
		8	0.45	720	-49.80	0.855
			1.4	231.42	-49.89	0.997
			2.3	140.86	-49.98	1.131

Сравнение результатов теоретических расчетов показывает, что напряжения в несущих слоях ТБ не значительно зависят от принятых площадей и форм сотовых наполнителей при одной и той же высоте, но на прогиб влияние принятых размеров и форм сотовых наполнителей значительно.

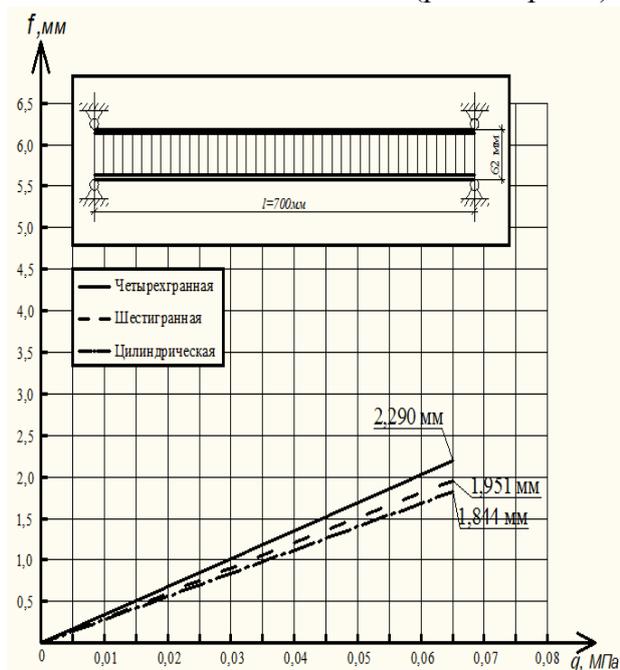
И в целом по результатам теоретических расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Прогибы в ТБ с четырехгранным сотовым наполнителем больше прогибов ТБ с шестигранным сотовым наполнителем (при изменении площадей основания сот) на

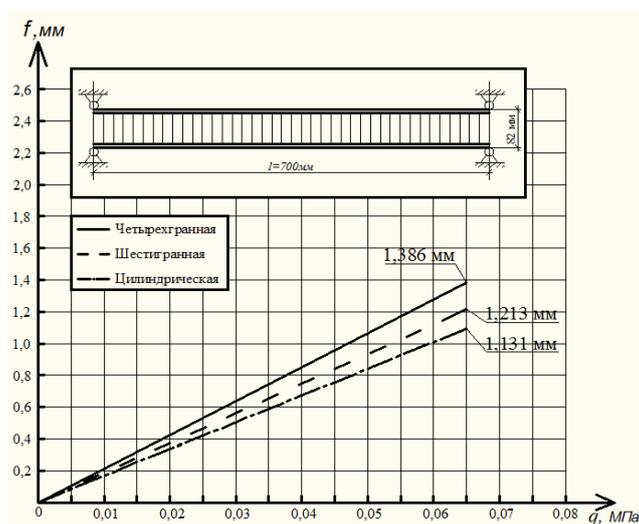
(2÷8) % при высоте сотового заполнителя  $s=4\text{см}$ , на (3÷10) % при высоте сотового заполнителя  $s=6\text{см}$ , на (4÷12) % при высоте сотового заполнителя  $s=8\text{см}$  (рис.3 – рис.5).



**Рисунок 3** - График зависимости прогибов от нагрузки для ТБ с площадью основания соты равным  $16.25\text{см}^2$



**Рисунок 4** - График зависимости прогибов от нагрузки для ТБ с площадью основания соты равным  $16.25\text{см}^2$



**Рисунок 5** - График зависимости прогибов от нагрузки для ТБ с площадью основания соты, равным  $16.25\text{см}^2$

2. Прогибы в ТБ с шестиугольным сотовым заполнителем больше прогибов ТБ с цилиндрическим сотовым заполнителем (при изменении площадей основания сот) на (1÷4) % при высоте сотового заполнителя  $s=4\text{см}$ , на (2÷5) % при высоте сотового заполнителя  $s=6\text{см}$ , на (3÷7) % при высоте сотового заполнителя  $s=8\text{см}$  (рис.3 – рис.5).

3. Прогибы в ТБ с четырехугольным сотовым заполнителем больше прогибов ТБ с цилиндрическим сотовым заполнителем (при изменении площадей основания сот) на (3÷12) % при высоте сотового заполнителя  $s=4\text{см}$ , на (5÷15) % при высоте сотового заполнителя  $s=6\text{см}$ , на (6÷18) % при высоте сотового заполнителя  $s=8\text{см}$  (рис.3 – рис.5).

4. При увеличении высоты сотового заполнителя ТБ с=4см до с=6см прогибы увеличивались на (48÷53) %, а напряжения в верхнем несущем слое увеличивались на (35÷38) %, а при увеличении высоты сотового заполнителя ТБ с=6см до с=8см, прогибы увеличивались на (35÷40) %, а напряжения в верхнем несущем слое увеличивались на (20÷22) % (рис.3 – рис.5).

Исходя из выше изложенного можно сделать общий вывод, что из выбранных для расчета форм сотовых заполнителей самым оптимальным по всем параметрам является ТБ с цилиндрическим сотовым заполнителем.

#### **Библиографический список:**

1. Кобелев В.Н., Коварский Л.М., Тимофеев С.И. Расчет трехслойных конструкций// М.: Машиностроение, 1984. 304с.

**УДК 69.059**

*Мажиев Х.Н., Батаев Д.К-С., Духаев Х-М.С., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х.*

#### **РЕГУЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ**

*Mazhiev Kh.N., Bataev DK-S., Dukhaev Kh-M.S., Mazhiev K.Kh., Mazhieva A.Kh.*

#### **REGULATION OF SEISMIC LOAD ON BUILDINGS SEISMIC DEVICES**

*Рассматриваются вопросы регулирования сейсмической нагрузки на сооружения с помощью кинематических опор из высокопрочного бетона на пропитанном крупнозернистом заполнителе и сейсмоизолирующих тарельчатых опор. Приводятся результаты экспериментальных исследований, связанные с получением нового крупнозернистого заполнителя и работы конструкции сейсмоизолирующих опор. Затрагиваются вопросы взаимодействия сил в полусферических опорах при колебательном процессе.*

**Ключевые слова:** *сейсмическая нагрузка, сейсмоизолирующая опора, фундамент, бетон, испытания, регулирование, воздействия.*

*The issues of regulation of seismic loads on structures using kinematic supports of high-strength concrete on the impregnated coarse aggregate and seismic isolation bearings Belleville. The results of experimental studies related to the obtaining of a new coarse aggregate and construction of seismic isolation bearings. Addresses the issues of interaction forces in the hemispherical supports vibration process.*

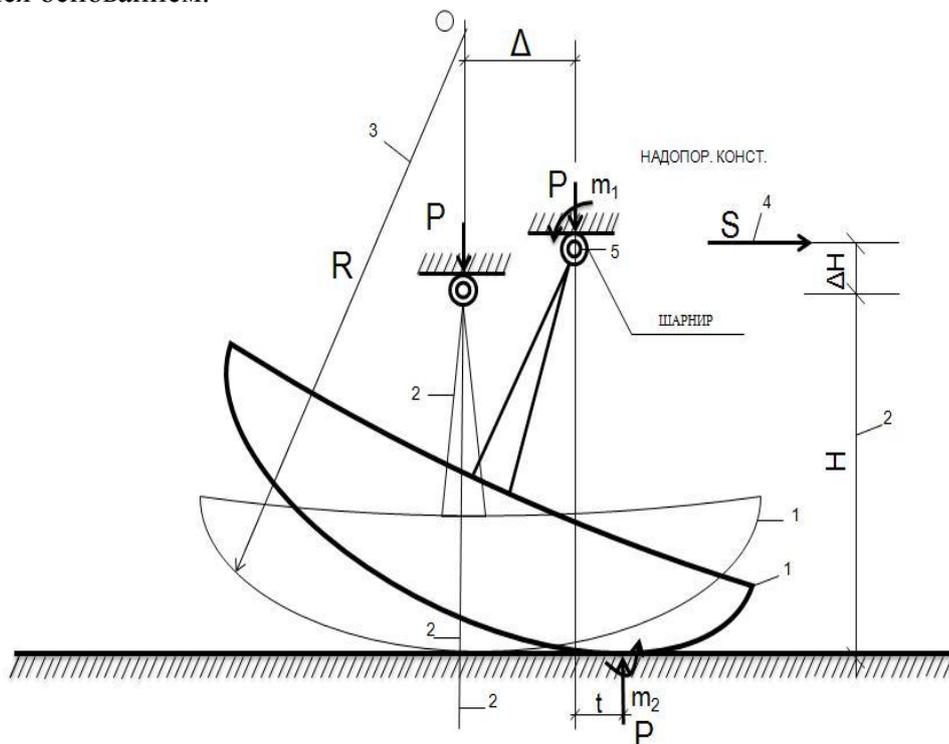
**Key words:** *seismic load, seismic isolation bearing, foundation, concrete, testing, regulation, impact.*

Как отмечается в работе [1, 8-10], на современном этапе наиболее часто используются два подхода регулирования сейсмостойкости: рассеяние энергии и сейсмоизоляция. Различие сложившихся подходов обусловлено конструктивным решением рассматриваемых сооружений, желаемым способом регулирования динамических характеристик и видом используемого сейсмоизолирующего устройства.

Под руководством доктора технических наук Черепинского Ю.Д. разработан и запатентован способ регулирования сейсмической нагрузки на здания и сооружения [2], который заключается в том, что при горизонтальной сейсмической нагрузке на надземные

объекты (здания и сооружения) осуществляется за счет опор 3-х и более кинематических фундаментов, каждый из которых представлен твердым телом высотой с выпуклой шаровой нижней поверхностью радиуса с центром кривизны на вертикальной оси симметрии и опирающимся на твердое плоское основание, при этом регулирование достигается изменением величины радиуса (R) и высоты (H) соотношением  $R \geq H$ , твердости используемого материала и шарнирного соединения объекта с колеблющимся основанием (рис. 1).

Способ поясняется рисунком 1, где фундамент – 1, на котором базируется шаровая поверхность – 2, имеющий различный радиус – R в зависимости от высоты здания – H; 3 – радиус выпуклой шаровой нижней поверхности; 4 – сейсмическая нагрузка на объект при горизонтальном перемещении основания; 5 – шарнирное соединение объекта с колеблющимся основанием.



**Рисунок 1** - Устройство для регулирования сейсмической нагрузки на здания и сооружения

Требования надежности в эксплуатации и экономичности изготавливаемых конструкций опор обусловили получение высокопрочного бетона из недорогого и доступного сырья, имеющегося в регионах.

Проведенные в Комплексном научно-исследовательском институте имени Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Грозненском государственном нефтяном техническом университете имени академика М.Д. Миллионщикова (ГГНТУ) и Центре проблем материаловедения Академии наук Чеченской Республики (ЦПМ АН ЧР) исследования [3, 10] дали положительный результат, заключающийся в том, что из инертных и техногенных материалов ЧР (щебня, песка и углеводородных отходов нефтехимии и нефтепереработки) в лабораторных условиях получен высокопрочный бетон на крупнозернистом пропитанном заполнителе для сейсмостойких конструкций.

С целью поиска сырья для получения щебня был испытан бутовый камень из основных месторождений: ст. Первомайская, с. Толстой-Юрт, поймы реки Аргун. Результаты физико-механических испытаний по плотности и прочности приведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Результаты физико-механических испытаний бутового камня**

№.№ пп	Наименование месторождения бутового камня	Плотность кг/ м <sup>3</sup>	Прочность кг/ см <sup>2</sup>	Рекомендация
1	2	3	4	5
1	ст. Первомайская	2100	85	Пригоден в качестве несущего стенового материала
2	с. Толстой-Юрт	1900	55	Пригоден в качестве ненесущего стенового материала
3	пойма реки Аргун	2250	600	Пригоден в качестве сырья для получения фракционного щебня

Как видно из таблицы 1, бутовый камень из поймы реки Аргун может быть использован в качестве заполнителя для высокопрочного бетона. Дроблением бутового камня в лабораторных условиях был получен щебень фракции 20-40 мм, прочностью М600, плотностью (истинной-2160 кг/м<sup>3</sup>, насыпной -1400 кг/м<sup>3</sup>, средней – 1450 кг/м<sup>3</sup>), пустотностью – 38% и влажностью 4,2%. В качестве второго заполнителя был использован кварцевый песок из карьера ст. Червленной со следующими показателями: зерновой состав – средний, содержание пылевидных и глинистых частиц – 1,5%, плотность (истинная – 2605 кг/м<sup>3</sup>, насыпная – 1310 кг/м<sup>3</sup>, средняя – 1500 кг/м<sup>3</sup>), влажность – 7,5% [4]. С целью определения закономерностей был разработан ряд экспериментальных составов тяжелого бетона на пропитанном крупнозернистом заполнителе для изготовления конструкций опор.

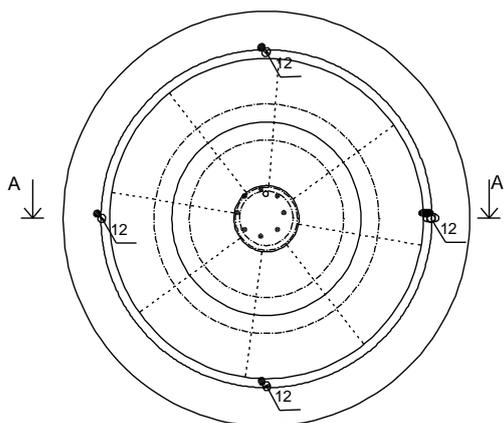
Другим видом сейсмоизолирующих конструкций, позволяющих регулировать сейсмическую нагрузку на здания и сооружения, являются сейсмоизолирующие тарельчатые фундаменты.

Нами были проведены исследования по изучению свойств металлической конструкции сейсмоизолирующей опоры – сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента на гармонические воздействия [5,6].

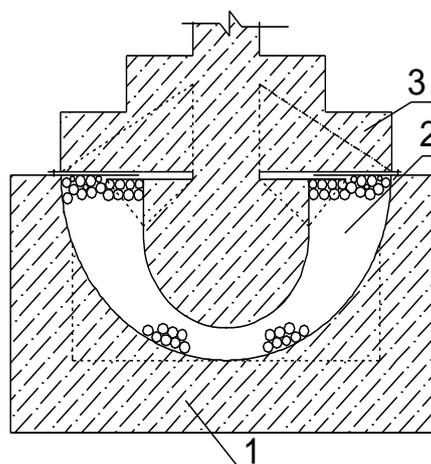
Сейсмоизолирующий тарельчатый фундамент (рис. 2, 3) состоит из нижней 1 и верхней 3 частей и промежуточного элемента 2, выполненного как камера в виде тарелки. Полость камеры заполняется шариками с вязкой масляной средой. Тарельчатый фундамент сконструирован, так что при землетрясении нижняя часть 1 фундамента с основанием колеблется, а верхняя часть 3 фундамента и жестко с ней связанное здание остаются в покое, значительно снижая инерционные сейсмические нагрузки на здание.

Общий принцип сейсмоизолирующих фундаментов состоит в том, что они включают в себя три части, две из которых – фундамент, разделенный на нижнюю часть, которая опирается на грунт, и верхнюю часть, жестко связанную со зданием. Третья часть – сейсмоизолирующая, обеспечивает силовую связь между верхней и нижней частью фундамента, обеспечивая необходимую податливость.

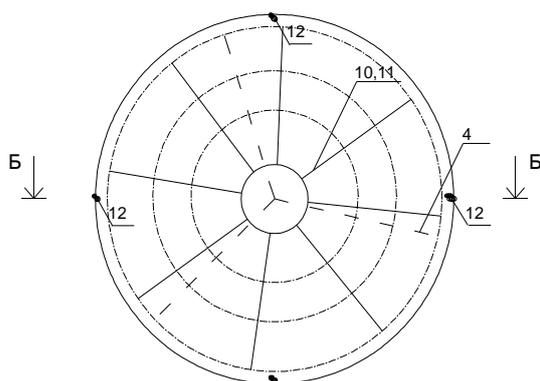
На рисунке 2 показан план тарельчатого фундамента, а на рисунке 3 – его разрез А-А. Для удобства пояснений принципа работы промежуточный элемент показан на рисунках 4 и 5.



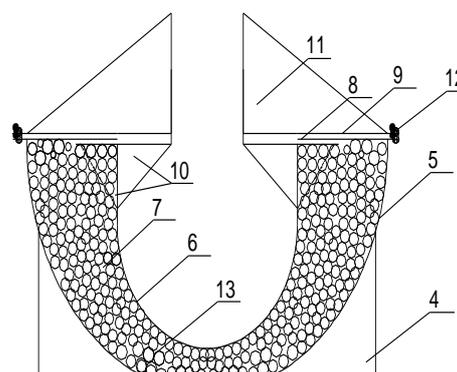
**Рисунок 2 - План сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента**



**Рисунок 3 - Разрез А-А**



**Рисунок 4 - План промежуточного элемента**



**Рисунок 5 - Разрез Б-Б**

Тарельчатый фундамент устраивается в следующем порядке.

На железобетонную плиту монтируется промежуточный элемент, выполняется нижняя железобетонная часть 1 фундамента, затем верхняя часть 3, демонтируются фиксаторы 12, поры в камере 7 заполняются вязкой масляной средой.

Промежуточный элемент (рис. 4,5,7) состоит из:

- опорных ребер 4, выполняемых для удобств монтажа на плиту;
- нижней поверхности 5 в виде полусферы и связанной с ней шайбой 8;
- верхней поверхности 6 в виде цилиндра с полусферой и связанной с ней обоймой 9;
- ребер 10,11, обеспечивающих устойчивость шайбы 8 и обоймы 9;
- камеры 7, плотно заполненной шариками 13;
- фиксаторов 12, устанавливаемых на период транспортировки и монтажа.

Сейсмоизолирующий тарельчатый фундамент работает следующим образом.

Статические нагрузки от здания через верхнюю часть 3 фундамента передаются на верхнюю поверхность 6 и через шарики 13 равномерно на нижнюю поверхность 5, и через нижнюю часть 1 фундамента на основание.

При землетрясении нижняя часть фундамента 1 и связанная с ней нижняя поверхность 5 перемещаются горизонтально, шайба 8 скользит в обойме 9, связанной с верхней поверхностью 6, которая остается в покое. Объем камеры 7 не меняется, меняется форма камеры, при горизонтальных перемещениях шарики в вязкой среде перемещаются из одной области в другую и обратно, исполняя роль демпферов.

Причем демпфирующие свойства сейсмоизолирующей опоры зависят с одной стороны, от вида материала и диаметра шариков (рис.10), с другой стороны, - от формы верхней поверхности сейсмоизолирующей опоры (рис. 11). Испытаниям на гармонические (вибрационные) воздействия предшествовали испытания на стационарной установке (рис. 6) и перебазируемой установке (рис. 8). Проведенные статические испытания позволили выявить влияние перечисленных выше факторов и принять рациональное конструктивное решение сейсмоизолирующей тарельчатой опоры.



**Рисунок 6** - Стационарная установка для испытания сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента



**Рисунок 7** - Опора, наполненная металлическими шариками (перед испытаниями)



**Рисунок 8** - Перебазируемая установка для испытания сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента



**Рисунок 9** - Испытание металлической конструкции сейсмоизолирующей опоры на перебазируемой установке

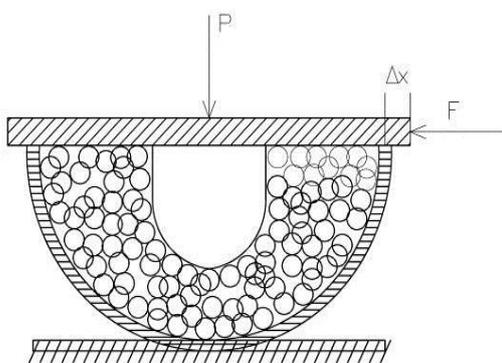


**Рисунок 10** - Варианты заполнения камеры сейсмоизолирующей опоры

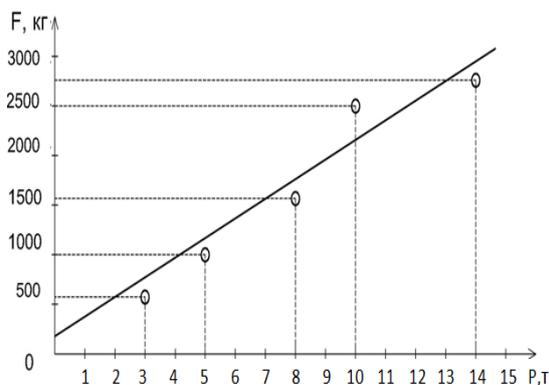


**Рисунок 11** - Полусферические и конусообразные формы верхней поверхности сейсмоизолирующей опоры

В работе [6] была получена зависимость силы смещения промежуточного элемента опоры от вертикальной нагрузки при диаметре металлических шариков 15 мм (рис. 13) и конической форме верхней поверхности сейсмоизолирующей опоры.



**Рисунок 12** - Расчетная схема сейсмоизолирующей опоры



**Рисунок 13** - График зависимости силы смещения промежуточного элемента опоры от вертикальной

Проведенные вибрационные испытания подтвердили работоспособность сейсмоизолирующей тарельчатой опоры при динамических воздействиях (рис. 14).

Сейсмоизолирующий эффект проявлялся в виде снижения ускорения надпорной части испытуемой модели сооружения за счет взаимодействия сил, действующих в полусферических опорах. Такие силы могут быть отнесены к трем типам.

Первая сила – сила сухого трения, она постоянна и направлена против движения опоры относительно гнезда. При скольжении опоры по поверхности сила трения зависит от коэффициента трения и массы, приходящейся на одну опору. При движении в вязкопластической жидкости она определяется поверхностью опоры и предельным напряжением сдвига.

Вторая сила – сила вязкого трения, пропорциональная относительной скорости движения опоры в колеблющемся гнезде. Она направлена против относительного движения, зависит от вязкости демпфирующей среды и площади поверхности опоры.

Третья сила – сила лобового сопротивления движению опоры. Она направлена также против относительного движения, пропорциональна квадрату относительной скорости и площади поперечного сечения опоры.

Все три силы могут действовать одновременно.



Рисунок 14 - Испытание сейсмоизолирующих тарельчатых опор на вибрационные воздействия

Каждую из этих сил авторы работы [7] предлагают выразить через скорость движения опоры  $v$  в покоящейся среде в виде:

$$F_1 = \pm \tau_1 S_1, \quad F_2 = -\mu \frac{v}{h_2} S_2, \quad F_3 = \pm c \cdot \frac{1}{2} \rho v^2 S_3. \quad (1)$$

а дифференциальное уравнение движения (2) принимает вид:

$$m \frac{dv}{dt} = -\tau_1 S_1 \cdot \text{sgn}(v-u) - \mu \frac{v-u}{h_2} S_2 - c \cdot \frac{1}{2} \rho (v-u) \cdot |v-u| S_3. \quad (2)$$

Для решения уравнения использовался математический пакет программ MathCAD. Анализ результатов расчетов, выполненных на основе принятой динамической модели сооружения с сейсмоизолирующими опорами и проведенные экспериментальные исследования показывают, что скорости колебаний здания и амплитуды его перемещения, соответственно, уменьшаются в 2 и более раза. Это подтверждает эффективность применения тарельчатого фундамента при регулировании сейсмической нагрузки на здания и сооружения во время землетрясения.

#### Библиографический список:

1. Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом для сейсмических районов/ Айзенберг Я.М., Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Смирнов В.И., Трекин Н.Н. – М.: ОАО «ЦПП», 2011 – 322с.
2. Патент 2 456 421 С2 РФ МПК E04N9/02. Способ регулирования сейсмической нагрузки на здания и сооружения / Черепинский Ю.Д., Мажиев Х.Н., Батаев Д.К.-С., Бекузарова С.А. – 2010125529/03; заявл. 21.06.2010; опубл. 20.07.2012; Бюл. № 20.– 5 с.
3. Баженов Ю.М., Батаев Д. К.-С., Муртазаев С-А. Ю. Энерго- и ресурсосберегающие материалы и технологии для ремонта и восстановления зданий и сооружений. – М.: «Комтех-Принт», 2006. - 235 с.

4. Мажиев Х.Н., Батаев Д.К.-С., Батаев Г. К.-С., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х. Регулирование сейсмической нагрузки на сооружения опорами из высокопрочного бетона на пропитанном крупнозернистом заполнителе / Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2011. – 488 с.
5. Патент 2374393 РФ, МПК E02D 27/00. Сейсмоизолирующий тарельчатый фундамент / Х.-М.С. Духаев, Х.Н. Мажиев, С.-М.К. Хубаев. – № 2007146296/03; заявл. 17.12.2007; опубл. 27.11.2009, Бюл. № 33. – 6 с. (0,4 п.л. (авт. – 0,1 п.л.)).
6. Экспериментальные исследования работы сейсмоизолирующей тарельчатой опоры / Х.Н. Мажиев, Д.К.-С. Батаев, Х.-М.С. Духаев, Д.Т. Озниева // Наука и образование в Чеченской Республике: состояние и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня основания КНИИ РАН, 7 апреля 2011 г. – Грозный, 2011. – С.173-175.
7. Алишаев М.Г., Батдалов М.М., Мажиев Х.Н., Батаев Д.К.-С., Мажиев К.Х., Мажиева А.Х. Возможности вязкой прослойки по защите сооружений от продольных сейсмических колебаний // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2013. № 3. С. 42-45.
8. Айзенберг, Я.М. Сейсмоизоляция и адаптивные системы сейсмозащиты (монография) / Я.М. Айзенберг, М.М. Деглина, Х.Н. Мажиев [и др.] // Академия наук СССР, М.: Наука, 1983. – 142 с.
9. Моделирование работы сейсмоизолирующего тарельчатого фундамента / Х.Н. Мажиев, Д.К.-С. Батаев, Х.-М.С. Духаев, К.Х. Мажиев, А.Х. Мажиева // Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе. Труды III Кавказской международной школы-семинара молодых ученых. Владикавказ, 24-26 сентября, 2009. – С. 96-99.
10. Материалы и конструкции для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений / Я.М. Айзенберг, Х.Н. Мажиев, Д.К.-С. Батаев, М.М. Батдалов, С.-А.Ю. Муртазаев. – М.: Комтехпринт, 2009. – 348 с.

**УДК 666.974.2**

*Мантуров З.А.*

#### **ДОПУСТИМЫЕ СКОРОСТИ ПЕРВОГО НАГРЕВА КОНСТРУКЦИЙ ФУТЕРОВКИ ИЗ ЖАРОСТОЙКОГО БЕТОНА С ШАМОТНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЛАНЦЕВЫХ ГЛИН**

*Manturov Z.A.*

#### **ADMISSIBLE SPEEDS OF THE FIRST HEATING OF DESIGNS OF LINING FROM HEAT RESISTING CONCRETE WITH THE CHAMOTTE SEALER ON THE BASIS OF LOCAL SHALES**

*В работе приведены результаты комплексных исследований по определению изменения температур и коэффициента температуропроводности по толщине футеровки из жаростойкого бетона на карборунд-шамот-силикат-натриевом композиционном вяжущем при одностороннем нагреве в зависимости от времени нагрева. Приведены также результаты определения допустимых скоростей нагрева футеровки в интервале температур 200–1000°С.*

**Ключевые слова:** жаростойкий бетон, безводный силикат натрия, силикат-натриевое композиционное вяжущее

*In work results of complex researches by definition of change of temperatures and thermal diffusivity factor on a thickness liner from a refractory concrete on a carborundum- chamotte - silicate- sodium composite knitting are resulted at single-sided heating depending on heating time. Results of definition of admissible speeds of heating liner in a temperature range 200-1000°C are resulted also.*

**Key words:** refractory concrete, anhydrous silicate of sodium, silicate-sodium composite knitting

В настоящее время уже накоплен достаточно большой опыт проектирования жаростойких бетонов на основе силикат-натриевых композиционных вяжущих с учетом различных технологических и эксплуатационных факторов с температурой службы 1000–1600°C при использовании в качестве заполнителя различных огнеупорных материалов [1–3].

Использование безводного силиката натрия (силикат-глыбы) в качестве одного из компонентов указанных композиционных вяжущих позволяет при правильном подборе других компонентов вяжущего синтезировать материалы по своему химическому и фазовому составам, а также по свойствам аналогичным применяющимся на практике обжиговым огнеупорам [1–3]. Кроме того, использование вместо жидкого стекла тонкоизмельченной силикат-глыбы с последующим ее твердением при низкотемпературной тепловой обработке от  $90\pm 5^\circ\text{C}$  до  $190\pm 5^\circ\text{C}$  по определенному режиму позволяет: исключить энергоемкую операцию получения жидкого стекла из силикат-глыбы, что характерно для материалов на основе жидкого стекла; повысить однородность бетонной смеси; снизить количество воды затворения, что обеспечивает существенное повышение когезионной прочности вяжущего; уменьшить содержание  $\text{Na}_2\text{O}$  (плавня) в композиции, а соответственно, и температуру эксплуатации материалов на их основе.

Особенностью конструкций из жаростойких бетонов является то, что окончательное формирование структуры происходит непосредственно в тепловом агрегате при одностороннем нагреве. При этом в бетонных элементах по степени его нагрева происходит ряд физико-химических процессов, связанных с объемными изменениями. Вследствие этого в нем возникают значительные внутренние напряжения, которые могут превосходить критические, в результате чего материал разрушается. Следовательно, знание характера распределения температуры в жаростойких бетонных элементах конструкций при одностороннем их нагреве позволит правильно оценить не только теплофизические свойства бетонов, но и физико-химические процессы и связанные с ним напряженное состояние при формировании их структуры.

Поэтому нами проведены исследования распределения температуры в блоках из жаростойкого бетона на карборунд-шамот-силикат-натриевом композиционном вяжущем размерами (500×250×200 мм) при одностороннем нагреве в условиях, близких к эксплуатационным. В качестве заполнителя в жаростойком бетоне нами принят относительно дешевый дегидратированный шамотный заполнитель из местных сланцевых глин.

При одностороннем нагреве измерение распределения температуры в бетонных блоках сопряжено с определенными трудностями. Одна из них – необходимость обеспечения тепловой изоляции боковых граней испытываемого блока.

Жаростойкие бетонные блоки для испытания были изготовлены по следующей технологии. При изготовлении каждого блока на различных расстояниях от каждого из его торцов устанавливали термодары, а затем формовали вибрированием. В процессе бетонирования в каждую из них были вмонтированы 12 термодар. В незатвердевшем

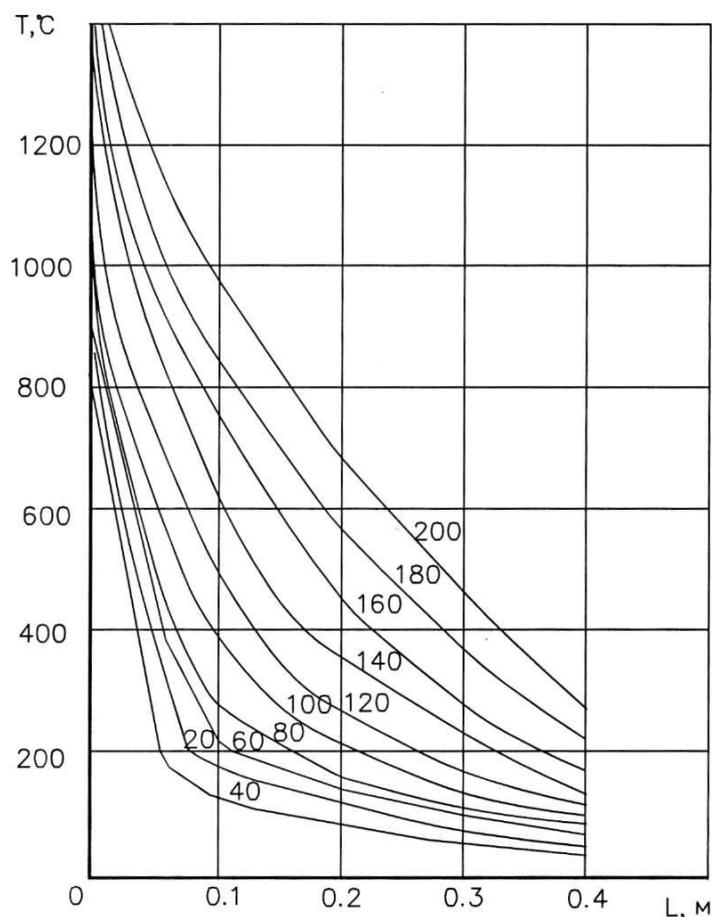
бетоне прорезали канавки, в которых термопары располагали так, чтобы горячий спай находился на заранее определенных расстояниях от краев блока. Твердели блоки в сушильной камере при температуре до 200°C по определенному режиму в течение 6 часов.

Температуру в блоках измеряли хромель-алюмелевыми (ХА) и платино-платинородиевыми (ППР) термопарами диаметром 0,5 мм. Расстояние между термопарами по горизонтали и по вертикали, а также расстояние от граней блока ближайших термопар составляло 50 мм.

В связи с тем, что в исследуемом жаростойком бетоне содержится незначительное количество силикат-глыбы (до 3% по массе), блоки нагревали в более жестком режиме. Средняя скорость нагрева на горячем торце блока составляла 300°C/ч. Нагревание осуществляли до температуры 1480°C на горячей стороне блока. При этой температуре осуществляли изотермическую выдержку до установления постоянного градиента температуры в блоке.

Перед включением нагрева печи боковые поверхности блока тщательно теплоизолировали так, чтобы нагревался только один торец блока.

Для исследуемых жаростойких бетонов по результатам измерений распределения температуры в блоках построены графики изменения температуры по толщине на различных расстояниях от нагреваемого торца через каждые 20 мин, которые приведены на рис. 1.

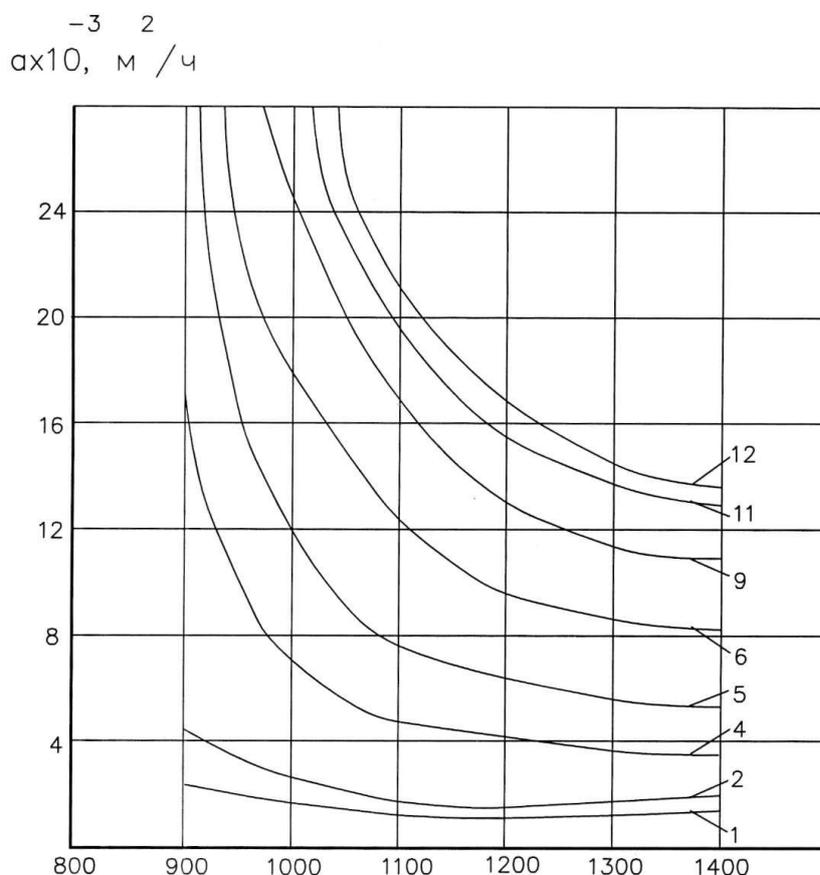


**Рисунок 1** - Кривые зависимости температуры по толщине блока (цифры 20, 40, ..., 200 соответствуют времени нагрева торца блока в мин)

Нами в настоящей работе по данным распределения температурных полей в блоке, скорости нагрева и с учетом геометрических размеров блока при первом нагреве

температуропроводность была рассчитана по формуле:  $a = \frac{kR^2}{\sigma \Delta t}$ , где  $K$  – скорость нагрева образца, °С/ч;  $R$  – расстояние между саями термопар, м;  $\Delta t = t_{\text{пов}} - t_i$  – разность температур на нагреваемой поверхности и до каждого сая термопар в образце, °С;  $\sigma$  – коэффициент, зависящий от геометрических размеров исследуемого блока.

Результаты расчета температуропроводности исследуемого жаростойкого бетона по приведенной выше формуле представлены в виде графических зависимостей на рис. 2-3.



**Рисунок 2** - Зависимость температуропроводности от температуры в различных точках блока из жаростойкого бетона (цифры 1, 2, ..., 12 соответствуют номерам термопар)

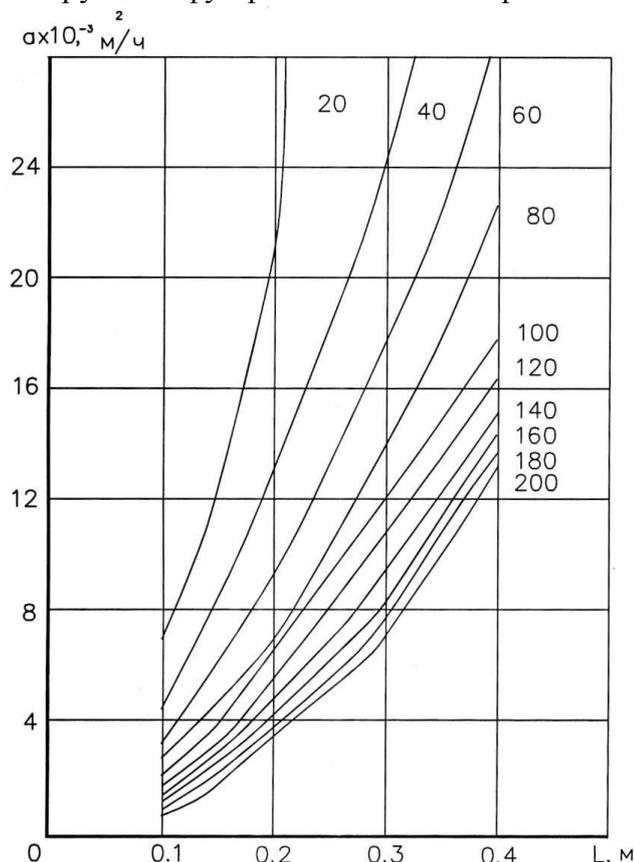
Из графика зависимости  $a=f(T)$  (рис.2) видно, что на различных расстояниях от нагреваемой поверхности температуропроводность с увеличением температуры от 900 до 1000°С уменьшается резко, а выше 1000°С – плавно. Уменьшение температуропроводности в интервале температур 900–1000°С объясняется малым градиентом температур в бетоне из-за большого количества стеклофазы. С увеличением температуры часть стеклофазы кристаллизуется и структура бетона стабилизируется. С этим, возможно, связано плавное уменьшение температуропроводности при температурах от 1000 до 1450°С.

Аналогичное влияние стеклофазы на температуропроводность наблюдается и на графике зависимости  $a=f(l)$  (рис.3.), т.е. с увеличением расстояния от горячего торца до измеряемой точки температуропроводность увеличивается на исследуемом расстоянии тем меньше, чем больше время и температура нагрева. Это объясняется, во-первых, уменьшением градиента температуры, во-вторых, увеличением объема связующей аморфной стеклофазы.

Таким образом, исследованиями распределения температуры в изучаемых жаростойких бетонных блоках при одностороннем нагреве установлены характер

изменения температуры в зависимости от расстояния и времени, а также температуропроводности от температуры нагрева и расстояниям между торцом и измеряемой точкой.

Установленные нами зависимости температуропроводности от перечисленных выше факторов позволяют правильно выбрать скорость первого нагрева разработанных нами жаростойких бетонов в конструкциях футеровок тепловых агрегатов.



**Рисунок 3** - Изменение температуропроводности по толщине блока из жаростойкого бетона (цифры 20, 40, ..., 200 соответствуют времени нагрева торца блока в мин)

В процессе ввода в эксплуатацию после ремонта или строительства тепловых агрегатов с футеровкой из жаростойкого бетона возникают температурные напряжения, превышающие прочности на растяжение, сжатие или сдвиг и вызывающее его трещинообразование. На процесс трещинообразования оказывают влияние вода и формы ее связи с твердыми компонентами, физико-химические процессы, протекающие под действием средних и высоких температур и ряд других факторов.

Поэтому, важное значение для практики имеют вопросы определения допустимых скоростей нагрева футеровки в процессе сушки и вывода тепловых агрегатов на рабочий режим.

С целью определения допустимых скоростей нагрева бетонных элементов до температуры 1000°C нами были проведены специальные исследования. Для вычисления этого параметра мы пользовались ранее определенными нами термомеханическими характеристиками [3, 4], полученными при исследовании лабораторных образцов и данными распределения температуры при одностороннем нагревании изделий из жаростойкого бетона в условиях эксплуатации.

Для расчета допустимой скорости первого нагрева исследуемого жаростойкого бетона до 1000°C нами применялась методика, разработанная в НИИЖБ В.В. Жуковым и другими сотрудниками [5]. Область температур выше 1000°C нами не исследовалась, так как в диапазоне этих температур напряжения считаются релаксированными за счет размягчения аморфной фазы.

Эта методика основана на компенсации температурных деформаций бетона деформациями ползучести, усадки и деформациями, связанными с изменениями модуля упругости при нагреве. При выполнении этого условия допустимая скорость первого нагрева можно определить по формуле:

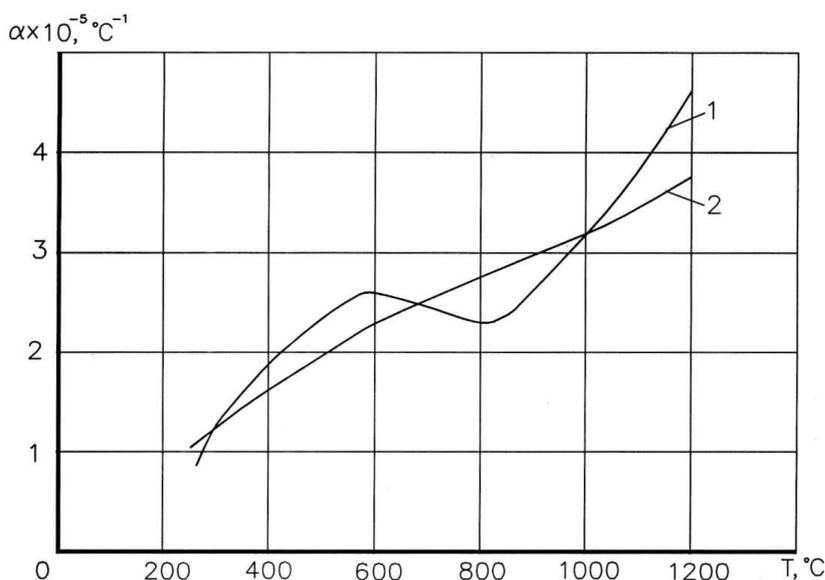
$$v_t = \frac{\frac{\sigma_{сж}^{кр}}{3\eta}}{\alpha_{\delta t} - k - \frac{1}{\Delta T} \cdot \frac{\beta_i - \beta_{i+1}}{\beta_i \cdot \beta_{i+1}} \cdot \sigma_{сж}^{кр}},$$

где  $\Delta T = T_{i+1} - T_i$  - температурный интервал, в котором определяется скорость подъема температуры;  $\beta_i, \beta_{i+1}$  - коэффициенты, учитывающие изменение модуля упругости бетона в состоянии, соответственно  $i, i+1$ ;  $\sigma_{сж}^{кр}$  - максимальный допустимый уровень напряжений;  $\alpha_{\delta t}$  - абсолютное значение коэффициента линейной температурной деформации бетона;  $\eta$  - коэффициент эффективной динамической вязкости бетона, вычисляемый по формуле Траутона:

$$\eta = \frac{\sigma_o \cdot \Delta \tau \cdot (1 - \varepsilon_n)}{3\varepsilon_n},$$

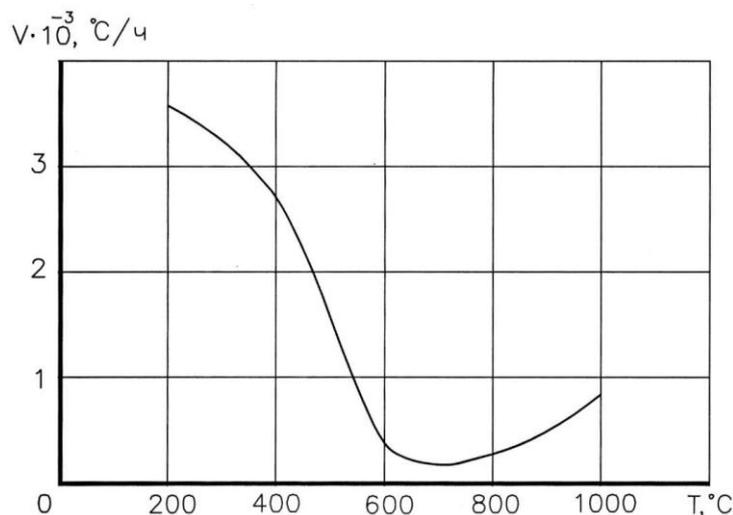
где  $\sigma_o$  - постоянная нагрузка ( $\sigma_o = 0,2$  МПа)  $\varepsilon_n$  - величина изменения деформации за время  $\Delta t$ ;  $k$  - коэффициент, характеризующий статическую необратимость рассматриваемого элемента;  $\Delta t$  - время, необходимое для достижения стабильного температурного градиента при заданной температуре нагрева торца изделия. Ее вычисляли по формуле  $\Delta \tau = \frac{h^2}{8a}$ , где  $a$  - коэффициент температуропроводности;  $h$  - толщина блока.

В связи с важностью термического расширения при одностороннем нагреве нами были определены значения температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) исследуемого жаростойкого бетона на образцах-цилиндрах диаметром 20 и высотой 80 мм после сушки и обжига при 1350°C [3], результаты которых в виде графических зависимостей приведены на рис. 4. При этом резких колебаний ТКЛР не наблюдалось, а некоторое различие в значениях при температуре около 1200°C можно объяснить модификационными превращениями кварца и образованием муллита. Предварительно обожженный бетон (см. рис. 4., кривая 2) весьма близок к термостойким шамотным огнеупорам.



**Рисунок 4** - Изменение значений температурного коэффициента линейного расширения жаростойкого бетона: кривая 1 – после сушки; кривая 2 – после обжига при 1350°C

Результаты расчета допустимых значений скоростей первого нагрева по приведенной выше формуле исследуемого нами жаростойкого бетона интервале от 200 до 1000°C приведены на рис. 5.



**Рисунок 5** - Результаты расчета допустимых скоростей первого нагрева жаростойкого бетона в интервале температур от 200 до 1000°C

Полученные результаты расчета допустимой скорости первого нагрева были проверены в реальных условиях на блоках размером 1100x900x200 мм. Такие же блоки, для сравнения, подвергались нагреву со значительно меньшей скоростью, равной 50°C/ч. Результаты испытаний на прочность при сжатии выпиленных из этих блоков образцов (по три с нижней и верхней поверхностей и по три из середины) свидетельствуют о том, что исследуемый в данной работе жаростойкий бетон малочувствителен к действию температуры в интервале от 200 до 1000°C.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов подтвердили правильность расчетов по приведенной выше формуле допустимых скоростей первого нагрева, которые могут использоваться для разработки режимов сушки и разогрева до рабочих температур теплового агрегата из исследуемого в работе жаростойкого бетона на карборунд-шамот-силикат-натриевом композиционном вяжущем.

#### **Библиографический список:**

1. Жаростойкий бетон на основе композиций из природных и техногенных стекол / Ю.П. Горлов, А.П. Меркин, М.И. Зейфман, Б.Д. Тотурбиев. – М.: Стройиздат, 1986. – 144с.
2. Тотурбиев Б.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций. – М.: Стройиздат, 1988. – 208 с.
3. Мантуров З.А. Жаростойкий бетон с использованием местного сырья на силикат-натриевом композиционном вяжущем. Дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1995. – 198 с.
4. Мантуров З.А. Термомеханические свойства жаростойкого бетона на силикат-натриевом композиционном вяжущем // Изв. вузов. Сев.-Кавк. Регион. Технические науки. – 2012. – №6 (169). – С.64–66.
5. Сушка и первый нагрев тепловых агрегатов из жаростойких бетонов / К.Д. Некрасов, В.В. Жуков, В.Ф. Гуляева. – М.: Стройиздат, 1976. – 95 с.

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.8.036.62

*Ахмедова М.М.*

### НОВЫЕ РЕЖИМЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ РОТАЦИОННОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ «КОМПОТ ИЗ ВИШНИ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА ПЛОДОВ В БАНКАХ ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ

*Achmedova M.M.*

### NEW MODES OF HIGH STIR STERILIZATION OF CANNED «COMPOTE CHERRY» USING PRE HEATING OF FRUIT IN BANKS HOT WATER

*Проведены исследования для выяснения влияния предварительного повышения температуры продукта перед герметизацией банок на продолжительность режимов тепловой стерилизации.*

*Выявлено, что использование предварительного нагрева плодов в банках перед герметизацией обеспечивает возможность увеличения начальной температуры заливаемого в банки сиропа, повышение начальной температуры продукта, сокращение продолжительности процесса тепловой обработки и тем самым повышение качества готовой продукции.*

**Ключевые слова:** компот, режим стерилизации, температура, нагрев, охлаждение, нагретый воздух, горячая вода.

*Conducted to determine the effect of increasing the temperature of the product prior to sealing the jars for the duration of modes of heat sterilization.*

*It is revealed that the use of pre-heating the fruit in the banks before sealing provides the possibility of increasing the initial temperature of the syrup poured into the banks, increasing the initial temperature of the product, reducing the duration of the cooking process, and thereby improving the quality of the finished product.*

**Key words:** compote, mode of sterilization, temperature, heating, cooling, hot air, hot water.

Одной из наиболее значимых проблем современного этапа развития российской экономики и общества является проблема продовольственной безопасности и обеспечения населения продовольственными продуктами.

Объективная необходимость насыщения продовольственного рынка продукцией российского производства предполагает эффективное функционирование предприятий пищевой промышленности, ибо в конечном счете от объема производства продуктов питания, их качества и цены зависит не только уровень жизни населения, но и развитие экономики в целом.

Поставленная задача требует решения ряда новых проблем теоретического и практического характера для перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса, которые должны быть направлены на разработку новых и совершенствование ныне используемых технологий переработки сельскохозяйственного сырья.

Основным завершающим и одновременно наиболее продолжительным и энергоемким процессом во всем технологическом цикле производства консервированных пищевых продуктов является процесс стерилизации. Совершенствование этого процесса во многом будет способствовать, как повышению качества выпускаемой продукции, так и обеспечению ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках.

По существующей технологии производства консервов «Компот из вишни» подготовленные плоды укладывают в банки, заливают сиропом температурой 60°C, герметизируют и стерилизуют в автоклаве по режимам[1]:

$$\text{для тары СКО 1-82-500:} \\ \frac{20 - (10 - 20) - 20}{100} \cdot 118 \text{кПа}$$

$$\text{для тары СКО 1-82-1000:} \\ \frac{25 - (15 - 20) - 25}{100} \cdot 118 \text{кПа}$$

$$\text{для тары СКО 1-82-3000:} \\ \frac{30 - 35 - 30}{100} \cdot 118 \text{кПа}$$

Приведенные выше режимы тепловой стерилизации имеют ряд существенных недостатков, к которым можно отнести:

- большая продолжительность процесса тепловой обработки продукта;
- неравномерность тепловой обработки продукта в банках;
- большой расход тепловой энергии и воды.

Кроме того, анализ технологической схемы производства консервов «Компот из вишни» показывает, что для этого компота в технологической схеме предусмотрена температура сиропа при заливке в банки равной 60°C, которая обусловлена технологическими особенностями сырья, и соответственно начальная температура консервов в момент поступления на стерилизацию составляет всего на все 40-42°C.

Повышение начальной среднеобъемной температуры консервов перед стерилизацией является одним из способов интенсификации процесса тепловой стерилизации консервов. При этом повышение начальной среднеобъемной температуры продукта отражается положительно не только на теплофизической стороне процесса стерилизации, но и на микробиологической, ибо чем выше температура продукта к началу стерилизации, тем меньше микроорганизмов в нем будет и, следовательно, возрастет эффект стерилизации.

С учетом вышесказанного, нами была исследована возможность использования для повышения начальной температуры консервов предварительную заливку в банки с ягодами на 2-3 мин горячей воды температурой 60°C с последующей заменой ее на сироп с температурой 80-85°C. Использование этого метода повышения температуры продукта также способствует и экономии тепловой энергии, так как температуру сиропа перед заливкой в банки снижают температуру варки, равной 100°C, не до 60°C, как предусмотрено в действующей технологической инструкции, а до 80-85°C [2,3,4,5].

Одним из эффективных способов интенсификации процесса тепловой стерилизации консервов является вынужденное перемешивание продукта в таре путем ее вращения вокруг своей продольной оси, с “донышка на крышку”, или вибрации. [6]

Использование этого способа в комплексе с применением высокотемпературных теплоносителей, в частности горячего воздуха с температурой 140-160°C, может обеспечить еще больший эффект интенсификации процесса теплообмена между греющей средой и продуктом, обеспечивающим более интенсивный равномерный нагрев продукта в таре, а воздушно-водоиспарительное охлаждение будет способствовать и интенсификации теплообмена в период охлаждения консервов с одновременным сокращением расхода охлаждающей воды.

В связи с этим нами проведены экспериментальные исследования по прогреваемости консервов “Компот из вишни” в банке СКО 1-82-1000, 1-82-2000, 82-3000 потоке горячего воздуха температурой 150°C с воздушно-водоиспарительным охлаждением при вращении тары с “донышка на крышку” и с предварительным нагревом плодов в банках горячей водой.

Для выявления эффективности предлагаемого способа интенсификации процесса тепловой стерилизации нами предварительно экспериментально исследованы прогреваемости консервов “Компот из вишни” в таре СКО 1-82-1000 и СКО 1-82-3000 при стерилизации их в автоклаве по режимам действующей технологической инструкции [3].

Проведенными исследованиями выявлено, что центральный и периферийные слои компотагреваются неравномерно; температурный перепад между наиболее и наименее прогреваемыми точками составляет 10-12°C. Соответственно и фактические летальности этих слоев имеют разные значения: центральный слой имеет фактическую летальность 120,5 усл.мин., а периферийный слой – 352,5 усл.мин.

Коэффициент крайней неравномерности тепловой обработки консервов (Кк.н.), являющийся константой, характеризующей термическое сопротивление продукта для данного режима, составляет:

$$Кк.н. = 352,5 / 120,5 = 2,93$$

Еще больший температурный перепад между наименее и наиболее прогреваемыми слоями компота имеет место при стерилизации компота в таре СКО 1-82-3000; температурный перепад достигает 15-16°C, а коэффициент крайней неравномерности тепловой обработки составляет:

$$Кк.н. = 483,84 / 171,98 = 2,81$$

Из анализа кривых прогреваемости видно, что режимы имеют сравнительно низкие скорости нагрева и охлаждения продукта; средняя скорость прогрева компота в таре 1-82-1000 составляет 0,86°C/мин, а в таре 1-82-3000 – 0,6°C/мин, а скорости охлаждения соответственно – 0,8°C/мин и 0,75°C/мин.

В связи с этим нами проведены исследования по интенсификации процесса тепловой стерилизации консервов с применением различных факторов, которые представляют значительный научный и практический интерес. В качестве основных факторов, обеспечивающих интенсификацию процесса тепловой стерилизации компотов, нами исследованы использование высокотемпературных теплоносителей (горячий воздух), вращение тары и предварительный нагрев плодов в банках горячей водой.

На рис.1 представлены кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) компота из вишни в таре СКО 1-82-1000 при ротационной стерилизации в потоке горячего воздуха температурой 150°C при вращении банки с доньшка на крышку при частоте 12 об/мин с предварительным нагревом плодов в банках горячей водой.

Продолжительность периода нагрева компота от начальной температуры  $t_n=50^\circ\text{C}$  до конечной температуры  $t_k=98^\circ\text{C}$  составляет 25 мин. Средняя скорость прогрева компота составляет 1,92°C/мин, а охлаждения -2,71°C/мин. Центральный (2) и периферийные слои [1] продукта нагреваются практически равномерно (температурный перепад составляет 1-1,5°C) и коэффициент крайней неравномерности тепловой обработки ближе к единице и равен

$$Кк.н. = 167,21 / 151,91 = 1,1$$

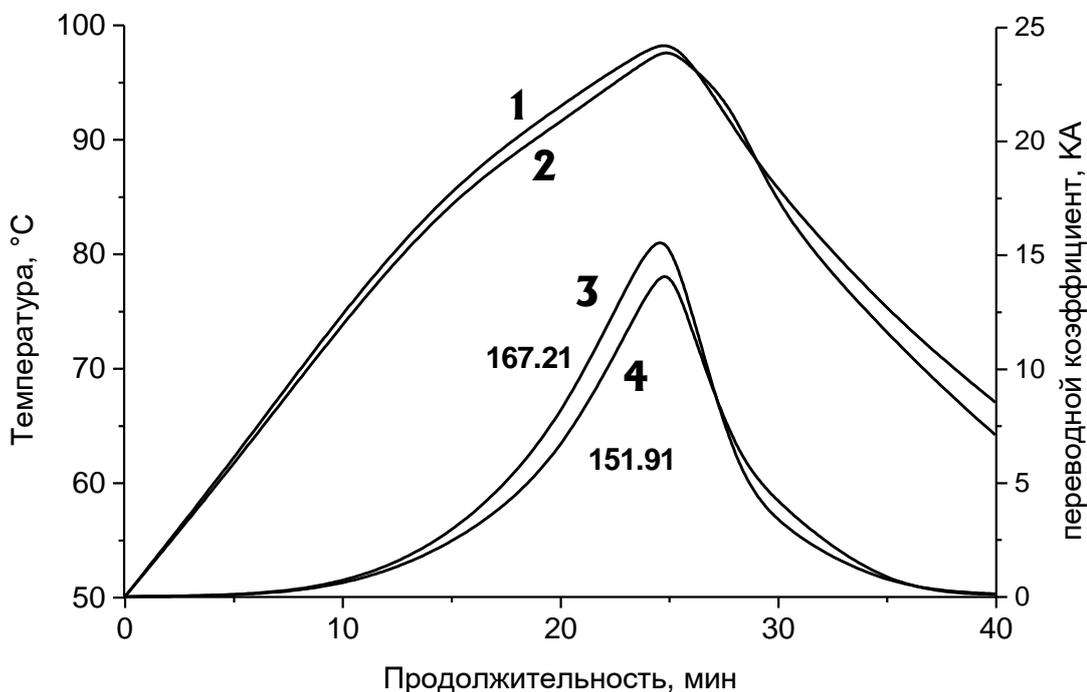
Режим ротационной стерилизации компота из вишни в таре СКО 1-82-1000 можно выразить в следующем виде

$$50 \cdot \frac{25}{150} \cdot \frac{15}{22} \cdot 0,2$$

где: 50 оС;– начальная температура компота,  
25 – продолжительность нагрева, мин;  
15 – продолжительность охлаждения, мин;  
150 – температура греющего воздуха, оС;  
22 – температура охлаждающего воздуха, оС;  
0,2 – частота вращения, с-1.

Продолжительность процесса тепловой обработки консервов по сравнению с режимом тепловой стерилизации по известной технологии сокращается на 30 мин, т.е. на 43%, что естественно будет способствовать повышению качества готовой продукции.

На рис.2 представлены кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) при ротационной стерилизации компота из вишни в таре СКО 1-82-2000 в потоке горячего воздуха температурой 150°C с воздушно-водоиспарительным охлаждением с предварительным повышением температуры консервов перед герметизацией посредством предварительного нагрева плодов в банках с горячей водой и при вращении банки с «доннышка на крышку» частотой 14 об/мин.



**Рисунок 1** - Кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) в наиболее (1,3) и наименее (2,4) прогреваемых точках консервов «Компот из вишни» при ротационной стерилизации их с частотой вращения  $n=0,2c^{-1}$  в таре СКО 1-82-1000 в потоке горячего воздуха температурой 150°C с воздушно-водоиспарительным охлаждением по режиму:  $50 \cdot \frac{25}{150} \cdot \frac{15}{22} \cdot 0,2$

Как видно из рисунка 2, температурный перепад между периферийным и центральными слоями составляет 1-2°C, а коэффициент крайней неравномерности тепловой обработки составляет практически приближается к единице и составляет:

$$K_{к.н.} = 161,44/148,1 = 1,09$$

Продолжительность прогрева компота составляет 35 мин, а охлаждения 20 мин.

Режим стерилизации компота из черешни для тары 1-82-2000 можно записать в следующем виде:

$$50 \cdot \frac{35}{150} \cdot \frac{20}{22} \cdot 0,233$$

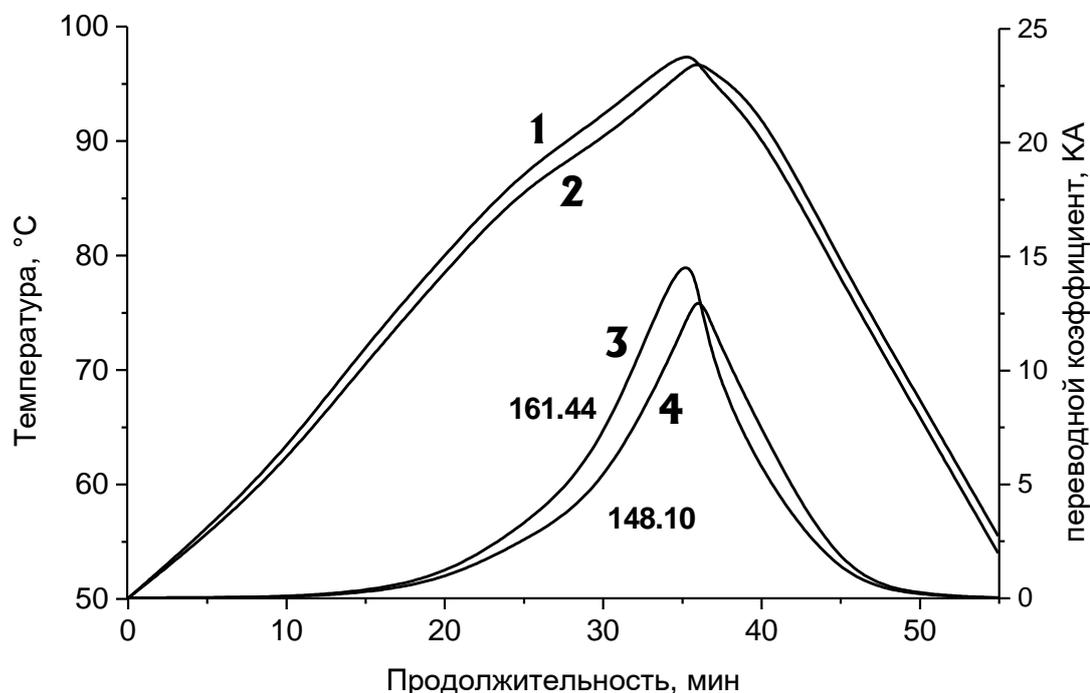
Аналогичным образом установлен также и режим стерилизации консервов «Компот из вишни» для тары СКО 1-82-3000, который можно записать в следующем виде:

$$50 \cdot \frac{45}{150} \cdot \frac{25}{22} \cdot 0,266$$

Скорость нагрева продукта составляет  $1,07^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  (в автоклаве  $0,6^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ ), а скорость охлаждения –  $1,76^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  (в автоклаве –  $0,5-0,7^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ ). Коэффициент крайней неравномерности тепловой обработки для данного режима составляет:

$$K_{\text{к.н.}} = 171,56/162,51=1,05$$

Продолжительности процесса стерилизации при ротационной стерилизации по сравнению с режимами действующей технологической инструкции сокращаются более на 25 мин, что составляет около 25%.



**Рисунок 2** - Кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) в наиболее (1,3) и наименее (2,4) прогреваемых точках консервов “Компот из вишни” при ротационной стерилизации их с частотой вращения  $n=0,233\text{с}^{-1}$  в таре СКО 1-82-2000 в потоке горячего воздуха температурой  $150^{\circ}\text{C}$  с воздушно-водоиспарительным охлаждением по режиму:  $50 \cdot \frac{35}{150} \cdot \frac{20}{22} \cdot 0,233$

В результате проведенных исследований установлено:

- при ротационной стерилизации в потоке горячего воздуха с воздушно-водоиспарительным охлаждением, продолжительность процесса тепловой стерилизации компота сокращается более чем на 25-45% по сравнению с режимами стерилизации в автоклавах;
- обеспечивается равномерность тепловой обработки компота во всем объеме банки;
- обеспечивается значительная экономия тепловой энергии и охлаждающей воды;
- по качественным показателям, компоты, изготовленные по предлагаемым режимам, превосходят компоты, стерилизованные в автоклавах.

#### Библиографический список:

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов, Т.2, М. Пищевая промышленность. 1977.

2. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Рахманова М.М., Ахмедова М.М. Способ стерилизации компота из ткемали, алычи, мирабели и кизила. Патент РФ № 2483655, Бюл.№16 2013г.
3. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Рахманова М.М., Ахмедова М.М. Способ стерилизации компота из ткемали, алычи, мирабели и кизила. Патент РФ № 2483656, Бюл.№16 2013г.
4. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Рахманова М.М. Способ производства компота из черешни. Патент РФ № 2483657, Бюл.№16 2013г.
5. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Рахманова М.М., Ахмедова М.М. Способ стерилизации компота из вишни. Патент РФ № 2487651, Бюл.№36 2013г.
6. Б.Л.Флауменбаум Основы консервирования пищевых продуктов. М.Легкая и пищевая промышленность,1982.

**УДК 664.8.036.62**

*Демирова А.Ф.*

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВОВ «КОМПОТ ИЗ ВИШНИ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ**

*Demirova A.F.*

**IMPROVED MANUFACTURING CANNED "COMPOTE CHERRY" USING COMBINED HEAT TREATMENT**

*Представлены результаты исследований по разработке новых режимов тепловой стерилизации компота из вишни с использованием ступенчатого нагрева в потоке нагретого воздуха и душеванием горячей водой с воздушным охлаждением при вращении тары.*

*Выявлено, что режимы обеспечивают промышленную стерильность готовой продукции, сокращение продолжительности тепловой обработки и повышение качества готовой продукции.*

*Приведены некоторые режимы ступенчатой тепловой стерилизации компота из вишни в потоке нагретого воздуха и душеванием водой с воздушным охлаждением при вращении тары.*

**Ключевые слова:** *компот из вишни, нагрев, охлаждение, нагретый воздух, режим стерилизации, вращение тары, качество, продолжительность нагрева.*

*The results of studies on the development of new modes of heat sterilization compote cherry using stepwise heating in a stream of hot air and hot water dushevaniem air cooled rotating container. Revealed that the modes provide commercial sterility of finished products, reducing the length of the heat treatment and the quality of the finished product.*

*Are some of the modes of heat sterilization step of cherry compote in a stream of heated air and water dushevaniem air-cooled rotating container.*

**Key words:** *cherry compote, heating, cooling, hot air sterilization mode, the rotation of packaging, quality and duration of heating.*

Консервирование пищевых продуктов с использованием тепловой стерилизации является одним из основных методов, который широко используется в консервной промышленности при производстве консервов в герметически укупоренной таре.

Способы, используемые в настоящее время в консервной промышленности для тепловой стерилизации консервов имеют ряд существенных недостатков, к которым относятся большая продолжительность процесса тепловой обработки, что существенно ухудшает пищевую ценность готовой продукции по сравнению с исходным сырьем, а также требует значительных затрат тепловой энергии и воды.

По существующей технологии производства консервов «Компот из вишни», подготовленные плоды укладывают в банки, заливают сиропом температурой 60°C, герметизируют и стерилизуют в автоклаве по режимам[1]:

$$\begin{array}{l} \text{для тары СКО 1-82-500:} \\ \frac{20 - (10 - 20) - 20}{100} \cdot 118 \text{кПа} \end{array},$$

$$\begin{array}{l} \text{для тары СКО 1-82-1000:} \\ \frac{25 - (15 - 20) - 25}{100} \cdot 118 \text{кПа} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{для тары СКО 1-82-3000:} \\ \frac{30 - 35 - 30}{100} \cdot 118 \text{кПа} \end{array}$$

Известный способ ступенчатой тепловой стерилизации консервов в горячей воде в статическом состоянии [2], сущность которого заключается в трех или четырехступенчатом нагреве и трехступенчатом охлаждении в воде различной температуры также несколько усложняют конструкцию аппаратов для тепловой обработки.

Целью данного исследования было изучение возможности совершенствования процесса тепловой стерилизации консервов с использованием предварительного нагрева плодов в банках горячей водой, двухступенчатым нагревом в потоке нагретого воздуха и душеванием горячей водой с последующим охлаждением в потоке атмосферного воздуха и с вращением тары в процессе тепловой обработки [3].

По предлагаемому способу в банки с уложенными плодами перед заливкой сиропом на 2-3 мин заливают горячую воду температурой 60°C, после чего заменяют эту воду на сироп температурой 85°C, банки закатывают, устанавливают в носитель, обеспечивающий механическую герметичность банок, и подвергают нагреву в потоке нагретого воздуха с определенными параметрами (температура и скорость) в течение определенного времени с продолжением нагрева душеванием горячей водой температурой 100°C для обеспечения требуемой летальности, с последующим охлаждением в потоке атмосферного воздуха в течение определенного времени, и при этом в течение всего процесса тепловой обработки банки вращаются с «донышка на крышку».

Анализ технологии производства компота из вишни, применяемого в консервной промышленности, выявляет наряду с другими еще один из существенных его недостатков.

По действующей технологической инструкции [1], сироп варят при 100°C, а температура его при заливке при производстве компота из вишни составляет 60°C, следовательно, имеет место существенные потери тепла, возникающие при охлаждении сиропа от 100°C (температура варки) до температуры заливки, равной 60°C[1], предусмотренной технологической инструкцией.

В этой связи для предотвращения таких значительных потерь тепла, а также для сокращения продолжительности режима стерилизации консервов путем увеличения начальной среднеобъемной температуры компотов перед стерилизацией нами предлагается плоды, уложенные в банки, перед их заливкой сиропом предварительно нагреть, используя для этого нагретую воду температурой 60°C. Предварительный нагрев плодов позволяет использовать сироп для заливки подогретых плодов температурой на

15±20 °С большей, чем предусмотрено по технологической инструкции. Это позволит как сэкономить тепловую энергию за счет относительно высокой температуры заливаемого в банки сиропа, так и сократить продолжительность режимов стерилизации за счет высокой начальной среднеобменной температуры консервов перед стерилизацией.

Кроме того, использование комбинированной тепловой обработки с предварительным нагревом банок с компотом до 90-95°С в потоке нагретого воздуха, предлагаемый по новому способу, обеспечивает предотвращение термического боя при последующей стерилизации душеванием водой температурой 100°С, а использование на второй ступени нагрева горячей воды температурой 100°С обеспечивает интенсификацию процесса тепловой обработки, так как коэффициент теплоотдачи воды значительно выше, чем воздуха. Комбинированная тепловая стерилизация в потоке нагретого воздуха и горячей водой в комплексе с охлаждением в потоке атмосферного воздуха обеспечивает существенную экономию тепловой энергии и охлаждающей воды по сравнению с традиционным способом тепловой стерилизации консервов в автоклаве.

Результаты экспериментальных исследований по прогреваемости консервов в потоке нагретого воздуха и душеванием горячей водой с последующим ступенчатым охлаждением в воде с вращением тары позволяют установить новые режимы стерилизации консервов.

Прежде чем установить новые режимы ступенчатой стерилизации консервов в потоке нагретого воздуха и душеванием горячей водой с воздушным или ступенчатым водяным охлаждением при вращении тары, необходимо было выяснить, как лучше выразить «формулу стерилизации» для аппаратов непрерывного действия, так как существующие формулы не характеризуют всех параметров данного процесса. В формулу стерилизации, выражающую разработанный способ стерилизации, необходимо ввести в обязательном порядке следующие параметры: начальная температура продукта ( $T_0$ ), температура нагретого воздуха ( $T_1$ ), температура горячей воды для душевания ( $T_2$ ), температуры охлаждающего воздуха ( $T_в$ ), скорость нагретого ( $v_1$ ) и охлаждающего ( $v_2$ ) воздуха, продолжительности нагрева в потоке нагретого воздуха –  $\tau_1$ , душеванием горячей водой –  $\tau_2$ , охлаждения в потоке атмосферного воздуха –  $\tau_3$  и частоту вращения тары –  $n$ .

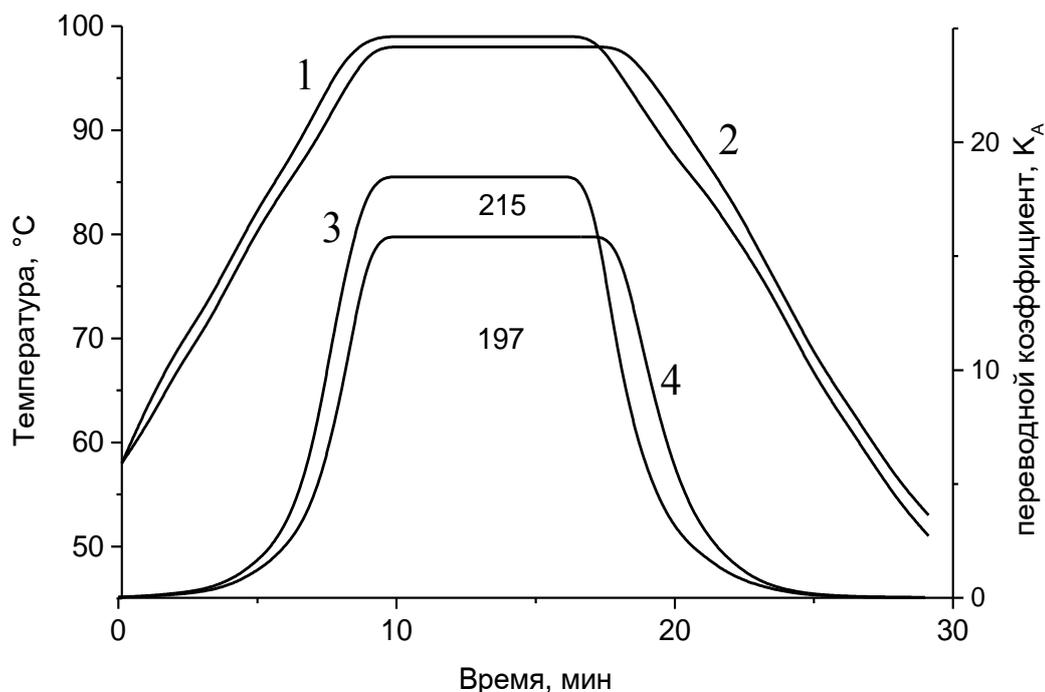
С учетом вышеизложенного, предлагаемая «формула стерилизации» для ротационной ступенчатой стерилизации консервов в потоке нагретого воздуха и горячей воде с последующим охлаждением в потоке атмосферного воздуха можно представить в следующем виде:

$$T_0 \cdot \frac{\tau_1}{T_1(v_1)} \cdot \frac{\tau_2}{T_2} \cdot \frac{\tau_3}{T_в(v_2)} \cdot n \quad (1)$$

На рисунке 1 представлены кривые прогреваемости и фактической летальности при стерилизации консервов «Компот из вишни» в таре СКО 1-82-500 при ступенчатой тепловой стерилизации в потоке нагретого воздуха и в горячей воде с последующим охлаждением в потоке атмосферного воздуха по режиму:

$$58 \cdot \frac{8}{150(7,0)} \cdot \frac{10}{100} \cdot \frac{12}{22(8,0)} \cdot 0,133$$

где 8 - продолжительность периода нагрева консервов в потоке нагретого воздуха при температуре 150°С и скорости 7,0 м/с, мин; 10 - продолжительность нагрева консервов душеванием горячей водой температурой 100°С, мин; 12-продолжительность охлаждения в потоке атмосферного воздуха, мин; 22 - температура воздушного потока, °С; 8,0 - скорость воздушного потока, м/с; 0,133 - частота вращения банок в процессе тепловой обработки, с<sup>-1</sup>.



**Рисунок 1** - Кривые прогреваемости (1,2) и фактической летальности (3,4) в наиболее и наименее прогреваемых точках банки СКО 1-82-1000 при комбинированной тепловой стерилизации консервов «Компот из вишни» в потоке нагретого воздуха и орошении водой с воздушным охлаждением и вращением тары

Как видно из рисунка 1, представленный режим обеспечивают промышленную стерильность консервов[2], одновременно уменьшают количество ступеней тепловой обработки, что упрощает конструкцию и снижает металлоемкость стерилизующей аппаратуры, а также и сокращает продолжительность процесса тепловой обработки по сравнению с режимом стерилизации в автоклаве на 30 мин.

На основании проведенных исследований разработаны новые режимы ступенчатой стерилизации консервов «Компот из вишни» с использованием комбинированной тепловой обработки в потоке нагретого воздуха и душеванием горячей водой с воздушным охлаждением в различной таре и при разных параметрах нагретого воздуха.

Некоторые режимы стерилизации консервов «Компот из вишни» с использованием комбинированной тепловой обработки в потоке нагретого воздуха и душеванием горячей водой с воздушным охлаждением представлены в таблице 1.

Данные режимы обеспечивают промышленную стерильность консервов, что подтверждается величиной стерилизующего эффекта, который соответствует нормативному значению 150-200 усл. мин. [4].

Кроме того, предлагаемый способ по сравнению с прототипом обеспечивает значительную экономию тепловой энергии и воды в процессе тепловой стерилизации и обеспечивает повышение качества готового продукта за счет сокращения продолжительности и обеспечения равномерности тепловой обработки.

**Таблица 1** - Режимы ротационно-ступенчатой стерилизации консервов «Компот из вишни» с использованием ступенчатого нагрева в потоке воздуха и душеванием горячей водой с воздушным охлаждением

Наименование консервов	Расфасовка	Новые режимы стерилизации консервов
Компот из вишни	1-82-3000	$60 \cdot \frac{20}{150(8,0)} \cdot \frac{20}{100} \cdot \frac{30}{22(8,0)} \cdot 0,33$
Компот из вишни	1-82-3000	$60 \cdot \frac{28}{140(6,0)} \cdot \frac{15}{100} \cdot \frac{30}{22(8,0)} \cdot 0,33$
Компот из вишни	1-82-3000	$60 \cdot \frac{35}{130(8,0)} \cdot \frac{12}{100} \cdot \frac{30}{22(8,0)} \cdot 0,33$
Компот из вишни	1-82-1000	$60 \cdot \frac{12}{140(8,0)} \cdot \frac{12}{100} \cdot \frac{20}{22(8,0)} \cdot 0,16$
Компот из вишни	1-82-1000	$60 \cdot \frac{10}{150(6,0)} \cdot \frac{12}{100} \cdot \frac{20}{22(8,0)} \cdot 0,16$
Компот из вишни	1-82-1000	$60 \cdot \frac{15}{140(5,0)} \cdot \frac{12}{100} \cdot \frac{20}{22(8,0)} \cdot 0,16$
Компот из вишни	1-82-500	$60 \cdot \frac{8}{150(5,0)} \cdot \frac{10}{100} \cdot \frac{12}{22(8,0)} \cdot 0,133$
Компот из вишни	1-82-500	$60 \cdot \frac{6}{150(8,0)} \cdot \frac{12}{100} \cdot \frac{12}{22(8,0)} \cdot 0,133$
Компот из вишни	1-82-500	$60 \cdot \frac{10}{140(8,0)} \cdot \frac{10}{100} \cdot \frac{12}{22(8,0)} \cdot 0,133$
Компот из вишни	1-82-500	$60 \cdot \frac{13}{130(5,0)} \cdot \frac{10}{100} \cdot \frac{12}{22(8,0)} \cdot 0,133$

**Библиографический список:**

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т.2. - М.: Пищевая промышленность, 1977.
2. Демирова А.Ф., Исмаилов Т.А., Ахмедов М.Э. Ступенчатая стерилизация компотов в горячей воде в стеклянной таре СКО 1-82-3000 в статическом состоянии. //Хранение и переработка сельхозсырья. - 2011.- №2.- С. 22-24.
3. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Касьянов Г.И., Рахманова М.М. Способ производства компота из груш и айвы. Патент РФ № 2470560, Бюл.№36 2012г.

4. Б.Л.Флауменбаум Основы консервирования пищевых продуктов. М.Легкая и пищевая промышленность,1982.
5. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Рахманова М.М. Способ производства компота из груш и айвы. Патент РФ № 2470561, Бюл.№36 2012г.

УДК 577.35

*Исмаилов Э.Ш., Казимагомедов М.К., Абакаров Г.М.*

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ МЕХАНИКА ВОДЫ И ЕЁ РОЛЬ В ПОВЫШЕНИИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ БИОСИСТЕМ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)**

*Ismailov E. Sh., Kazimagomedov M. K., Abacarov G.M*

## **MOLECULAR MECHANICS OF WATER AND ITS ROLE IN INCREASE OF VIABILITY OF BIOSYSTEMS (STATE-OF-THE-ART REVIEW)**

*В работе рассмотрены современные данные по молекулярной структуре воды в виде аналитического обзора. Показана незаменимая роль воды в процессах жизнедеятельности. Определены пути эффективного использования активных форм воды в технологиях.*

**Ключевые слова:** молекулярная организация воды, теория строения воды, орто-пара изомерия воды, жизнедеятельность, современные высокие технологии.

*In work modern data on molecular structure of water in the form of the state-of-the-art review are considered. The irreplaceable role of water in activity processes is shown. Ways of effective use of active forms of water in technologies are defined.*

**Key words:** molecular organization of water, theory of a structure of water, orto-couple water isomerism, activity, modern high technologies.

Издrevле людям хорошо известна жизненно – важная, уникальная роль воды в природе, её незаменимое значение для нормального роста, развития и функционирования живых систем, которое во многом задаётся активным участием  $H_2O$  в формировании и работе биосистем, в повышении их устойчивости, стабилизации и функционировании. Ныне убедительно показано, что эта уникальная роль связана с определёнными особенностями состава и строения воды, установленными в самой природе и мироздании в целом. Рассмотрим более конкретно особенности строения и молекулярной организации воды [1,2].

Ещё в середине XX столетия была предложена двухструктурная (клатратная) модель строения жидкой воды, выдвинутая и рассмотренная О.Я. Самойловым (1957 г.). Согласно этой модели молекулярная структура воды формируется при плавлении льда в результате перехода определённой части молекул  $H_2O$  из узлов молекулярной кристаллической решётки в междуузлия. Соответственно, происходит увеличение плотности упаковки молекул, а молярный объём жидкой воды достигает  $18,02 \text{ см}^3$ . Подсчитано, что при температуре  $4^\circ\text{C}$  жидкая вода имеет наибольшую плотность, когда в междуузлия переходит примерно 18 % молекул (Frank, Quist, 1961). Интересно, что эта модель предполагает сохранение в жидкой воде тетраэдричности и направленности водородных связей. Как известно, лёд представляет собой молекулярный кристалл, где все молекулы воды находятся в узлах кристаллической структуры. В кристалле льда молекулы не

меняют свою дислокацию и могут совершать только колебательные движения, оставаясь в узлах кристаллической решётки.

В кристаллической решётке льда каждая молекула воды может принимать 6 различных положений, что создаёт большой набор возможных ориентаций для атомов водорода, участвующих в образовании водородных связей (Кайвирайнен А.И., 1980). Подсчитано, что элементарная ячейка такого кристалла имеет размеры  $0,352 \times 0,737$  нм и состоит из 4 молекул  $H_2O$ . Средний объём одной молекулы равен  $0,032$  нм<sup>3</sup>, а молярный объём льда составляет  $19,65$  см<sup>3</sup>. Длина водородных связей между соседними молекулами воды в кристалле равна  $0,18$  нм, а энергия этих связей – примерно  $25,5$  кДж/ моль; расстояние между двумя соседними атомами кислорода составляет  $0,282$  нм. Частота колебаний молекул  $H_2O$  в кристаллической решётке имеет порядок  $10^8$  Гц, а наблюдаемые в результате фазового перехода в жидкое состояние вращательные и трансляционные движения молекул при температуре  $0^{\circ}C$  имеют порядок  $10^5$  Гц. Вблизи этой температуры теплоёмкость льда довольно значительная. Она составляет  $38$  кДж/моль и с понижением температуры уменьшается. Однако при плавлении льда теплоёмкость воды скачкообразно возрастает в 2 раза.

Д. Эйзенберг и В. Кауцман (1975 г.) предложили выделить 3 типа структур льда: I, V и D. Структура I является динамичной и характеризует истинное состояние воды, в которой все молекулы находятся в постоянном движении. При этом определяемые реально расстояния между соседними молекулами воды в каждый данный момент времени могут более чем на 15% отличаться от средних расстояний. Если усреднить положения молекул за небольшое определённое время, сопоставимое со временем колебательных движений молекул, создаётся картина колебательно - усреднённой V структуры. А при усреднении за ещё более длительный период, сопоставимый с временами трансляционных переходов молекул воды, получается диффузионно - усреднённая D структура.

Следует также отметить, что почти в то же время была выдвинута и другая интересная модель строения жидкой воды, схожая с моделью Самойлова и получившая название континуальной (Маленков Г.Г., 1984).

Вода - универсальный растворитель и ключевой посредник жизни [3]. О том, сколь необычными свойствами наделен этот вездесущий объект, можно судить уже по особенностям твердой фазы воды – льда. Лед является протонным полупроводником и его электропроводность обусловлена движением протонов. Причина такого поведения кроется в структуре водной молекулы, благодаря чему она и образует с другими молекулами воды (а также с биомолекулами) характерный тип межмолекулярного объединения, называемый водородной связью.

Центры положительного и отрицательного зарядов в молекуле разнесены на значительное расстояние. Поэтому она обладает большим дипольным моментом и, следовательно, сильным электрическим взаимодействием с ближайшим окружением. К тому же ей присущи интересные магнитные свойства, среди которых одно из ведущих мест занимает открытая сравнительно недавно магнито-спиновая орто – пара изомерия молекул воды [4, 5].

Как отмечалось, при плавлении льда с образованием жидкой воды часть молекул из узлов переходят в междуузлия, вследствие чего происходит повышение плотности их упаковки в единице объёма и, соответственно, молярный объём воды снижается до  $18,02$  см<sup>3</sup>. При этом структура (каркас) жидкой воды в определённой мере сохраняет гексагональную структуру льда, но становится «размытой» тепловым движением молекул, которые способны теперь совершать не только колебательные, но и трансляционные и либрационные (поступательные) движения в жидкости.

Так, например, при температуре  $+4^{\circ}C$  в междуузлия переходит примерно 18% молекул воды. Эти молекулы заполняют преимущественно междуузлия, обрамлённые другими 20, близко расположенными молекулами воды. Причём энергетические,

динамические и иные молекулярно – кинетические свойства перешедших в междуузлия молекул воды остаются такими же, как и у всех остальных молекул. Главным достоинством данной модели Самойлова является то, что она определяет сохранение в жидкой воде определённой тетраэдричности и пространственной направленности водородных связей, характерных для кристаллического состояния льда. Вместе с тем, эта модель постулирует, что чистая вода является однородной жидкостью, в которой имеется только одна жидкая фаза.

В последующем было разработано несколько других моделей структурной организации воды, в которых более конкретно рассмотрены особенности молекулярной структуры воды и возможное влияние на неё растворённых веществ. Так, например, в континуальной модели, сформулированной Г.Г. Маленковым, также определяется, что вода является структурно – однородной жидкостью, в которой существует непрерывная трёхмерная приблизительно тетраэдрическая сетка водородных связей. Геометрические характеристики этих связей распределены примерно так же, как и характеристики кристаллов, в которых молекулы  $H_2O$  соединены водородными связями. Каждая молекула воды способна к образованию 4 водородных связей. В двух связях она выступает в качестве донора, а в двух других – в качестве акцептора электронного облака. Несколько процентов молекул не образует водородных связей вовсе.

Распределение молекул воды по энергиям, согласно данной модели, имеет один максимум. Частоты трансляционных переходов в жидкой воде имеют порядок  $10^{10}$  Гц, а колебательные движения совершаются с частотой порядка  $2 \cdot 10^{13}$  Гц. При компьютерном моделировании такой структуры выходит, что около 1% молекул в I структуре  $H_2O$  образуют 5 водородных связей, из которых 2- донорные и 3 связи – акцепторные. При этом одна из акцепторных связей имеет выраженный изгиб. У редких молекул могут быть и 3 донорные связи, одна из которых является т. н. «вилочковой». Трансляционные и либрационные колебания вызывают сравнительно небольшие смещения молекул воды, вследствие чего жидкая вода, подобно льду, характеризуется также усреднённой V структурой. Определённые в континуальной модели V структуры являются непрерывными сетками, содержащими 5 ÷ 8 членные кольца, в которых каждая молекула в среднем  $H_2O$  в среднем образует 3,6 водородных связей.

### **Молекулярная структура воды: современные модели**

На протяжении прошедшего XX столетия шло постоянное расширение и углубление наших знаний по строению, свойствам и роли воды [6, 7].

Многочисленными теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что в живых организмах, его клетках и тканях основная часть воды представляет собой объёмную воду, молекулы которой находятся в свободном состоянии. Она не связана с какими-то конкретными молекулярными структурами и является свободно-растворяющей, т.е. служит в качестве растворителя. Максимальное поглощение электромагнитной энергии молекулами свободной воды происходит в микроволновом диапазоне на частотах порядка 20 ГГц. Вместе с тем, сравнительно небольшая часть молекул воды в живых системах является гидратированной; она контактирует, взаимодействует с поверхностью макромолекул, биологических мембран и других молекулярных и надмолекулярных высокоорганизованных структур и даже обволакивает их, образуя упорядоченную ажурную сетку. Это взаимодействие происходит за счёт заряд – дипольных и диполь – дипольных электрических, а также определённых магнитных сил. Такую воду называют структурированной или связанной водой.

Имеющиеся материалы показывают, что молекулярная организация, механика и динамика молекул, а также физико – химические и биологические свойства свободной и “связанной” воды имеют свои существенные отличия. В этом плане весьма интересно активное участие  $H_2O$  в стабилизации структуры и оптимизации внутренней и внешней среды живых клеток, тканей и органов организма, обеспечении целостности всего

организма и синхронизации, согласованном протекании ферментативных и других биологических реакций и процессов. Исследователи считают, что именно динамичная структура жидкой воды, её молекулярная механика тонко и точно воспринимают различные сигналы и отображают их как универсальная матрица живого [1,2,8,9,19,20].

В настоящее время всё большее внимание специалистов привлекает изучение участия двухжидкостной воды в процессах жизнедеятельности организмов и её магнито – спиновая изомерия. Серьёзный вклад в понимание научных данных по роли структурной организации воды в биоэлектромагнитных эффектах внёс состоявшийся в начале июля 2010 года в Махачкале Междисциплинарный научный симпозиум «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах», организованный:

- Академией технологических наук РФ и её Северо – Кавказским региональным отделением;

- Дагестанским государственным техническим университетом;

- Институтом проблем геотермии ДНЦ Российской АН;

- Физическим институтом им. П.Н. Лебедева Российской АН;

- Институтом общей физики им. А.М. Прохорова Российской АН и

- Институтом аналитического приборостроения Российской АН.

Все основные материалы Симпозиума опубликованы в специальном выпуске журнала АТН РФ [31].

### **Приложения в биотехнологии**

Современные биотехнологии всё шире и глубже применяются в пищевом производстве, медицине и сельском хозяйстве для получения необходимых продуктов, а также в энергетике и ряде других направлений. При этом ведущим началом выступает сам биологический объект, его участие в соответствующих технологических процессах.

По своим электрическим и магнитным свойствам биологические системы и объекты, живые клетки существенно отличаются от обычной электролитической среды. Внутри- и внеклеточное содержимое во многом представляет собой водный раствор, содержащий органические и минеральные ионы. Молекулярные компоненты биосистем, участвующие в соответствующих биохимических и биофизических реакциях и процессах, образуют надмолекулярные системы, обладающие многими важными функциональными и другими свойствами. К таким системам относятся, например, биомембраны и примембранные слои.

Известно, что в стабилизации структуры и нормальном функционировании биологических мембран, как и всего живого объекта, активную роль играет вода. Она не только выступает в качестве универсального растворителя, внутренней среды биосистем, но и определяет работу ферментативных систем, сама участвует во многих реакциях.

Приведенный выше материал убедительно показывает, что такая уникальная роль воды заложена в её природе и молекулярной организации воды как химического соединения. При этом, в зависимости от природы и состава растворённых веществ, условий получения и внешних воздействий, вода способна проявлять различную биологическую и иную активность. В данном плане многие исследователи активно изучают уникальные свойства воды и стараются разработать эффективные способы получения  $H_2O$ , обладающей оздоравливающим биологическим действием. Ныне одним из перспективных направлений здесь является исследование орто-пара спин-изомерии  $H_2O$ , её применение в технологиях, а также определение роли этих изомеров в живой природе. Так, в работе [10] было выявлено, что обогащение воды орто-изомерами позволяет выращивать кристалл из водного раствора белка лизоцима другой морфологии, а также повышает растворяющую способность воды, например, для почечного камня оксалата кальция [11].

Хорошо известно, что для человека, растений и животных и многих микроорганизмов жизненно – важную роль играет качество и состав пищи. В

современных условиях возникла и требует своего решения проблема обеспечения безопасности потребляемой пищевой продукции и, соответственно, создания необходимых новых производств на основе биотехнологий и других перспективных подходов. Одними из основных и широко используемых в пищевой промышленности микроорганизмов являются дрожжевые клетки. Для практического применения в хлебопекарной, спиртовой и других отраслях многие отечественные и зарубежные фирмы ныне в больших масштабах выпускают сухие дрожжи. Такие дрожжи сравнительно долго хранятся и удобны в употреблении. Вместе с тем, нередко при их применении процесс брожения протекает неактивно, может наблюдаться закисание образующейся дрожжевой суспензии (бражки) и недостаточно высокое качество продуктов брожения. Поэтому стоит важная биотехнологическая задача повышения активности используемых дрожжей. При этом большее значение в активации дрожжей и обеспечении необходимого качества получаемых пищевых продуктов приобретает состав и чистота применяемой воды.

В большой серии экспериментальных исследований нами были получены интересные данные по использованию микроволн и лазерного излучения [12] для повышения жизнеспособности и увеличения продуктивности дрожжевых и других полезных микроорганизмов [13, 14]; показана перспективность их применения в биотехнологии [15, 16]. При этом было установлено, что в механизмах взаимодействия микроволн и лазерного излучения с живыми системами, их биологическими мембранами и другими высокоорганизованными молекулярными и надмолекулярными структурами и системами, а также наблюдаемых эффектах действия излучений на биосистемы активную роль играет вода и возникающие в ней изменения молекулярной структуры [1, 2, 17, 18]. Биофизические аспекты этой роли  $H_2O$  рассмотрены в работах [12, 19, 20]. Более конкретно молекулярная механика и динамика гидратированной воды и физико – химические механизмы её взаимодействия с другими молекулярными компонентами установлены также в работах [21, 22] и специальном экспериментальном исследовании [23], которые оказали существенную помощь в разработке, получении и применении целебных, здоровьесберегающих средств и способов на базе лекарственных растений Дагестана [24 и др.].

Ранее было установлено, что кавитационная обработка воды приводит к изменению орто/пара отношения от неравновесного в сторону равновесного (1:3), а также или в сторону обогащения воды спин-изомерами орто- $H_2O$ , поскольку вода при комнатной температуре является сугубо неравновесной жидкостью по орто/пара отношению, перегретой по спиновой температуре на 240 К.

В данном плане было проведено экспериментальное исследование возможности повышения активности и продуктивности хлебных дрожжей при их выращивании на питательных средах различного состава с использованием воды после её кавитационной обработки (рента вода). В результате исследования установлено, что при использовании воды после кавитационной обработки брожение протекает более активно [25]. Причём, на полноценной питательной среде активность дрожжей более высокая. Производительность биомассы также выше при использовании воды, обогащенной орто-изомерами  $H_2O$ . Существенно, что производство биомассы, в отличие от выработки углекислого газа, менее чувствительно к качеству питательной среды. Эти результаты хорошо коррелируют с данными предыдущих экспериментальных работ по повышению производительности дрожжевых клеток при действии на них мембрано–активных излучений, микроволновых и лазерных, а также биологически активных соединений.

В целом, получены новые результаты при решении прикладных задач пищевого производства [26, 27], основанные на современных исследованиях воды [4, 6, 7, 10, 11, 28, 29 и др.]. Показано, что более точное и углублённое изучение структуры и свойств воды способствует решению проблемы очистки воды в пищевых целях, а также для решения и других насущных экологических и иных задач с использованием соответствующих микробиологических и растительных тест-объектов [30].

**Библиографический список:**

1. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д., Исмаилова Г.Э. Действие физических полей. Неионизирующие излучения.- М., изд. «Экономика», 2007, 181 с.
2. Исмаилов Э.Ш. Биофизическое действие СВЧ – излучений. М., «Энергоатомиздат», 1987, 144 с.
3. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д. Электромагнитные поля и излучения в природе, технике и жизни человека. Махачкала, Дагучпедгиз, 1993, 159 с.
4. Pershin S.M., Bunkin A.F., Anisimov N.V., Pirogov Yu.A. Water Enrichment by H<sub>2</sub>O ortho-Isomer: Four-Photon and NMR Spectroscopy. *LaserPhysics*, 19(3), 2009, p. 410 – 413.
5. Першин С.М. Двухжидкостная вода и орто-пара изомеры H<sub>2</sub>O: физический и технологический аспекты. Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 22 – 49.
6. Захаров С.Д., Мосягина И.В. Гетерогенная структура воды: эволюция представлений (обзор). Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 8 – 21.
7. Исмаилов Э.Ш. Возможности использования penta воды в биотехнологии. Матер. Симп. «Молекулярная структура воды и её роль в механизмах биоэлектромагнитных явлений», М., 2011, с. 14 – 15.
8. Живая вода, пойдди-ка сюда. <http://mudroctiroda.izcon.ru/2010/10/24zhivaya-voda-rojdi-ka-suyda/>.
9. МасаруЭмото. Послания воды: Тайные коды кристаллов льда (Перев. с англ). М., ООО Издательский дом «София», 2006, 96 с., ил.
10. Бункин А.Ф., Першин С.М., Рашкович Л.Н., *Опт. и спектр.*, **96(4)**, 568, 2004, 568.
11. Gvozdev N.V., Petrova E.V., Chervich T.G., Shustin O.A., Rashkovich L.N., *J.of Crystal Growth*, **261**, 2004, 539 - 548.
12. Исмаилов Э.Ш., Исмаилова Г.Э. Биофизическое действие микроволн. Матер. Международного совещ. «Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование» в Москве, Geneva, 1999, с. 47 – 54.
13. Захаров С.Д., Исмаилов Э.Ш., Стародуб А.Н. и др. Способ повышения продуктивности микроорганизмов. Патент РФ № 2208049, 2003, 14 с.
14. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д., Стародуб А.Н. Использование микроволновых мембрано – активных излучений в биотехнологии. Труды VРоссийско–Японского семинара «Оборудование, технологии и аналитические системы для материаловедения, микро- и нанoeлектроники», т. 1, Саратов, 2007, с. 500 – 509.
15. Исмаилов Э.Ш., Вагабов М-З.В, Аливердиева А.А., Определение биологической активности пищевых растительных компонентов. Сб. «Аналитические методы измерений и приборы в пищевой промышленности», М., 2005, с. 246 – 249.
16. Аливердиева А.А., Исмаилов Э.Ш., Наврузова Ш.М., Получение биологически активных экстрактов ореха действием микроволн. Хранение и переработка сельхозсырья, № 2, 2007, с. 31 – 32.
17. Исмаилов Э.Ш., Гаджиева А.М., Рабаданов Г.А., Гаджиев Я.М-С., Абдулмагомедова З.Н. Выращивание активных штаммов дрожжей. Матер. IV Международной НТК «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке», С – Петербург, 2009, с. 296 – 298.
18. Исмаилов Э.Ш. Новые разработки в биотехнологии. Сб. «Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи», том19, М., 2010, с. 387 – 391.
19. Исмаилов Э.Ш., Рабаданов Г.А., Гаджимурадова Р.М. Роль воды в биофизическом действии микроволн. Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 70 – 79.
20. Исмаилов Э.Ш., Хачиров Д.Г., Кудряшов Ю.Б., Исмаилова Г.Э. Механизмы биофизического действия микроволн. Радиационная биология, радиоэкология, т. 38, вып. 6, 1998, с. 920 – 923.

21. Исмаилов Э.Ш. Инфракрасные спектры теней эритроцитов в области полос амид I и амид II при микроволновом облучении. *Биофизика*, т. 21, 1976, с. 940 – 946.
22. Исмаилов Э.Ш. Действие микроволн и лазерного излучения на живые системы. Сб. «Основные научные направления ДагГТУ», Махачкала, 2002, с. 166 – 170.
23. Исмаилов Э.Ш., Абдуллаев Р.Р., Мирзаметова Р.М., Буганов Х.А., Трофименко А.В. Исследование действия СВЧ излучения и тепла на реакцию комплексообразования в системе ПАР – Cr(III). Сб. «Физико – химические методы анализа и контроля производства», Махачкала, 1984, с. 76 – 79.
24. Исмаилов Э.Ш., Дибирова М.М. Применение экстрактов мяты в пищевых технологиях. Сб. «Повышение качества и безопасности пищевых продуктов», Матер. Всероссийской НПК, Махачкала, 2012, с. 39 – 43.
25. Pershin S.M., Ismailov E.Sh., Suleimanova Z.G., Abdulmagomedova Z.N and Zagirova D.Z., Spin – Selective Interaction of Magnetic Ortho-H<sub>2</sub>O Isomers with Yeast Cells. *Physics of Wave Phenomena*, Volume 20, Number 3, 2012, p. 223 – 230.
26. Исмаилов Э.Ш., Абдулмагомедова З.Н. Жидкие питательные среды для выращивания активных штаммов дрожжей. . Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 124 – 126.
27. Исмаилов Э.Ш., Минхаджев Г.М., Загирова Д.З. Использование качественной воды в пищевой промышленности. . Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 127 – 129.
28. «Живая» вода. <http://huashen.do.am/blog/structuravody/2009-10-11-2> .
29. Структура воды. <http://watermarket.ru/articles/2772> .
30. Казимагомедов М.К., Исмаилов Э.Ш. Использование дрожжей как тест – объекта для оценки качества воды и жидких сред. Юг России: экология, развитие, № 3, 2010, с. 103 – 106.
31. Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах. Материалы научного Симпозиума, состоявшегося в 2010 году в Махачкале. Академия технологических наук РФ, издание «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, 167 с.

**УДК 547.789.9**

*Абакаров Г.М.*

## **МЕТОДЫ СИНТЕЗА ВОСЬМИЧЛЕННЫХ ТЕЛЛУРСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ С НЕСКОЛЬКИМИ ГЕТЕРОАТОМАМИ**

*Abakarov G.M.*

## **METHODS OF SYNTHESIS EIGHT-TELLURIUM-CONTAINING HETEROCYCLES WITH MORE HETEROATOMS**

*В данной статье систематизированы и обобщены данные по синтезу новых восьмичленных теллурсодержащих гетероциклов и новым препаративным методам получения описанных ранее гетероциклов теллура.*

*Ключевые слова:* 1,5-дителлурациклооктан, диарилтеллуросид, теллуразоцин, восьмичленные теллурсодержащие гетероциклы.

*In this article systematized and summarized data on the synthesis of new eight-membered tellurium-containing heterocycles and new preparative methods described above produce heterocyclic tellurium.*

**Key words:** 1,5-ditelluracyclooctane, diaryltelluroxide, tellurazocine, eight-membered tellurium-containing heterocycles.

**Введение.** Известно, что для получения гетероциклических соединений селена применялись в основном реакции, аналогичные тем, которые применялись в химии родственных гетероциклов серы. Однако синтез гетероциклов теллура во многих случаях не мог быть осуществлен с помощью подобных реакций. Гетероциклы теллура изучены в гораздо меньшей степени, чем гетероциклы селена и серы. Методы синтеза серных и селеновых гетероциклов в ряде случаев не могут быть использованы для получения структурно родственных гетероциклов теллура. Это обусловлено спецификой реакционной способности нециклических теллурурганических соединений – предшественников теллурических гетероциклов [1].

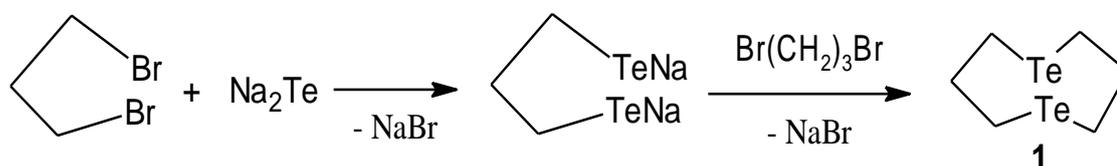
Особенности химического поведения органических соединений теллура определяются следующими факторами [2]:

1. Повышенной нуклеофильностью анионов  $R\text{Te}^-$  и  $\text{Te}^{2-}$  и диорганилтеллуридов  $R_2\text{Te}$  по сравнению с другими халькогенорганическими производными;
2. Пониженной термодинамической и кинетической стабильностью теллурических производных  $R\text{TeX}$  ( $X$  – галоген);
3. Способностью атома теллура в различных координационных состояниях образовывать весьма стабильные (по сравнению с атомами серы и селена) внутримолекулярные координационные связи с атомами кислорода и азота;
4. Тенденцией производных дикоординированного теллура – диорганилтеллуридов  $R_2\text{Te}$  и диорганилдителлуридов  $R_2\text{Te}_2$  легко вступать в реакции окислительного присоединения галогенов с образованием структур, содержащих теллур в степенях окисления IV и VI;
5. Наивысшей в ряду диорганилхалькогенидов  $R_2M$  ( $M=O, S, Se, Te$ ) нуклеофильностью диорганилтеллуридов;
6. Сильной поляризацией связей  $\text{Te}=\text{X} \leftrightarrow \text{Te}^+ - \text{X}^-$  ( $X=\text{CR}_2, \text{NR}, \text{O}$ ), ответственной за специфические реакции  $\pi$ -теллуранов;
7. Резко повышенной стабильностью производных тетракоординированного теллура –  $\sigma$ -теллуранов  $R_2\text{TeX}_2$  и  $R\text{TeX}_3$  и тетраорганилтеллуранов  $R_4\text{Te}$  по сравнению с аналогичными производными серы и селена;
8. Низкой энергией связи  $\text{C}-\text{Te}$  по сравнению со связями  $\text{C}-\text{S}$  и  $\text{C}-\text{Se}$ .

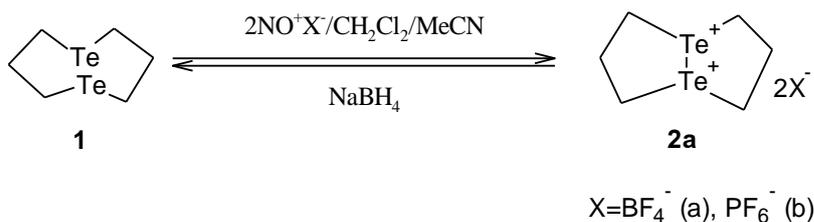
## МЕТОДЫ СИНТЕЗА ВОСЬМИЧЛЕННЫХ ТЕЛЛУРСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ

### 1. Методы синтеза восьмичленных теллуросодержащих гетероциклов с двумя гетероатомами

Получение восьмичленного гетероцикла с двумя атомами теллура – 1,5-дителлурациклооктана путем взаимодействия 1,3-дибромпропана с  $\text{Na}_2\text{Te}$  описано в работе [3].



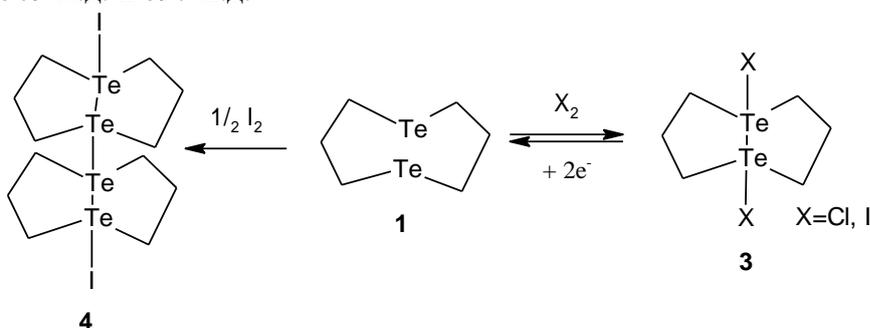
Отмечено что, двухэлектронное окисление гетероцикла **1**  $\text{NO}^+\text{BF}_4^-$  или  $\text{NO}^+\text{BF}_6^-$  приводит к дикатионам **2** с выходами, превышающими 80% [3,4]. При переходе от нейтрального гетероцикла **1** к дикатионам **2** наблюдается существенный низкочастотный сдвиг сигнала  $^{125}\text{Te}$  ( $\delta$   $^{125}\text{Te}$  для **1** (в  $\text{CHCl}_3$ ) 163,5 м.д., а для **2a** (в DMSO) 1303,7 м.д.).



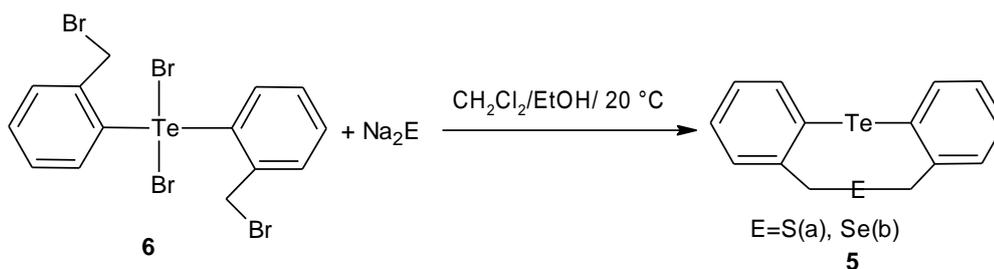
Дикатионы проявляют окислительные свойства.  $\text{PhSH}$  и  $\text{PhNHNHPh}$  окисляются этими солями в дифенилдисульфид и азобензол с выходами 91% и 80% соответственно [3, 4].

В результате окисления 1,5-дителлурациклооктана 1 эквивалентным количеством галогенов образуются дигалогенодителлураны **3** со значительными выходами, содержащие связи  $\text{Te}^{\text{IV}}-\text{Te}^{\text{IV}}$  [5]. Сигналы ядер  $^{125}\text{Te}$  в спектрах ЯМР  $^{125}\text{Te}$  соединений обнаруживают сильнополюсный сдвиг по сравнению с дикатионами **2**: 706 м.д. для  $\text{X}=\text{I}$  и 1008 м.д. для  $\text{X}=\text{Cl}$ .

После обработки гетероцикла **1** 0,5 экв  $\text{I}_2$  при комнатной температуре в атмосфере аргона образуется соединение, которому на основании спектральных данных авторы приписывают строение димерадителлурана **4** [5]. Действительно, в спектре ЯМР  $^{13}\text{C}$  этого соединения наблюдаются три резонанса с  $\delta$  28,7, 35,0 и 41,2 м.д., а в спектре ЯМР  $^{125}\text{Te}$  – два сигнала при 509 м.д. и 697 м.д.

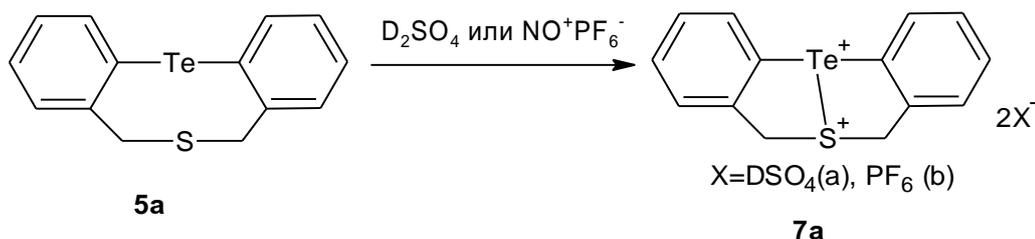


Восьмичленные гетероциклы типа **5**, содержащие наряду с атомом  $\text{Te}$  атомы  $\text{S}$  **5a** ( $\text{E}=\text{S}$ ) или  $\text{Se}$  **5b** ( $\text{E}=\text{Se}$ ), были синтезированы, исходя из бис(2-бромметилфенил)теллуриды бромиды **6** [5,6]. Обработкой последнего  $\text{Na}_2\text{S}$  или  $\text{Na}_2\text{Se}$  гетероциклы **5a,b** были получены с выходами 40% и 52% соответственно [5,6].



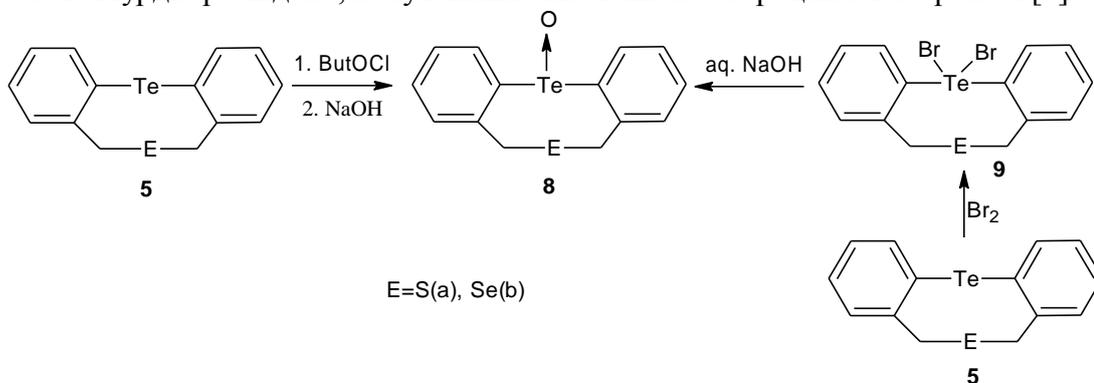
Согласно спектральным данным (ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{125}\text{Te}$ ) **5H**, **7H** – дибензо-[b,d][1,5]теллуриотиицин **5a** в растворе  $\text{CDCl}_3$  при  $-50^\circ\text{C}$  существует как равновесная смесь изомеров: лодки ( $\delta$   $^{125}\text{Te}$  493,5 м.д.; 75%) и кресла ( $\delta$   $^{125}\text{Te}$  538,3 м.д.; 25%). Величина потенциала электрохимического окисления гетероцикла **5a** (0,41 V) на 0,15 V ниже, чем  $\text{Ph}_2\text{Te}$ ; это, по мнению авторов [6], обязано трансаннулярному взаимодействию между

атомами халькогенов. Растворение соединения **7a** в концентрированной  $D_2SO_4$  сопровождается образованием трансаннулярной  $Te - S$  связи в дикатионе **7a**. Стабильная соль **7b**, выделенная в индивидуальном состоянии, была получена окислением теллуратиоцина **5a**  $NO^+PF_6^-$  [5,6].

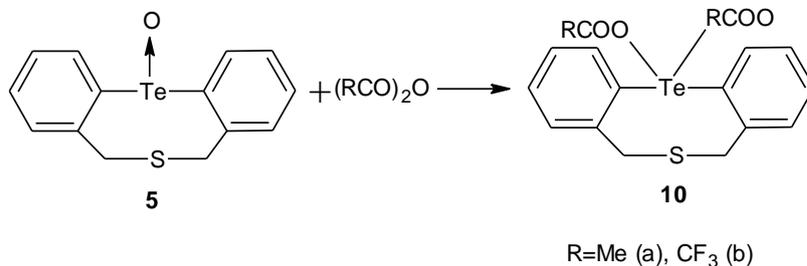


Как и рассмотренный ранее дикатион **1**, соль **7b** действует как окислитель, превращая  $PhSH$  в дифенилдисульфид, а фенотиазин – в соответствующий катион-радикал [5,6].

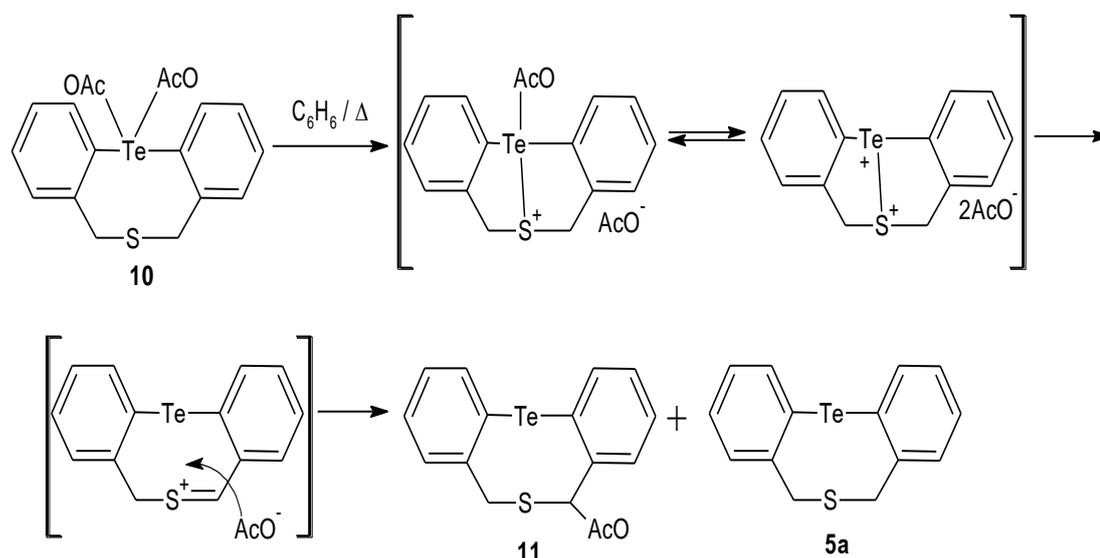
Подобно диорганителлуридамгетероцикла **5** окисляются  $ButOCl$  в соответствующие теллуорокисды **8** [6]. Величины  $^{125}Te$  химических сдвигов ( $\delta$  1154 м.д. для **8a** и 1159 м.д. для **8b**) однозначно свидетельствует о том, что окислению подвергается атом теллура, поскольку  $\delta$   $^{125}Te$  для  $Ph_2TeO$  составляет 1035 м.д. Интересно отметить, что при окислении структурно родственного селенатиоцина образуется смесь сульфоксида (67%) и селеноксида (33%) [6]. Теллуорокисды **8** были синтезированы также щелочным гидролизом теллуридбромидов **9**, полученных окислением гетероциклов **5** бромом [6].



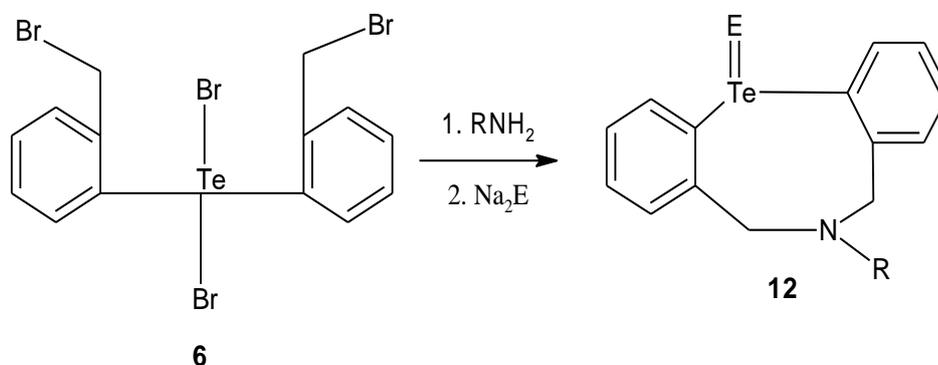
Подобно диарилтеллуороксидам [7], 12-оксо-5H,7H-дибензо[b,d][1,5]теллуратиоцин **5a** при реакции с  $(RCO)_2O$  образует дикарбоксилаты **10** [6,8].



При кипячении диацетата **10a** в бензоле образуется смесь сульфида **11** (выход 23%) и гетероцикла **5a** (выход 60%). Образование этих продуктов объясняется трансаннулярным  $S - Te$  взаимодействием в интермедиатах, возникающих в процессе реакции [6,8].



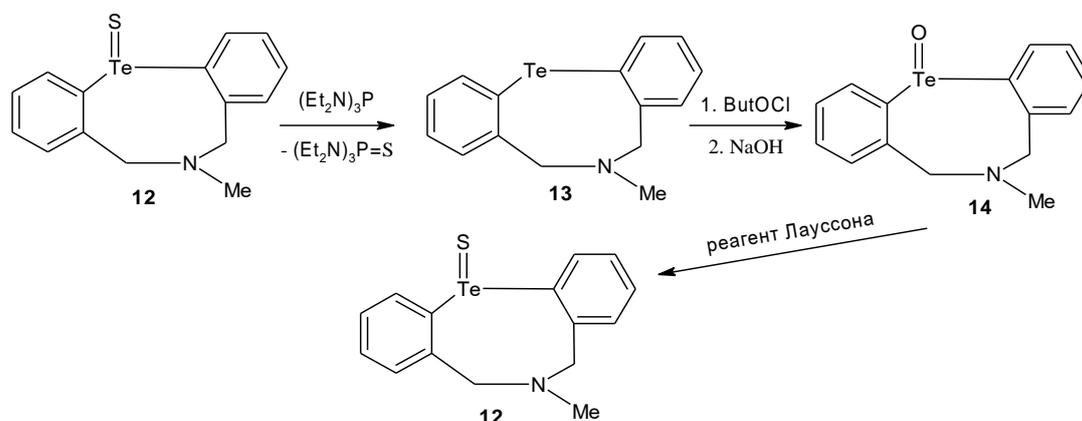
Довольно редкие в теллурорганической химии производные, содержащие связи  $\text{Te} = \text{E}$  ( $\text{E} = \text{S}, \text{Se}$ ), были получены при попытках синтеза N – замещенных – 5Н,7Н – дибензо[*b,d*][1,5]теллуразоцинов [8]. Так, при взаимодействии тетрабромиды **6** с  $\text{MeNH}_2$  с последующим добавлением в реакционную смесь  $\text{Na}_2\text{S}$  происходит не восстановление группы  $\text{TeBr}_2$ , а образование теллуросульфида **12a**. Подобная реакция с  $\text{PhCY}_2\text{NH}_2$  и  $\text{Na}_2\text{Se}$  приводит к теллуроселениду **12b**.



$\text{E} = \text{S}, \text{R} = \text{Me}$  (a),  $\text{E} = \text{Se}, \text{R} = \text{PhCH}_2$  (b)

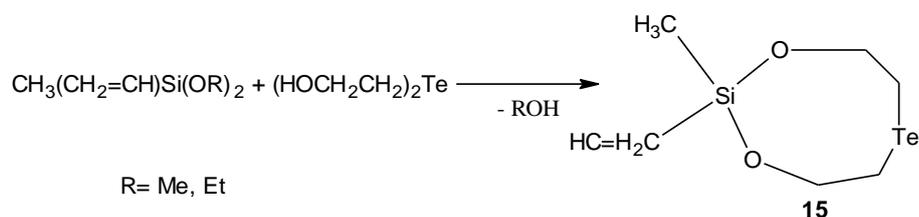
Методом РСА была изучена структура теллуроселенида **12b** [9], который существует в виде двух кристаллографических независимых единиц с эквивалентными связями  $\text{Te} - \text{Se}$ . Длина этой связи, составляющая 2.445 Å примерно на 0.1 Å меньше длины связи  $\text{Te} - \text{Se}$  в бис(2-этилкарбоксифенилтеллурилен)селениде  $(2\text{-EtO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{Te})_2\text{Se}$  (2.536 Å) [10] и отвечает, вероятно, двойной связи  $\text{Te} = \text{Se}$ . Обращает на себя внимание длина трансаннулярной связи  $\text{Te} \cdots \text{N}$ , равная 2.620 Å, что значительно меньше суммы ванн-дер-ваальсовых радиусов элементов (3.70 Å) [11]. Авторы [9] считают эту связь ответственной за стабильность  $\text{Te} = \text{Se}$  фрагмента в **12b**.

Соединение **12a** при обработке эквивалентным количеством  $(\text{Et}_2\text{N})_3\text{P}$  превращается в теллуразоцин **77** (выход 96%). Превращение теллуразоцина **13** в теллуриоксид **14** протекает под действием  $\text{VU}^+\text{OCl}$  с последующей обработкой реакционной смеси водным раствором  $\text{NaOH}$ . Интересно, что под действием реагента Лауссонателлуриоксид **14** превращается в теллуросульфид **12a**, тогда как в случае бис(2-метилфенил)теллуриоксида происходит его восстановление [9].



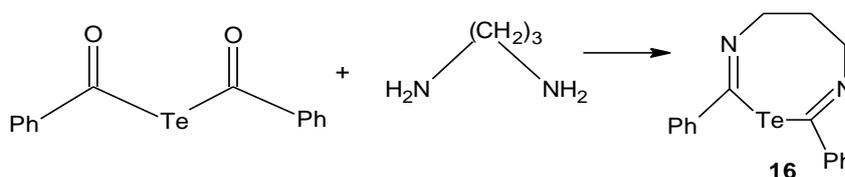
## 2. Методы синтеза восьмичленных теллуродержащих гетероциклов с тремя и четырьмя гетероатомами.

Восьмичленный теллуродержащий гетероцикл с четырьмя гетероатомами – 1,3-диокса-6-теллура-2-силациклооктан **15** был получен с выходом 95% взаимодействием метилвинилдиалкоксисиланов с бис(2-гидроксиэтил)теллуридом [12].

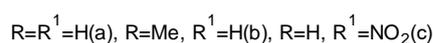
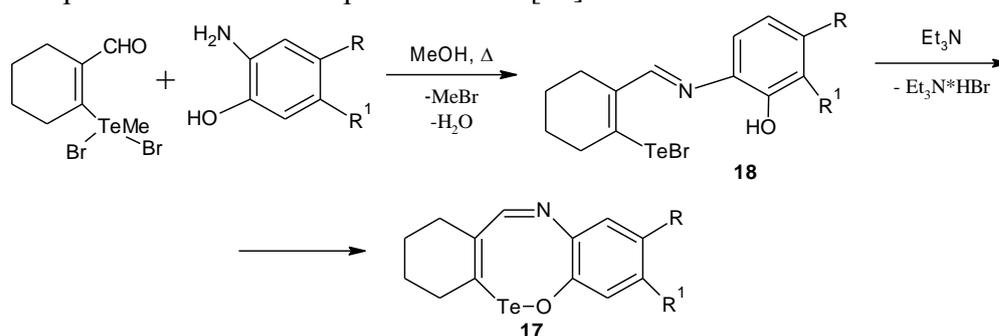


На основе спектров ЯМР  $^1H$  и  $^{29}Si$  [9] предполагается, что трансаннулярное взаимодействие  $Si \rightarrow$  халькоген возможно только в гетероцикле **15**.

Схема реакции использована для получения восьмичленных теллуразотных гетероциклов с одним атомом теллура и двумя атомами азота **16**.



Из восьмичленных теллур-, кислород-, азот-содержащих гетероциклов следует отметить 1-окса-2-теллура-6-азоциклоокта-3,5-диен **17**, полученный с выходом 80–90% путем обработки суспензии 2-бромтеллуренилциклогексенилен-2-гидроксианилинов **18** эквимолярным количеством триэтиламина [13].



Строение синтезированных соединений подтверждено данными ЯМР <sup>1</sup>H.

ЯМР <sup>1</sup>H соединения **17** (ДМСО-d<sub>6</sub>, м.д.): 1.70-3.03 (м, 8H, (CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>), 2.27 (с, 3H, CH<sub>2</sub>), 6.90-7.35 (м, 4H, H-аром.), 9.47 (с, 1H, CH=N), 10.72 (с, 1H, OH).

#### **Библиографический список:**

1. Абакаров Г.М., Пантин В.А., Мурсалова М.Г., Ихласова Б.И., Алимйрзоева З.М. Синтез бензопроизводных 1-оксо-2-теллура-6-азациклооктадиена-3,5. // Современные проблемы химии и нефтехимии: наука, образование, производство, экология. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Сборник научных трудов. – Махачкала: ГОУ ВПО «ДГТУ», 2008. С.34-36.
2. Садеков И.Д., Минкин В.И. Специфика реакционной способности теллуруорганических соединений. Успехихимии. 64 (6), 1995. С. 527-561.
3. H. Fujihara, T. Ninoi, R. Akaishi, T. Erata, N. Furukawa. Tetrahedron Lett., 32, 4537-4540 (1991).
4. H. Fujihara, N. Furukawa. Phosphorus Sulfur Silicon Relat. Elem., 67, 131-134 (1992).
5. H. Fujihara, Y. Takaguchi, T. Ninoi, T. Erata, N. Furukawa. J. Chem. Soc., Perkin 1, 2583-2584 (1992).
6. H. Fujihara, Y. Takaguchi, Y. Y. Chiu, T. Erata, N. Furukawa. Chemistry Lett., 151-154 (1992).
7. Y. Takaguchi, H. Fujihara, N. Furukawa. Organometallics, 15, 1913-1919 (1996).
8. V. I. Naddaka, I. D. Sadekov, A. A. Maksimenko, V. I. Minkin. Sulfur Rep., 8, 61-100 (1988).
9. H. Fujihara, Y. Takaguchi, N. Furukawa. Chemistry Lett., 501-502 (1992).
10. H. Fujihara, T. Uchara, N. Furukawa. J. Am. Chem. Soc., 117, 6388 (1995).
11. N. L. M. Dereu, R. A. Zingaro, E. A. Meyers. Cryst. Struct. Commun., 10, 1353-1364 (1981).
12. L. Pauling. «The Nature of the Chemical Bond», 3 ed., Cornell University Press, Ithaka, New York, 1960.
13. М. Г. Воронков, С. Н. Адамович, В.А. Потапов, В. И. Рохлин, Б.З, Штеренберг, Р.Г. Мирсков, С.В. Амосова. 1,3-Диокса-6-халькогена-2-силациклооктаны. Изв. АН СССР, сер.хим. 1859-1961 (1987).

**УДК 573.6.086.83:664.022.3**

*Гаджиева А.М., Мурадов М.С.*

### **ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ТОМАТОВ В ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН**

*Gadgieva A.M., Muradov M.S.*

### **NEW EFFECTIVE METHODS OF TOMATO CULTIVATION AND PROCESSING IN THE FOOTHILL AREA OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN**

*Проанализированы особенности выращивания и переработки томатов в условиях равнинной части Дагестана. Приведена схема комплексной переработки томатов, а также аппаратурная схема линий переработки томатов. Разработаны инновационные способы переработки томатов.*

**Ключевые слова:** *Дагестан, томаты, выращивание, переработка, технология.*

*The peculiarities of tomato cultivation and processing in conditions of plain area of Dagestan have been considered in the article. The layout of integrated tomato processing and the hardware layout of lines of tomato processing have been described.*

*The new effective method of tomato-juice production is developed.*

**Key words:** *Dagestan, tomato, cultivation, processing, technology*

Одной из актуальных задач перерабатывающей промышленности на современном этапе является рациональное использование растительного сырья с максимальным сохранением в нем биологически активных веществ.

Среди приоритетных проблем современной пищевой промышленности особо следует выделить совершенствование технологий производства продуктов питания с профилактическими свойствами.

Существенным ресурсом сырья, обладающего такими свойствами, являются овощи, в состав которых входит комплекс биологически активных веществ. К перспективным видам овощного сырья для производства пищевых продуктов относятся выращиваемые в Дагестане томаты, ввиду того, что они являются наиболее распространенными и популярными у населения видами овощного сырья, содержащими легкоусвояемые углеводы, водо- и жирорастворимые витамины, макро- и микроэлементы, ароматические вещества. Однако существующие традиционные способы переработки томатов малоэффективны и не позволяют в достаточной степени сохранить полезные свойства содержащихся в них пищевых и биологически активных веществ. Более прогрессивными способами переработки томатов являются биотехнологические, с использованием ферментативных и электрофизических методов.

Известно, что Дагестан является аграрной республикой. Около 60% населения республики живёт в сельской местности и основным источником дохода здесь является сельское хозяйство. Эта отрасль даёт около 25% валовой продукции Республики Дагестан. В период перехода на рыночные отношения не все хозяйства смогли перестроиться и остаться на плаву, и сейчас им оказывается государственная поддержка.

Выращивание и переработка томатов сосредоточена в республиках и краях Южного федерального округа. Этим занимается значительная часть населения, агрофирм и сельхозпредприятий Дагестана.

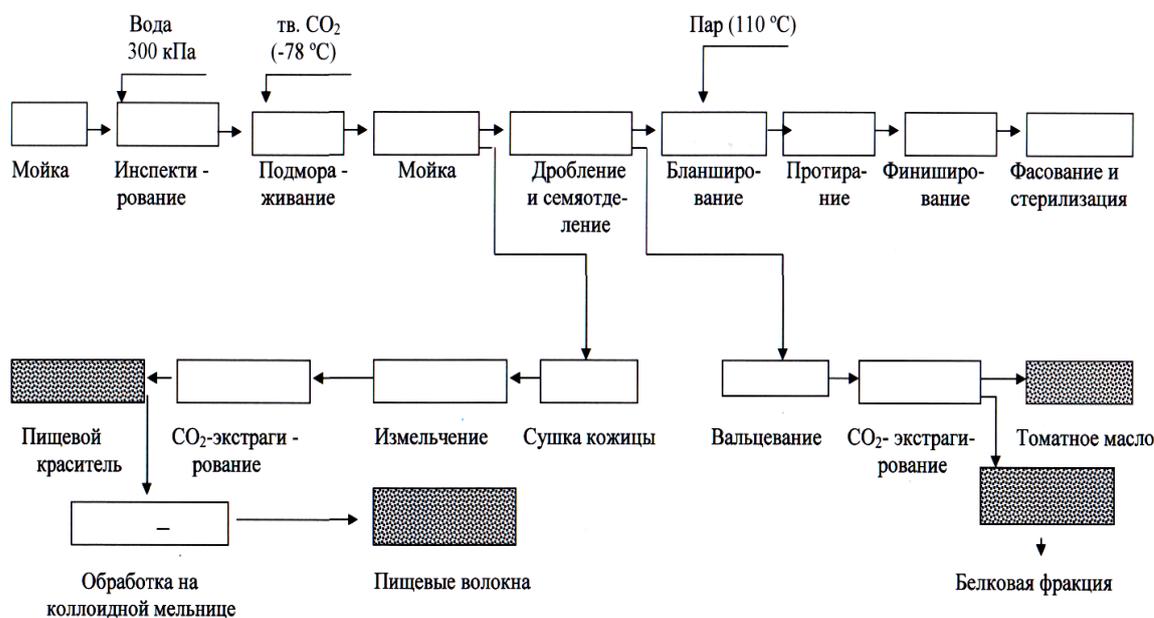
За многие десятилетия работы с этой культурой агрономы освоили новые устойчивые сорта, научились выращивать высокие урожаи томатов практически при любых погодных условиях, а переработчики – получать из этого сырья разнообразную продукцию.

В Дагестане наибольшие объёмы переработки томатов выполняли на Хасавюртовском консервном заводе. Выпускались томаты цельноконсервированные, маринованные, томатный сок, томатная паста, томатный напиток, острые томатные соусы, аджика, супы-пюре и др. [1,2]. Однако комплексная переработка сырья так и не была организована, в то время как именно такая технология даёт наибольший экономический эффект. С целью совершенствования технологии переработки томатов специалисты предприятия проанализировали и частично внедрили у себя новшества австрийских перерабатывающих фирм.

В условиях перерабатывающих предприятий нами разработана и апробирована практически безотходная технология переработки томатов, заключающаяся в получении томатного сока из мякоти, жирного масла и белка семян, пищевого красителя из кожицы (рис. 1).

Томаты двукратно мыли в унифицированных моечных машинах типа КУМ-1, АЭ-КМБ до полного удаления загрязнений и инспектировали на конвейере типа Т1-КТ2В с душевым ополаскиванием. Расход воды – 1 м<sup>3</sup> на 1 т сырья. Затем томаты подвергали кратковременному подмораживанию (кожицы) или обрабатывали острым паром, а затем "подорванную" кожицу удаляли с помощью щеточной моечной машины. После этого

томаты направляли на изготовление натуральных томатов в томатном соке, а другую часть дробили на дробилках с семяотделителем типа Т1-КОС75 или Т1КОС-15, затем нагревали до 60 °С в трубчатом подогревателе типа ПТУ-5 и протирали на протирачной машине типа Т1-КП2У с диаметром отверстий сит 1,2-1,5 мм и 0,7-0,8 мм. Финиширование томатной массы осуществляли через сита с диаметром отверстий 0,4 мм.



**Рисунок 1** - Принципиальная схема комплексной переработки томатов

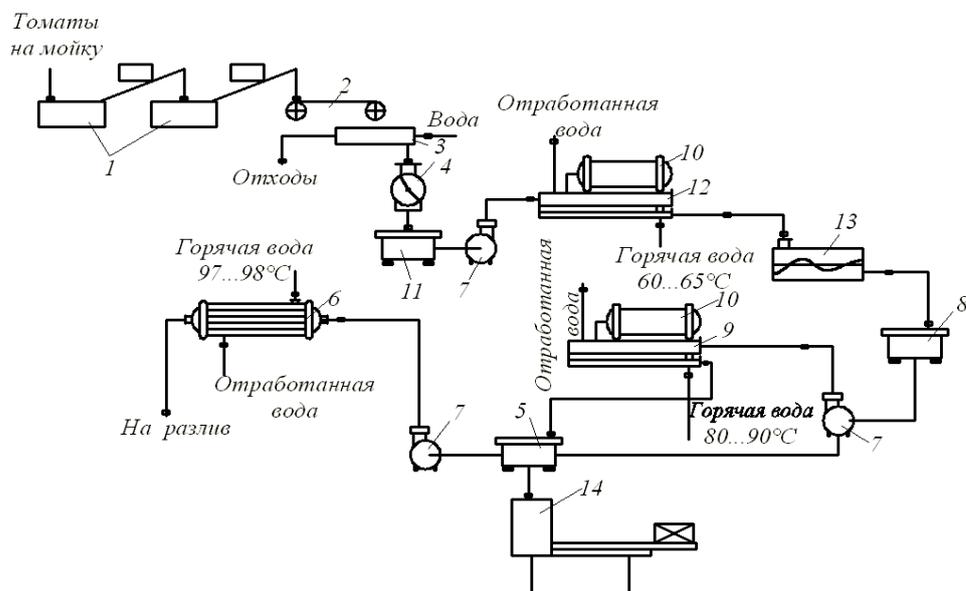
Томаты, выращенные в южном регионе Дагестана, в полной мере обогащены полезными компонентами. В плодах таких томатов содержатся 5-6 % сухих веществ, в том числе 0,13 пектина, 0,84 клетчатки, 0,5 органических кислот; 0,6 минеральных веществ и т.д. Томаты, выращенные в горах, на почве с большим содержанием кальция, отличаются повышенной плотностью тканей и длительной сохраняемостью.[3]

Также нами разработаны новые, более совершенные технологии производства томатного сока и томатной пасты.

Существующие способы получения томатного сока из свежих томатов имеет ряд существенных недостатков.

Целью работы является повышение качества томатного сока, снижение количества отходов при его производстве, получение томатных семян в свежем виде для использования в качестве посадочного материала и возможность регулирования количества мякоти в готовом томатном соке.

Для отработки усовершенствованной технологии производства томатопродуктов мы использовали зрелые плоды, которые содержали максимальное количество питательных веществ. Линия содержала комплекс оборудования для очистки, мойки и сортировки сырья, в состав которого входили вентиляторные моечные машины, транспортеры, гидролотки, оборудование для измельчения томатов, состоящее из дробилок, емкостей и насосов. Ведущим является комплекс оборудования, включающий вакуум - подогреватели с вакуумными емкостями и шнековые прессы со сборниками. Важной составной частью комплекса являются центрифуги или протирачные машины. Завершающий комплекс оборудования линии состоит из фасовочно-укупорочных машин, стерилизаторов и пастеризаторов. Аппаратурная схема линии производства томатного сока представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2** - Аппаратурная схема линии производства томатного сока

1-мочные машины, 2-инспекционный транспортер, 3-флотационная мочная машина, 4-дробилка; 5,8,11-сборные емкости, 6-теплообменник, 7-центробежные насосы; 9,12-бланширователи,13-декантер, 14-аппарат для сбора и фасовки томатного шрота.

При выполнении исследований мы поставили цель снизить количество отходов при производстве томатного сока, получить томатные семена в свежем виде для использования в качестве посадочного материала, а также регулировать количество мякоти в готовом томатном соке.

Поставленная цель достигается тем, что томаты после инспекции дробят, отделяют семена на семяотделителе без тепловой обработки, после чего томатную массу центрифугируют для получения томатного сока, затем оставшиеся мякоть и кожицу прогревают до 60°C и протирают для производства концентрированных томатопродуктов.[4]

Красные томаты после мойки и инспекции дробят при помощи дробилок, полученную дробленую массу томатов пропускают через машину «семяотделитель», где томатные свежие семена отделяются от массы мякоти, сока и кожицы томатов. Полученную томатную массу без томатных семян центрифугируют, отделяя при этом томатный сок. Количество мякоти в соке регулируется частотой вращения центрифуги: при частоте вращения  $n = 8-12$  об/сек количество мякоти в соке достигает до 30%, что соответствует требованиям.

После центрифугирования оставшиеся мякоть и кожицу томатов нагревают до 60°C и протирают на протирочной машине. Нами была проведена экспериментальная работа по определению процента отходов при тепловой обработке при различных температурах (50÷80°C) и количество отходов при 60°C было минимальное. Полученная мякоть томатов после протирания была использована при производстве концентрированных томатопродуктов. Полученный томатный сок нагревали до 125°C, выдерживали в течение 70 сек, охлаждали до 98÷100°C и расфасовали в стеклотару.

В таблице 1 приведены потери при перетирании дробленной томатной массы в зависимости от температуры.

**Таблица 1 - Потери при перетирании дробленной томатной массы**

Температура предварительного нагрева томатной массы, °С	Количество перерабатываемых томатов, кг	Потери при перетирании, %		
		дробление	2-х ступенчатое перетирание	общие потери
80	12,3	1,74	5,16	6,9
70			5,0	6,74
60			4,77	6,51
50			5,53	7,27
80	13	1,88	4,53	6,41
70			4,66	6,54
60			4,18	6,06
50			5,18	7,06
80	14,6	1,74	5,94	7,68
70			5,42	7,16
60			4,68	6,42
50			5,96	7,70
80	16,9	2,12	7,03	9,25
70			6,94	8,06
60			6,72	8,84
50			7,03	9,15
80	19,1	1,74	5,83	7,57
70			5,08	6,82
60			5,14	6,88
50			5,70	7,44

Качественные показатели томатного сока, полученного по существующему и предлагаемому способам представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Качественные показатели томатного сока, полученного по существующему и предлагаемому способам**

Показатели	Существующий способ	Предлагаемый Способ
Цвет	Красный или оранжевый	Красный, ярко выраженный
Вкус и аромат, баллы	5	Свойственный Томатам
Содержание мякоти, %	30	30
Сухие вещества, %	5,1	5,1
Содержание витамина С, мг%	5,2	9,5

Томатный сок, полученный по предлагаемому способу производства по качественным показателям лучше относительно томатного сока, полученного по существующему способу. На рисунках 3 и 4 показано содержание БАВ в томатном соке

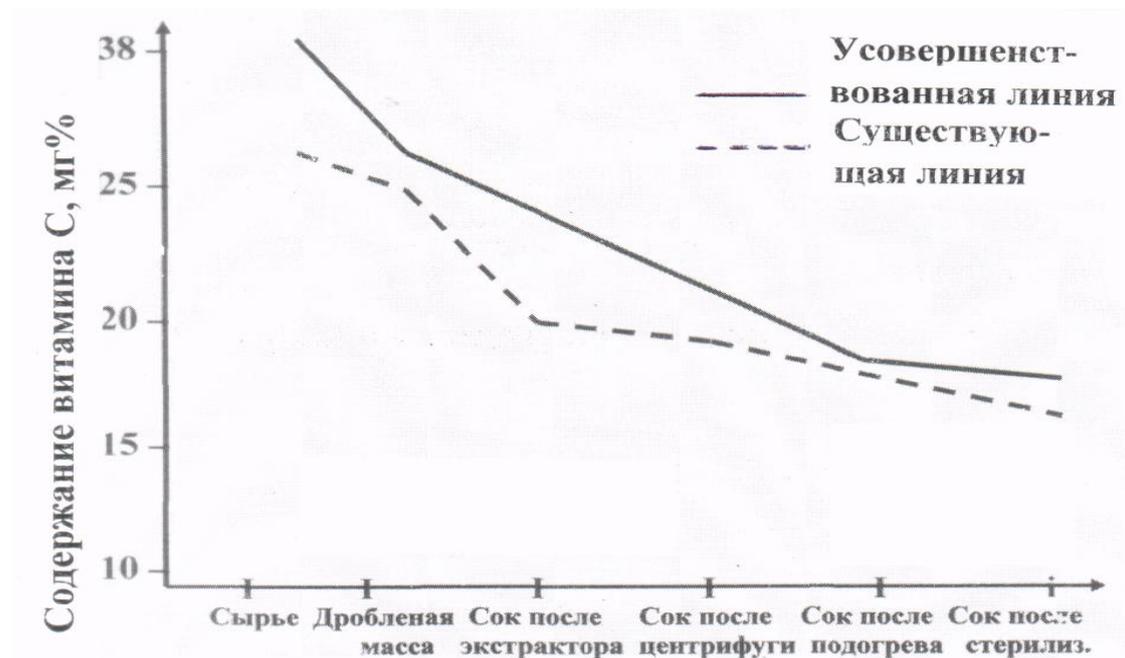


Рисунок 3 - Содержание витамина С в томатном соке

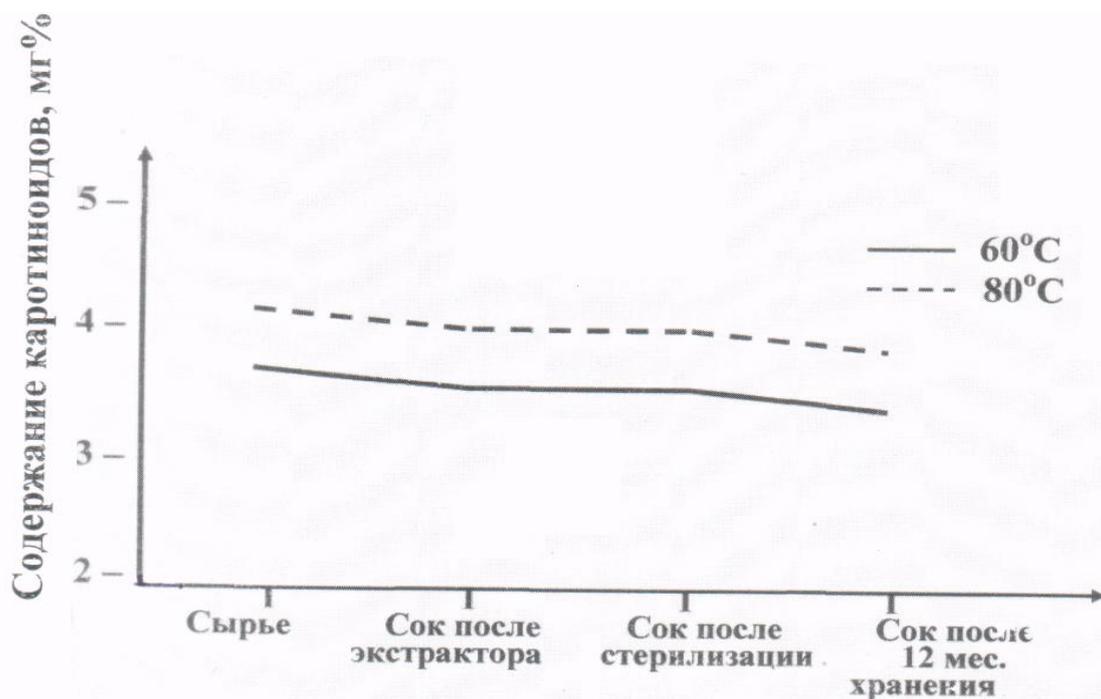


Рисунок 4 - Содержание каротиноидов в томатном соке

Следующей ответственной операцией было совершенствование технологии концентрирования томатных продуктов.

Концентрированные томатопродукты представляют собой протертую, освобожденную от кожицы и семян уваренную под вакуумом томатную массу. К концентрированным томатным продуктам относятся томатный сок, томатное пюре и томатная паста. Концентрация сухих веществ в томатном пюре обычно составляет 12, 15 и 20%, а в томатной пасте практически в два раза больше – 25, 30, 35 и 40% [5]. На консервных предприятиях Дагестана выпускается также томатная паста с содержанием сухих веществ 27, 32 и 37%. [6]. Вкус и запах натуральные, свойственные уваренной

томатной массе, без горечи, пригара, посторонних привкуса и запаха; для томатной пасты с добавлением соли - соленый вкус. Цвет концентрированных томатных продуктов красный, оранжево-красный или малиново-красный, характерный для томатных продуктов, равномерный по всей массе. Для первого сорта допускается буроватый или коричневатый оттенок. В готовом продукте нормируется массовая доля растворимых сухих веществ, массовая доля соли для соленой томатной пасты, массовая доля минеральных примесей, массовая доля тяжелых металлов.

Для производства концентрированных томатных продуктов на переработку поступают томаты в целом виде или томатная масса, получаемая на пунктах первичной переработки, расположенных в центре сырьевой зоны. Для уваривания томатной пульпы до массовой доли сухих веществ 12, 15 и 20 % применяют выпарные аппараты, изготовленные из нержавеющей стали или покрытые изнутри кислотоустойчивой и термостойкой эмалью. Внутри корпуса установлена нагревательная змеевиковая камера, куда подается пар давлением 0,08...0,12 МПа. Томатная масса температурой 90... 95 °С загружается в аппарат сверху через загрузочный люк, а разгружается готовый продукт снизу. Выпаривание происходит при непрерывном доливе массы и поддержании слоя продукта над змеевиками около 100 мм. Когда массовая доля сухих веществ будет на 2...3 % ниже требуемой, долив прекращают и заканчивают варку. Наиболее эффективным оборудованием для концентрирования томатной массы являются вакуум-выпарные установки, работающие по схеме противотока.

Недостатками традиционных способов концентрирования томатопродуктов является большая продолжительность процесса концентрирования, которая даже в самых современных выпарных установках составляет более 35 мин., что ухудшает качество готового продукта. Это связано с тем, что коэффициент теплопередачи по мере концентрирования раствора значительно уменьшается из-за увеличения вязкости и низких скоростях рабочей среды относительно поверхности теплопередачи.

Нами предложено сократить продолжительность процесса концентрирования путем увеличения коэффициента теплопередачи от поверхности теплопередачи к увариваемой томатной массе за счет увеличения скорости последней относительно поверхности теплопередачи и удаления влаги из раствора путем ее самоиспарения при низких давлениях [7].

Поставленная цель достигается тем, что томатную пульпу в потоке нагревают в трубчатом теплообменнике до 125°С и охлаждают при низких давлениях (до 101 кПа.) до 50-60°С, при этом за счет самоиспарения раствора влага в виде вторичного пара удаляется.

Предлагаемый способ концентрирования осуществляют следующим образом: томатную пульпу после протирания и финиширования (тонкого измельчения) при помощи насосов прогоняют через трубчатый теплообменник и нагревают до 125°С, после чего нагретая пульпа попадает в сепаратор, работающий под вакуумом около 93 кПа. В сепараторе за счет самоиспарения удаляется определенная часть влаги и раствор концентрируется; далее этот процесс нагрева до 125°С и охлаждение в вакууме до 50-60°С повторяют примерно 15-16 раз и достигается 30% концентрация томатной массы. Такое выполнение способа позволяет сократить время пребывания томатной массы в установке более чем 4-5 раз и улучшить качество готовой томатной пасты.

В таблице 3 приведены результаты расчета количества удаляемой влаги и концентрация раствора за счет самоиспарения томатной пульпы при охлаждении ее под вакуумом (89-93 кПа).

Таким образом, после 16-кратного подогрева и концентрирования достигается 30% концентрация томатной массы.

**Таблица 3 - Количество удаляемой влаги при концентрировании томатопродуктов\***

№п/п	$Q_n = G \cdot c \cdot (t_k - t_n), \text{ Дж}$	$W = \frac{Q}{r}, \text{ кг}$	$n_i = \frac{G_n \cdot n_n}{G_n - \sum_{i=1}^n W_i}, \%$
1	$Q_1 = 5 \cdot 4049(125-60) = 1315925$	$W_1 = 0,558$	$n_1 = 5,628$
2	$Q_2 = 4,442 \cdot 4049(125-60) = 1169067,77$	$W_2 = 0,496$	$n_2 = 6,335$
3	$Q_3 = 3,946 \cdot 4049(125-60) = 1038528$	$W_3 = 0,44$	$n_3 = 7,13$
4	$Q_4 = 3,506 \cdot 4049(125-60) = 922726,6$	$W_4 = 0,3913$	$n_4 = 8,026$
5	$Q_5 = 3,1147 \cdot 4049(125-60) = 819742,3$	$W_5 = 0,558$	$n_5 = 9,032$
6	$Q_6 = 2,7671 \cdot 3938(125-60) = 708294,6$	$W_6 = 0,3$	$n_6 = 10,13$
7	$Q_7 = 2,4671 \cdot 3938(125-60) = 631503,6$	$W_7 = 0,2678$	$n_7 = 11,36$
8	$Q_8 = 2,1993 \cdot 3938(125-60) = 562954,82$	$W_8 = 0,2387$	$n_8 = 12,7$
9	$Q_9 = 1,9606 \cdot 3938(125-60) = 501854,78$	$W_9 = 0,2183$	$n_9 = 14,29$
10	$Q_{10} = 1,7423 \cdot 3855(125-60) = 436576,8$	$W_{10} = 0,1851$	$n_{10} = 15,988$
11	$Q_{11} = 1,5572 \cdot 3855(125-60) = 390195,4$	$W_{11} = 0,1655$	$n_{11} = 17,889$
12	$Q_{12} = 1,3917 \cdot 3689(125-60) = 333708,8$	$W_{12} = 0,1415$	$n_{12} = 19,914$
13	$Q_{13} = 1,2502 \cdot 3689(125-60) = 299779,2$	$W_{13} = 0,1271$	$n_{13} = 22,158$
14	$Q_{14} = 1,1231 \cdot 3689(125-60) = 269302,5$	$W_{14} = 0,1142$	$n_{14} = 24,67$
15	$Q_{15} = 1,0089 \cdot 3689(125-60) = 241919,08$	$W_{15} = 0,1026$	$n_{15} = 27,46$
16	$Q_{16} = 0,9063 \cdot 3689(125-60) = 217317,1$	$W_{16} = 0,0927$	$n_{16} = 30,57$

\*Где, Qн – кол-во тепловой энергии, Дж

G – кол-во удаляемой влаги, кг/с     c – теплоемкость, Дж/кг·К;

tк – конечная температура продукта, °С;     tn – начальная температура продукта, °С;

W – влагосодержание, кг;     r – удельная теплота парообразования, Дж/кг;

ni – кол-во удаленной влаги в i – трубе под вакуумом.

Полезные свойства томатопродуктов очень многогранны, так они обладают свойствами антидепрессанта, регулируют работу нервной системы, а благодаря серотонину (гормону счастья) улучшают настроение. Томаты обладают антибактериальным и противовоспалительным свойствами, благодаря содержанию фитонцидов, полезны для пищеварительной системы, служат хорошим диуретиком, помогают при астении, атеросклерозе, азотемии. Увеличение количества томатопродуктов, содержащих каротиноид ликопин, помогает предупредить заболевания сердца и улучшает работу мозга.

### Библиографический список:

- 1 Патент РФ № 2116736. Способ производства томатного сока /В.Ф.Добровольский. Заявлено 08.08.1997. Опубликовано 10.08.1998.
- 2 Патент РФ № 2403821. Способ получения консервированного супа-пюре из томатов /Т.А.Исмаилов, М.Э.Ахмедов. Заявлено 25.05.2009. Опубликовано 20.11.2010.
- 3 Патент РФ № 2403709. Растения томатов, имеющие высокие уровни устойчивости /Ван Кан Йоханнес. Заявлено 24.10.2005. Опубликовано 20.11.2010.
- 4 Решение о выдаче патента РФ на изобретение по заявке № 2010111502, МПК А 23 L 3/04. Способ производства томатного сока / М.С. Мурадов, А.М.Гаджиева от 9.06.2011. Заявлено 23.03.2010.
- 5 Личко Н.М. Технология переработки продукции растениеводства. – М.: КолосС, 2008. 616с.
- 6 Патент РФ №2449563. Способ получения концентрированных томатопродуктов /М.С. Мурадов, А.М.Гаджиева. Заявлено 28.12.2009. Опубликовано 11.03.2011.
- 7 Патент РФ №2449605. Способ стерилизации томатного сока в металлической цилиндрической таре №13/М.С.Мурадов, С.М.Мурадов, А.М.Гаджиева. Заявлено 05.05.2010. Опубликовано 10.05.2012

## ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ

ББК 65.291.216

*Гамидуллаев Р.Б.*

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ РЕИНЖИНИРИНГА ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ

*Gamidulaev R.B.*

### PRACTICAL RECOMMENDATIONS ON IMPLEMENTATION OF REENGINEERING OF MANAGEMENT PROCESSES AT THE ENTERPRISES

*В статье сформулированы практические рекомендации для достижения успеха при реализации реинжиниринга процессов управления (РПУ) на предприятии. Представлены краткое содержание основных стадий, которые следует придерживаться при реализации мероприятий.*

**Ключевые слова:** реинжиниринг, мероприятия, рекомендации, процессы, управление, эффективность, предприятия.

*The article defines the best practices for achieving success in the implementation of management processes reengineering in the enterprise. It also presents a summary of the main stages, which should be followed in the implementation of activities*

**Key words:** reengineering, activities, recommendations, processes, management, enterprises

Проблема коренных изменений в современных условиях и, особенно с использованием информационных технологий в управленческой деятельности стала актуальной для каждого предприятия. Эти изменения должны происходить с применением такого эффективного метода, который позволил бы провести изменения с максимальной результативностью. Из всех существующих на сегодняшний день методов в этой сфере наиболее прогрессивным, радикальным и универсальным является реинжиниринг процессов управления.

Как известно одной из основных особенностей реинжиниринга процессов управления является ориентация не на функции, а на процессы. Хаммер рассматривает это направление как революцию в бизнесе, которая знаменует отход от базовых принципов построения предприятий и превращает конструирование бизнеса в инженерную деятельность.

Проведенные исследования и анализ различных мероприятий по реинжинирингу позволило нам сформулировать практические рекомендации для достижения успеха при реализации реинжиниринга процессов управления (РПУ) на предприятии. В частности, необходимо:

-выявить проблемы, связанные с исполнением процессов, коммуникациями, взаимодействием функциональных подразделений;

-определить 2-3 приоритетных процесса на предприятии, эффективность которых не устраивает;

-чётко очертить границы указанных процессов, не забыв при этом все влияющие на них сопутствующие и вспомогательные процессы;

-создать на основе компьютерной сети центрального офиса и офисов филиалов мощную информационную систему;

- четко определить и утвердить состав отдельных команд, ответственных за выполнение работ в рамках тех или иных бизнес-процессов;
- назначить ответственных сотрудников (менеджеров) за выполнение работ в рамках бизнес-процессов;
- провести полный цикл реинжиниринга: моделирование, создание системы информационного обеспечения, создание системы показателей процесса и изменение процессов;
- оценить экономическую эффективность предприятия до и после проведения реинжиниринга.

Первый шаг к успеху в реинжиниринге заключается в выполнении вышеприведенных рекомендаций, а также в осознании распространенных ошибок и обучении тому, как их исключить. Из этого следует, что необходимо знание наиболее распространенных ошибок, ведущих предприятия к провалу в реинжиниринге.

Экспертные оценки показывают, что около 50 % проектов по реинжинирингу бизнес-процессов (РБП) заканчивались неудачей. С целью выяснения причин неудач и определения, необходимых для успеха предпосылок проведен ряд специальных исследований, опирающихся на опросы консультантов более чем 40 предприятий, оказывающих услуги по менеджменту, реинжинирингу, формулировке стратегий бизнеса, эксплуатации оборудования и т.п. К основным причинам, которые обуславливают крах проекта по РБП, отнесены [1, 2]:

- ответственный за проект имеет недостаточно высокий должностной ранг;
- происходит излишняя концентрация на технологических вопросах;
- не создается мощная информационная система на основе новейших технологий;

Ниже приводятся перечень типовых ошибок, которые следует избегать при проведении реинжиниринга бизнес-процессов:

1. Попытка “отладить” процесс вместо того, чтобы его изменить.
2. Происходит излишняя концентрация на технологических вопросах.
3. Сосредоточение внимания только на бизнес - процессах.
4. Игнорируется все, кроме перепроектирования процессов.
5. Пренебрежение ценностями и убеждениями людей.
6. Стремление довольствоваться незначительными результатами.
7. Прекращаются изменения как можно раньше.
8. Заранее сужаются проблемы, и ограничивается масштаб реинжиниринговых мероприятий.
9. Позволяется существующей корпоративной культуре и стилю руководства предотвратить реинжиниринг.
10. Попытка осуществить реинжиниринг “снизу вверх”.
11. Назначить кого-либо, не понимающего сути реинжиниринга, руководителем реинжиниринговых мероприятий.
12. Урезание ресурсов, выделенных на реинжиниринг.
13. Похоронить реинжиниринг среди приоритетов корпорации.
14. Рассредоточить энергию по многочисленным реинжиниринговым проектам.
15. Не отличается реинжиниринг от других программ усовершенствования бизнеса компании.
16. Сконцентрировано внимание исключительно на перепроектировании.
17. Стремление осуществить реинжиниринг безболезненно для всех.
18. Отстают, когда люди сопротивляются изменениям, порожденным реинжинирингом.
19. Растягиваются реинжиниринговые мероприятия.
20. Среди менеджеров преобладает отношение "сделайте это для меня".

Таким образом, предприятия, которые подходят к реинжинирингу с пониманием его сути, избегают распространенных ошибок и отличаются сильным исполнительным руководством, обязательно достигнут в нем успеха.

Представим краткое содержание основных стадий, которых следует придерживаться при реализации практических рекомендаций реинжиниринга процессов управления (РПУ) на предприятии.

*Стадия 1. Организация и планирование работ.*

На этой стадии осуществляется планирование и организация работ по реинжинирингу процессов управления. Дается обоснование необходимости проведения РПУ на предприятии и выявление важнейших на предприятии процессов управления, требующих реинжиниринга и оценка последствий отказа от реинжиниринга. Также осуществляется согласование объемов проекта, целей и графика работ с руководством предприятия. Проводится разъяснительная работа и доведение целей проекта по РПУ до руководителей низшего звена. Другими словами осуществляется вся работа необходимая для начала реформ.

*Стадия 2. Изучение существующего состояния процессов управления рассматриваемого объекта.*

На этой стадии все действия в процессе управления пронизывают и охватывают преимущественно информационный цикл.

Целью на этой стадии является постановка проблемы, обследование процессов управления и анализ состояния процессов управления путем сбора необходимой информации для выработки решений. Эта стадия выполняется для подробного изучения существующей организации процесса управления на предприятии, выявления узких мест и возможных резервов управленческих процессов и подготовки необходимой информационной базы для перехода к следующей стадии.

*Стадия 3. Постановка диагноза состояния и определения путей реинжиниринга процессов управления рассматриваемого объекта.*

На этой стадии осуществляется изучение нормативной и научной информации, а также передового опыта, разработка и представление мероприятий по реинжинирингу процессов управления.

Принятые на этой стадии окончательные решения оцениваются расчетом экономической эффективности от внедрения разработанных мероприятий.

Таким образом, результатом этой стадии будет комплект документации по различным вопросам, которая и позволяет перейти к следующей стадии

*Стадия 4. Внедрение разработанных мероприятий.*

Для обеспечения внедрения разработок должно быть осуществлено ряд организационных и других обязательных работ.

Стадия внедрения является наиболее ответственным моментом, поэтому наиболее целесообразным является назначение в качестве руководителя работ – руководителя предприятия. При этом очень важно чтобы он достаточно хорошо разбирался в вопросах управления.

Представляется необходимым и полезным рассмотреть некоторые положения по содержанию работ основных этапов реинжиниринга.

Когда осуществляются глубокие преобразования на предприятии, то необходимо довести до всего персонала ожидания от реализации преобразований или реализуемого проекта. Некоторые авторы называют этот этап «Директивой» на проведение реинжиниринга как основанием для начала работ.

Директива должна объяснить ситуацию, в которой находится компания, и почему в этом положении нельзя оставаться. М. Хаммер называет директиву документом типа "аргументы для действий". Такой документ объясняет, почему бизнес должен быть реконструирован. Работники должны быть убеждены, что компания не может продолжать идти прежним курсом, если она хочет выжить и остаться конкурентоспособной.

Из сказанного следует, что основное назначение директивы – обеспечение мотивации к проведению реинжиниринга как для участников проекта, так и для всех сотрудников компании, затрагиваемых проектом.

Роль мотивации для разных групп сотрудников различна. Чрезвычайно важна мотивация высшего руководства, так как реинжиниринг всегда проводится "сверху - вниз". Руководство должно верить в необходимость реинжиниринга и быть абсолютно убеждено, что проект по реинжинирингу даст значительный результат. С другой стороны, руководство должно отдавать себе отчет в трудностях, неизбежных при построении новой компании и должно уметь идти на некоторый риск. Как сказал Дж. Карлсон, "нужно отважиться сделать прыжок" [1]. Руководитель, возглавляющий проект по реинжинирингу, должен уметь сопротивляться давлению упрямой старой компании и должен убедить сотрудников в том, что проект не только выполним, но и необходим для выживания компании.

Сотрудники компании должны понимать, почему проект приведен в действие, принимать свои новые задачи и быть готовыми к переменам. Относительно просто объяснить необходимость нового способа работы работникам нижнего уровня, но специалистам, исполняющим должности менеджеров, намного труднее понять, что новая компания может им предложить. Особое внимание рекомендуется уделять управляющим среднего звена, поскольку именно их деятельность в наибольшей степени будет изменена в результате реинжиниринга.

В задачу руководителя проектом по реинжинирингу должно входить разъяснение задач реинжиниринга всем служащим компании, привлечение их на свою сторону и демонстрация преимуществ обновления бизнеса. Новые задачи компании должны быть четко сформулированы и понятны каждому сотруднику. Руководство и рядовые сотрудники должны понимать, как достичь стратегических целей.

Проект должен выполняться под управлением руководства компании. Руководитель, возглавляющий проект по реинжинирингу, должен иметь большой авторитет в компании и нести за него ответственность. Для успеха проекта очень важно твердое и умелое управление.

Все перечисленные аспекты должны быть учтены при составлении директивы на проведение реинжиниринга. Ее основное содержание:

1. *Анализ ситуации*: изменение окружения компании, ожидания клиентов, увеличение конкуренции, трудности бизнеса компании, риск, вызванный сохранением существующего положения

2. *Цели реинжиниринга*. Цели должны быть величественны, чтобы мотивировать сотрудников компании на радикальные изменения в работе. С другой стороны, цели и ожидаемые результаты должны быть реалистичны и конкретны.

3. *Средства реализации проекта*: бюджет, руководство, планируемые сроки проведения реинжиниринга, использование технологической поддержки, приблизительный объем работ.

Согласно обобщенному опыту 248 компаний [3, 4] на этапе реинжиниринга проводятся различные достаточно известные мероприятия, которые могут быть использованы и в нашем случае. Не вдаваясь в подробности, представляется необходимым остановиться на важном аспекте внедрения.

Внедрение проекта новой системы реинжиниринга процессов управления обычно оказывается ознаменовано следующими мероприятиями:

1. Собственно мероприятия по внедрению:
  - завершение подробной разработки процессов и организационных моделей; определение новых рабочих обязанностей;
  - разработка систем поддержки;
  - реализация предварительных вариантов и первичные испытания;

– ознакомление работников с новым вариантом; разработка и осуществление плана реформы;

– разработка поэтапного плана; внедрение как таковое;

– разработка плана обучения; обучение работников новым процессам и системам.

2. Последующие мероприятия:

– разработка мероприятий по периодической оценке; определение итогов нового процесса; внедрение программы непрерывного совершенствования нового процесса;

– предоставление окончательного отчета оргкомитету и администрации.

Особое значение при внедрении результатов реинжиниринга имеет налаживание эффективной системы управления изменениями, то есть подготовка и введение сотрудников в новую, измененную компанию.

На наш взгляд, должен быть налажен обмен информацией между уровнями. Нельзя легкомысленно относиться к идеологии организации. Поскольку реинжиниринг процессов управления направлен на то, чтобы добиться максимальных результатов от тех, кто работает внутри процесса, при минимуме управления извне, дефицит доверия внутри организации неизбежно вредит работе. Цель создания атмосферы доверия – убедить людей в том, что им сообщают все важные новости, а не только те, что хочет организация. Ложь недопустима, потому что все равно откроется. Для большинства людей лучше плохие новости, чем никаких. Важно разъяснить, каким образом реинжиниринг процессов помогает работать на миссию.

Должностные обязанности в коллективе претерпят значительные изменения, поэтому потребуется переобучение. Реинжиниринг бизнес-процессов включает в себя развитие навыков эффективной работы в коллективе, делегирование полномочий сверху вниз, понимание, что трудовые коллективы отвечают за непрерывное совершенствование своей части процесса.

В большинстве организаций тем, кто остается, не уделяется никакого внимания – они, якобы, уже облагодетельствованы тем, что остались. Часто именно этот фактор становится причиной отрицательных результатов нововведений.

Перед началом внедрения на предприятии издается приказ, в котором определяется порядок проведения работ, назначается комиссия из ответственных работников предприятия, в обязанность которой входит осуществление координации и контроль над ходом выполнения работ.

Для эффективного выполнения поставленных задач, представляется целесообразным организация системы морального и материального стимулирования участников разработки и внедрения мероприятий.

Реализация мероприятий проводится на основе разработанного плана внедрения мероприятий. Этот план предусматривает перечень мероприятий в их последовательной реализации со сроками и исполнителями.

Внедрение мероприятий осуществляется двумя способами: поэтапно и в целом. На наш взгляд, наиболее предпочтительным является поэтапное внедрение, которое позволяет проверять или уточнять отдельно принятые решения. Кроме того, процесс внедрения, как правило, происходит параллельно с функционированием действующей системы, это также подтверждает преимущество поэтапного способа. Хотя некоторые исследователи и считают недостатком поэтапного внедрения увеличение времени внедрения, однако на практике при внедрении мероприятий в целом время не сокращается, а наоборот, возникают дополнительные трудности, например, связанные с нехваткой квалифицированных кадров и т.п.

#### **Библиографический список:**

1. Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организаций и информационные технологии, - М.: Финансы и статистика, 1997. - 336 с.

2. Робсон М., Уллах Ф. Практическое руководство по реинжинирингу бизнес - процессов. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 2000. –224с.
3. Hammer, M. (1990) "Reengineering work: don't automate, obliterate", Harvard Business Review July-August: 104-12.
4. Верников Г. Реинжиниринг бизнес-процессов. Материалы сайта [www.consulting.ru](http://www.consulting.ru), 1999.

**УДК 658.149**

*Мелехин В.Б., Дуллueva Р.М.*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА САМООРГАНИЗАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НЕДВИЖИМОСТЬЮ**

*Melehin V.B., Dullueva R.M.*

## **METHODICAL BASE AND TOOL SAMOORGANIZACII IN STATE PREMISES MANAGEMENT**

*Рассматривается один из эффективных принципов управления сложными социально-экономическими объектами (на примере управления государственной недвижимостью) в спонтанно изменяющихся условиях современного рынка. Предложен алгоритм функционирования самоорганизующейся системы управления сложными объектами, обеспечивающий эффективное их поведение в нестабильной окружающей среде.*

**Ключевые слова:** государственная недвижимость, управление, спонтанные возмущения, самоорганизация в управлении.

*It is considered one of the efficient principle of management complex social-economic object (on example of state premises management) in spontaneous changing condition modern market. The offered algorithm of the operation self-organizing managerial system complex object, providing efficient their behavior in sloppy surrounding ambience.*

**Key words:** state premises, management, spontaneous indignations, самоорганизация in management.

Дальнейшее экономическое развитие страны во всех отраслях народного хозяйства, как инновационным путем, так и путем модернизации существенным образом зависит от эффективного функционирования рынка недвижимости, особенно в сфере эффективного использования государственного недвижимого имущества.

Это обусловлено тем, что в настоящее время в собственности государства после проведения приватизации все еще остается большое количество недвижимого имущества, эксплуатация которого требует эффективного управления. Это связано с рядом недостатков существующей практики управления недвижимостью, к основным из которых можно отнести следующие:

- ограниченный набор управленческих решений и возможностей, используемый собственниками объектов недвижимости;
- отсутствие четких критериев для принятия управленческих решений;
- низкая технологичность, длительность и неоправданная сложность процедур, используемых при подготовке и принятии решений, связанных с проведением операций с объектами недвижимости;

- перегруженность собственников объектами недвижимости, находящимися в сфере их прямого управления;
- отсутствие практики делегирования функций управления от собственников объектов недвижимости к профессиональным управляющим компаниям.

Кроме того, учитывая высокий уровень нестабильности российского рынка, требуется адаптивное управление недвижимым имуществом независимо от того, кем реализуется такое управление – собственником недвижимости или специализированной управляющей компанией. Другими словами, и в первом и во втором случаях необходимо сформировать организационную систему управления, способную эффективным образом управлять государственной недвижимостью в априори непредсказуемых, быстро сменяющихся условиях современного рынка.

К основным задачам организации такой системы управления относится ее наделение технологиями своевременного управления процессами эффективного использования недвижимого имущества и адаптации к различным изменениям внешних и внутренних условий функционирования, вызванным спонтанно действующими в среде случайными возмущающими факторами. Другими словами, такая система должна быть наделена способностью к самоорганизации и на этой основе к адаптации к быстро сменяющимся условиям российского рынка.

Следует отметить, что основными понятиями науки управления с инструментами самоорганизации являются [1]:

- автономный, в смысле функционального образования, элемент или подсистема;
- элементарный алгоритм функционирования элемента, ориентированный на решение соответствующей подзадачи, направленной на достижение стоящей перед системой цели;
- общее или интегральное воздействие на автономные элементы подсистемы;
- единая цель функционирования всех подсистем при наличии у них соответствующей самостоятельной подцели.

В этом случае система управления должна быть представлена как интегральная сеть взаимодействующих подсистем, каждая из которых функционирует согласно своему элементарному алгоритму, в целом же направленному на достижение общей заданной цели. Таким образом, самоорганизующуюся систему управления следует рассматривать как сеть взаимодействующих между собой функциональных подразделений, совместное, целенаправленное функционирование которых координируется и направляется из одного центра. В совокупности же, реализуемые ими элементарные алгоритмы, образуют алгоритм управления, в рассматриваемом случае, целенаправленным использованием недвижимого имущества с учетом спонтанно действующих на рынке возмущающих факторов [2].

Наиболее полно отмеченным выше требованиям и условиям будет удовлетворять сетевая виртуальная организационная система матричного типа [3], с переменной структурой и изменяющимися вертикальными и горизонтальными связями между функциональными подсистемами в соответствии с условиями окружающей среды и заданной целью.

Для эффективного функционирования такой системы, прежде всего, необходимо определить структуру основных целей ее эффективного функционирования (управления государственной недвижимостью), которые могут изменяться, в соответствии с характером объекта управления (недвижимости) и изменением текущих условий на рынке недвижимости. В общем случае данные цели управления должны, по возможности, иметь количественное выражение, которое может определяться следующим образом:

- цель управления определяется отдельным или множеством показателей  $N = \{n_j\}$ ,  $j=1, m$ , которые принимают фиксированные скалярные значения  $a_j$ ,  $j=1, m$ , меняющиеся в соответствии со спонтанными изменениями окружающей среды;

- показатель, определяющий цель управления, может задаваться одним из следующих ограничений: «принимать значение не менее зафиксированного значения -  $h$ » или «принимать значение не более зафиксированного значения -  $h^*$ », т.е. в виде граничных условий, изменяющихся при необходимости в соответствии со спонтанными изменениями, происходящими в окружающей среде;

- цель может определяться в виде критерия -  $F(a_j)$ ,  $j=1,m$ , который необходимо минимизировать или максимизировать в соответствии с постановкой задачи и функциональными ограничениями, определяющими математическую модель окружающей среды, параметры которых могут варьировать во времени в соответствии со спонтанными изменениями, происходящими в окружающей среде.

В случае, когда цель управления не может быть выражена количественно, то ее целесообразно задавать в качественном виде, используя различные квантификаторы, такие, например, как «низкое значение показателя», «среднее» и «высокое» значения, определяя их интервальным образом на количественной шкале допустимых значений.

Таким образом, для разных объектов недвижимости существуют различные формы определения целей и задач управления, зависящие от их технической сложности и назначения, а также операций, выполняемых с ними на рынке недвижимости.

Из вышеизложенного следует, что одной из основных задач самоорганизующейся системы управления является целевая и параметрическая адаптация поведения объекта управления к спонтанно изменяющимся условиям окружающей среды (рынка недвижимости). Достижение же цели самоорганизующейся системы сводится к ее адаптации к интегральным воздействиям внешней среды путем изменения своей функциональной структуры (формирование новых подсистем управления) и изменения структуры связей между существующими подсистемами.

Например, для объектов недвижимости в качестве обобщенной оценки их эффективной эксплуатации (цель системы управления) можно рассматривать получаемую прибыль или рентабельность, а изменение налоговой системы, резкое падение курса доллара, резкое изменение ликвидности, неправильная эксплуатация арендатором, природные явления и т.д. являются примерами возмущающих факторов внешней среды. К основным же интегральным воздействиям можно отнести резкое падение стоимости недвижимости, ее сильный физический износ и т.д.

Функционирование самоорганизующейся системы управления государственной недвижимостью в общем виде можно организовать согласно следующему алгоритму.

**Входные переменные:** техническое состояние недвижимости, множество внешних и внутренних возмущающих факторов окружающей среды.

**Выходные переменные:** интегральное воздействие, цель управления, эффективные операции с объектами недвижимости.

**Метод:**

1. Выполнить анализ внутренних и внешних факторов окружающей среды и сформировать модели ее текущей ситуации, отражающей состояние объектов недвижимости и характер влияния на них действующих на рынке факторов.

2. Определить интегральные воздействия на объекты недвижимости:

а) с позитивным влиянием; б) с негативным влиянием.

3. Провести анализ возможностей по характеру воздействий с позитивным влиянием и угроз по воздействиям с негативным влиянием.

4. Проверить условие «текущая цель функционирования удовлетворяет сложившейся на рынке ситуации»: если да, то перейти к п. 13; в противном случае, перейти к п. 5.

5. Осуществить изменение поставленной цели управления согласно следующим правилам:

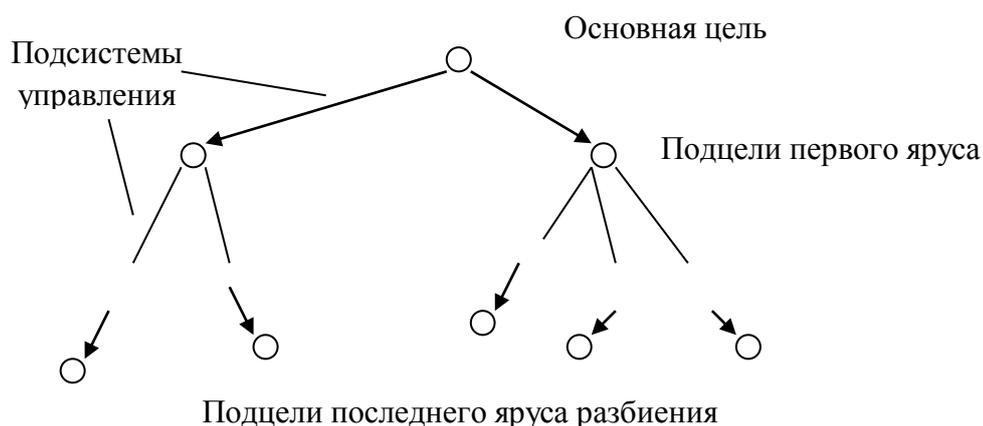
а) если ранее заданная цель управления с учетом интегральных воздействий различного характера является неадекватной сложившейся на рынке ситуации или

недостижимой с учетом вновь открывшихся обстоятельств, то выполнить замену цели, связанную с эксплуатацией объектов недвижимости. Принять вновь поставленную цель за текущую цель функционирования системы управления;

б) если заданная цель с учетом интегральных воздействий и сложившейся на рынке ситуации должна быть скорректирована, то провести требуемые изменения параметров и структуры текущей цели.

6. Выполнить разбиение сформированной цели на подцели с уровнем детализации, позволяющим четким образом сформулировать задачу, решаемую каждой подсистемой системы управления.

7. Сформировать модель разбиения цели на подцели в виде помеченного дерева подцелей  $G = (V, E)$ , у которого корневая вершина определяется основной целью управления, а остальные вершины получены подцелями с различным уровнем детализации задач, связанных с их достижением (рис. 1).



**Рисунок 1** - Фрагмент помеченного дерева разбиения основной цели на подцели

8. Выполнить согласование параметров подцелей, определяемых висячими вершинами полученного дерева, назначить ответственных за достижение всех подцелей в дереве разбиения и выполнить распределение имеющихся для их достижения ресурсов. Пометить ребра графа  $G$  подсистемами управления, ответственными за достижение полученных подцелей.

9. Провести анализ пометок полученного графа подцелей и выполнить изменение структуры связей между подсистемами в сетевой организационной системе управления по следующим правилам:

а) если между подсистемами, которыми помечены ребра графа  $G$ , ответственными за достижение подцелей  $i$ -го яруса, а также подсистемами, которыми помечены смежные с ними ребра  $i+1$ -го яруса этого графа, в сложившейся системе управления функциональные связи отсутствуют, то установить в сетевой структуре управления устойчивые вертикальные связи между соответствующими подсистемами верхнего и нижнего уровней иерархии управления;

б) если в графе  $G$  имеются ребра, помеченные несколькими подсистемами одного и того же уровня иерархии управления, а в сложившейся системе управления связи между ними отсутствуют, то установить между данными подсистемами устойчивые горизонтальные связи;

в) используя топологию графа  $G$  и содержание пометок его ребер, устранить все вертикальные и горизонтальные связи между подсистемами сетевой организационной системы, не требующиеся для достижения поставленной цели.

10. Если в полученном графе  $G$  разбиения цели на подцели имеются непомеченные ребра, то сформировать на временной основе проблемно-целевые группы управления, ответственные за достижение соответствующих этим ребрам инцидентных с ними вершин – подцелей. Используя топологию графа  $G$  и пометку его ребер, установить в сетевой системе управления вертикальные и горизонтальные связи между сформированными группами управления и постоянно действующими подсистемами организационной системы управления.

11. Выполнить координацию всех задач, решаемых различными подсистемами с точки зрения достижения общей цели. Сформировать элементарные алгоритмы управления во всех подсистемах, участвующих в достижении стоящей цели, которые обеспечивают эффективным образом достижение соответствующих им подцелей.

12. Каждой подсистеме приступить к реализации элементарных алгоритмов управления, согласуя их реализацию с более высокими уровнями иерархии управления для достижения общей цели.

### **13. Конец.**

В условиях нестабильного рынка в качестве элементарных алгоритмов управления выступают правила действий внутри каждой отдельной подсистемы сетевой организационной системы управления, направленные на достижение общей цели путем достижения соответствующих этим подсистемам подцелей, который определяется характером и содержанием данных подцелей. В этом случае системой управления реализуется комплексное управляющее воздействие, представляющее собой совокупность результатов выполнения элементарных алгоритмов ее подсистемами.

Рассмотрим самоорганизующуюся систему управления крупным объектом недвижимости, а в качестве примера приведем наиболее часто встречающийся в процессе модернизации экономических объектов случай, связанный с устранением различий между запланированным и фактическим состоянием объекта управления в произвольные моменты времени. В общем виде элементарный алгоритм функционирования подсистем в самоорганизующейся системе с управлением по отклонению можно представить следующим образом.

**Входные переменные:** значения параметров, характеризующих требуемое и фактическое состояние объекта недвижимости.

**Выходные переменные:** управленческие мероприятия, направленные на устранение наблюдаемых отклонений.

1. Определить фактическое значение регулируемого подсистемой параметра  $C$  объекта недвижимости.

2. Сравнить фактическое ( $C_{\phi}$ ) и заданное ( $C_3$ ) значения в момент времени  $t$  регулируемого параметра  $C$  и вычислить имеющиеся между ними отклонения:  $\Delta C(t) = C_3(t) - C_{\phi}(t)$ .

3. Проверить условие «наблюдаемое отклонение является допустимым»: если да, то перейти к п. 6 ; в противном случае, перейти к п. 4.

4. Определить и устранить причины возникновения отклонения параметра  $C$ .

5. Выявить и выполнить управленческие мероприятия, направленные на устранение наблюдаемого отклонения.

### **6. Конец.**

Как видно из приведенного элементарного алгоритма, он является тривиальным и простым в реализации. Таким образом, решение сложных проблем управления с помощью самоорганизующихся систем сводится к совокупному решению достаточно тривиальных задач, которые легко могут быть реализованы в функциональных подсистемах организационной системы управления. (Что же касается п. 5 приведенного элементарного алгоритма, то его реализация может быть выполнена, например, на основе ситуационного управления, опираясь на ранее накопленный опыт функционирования [4]).

В заключение следует также отметить, что предложенный подход позволяет организовать эффективное управление функционированием различных сложных социально-экономических объектов в нестабильных, спонтанно изменяющихся условиях современного рынка.

#### **Библиографический список**

1. Лернер А.Я. Принципы самоорганизации. – М.: Мир, 1966.
2. Амиров С.Д., Магомедов А.Г., Мелехин В.Б. Методологические основы самоорганизации управления муниципальным образованием // Вестник ДНЦ РАН. 2005. № 21.
3. Мелехин В.Б., Исмаилова Ш.Т. Сетевые организационные структуры управления строительным предприятием // Экономика строительства. 2004. № 7.
4. Амиров С.Д., Магомедов А.Г., Мелехин В.Б. Методологические основы ситуационного управления городским рынком недвижимости // Экономика строительства. 2005. № 3.

**УДК 330.15**

*Айгумов Т.Г., Султанова Э.А.*

#### **ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА**

*Aygumov T.G., Sultanova E.A.*

#### **FEATURES OF THE INTEGRATED APPROACH OF THE ASSESSMENT EFFECTIVE STI PRODUCTIONS**

В статье рассматриваются особенности комплексного подхода оценки эффективности производства с учетом экономической, экологической и социальной ее составляющих.

**Ключевые слова:** эффективность, подход, производство, экономика, показатели.

In article features of an integrated approach of an efficiency evaluation of production taking into account economic, ecological and social its components are considered.

**Key words:** efficiency, approach, production, economy, indicators.

На современном этапе развития в России отсутствуют конкурентоспособные производства, способные выйти со своим продуктом на мировой рынок. По оценкам специалистов секции экономики РАН, когда исчерпаются запасы одной лишь нефти, Россия будет фактически обречена. Большинство инвестиций в страну идут не в науку, не в производство как таковое, а в нефтегазовую добычу. Если дальше так будет продолжаться, то, по оценкам Мирового банка, в РФ резко замедлится ВВП.

На наш взгляд, без интенсивного роста производства, его модернизации и диверсификации не могут быть решены экономические, а, следовательно, и социальные проблемы, стоящие перед нашей страной в сложившихся условиях. Таким образом, налаженное эффективное производство выступает приоритетным направлением развития страны на современном этапе.

Следовательно, важнейшей составной частью улучшения социально-экономического развития страны является повышение эффективности производства на каждом отдельном предприятии. С этой целью следует скорректировать направление научного поиска,

связанного с развитием теории эффективности. В новых экономических условиях назрела необходимость более глубокого ее осмысления [1].

Эффективность производства – «многослойная» категория, имеющая различные аспекты. Каждый из них выполняет особую функциональную роль, но в то же время, все они органично взаимоувязаны. Однако этот последний принципиальный момент все еще не находит должного внимания со стороны специалистов.

Как нам представляется, необходимо, наряду с экономической эффективностью производства, учитывать также его социальную и экологическую эффективность.

Необходимость выделения двух последних форм эффективности производства связана со специфическим рыночным стремлением каждого предпринимателя получить максимальное количество новой стоимости. Однако на протяжении всего процесса своей деятельности ради получения самой же прибыли предприниматели вынуждены решать различного рода задачи, не имеющие непосредственного отношения к их интересам. К наиболее важным из них с позиции перспективы развития всей экономики относятся, в частности, социальные проблемы работников предприятия. По этой причине целесообразным является выделение социальной эффективности производства в качестве самостоятельной формы проявления эффективности производства, т.к. это позволило бы вести постоянное отслеживание степени социальной ориентированности политики отдельного предприятия, а так же государства в целом [1].

Выделение экологической эффективности производства как одной из форм проявления эффективности производства является одним из действенных средств решения экологических проблем, т.к. оно обеспечило бы предотвращение отрицательного воздействия производства на окружающую среду через постоянное отслеживание степени экологической безопасности производства.

#### *Экономическая эффективность производства*

Сущность экономической эффективности производства заключается в достижении максимальных результатов при данном уровне затрат или данного результата при минимально возможных затратах. Поэтому определение экономической эффективности должно базироваться на сопоставлении результата производства с совокупными затратами живого и прошлого труда, обусловившими данный результат. Данную категорию можно рассматривать как получение экономического результата при данных совокупных действующих ресурсах производства (ресурсный подход) или при данных затратах этих ресурсов (затратный подход).

Очевидно, что при выборе путей и способов удовлетворения общественных и индивидуальных потребностей в необходимой продукции, следует учитывать тот факт, что потребности в каждый данный отрезок времени превышают имеющиеся в распоряжении общества ресурсы: материальные, трудовые, финансовые. Определение эффективности требует применения методов не только качественного, но и количественного анализа, количественного измерения, что предполагает установления критерия эффективности, т.е. главного признака оценки эффективности, раскрывающего ее сущность.

Критерий эффективности есть обобщённое выражение меры развития производства, специфическое для каждой системы производственных отношений, определяющее её сущностную характеристику и, стало быть, форму, в которой эффективность выступает на поверхности экономической жизни.

Проблема оценки эффективности является очень сложной, что связано с определенными трудностями и требует комплексного подхода. Это обусловлено тем, что сложность и многообразие производственных процессов требует использования ряда показателей, характеризующих эффективность производства предприятия.

Ряд современных авторов предлагают использовать в качестве основного оценочного показателя эффективности производственно-хозяйственной деятельности

предприятий прибыль, как обобщённый финансовый результат от всех видов финансово-хозяйственной деятельности. Однако, по нашему мнению, этот показатель обладает недостатком: сопоставление деятельности предприятий по показателю прибыли невозможно, т.к. абсолютный показатель финансовых результатов, т.е. величина прибыли, не характеризует размеры предприятия, численность работающих, стоимость имущества и других составляющих производственного потенциала предприятия. Показатель прибыли в отдельности не может дать полной и всеобъемлющей оценки хозяйствующему субъекту. Так, например, может возникнуть ситуация, когда на предприятии получена значительная прибыль (экономический эффект) при относительно низком уровне экономической эффективности. И наоборот, производство может характеризоваться высоким уровнем эффективности при относительно небольшой величине экономического эффекта (прибыли). Кроме того, не представляется возможным исчисление показателя прибыли в условиях убыточной производственно-хозяйственной деятельности.

На наш взгляд, более объективно характеризуют производственно-хозяйственную деятельность предприятия относительные показатели. В частности, сравнение доходности или прибыльности капитала, ресурсов или продукции возможно на базе относительного соответствующего показателя рентабельности, более объективно характеризующего производственную, хозяйственную деятельность путем сопоставления конечного финансового результата с величиной производственных фондов, прочих внеоборотных активов, выручкой от реализации продукции (работ, услуг) и другими показателями, активами, использованными в процессе производственной деятельности.

В зарубежной практике оценку эффективности хозяйственной деятельности предприятий проводят путем анализа различных коэффициентов. Основная трудность анализа с использованием коэффициентов заключается в том, что не существует абсолютных стандартов, с которыми могли бы быть сопоставлены их значения. Кроме того, многообразие оценочных коэффициентов не позволяет объективно измерить уровень эффективности производственно-хозяйственной деятельности.

По нашему мнению, в современных условиях хозяйствования наиболее объективным показателем, характеризующим результаты деятельности предприятий, в том числе и производственные, является валовая добавленная стоимость, исчисляемая как разница между объёмом реализованной продукции и величиной материальных затрат предприятия. Валовая добавленная стоимость (ВДС) – это вновь созданная трудовым коллективом предприятия в процессе хозяйственной деятельности стоимость, включающая такие составляющие, как фонд оплаты труда, отчисления в социальные фонды, балансовая прибыль, налоговые и другие платежи, включаемые в себестоимость продукции. На макроэкономическом уровне добавленная стоимость характеризуется как валовой внутренний продукт, на региональном уровне – она соизмерима с величиной валового регионального продукта.

ВДС в качестве исходного показателя для оценки эффективности промышленного производства предприятия обладает определенными преимуществами [2]:

- 1) он сопоставим на всех уровнях управления экономикой, что позволяет производить объективные аналитические сравнения;
- 2) ВДС отражает результаты деятельности, главным образом производственной, отдельного предприятия, т.е. его вклад в экономику страны и эффективность использования производственного потенциала.

Таким образом, учитывая, что в современных условиях хозяйствования доминирующей целью функционирования хозяйствующего субъекта является достижение наилучших экономических результатов, стремление к извлечению наибольшей массы эффекта с учетом долговременной перспективы развития, мы предлагаем в качестве исходного критерия оценки эффективности производства предприятия использовать норму ВДС на вложенный капитал ( $E_n$ ):

$$E_n = \frac{ВДС}{K_n},$$

где  $K_n$  – вложения в капитал, обеспечивающие получение ВДС.

Расчетные значения нормы ВДС могут видоизменяться в зависимости от структуры капитала, уровня цен на продукцию, объема спроса и других факторов. Предложенный критерий эффективности производства может применяться для сравнения различных вариантов развития предприятия. В соответствии с принятым критерием предлагаем использовать конкретные показатели, отражающие основные характеристики затрат и результатов [2].

Поскольку эффективность является сложной категорией, для ее количественной оценки необходимо использовать множество различных показателей. Их упорядоченность, расположение, скажем, в порядке от обобщающих показателей эффективности к частным, образует определенную систему показателей. Следует отметить, что частные, т.е. более детализированные показатели, при несомненной их полезности не дают возможности всесторонне оценить эффективность производства, сравнить по этому вопросу различные производства и отрасли, установить суммарный эффект. Частные показатели не могут выразить эффективность всего производства в том числе и по той причине, что они часто меняются в противоположных направлениях. Их следует рассматривать как дополнительные к обобщающим показателям.

Для целей отражения эффективности всего производства целесообразно использовать обобщающие показатели, весьма важные для анализа отдельных факторов, влияющих на уровень эффективности.

Основополагающим принципом формирования системы показателей эффективности и выражения ее сущности на всех уровнях управления экономикой является соотношение конечного результата (в виде национального дохода, ВВП, объема выпуска или реализации продукции и других) и эффекта (прибыли) с примененными и потребленными ресурсами (в совокупности или по отдельным видам). Соотношение показателей можно исчислять различными способами. При определении показателя эффективности как отношение конечного результата или эффекта к ресурсам или затратам необходимо ориентироваться на его максимизацию. При использовании обратных показателей важно добиваться их минимизации.

Практическое использование системы показателей экономической эффективности производства должно предусматривать:

- ориентацию предприятий (отраслей) на интенсивный путь развития производства и достижение более высокого уровня эффективности в динамике;
- выявление резервов дальнейшего совершенствования производственной деятельности предприятий (отраслей) на основе внедрения достижений НТП, современной технологии и улучшения организации производства;
- создание действенного механизма повышения эффективности производства.

I группа показателей – обобщающие показатели экономической эффективности производства [2]:

1.1. в случае примененных ресурсов:

показатель эффективности использования капитала

$$Э_{пр} = \frac{P}{K}$$

коэффициент рентабельности капитала

$$Э_{пр1} = \frac{П}{K}$$

где РП – объем реализованной продукции,  
 П – прибыль,  
 К – совокупная величина ресурсов  
 1.2. в случае потребленных ресурсов:  
 показатель эффективности затрат

$$\begin{array}{l} \text{Э}_{\text{пр}} = \frac{\text{П}}{\text{И}} \\ \text{коэффициент рентабельности затрат} \\ \text{Э}_{\text{пр1}} = \frac{\text{П}}{\text{И}} \end{array}$$

где И<sub>п</sub> - издержки производства.

В данном случае каждый из показателей эффективности отражает степень использования всего капитала (примененных ресурсов) или потребленных ресурсов (затрат), исходя из достигнутых в процессе производства конечных результатов.

Изменение величины эффективности совокупного капитала позволяет оценить, как идут дела в основном производстве предприятия. По его динамике необходимо принимать решения о целесообразности вложения капитала в тот или иной вид производства, а также о возможной необходимости его диверсификации.

II-я группа показателей относится к разряду частных и характеризует эффективность произведенных затрат на осуществление производственной деятельности [2]:

1) достаточно полным показателем, отражающим эффективность производимой продукции, а, следовательно, и производства является ее себестоимость, затраты на производство этой продукции.

Если производственную себестоимость рассматривать в качестве показателя эффективности производства, то рост эффективности производства будет выражаться снижением себестоимости продукции. Таким образом, именно производственную себестоимость (ее снижение) следует рассматривать как один из наиболее полных показателей эффективности промышленного производства.

2) Однако часто знание величины показателя производственной себестоимости бывает недостаточным для оценки эффективности произведенных затрат на осуществление производства. В этом случае целесообразно использовать следующий показатель:

$$K_1 = \frac{\text{Производственная себестоимость продукции}}{\text{Полная себестоимость продукции}}$$

Этот показатель показывает долю производственной себестоимости в полной себестоимости продукции. Однако изменение данного показателя нельзя оценить однозначно, т.к. зачастую снижение себестоимости производства продукции на предприятии (например, при специализации и укрупнении производства) сопровождается значительным увеличением транспортных издержек, что приводит к росту полной себестоимости. Следовательно, данный показатель необходимо оценивать в динамике и в совокупности с другими показателями, одним из которых является следующий:

3) доля производственной себестоимости в цене продукции

$$K_2 = \frac{\text{Производственная себестоимость продукции}}{\text{Цена на продукцию}}$$

Показатель  $K_2$  характеризует долю производственной себестоимости в цене продукции. Чем меньше  $K_2$ , тем можно с достаточной степенью точности сделать вывод об улучшении эффективности производства (при условии, что цена на продукцию установлена на приемлемом уровне).

4) Очередным показателем, отражающим эффективность произведенных производственных затрат является объем выпущенной продукции (в ценах реализации) на 1 руб. затрат:

$$K_3 = \frac{\text{Объем выпущенной продукции}}{\text{Производственная себестоимость продукции}}$$

III-я группа показателей связана с эффективностью использования отдельных видов ресурсов.

**Таблица 1** - Матричная модель оценки экономической эффективности производства

Факторы эффективности	Показатели производственной деятельности						
	ВДС	ВП	ФОТ	МЗ	Т	Ч	ОПФ
Валовая добавленная стоимость (ВДС)	1	ВП на единицу ВДС	Зарплато-емкость ВДС	Материало-емкость ВДС	Время-емкость ВДС	Трудо-емкость ВДС	Фондо-емкость ВДС
Валовая продукция (ВП)	ВДС на единицу ВП	1	Зарплато-емкость продукции	Материало-емкость продукции	Время-емкость продукции	Трудо-емкость продукции	Фондо-емкость продукции
Фонд оплаты труда (ФОТ)	ВДС на единицу ФОТ	Зарплато-отдача по ВП	1	Материало-емкость зарплаты	Время-емкость зарплаты	Число рабочих на единицу ФОТ	Фондо-емкость зарплаты
Материальные затраты (МЗ)	ВДС на единицу МЗ	Материалоотдача по ВП	ФОТ на единицу МЗ	1	Время-емкость МЗ	Число рабочих на единицу МЗ	Фондо-емкость МЗ
Фонд отработанного рабочего времени (Т)	ВДС на единицу Т	Отдача часа рабочего времени	Зарплата часа рабочего времени	Материалоотдача рабочего времени	1	Трудо-емкость часа рабочего времени	Фондо-емкость часа рабочего времени
Численность промышленно-производственного персонала (Ч)	Выработка по ВДС	Выработка по валовой продукции	—	Материало-вооруженность труда	Среднее рабочее время	1	Фондовоо-руженность труда
Стоимость основных производственных фондов (ОПФ)	Фондо-отдача по ВДС	Фондо-отдача по ВП	ФОТ на единицу ОПФ	МЗ на единицу ОПФ	Т на единицу ОПФ	Число рабочих на единицу ОПФ	1

Особенностью предлагаемой матричной модели анализа эффективности является ее двойственный характер. В столбцах матрицы отражены показатели производственной деятельности, в столбцах – те же самые показатели интерпретируются как факторы эффективности. Элементами матриц являются качественные показатели деятельности предприятия в виде соотношения количественных показателей и факторов эффективности:

$$K_4 = \frac{\text{Показатель производственной деятельности}}{\text{Фактор эффективности}}$$

Каждый элемент имеет определенный экономический смысл.

*Социальная эффективность производства*

При любой общественно-экономической формации содержание социальной эффективности производства отражает, главным образом, меру всестороннего и гармоничного развития личности, удовлетворения её материальных и духовных потребностей, достигаемых в результате развития производства.

В рыночной экономике дело обстоит иначе: целью экономического производства выступает то, чтобы при минимуме авансированного капитала производить максимум прибавочной стоимости. Это представляет такую тенденцию капитала, которая выражается в стремлении производить данный продукт с возможно меньшими затратами сил и средств.

В России же, на современном этапе её развития, достаточно остро стоит проблема формирования такого производства, которое стало бы по-настоящему социально эффективным. Об этом свидетельствует тот факт, что предприниматели, грубо нарушая законодательство, уходят от налогов, путём мошенничества присваивают сверхприбыли, задерживая выплату небольших заработных плат рабочим.

Одним из факторов, определяющим социальную эффективность производства, считается состояние окружающей среды. Однако в условиях сложившейся на сегодняшний день напряжённой экологической обстановки, как мы уже отмечали выше, более целесообразно выделить экологическую эффективность производства в качестве самостоятельной формы эффективности производства.

Социальным эффектом производства в современных условиях следует признать, на наш взгляд, удовлетворение материальных потребностей работающих, по крайней мере, на уровне величины прожиточного минимума. Следовательно, критерием социальной эффективности производства выступает достижение максимума социального эффекта при данных авансированных ресурсах. Причём делается не ради непосредственно самого человека, а с целью стабилизации общества для закрепления завоеваний рынка, сложившихся рыночных отношений.

Социальную эффективность промышленного производства мы предлагаем оценивать на уровне предприятия, сопоставляя следующие группы показателей:

I-я группа связана с созданием и распределением ВДС среди работников предприятия [3]:

1) прирост ВДС на одного работника ( $K^1$ ):

$$K^1 = \frac{\Delta \text{ВДС}}{\text{Ч}}$$

где  $\Delta \text{ВДС}$  – изменение ВДС по сравнению с базисным периодом или планом,

Ч – численность промышленно-производственного персонала

2) показатель доли ВДС в величине фонда оплаты труда:

$$K^2 = \frac{\text{ВДС}}{\text{ФОТ}}$$

где ФОТ – величина фонда оплаты труда.

Данный коэффициент отражает ту долю вновь созданной в процессе производства стоимости, которая направляется на вознаграждение труда всего персонала как промышленно-производственного, так и управленческого, т.к. последний все же косвенно участвует в производственном процессе.

II-я группа показателей непосредственно связана с материальным стимулированием персонала [3]:

1) величина средней заработной платы на предприятии:

$$K^3 = \frac{\text{ФОТ}}{\text{Ч}}$$

2) доля средней заработной платы от величины прожиточного минимума в регионе:

$$K^4 = \frac{K^3}{ПМР}$$

где ПМР – величина прожиточного минимума в регионе;

$K^3$  – величина средней заработной платы на предприятии

2) доля средней заработной платы от величины прожиточного минимума в стране;

$$K^5 = \frac{K^3}{\frac{ПМ}{С}}$$

где ПМС – величина прожиточного минимума в стране;

$K^3$  – величина средней заработной платы на предприятии

4) коэффициент, отражающий выплаты социального характера на одного работника:

$$K^6 = \frac{X}{\frac{ВС}{Ч}}$$

где ВСХ – выплаты социального характера, предусмотренные действующим законодательством

5) показатель, отражающий долю выплат социального характера от величины ВДС:

$$K^7 = \frac{X}{\frac{ВС}{ВДС}}$$

6) коэффициент, характеризующий долю фонда материального поощрения (в случае его наличия на предприятии) от величины ВДС

$$K^8 = \frac{П}{\frac{ФМ}{ВДС}}$$

где ФМП – фонд материального поощрения, созданный на предприятии

III-я группа показателей связана с совершенствованием организации производства:

1) коэффициент, отражающий долю числа работающих вручную ( $Ч_{вр}$ ) от общего числа рабочих ( $Ч_p$ )

$$K^9 = \frac{Ч_{вр}}{Ч_p}$$

2) коэффициент, отражающий долю работающих на низкоквалифицированных и неквалифицированных работах от общего числа рабочих

$$K^{10} = \frac{Ч_{нр}}{Ч_p}$$

IV-я группа показателей связана с совершенствованием организации труда:

1) показатели, характеризующие улучшение условий труда

2) показатели, отражающие обеспечение безопасности работ.

#### *Экологическая эффективность производства*

Необходимость оценки данного вида эффективности возникло в связи с напряженной экологической обстановкой, сложившейся в стране. Огромная техногенная нагрузка на окружающую среду была продиктована, главным образом, идеологическими причинами (гонка вооружений, «холодная война»). Однако, на сегодняшний день это отрицательное воздействие не прекращается, но уже по причине отсутствия элементарной экологической культуры у рядового предпринимателя. Таким образом, под угрозу ставится не только экологическая безопасность страны, но и сам факт дальнейшего

существования человека. В этой связи проблемы разработки показателей экологической эффективности промышленного производства, как отрасли, так и предприятия, методологии их исчисления приобретают особую значимость.

Некоторые исследования свидетельствуют о том, что часто оказывается целесообразнее направлять средства не на увеличение добычи какого-либо дефицитного ресурса (а таковыми в недалеком будущем будет большинство природных ресурсов), а на его экономию в процессе использования. В частности, некоторые специалисты считают, что затраты на производство ресурса, как правило, больше затрат на его экономию в процессе использования. Например, затраты на высвобождение 1 тонны металла на машиностроительных заводах, в среднем, в 15-18 раз меньше затрат на ее производство на металлургическом заводе.

Поэтому, исходя из вышеизложенного, I-я группа показателей должна быть связана с улучшением использования материальных ресурсов [4]:

- 1) показатель научно-обоснованных прогрессивных норм расхода ресурсов;
- 2) показатель доли научно-обоснованных прогрессивных норм расхода ресурсов в общем объеме норм расхода ресурсов;
- 3) показатель выполнения установленных норм расхода ресурсов:

$$П_1 = \frac{\text{Фактический расход материальных ресурсов}}{\text{Нормативный расход материальных ресурсов}}$$

В настоящее время наиболее выгодным фактором расширения производства с учетом минимальной техногенной нагрузки на окружающую среду становится ресурсосбережение. Например, чтобы сберечь 1 тонну условного топлива (7000 ккал) путем применения новой технологии, требуется в 3-4 раза меньше затрат по сравнению с расходами на добычу такого объема топлива. Вот какова эффективность ресурсосберегающих технологий: 1 кг конструкционных пластмасс заменяет не менее 4-5 кг металлопроката; на производство 1 кг пластмасс требуется в 2-3 раза меньше энергетических затрат.

Поэтому II-ю группу показателей целесообразно связать с совершенствованием технологии производства [4]:

- 1) показатель соотношения объема продукции, произведенной по ресурсосберегающей технологии (ПРТ) и общего объема продукции (ОП):

$$П_2 = \frac{\text{ПРТ}}{\text{ОП}}$$

- 2) показатель, характеризующий процент продукции, произведенной по безмашинной технологии (ПБТ) от общего объема всей продукции, выпущенной на предприятии (ОП)

$$П_3 = \frac{\text{ПБТ} \cdot 100\%}{\text{ОП}}$$

Безмашинная технология – принципиально новые способы обработки изделий и получения готовых продуктов: электронно-лучевые, плазменные, импульсные, радиационные, мембранные, химические и т.д. Эта технология многократно повышает производительность труда, поднимает эффективность использования ресурсов, снижает затраты энергии и материалов на изготовление продукции.

- 3) показатель, отражающий долю продукции, произведенной из вторичного сырья (ПВС) в общем объеме продукции (ОП):

$$П_4 = \frac{\text{ПВС}}{\text{ОП}}$$

III-я группа показателей отражает характер использования ВДС в части экологической безопасности окружающей среды [5]:

1) показатель, характеризующий соотношение объемов капитальных вложений на очистные сооружения и другие средства защиты (ВЗ) и совокупного объема капитальных вложений, сделанных предприятием (КП):

$$П_5 = \frac{ВЗ}{КП}$$

2) показатель, отражающий соотношение платежей за сверхнормативные выбросы загрязняющих веществ (ПСВ) и стоимости ущерба (У), нанесенного этими выбросами:

$$П_6 = \frac{ПСВ}{У}$$

3) показатель, характеризующий процент величины отчислений на восстановление окружающей среды (ОВС) от размера ВДС:

$$П_7 = \frac{ОВС * 100\%}{ВДС}$$

В качестве натурального показателя оценки экологической эффективности производства на предприятии мы предлагаем использовать следующий коэффициент:

$$П_8 = \frac{\text{Объем выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду}}{\text{Величина предельно допустимых выбросов}}$$

Таким образом, обеспечение экологической эффективности производства служит гарантом не только двух других видов эффективности, но и дальнейшего существования человечества. Причём решение различного рода проблем эффективности целесообразно, по-нашему мнению, начинать с предприятия как элементарной единицы отрасли, совокупность которых, в свою очередь, формирует экономику страны. Только через достижение эффективности на каждом отдельном хозяйствующем субъекте можно получить эффективность экономики в масштабе страны.

#### **Библиографический список:**

1. Галушка А., Голубович А., Идрисов А., Осипов А., Титов Б., Шпигель М., Юрьев Е. «Модернизация экономики России: кардинальное улучшение инвестиционного климата». // Ежегодный экономический доклад общероссийской общественной организации «Деловая Россия». - Москва, 2010.
2. Шафронов А. Новый подход к эффективности производства // Экономист, 2003, №4.
3. Рябинин А., Калашникова Л. Социальная направленность и эффективность производства (по итогам Всероссийского конкурса предприятий) // Экономист, 2001, №2, С. 57-58.
4. Государственный стандарт Российской Федерации - 2001. «Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования».
5. Думнов А.Д. Комплексный анализ экологических затрат в РФ: основные элементы и направления // Вопросы статистики, № 1, 2005.

**ББК 65.422.524-32**

*Атуева Э.Б.*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛИ И НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ФРАНЧАЙЗИНГА В РОССИИ**

*Atueva E.B.*

### **THE DEFINITION OF THE ROLE AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF FRANCHISING IN RUSSIA**

*Франчайзинг в настоящее время является одним из самых эффективных инструментов, позволяющих повысить эффективность малого бизнеса. Предприятия, получая передовые технологии и поддержку на основе франчайзинга, становятся более конкурентоспособными. Система франчайзинга с каждым годом становится все более популярной у российских предпринимателей. При этом на пути его эффективного развития возникает ряд проблем, требующих планомерного решения.*

**Ключевые слова:** франчайзинг, франчайзер, франчайзи, договор франчайзинга, франчайзинговая сеть, товарная марка, прямой франчайзинг, паушальный платеж, выплата роялти.

*The franchise is currently one of the most effective tools to enhance the efficiency of small business. It gives an opportunity to combine the advantages of small and large business. The enterprises receiving advanced technology and support on the basis of franchising, become more competitive. The system of franchising every year becomes more and more popular with Russian entrepreneurs. While on the path of its effective development raises a number of issues requiring systematic solutions.*

**Key words:** franchise, franchisees, franchisor, franchisee, franchise contract, franchise network, brand, direct franchise, lump-sum, royalty payment.

Франчайзинг имеет уже довольно длительную историю своего развития за рубежом и сравнительно недолгую в России. Франчайзинг является формой предпринимательства, основанной на системе взаимовыгодных отношений между самостоятельными коммерческими фирмами, одна из которых – франчайзер, предоставляющая возмездное право действовать от своего имени – реализовывать товары другой стороне (франчайзи), способствуя тем самым расширению рынка сбыта. Взаимоотношения фирм-участниц подобного бизнес-процесса касаются распространения товара с уже известной торговой маркой.

Возникает вопрос о значении франчайзинга, о том, какие важные функции он выполняет и почему развитию этой формы бизнеса придают подобное значение?

В нашей стране практически одновременно имеют развитие несколько франчайзинговых систем – отечественные и с участием иностранного капитала. Но ожидаемого высокого положительного эффекта, привносимого подобной формой организации бизнеса, для экономики страны и регионов в значительной мере не наблюдается. Сегодня имеет смысл проанализировать возникшие проблемы и причины подобной ситуации в целях поиска направлений дальнейшего плодотворного развития франчайзинга в России в целом и регионах.

Основная причина заинтересованности компаний в довольно широком распространении системы франчайзинга сегодня – взаимовыгодный интерес для участвующих в договоре сторон: если для малой фирмы – франчайзи – это путь безболезненного старта и роста, получение преимуществ, доступных только крупным

компаниям, поскольку она является как бы составным элементом крупного предприятия, возможность без капитала и хозяйственной сноровки, под маркой крупной фирмы с меньшими издержками и большей выгодой открыть собственное дело, то для головной компании – франчайзера – это один из способов территориальной экспансии и укрепления рыночных позиций, но и также получение дополнительного дохода при меньших вложениях, нежели создание с нуля своей дочерней фирмы в другом регионе или стране.

Следовательно, франчайзинг является действенным инструментом развития малого бизнеса, залогом его финансовой защищенности, возможности конкурировать с крупными производителями на местном рынке. Включение в крупную франчайзинговую сеть может стать одним из способов быстрого наращивания рыночной силы начинающей бизнес-компании. Все это позволит субъектам рынка работать грамотно и цивилизованно, привнося с развитием новых форм бизнеса позитивные тенденции в экономику территорий своего присутствия в национальной экономике России.

Разновидностью франчайзинговой формы бизнеса, как известно, является прямой франчайзинг, предполагающий передачу франчайзи прав на использование системы на одно предприятие. Фирма-оператор платит паушальный взнос при заключении договора о сотрудничестве и регулярные платежи – роялти за использование передаваемых ей головной компанией товарного знака, технологий или ноу-хау и пр. Здесь имеет место прямой контроль действий франчайзи и оперативный анализ результатов его деятельности. Но затруднения могут быть связаны с замедленностью распространения данного вида франчайзинга и постоянными затратами кроме прочих на обучение работы на предоставляемом, в частности, технологическом оборудовании. Применение прямого франчайзинга может быть особенно желательным для головной компании в момент освоения инновационных проектов, например, выпуска модифицированной продукции, освоение которой можно провести на 3-5 «пилотных» предприятиях-франчайзи.

Франчайзинг в России чаще всего развивается по модели мастер-франчайзинга. Заинтересованность в надежном партнере определяет крайне тщательный подход к его выбору. Соответственно, первым этапом, создания франчайзинговой сети является определение степени франшизоспособности бизнеса, т.е. способности и разновидности проникновения сетей на рынки, что представлено в таблице 1.

Следующим шагом выступает оценка франчайзинга как способа реализации стратегии региональной экспансии и рассмотрение альтернативных вариантов развития.

Процесс присоединения независимых малых предпринимателей к франшизным сетям идет в двух направлениях. С одной стороны, франчайзинговые сети проявляют повышенную экспансивную агрессивность, стремясь при этом расширить зону влияния за счет подключения в свою систему независимых фирм-операторов, с другой стороны, последние все в большей мере начинают искать пути повышения своей конкурентоспособности, присоединяясь к известным сетям с раскрученной торговой маркой. Эта система наиболее распространена и имеет наибольшую перспективу в России.

Транснациональные игроки предлагают в РФ франшизы, опробованные на рынках других стран. Поскольку за рубежом франчайзинг находится в более зрелой стадии развития.

Весь перечень проблем, препятствующих интенсивному развитию франчайзинга в нашей стране, разделяют на экономические, организационные, правовые и др.

В частности с экономической точки зрения для франчайзинга необходимы определенные условия: стабильность финансовой обстановки на местном рынке, возможность получения малым бизнесом кредитов для создания стартового капитала и др.

Экономический инструмент развития франчайзинга еще не в полной мере сформировался в России.

**Таблица 1** - Сравнительная характеристика типов региональной экспансии

Тип региональной экспансии	Преимущества	Ограничения
1. Ограниченный рост (открытие собственных филиалов)	жесткий контроль филиалов, возможность оперативного внесения изменений	крупные финансовые, трудовые и временные затраты; необходимость постоянного поддержания мотивации менеджеров
2. Слияния и поглощения	возможность резкого увеличения рынка за короткое время; более низкие затраты приобретения бизнеса в сравнении с затратами на создание фирмы	целесообразность только в рамках крупных территорий; проблемы интеграции
3. Франчайзинг (выход в новые регионы через партнеров-франчайзи)	быстрое освоение территории; минимизация финансовых и трудовых затрат	сложность внедрения франчайзинга в компании; необходимость постоянной поддержки и качественного контроля деятельности франчайзи
4. Стратегические альянсы / совместные предприятия	возможность увеличения рыночной силы (в т.ч. доли рынка); снижение рисков выхода на новые рынки	риск несогласий и конфликтов в инвестиционной политике, во взаимоотношениях учредителей, в маркетинговой стратегии и т.д.

В основе организационно-правовых проблем лежат отсутствие правового обеспечения франчайзинга в России и вытекающие из этого проблемы заключения соглашений по организации сетевых форм бизнеса, правовая сложность кредитования франчайзи, трудности юридических процедур оформления подобных видов сотрудничества и урегулирования споров и, нередко, применение "обходных" правовых схем.

Из вышеупомянутого становится очевидным, что решение экономических, организационных, правовых, образовательных и социально-психологических проблем эффективного развития франчайзинга возможно только в комплексе.

При исследовании федеральных и региональных направлений экономического развития можно заключить следующее:

–социально-экономические условия, сложившиеся в России, изменения, происходящие на уровне регионов, а также определенные мероприятия, проводимые в рамках федеральных и региональных программ, уже послужили росту популярности франчайзинговой формы бизнеса в российской предпринимательской среде, а также расширению сегмента заинтересованных лиц, предпринимателей и организаций к этой форме развития предпринимательства;

–в рассматриваемых программах по развитию франчайзинга пока не установлены приоритеты национальных брендов и направления поддержки их продвижения, а, нередко, даже просматривается ориентация на международные бренды;

–задачи, которые были поставлены государственными программами в части методического и информационно-консультационного обеспечения в секторе франчайзинга, можно считать невыполненными, и в настоящее время в этой части

существуют серьезные недочеты.

С ростом полярности франчайзинга, предпринимательских сетей и числа их участников, соответственно, увеличивается и количество конфликтов. Однако это не означает, что все так плохо. Напротив, естественно и вполне логично следующее: с интенсивным развитием приходят и проблемы, вместе с решением проблем приобретается опыт, вместе с опытом приходят определенные правила поведения, которые рано или поздно будут формализованы определенными законами и нормами. Если говорить о других государствах, то со времени решения о необходимости регулирования франчайзинга до принятия регулирующих законов и норм проходило от 10 и более лет. Соответственно будем надеяться, что уже близко достижение поставленных целей.

Причины возникновения конфликтов в франчайзинговых системах с момента их возникновения коренным образом не изменились. Это и несоответствие обещаний франчайзера ожиданиям фирм-франчайзи, неисполнение условий договоров фирмой-оператором, недобросовестность партнеров в проведении соглашений.

Имеет место рост количества судебных споров в секторе франчайзинга. Возникающие в рамках франчайзинговых соглашений конфликты, стороны решают по разному: мирным путем, т.е. пытаясь договориться (этот путь в основном присущ тем системам, которые стремятся сохранить конфиденциальную информацию или ноу-хау); в суде (когда не удается договориться); не исполняют условия договоров, не имея желаний договариваться, либо не желая проходить через судебные разбирательства, что характерно для небольших сетей и в тех случаях, когда право на объекты интеллектуальной собственности по существу переданы не были)[3].

Проанализируем вышеобозначенные причины, препятствующие эффективному развитию франчайзинга в России, и попытаемся выявить направления их преодоления или смягчения влияния.

Как и мировая экономика, так и экономика России последнего десятилетия, отличаются отсутствием стабильности, плавности в развитии, что приводит к колебаниям спроса на все виды товаров, регулярными переделами собственности, что не может не задевать франчайзи. Учитывая, что многие граждане вынуждены из-за нехватки собственных средств открывать свои предприятия в арендуемых помещениях, перемена владельца отрицательно влияет на работу как франчайзи, так и франчайзинговой системы в целом. Переделы рынков, причем очень часто нерыночными методами, также могут снижать эффективность франчайзинговых систем.

Следовательно, не только франчайзер, но и франчайзи должны вкладывать в развитие системы определенный капитал. Если учесть, что франчайзи должен вносить разовую франшизную плату – паушальный платеж, то начальный его капитал должен быть достаточно большим. Очевидно, что не все отечественные предприниматели обладают подобным финансовым потенциалом.

Попытка получить стартовый капитал в виде банковского кредита также сталкивается с рядом проблем:

–уровень доходов франчайзи, с учетом роялти, отчислений в централизованный рекламный фонд и других платежей, может привести к тому, что срок возврата кредита будет достаточно большим, а если учесть действующие ставки кредита, и вовсе невозможным;

–существующая правовая система еще больше затрудняет кредитование франчайзи.

Как было обозначено выше, повышение эффективности и развитие франчайзинга в России требует внесения изменений в законодательство. Для этого необходимо достичь следующие цели:

–создание условий для реальной конкуренции франчайзинговых систем с традиционно сложившимися механизмами реализации товаров;

–обеспечение удобства применения законодательных актов для участников франчайзинговой системы;

–создание прозрачности франчайзинговой системы и ее элементов для контролирующих органов. [3]

Все три цели тесно связаны между собой.

Для реализации поставленных целей необходимо создать систему законодательных актов, в которую должны входить:

–Гражданский кодекс Российской Федерации, содержащий основные положения, регулирующие использование франчайзинга в России [1];

–Федеральный закон РФ "О франчайзинге в Российской Федерации";

–Налоговый кодекс РФ и связанные с ним законы и подзаконные акты;

–законы, регулирующие права на интеллектуальную собственность и ответственность за ее нарушения.

В этой системе необходимо разработать и принять новый закон о франчайзинге, а в остальные нормативные акты внести изменения.

В Гражданский кодекс РФ необходимо:

–ввести понятие и четкое определение франчайзинга;

–сформировать основные понятия и их типологию таких категорий, как товар, объект франчайзинга и субъекты франчайзинга (франчайзер и франчайзи);

–ввести понятие франшизы (договор франчайзинга);

–классифицировать типы франчайзинга и особенности их использования.

Эти изменения должны способствовать приближению как законодательства, так и терминологии франчайзинга к мировой практике, что особенно важно для создания подобных бизнес-систем с участием иностранного капитала.

Федеральный закон РФ "О франчайзинге в Российской Федерации" должен развить основные положения ГК РФ и включать:

–основные понятия и определения (дефиниции), в том числе определение франчайзинга, которое должно совпасть по своему смыслу и содержанию с аналогичным понятием франчайзинга на Западе, типологию основных понятий франчайзинга;

–понятие роялти (в настоящее время существует в ФЗ РФ "О соглашениях о разделе продукции", но в усеченном и недостаточном для работы системы виде), франчайзинговых (паушальных) платежей, характеристик рекламного фонда (минимальный процент, условия взносов и так далее) и других специфичных понятий;

–отдельно по разделам закона охарактеризовать особенности работы по каждому виду франчайзинга;

–порядок уступок товарных знаков, лицензий, авторских прав, патентов, ноу-хау (понятие ноу-хау на основе ГК РФ можно, наверное, расширить);

–приложения в виде перечня документов, подробно фиксирующих все необходимые действия при создании франчайзинговой системы, включающих образцы договоров и перечень документов (по максимуму), применяемых при различных видах франчайзинга.

В результате у предпринимателей будет достаточный нормативный материал для заключения договоров, где они в зависимости от выбранной схемы работы будут применять те или иные нормативные документы и подбирать образцы договоров. [4]

Несовершенство законодательства, заключающееся как в отсутствии понятия «франчайзинг» в правовой базе России, так и в желании ряда законодателей поставить знак равенства между понятиями «франчайзинг» и «коммерческая концессия», а также спонтанность в развитии российского рынка вынудили ряд иностранных правообладателей (франчайзеров), либо вообще отказаться от применения франчайзинга на российской территории, либо потребовали разработки новых условий для внедрения франчайзинговой бизнес-схемы на российский рынок.

Наилучшим примером, иллюстрирующим такую тенденцию, можно назвать опыт двух конкурентов на мировом рынке в области фаст-фуда: рестораны быстрого питания McDonald's и рестораны быстрого обслуживания SubWay.

Лидер мирового франчайзинга – компания McDonald's – отказалась от продажи франшиз на территории России и доказала правильность своего выбора успешным функционированием здесь в течение последнего десятилетия. Выбор иной концепции для российского рынка можно объяснить следующим обстоятельством: если в начале 1990-х гг. в российском McDonald's не думали о франчайзинге потому, что только начинали создавать местную систему дистрибуции, то теперь франчайзинговая схема работы в России для компании просто неактуальна [2].

В России франчайзинг развивается в большей степени в крупных городах. Часто франчайзи после осуществления некоторого срока деятельности под известной маркой расторгает контракт, продолжая работать по той же технологии. В результате имеет место ущерб правообладателю марки. Следовательно, важным аспектом законодательства становится разработка правовых мер, защищающих франчайзера от недобросовестных франчайзи, или, как минимум, принятие кодекса поведения сторон во франчайзинге, который содержал бы этические нормы, принятые бизнес-сообществом страны.

Для участников франчайзинговых бизнес-систем России актуально введение льготного режима налогообложения, что обусловлено тремя причинами:

–практически отсутствием широко известных брендов, привлекающих целевого потребителя, формирование которых требует больших затрат, что снижает эффективность франчайзинговых бизнес-систем;

–увеличенными издержками франчайзи, для которых очень значительными являются осуществляемые выплаты за пользование брендом и другие сопутствующие этому платежи;

–необходимостью проведения мероприятий и соответственно затрат по формированию внешнего облика предприятия.

Эти в целом довольно существенные затраты, особенно в период раскрутки отечественных торговых марок, не позволят франчайзинговым сетям конкурировать с традиционными системами производства или сбыта товаров. Возможно и желательно в будущем российскому бизнесу обеспечить узнаваемость отечественных товаров и уменьшить степень влияния на них указанных издержек.

Очередной и серьезной проблемой эффективного развития франчайзинга в России является пренебрежение интеллектуальной собственностью. У нас ценится товар, имеющий материальную форму, а франчайзинг предполагает передачу и оплату интеллектуальной собственности: торговой марки; технологии производства; организации бизнес-процессов и ряда других.

В нормативных актах, регулирующих право интеллектуальной собственности и ответственность за ее нарушение, обязательно должны учитываться франчайзинговые схемы ведения бизнеса, что в настоящее время просто отсутствует. Необходима длительная и систематическая работа, подкрепленная правовыми и экономическими методами, направленная на создание и защиту интеллектуальной собственности, а без этого франчайзинг будет неэффективен.

Еще одной очень существенной социально-психологической проблемой франчайзинга является боязнь предпринимателей – франчайзи "потерять свое лицо". Естественно, что вхождение во франчайзинговую сеть требует от франчайзи работать по тем стандартам, которые сформулировал франчайзер. Однако работа в крупной франчайзинговой системе дает франчайзи такой опыт, который он за редким исключением не сможет приобрести самостоятельно, и этот опыт компенсирует все прочие потери.

На наш взгляд, большая часть проблем франчайзинга, причем не только социально-психологических, связана со слабой подготовкой предпринимателей, которые могли бы выступить организаторами франчайзинговых систем (франчайзерами) и работать в этих системах в качестве франчайзи.

Путь решения данной проблемы очевиден: необходимо создать образовательную систему, которая позволила бы значительно расширить подготовку отечественных предпринимателей в области франчайзинга.

Эта система должна иметь два направления, дополняющих друг друга:

- пропаганду франчайзинга как экономического инструмента;
- целевое консультирование субъектов франчайзинговых систем (франчайзера и франчайзи) по конкретным экономическим проблемам франчайзинга.

Широкое образовательное направление в области франчайзинга можно построить на системе учебных центров, которые должны быть распространены по всей территории России. В этих центрах будут проходить обучение как потенциальные франчайзеры, так и потенциальные франчайзи. Причем на начальном этапе создания франчайзинговых систем франчайзеры могут использовать эти центры для целевой подготовки своих франчайзи и их сотрудников.

Специализированное направление подготовки связано с развитием управленческого консультирования по проблемам франчайзинга. Это консультирование должно охватывать не только общие проблемы франчайзинга. Особенно важны: организационные и правовые аспекты франчайзинга, т.е. взаимодействие франчайзера и франчайзи; подбор и управление персоналом, организация бухгалтерского учета, управление финансовыми ресурсами и др.

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что повышение эффективности и развитие франчайзинга в России, требует решения следующих первоочередных задач:

- рассмотрение на государственном уровне и на уровне субъектов РФ франчайзинговой бизнес-системы как одно из направлений становления и развития малого и среднего предпринимательства в России;

- создание условий для реальной конкуренции франчайзинговых систем с традиционно сложившимися механизмами реализации товаров;

- обеспечение удобства применения законодательных актов для участников франчайзинговой сети;

- создание прозрачности франчайзингового бизнеса и его элементов для контролирующих органов;

- повышение уровня образованности предпринимателей в вопросах франчайзинга.

#### **Библиографический список:**

1. Гражданский Кодекс РФ, ч. II, принят Государственной Думой 21 октября 1994 г.
2. <http://freepapers.ru/70/franchajzing-v-rossii>
3. <http://knowledge.allbest.ru/economy>
4. <http://bibliofond.ru>

## РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

### НАШИ АВТОРЫ:

**Абакаров Гасан Магомедович** - доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Ахмедова Милена Магомедовна** - аспирант кафедры товароведения и экспертизы технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Айгумов Тимур Гаджиевич** – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики, факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики. Начальник Управления научных исследований Дагестанского государственного технического университета.

**Атуева Энара Бадурсултановна** - кандидат экономических наук, доцент, зам. заведующего кафедрой маркетинга и бизнеса инженерно-экономического факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Батаев Дена Карим-Султанович** - доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «ГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова», ФГБУН Комплексный научно-исследовательский институт имени Х. И. Ибрагимова РАН, Академия наук ЧР.

**E-mail:** [kniiran@mail.ru](mailto:kniiran@mail.ru)

**Бегов Жамидин Баламирзаевич** - старший преподаватель кафедры основ конструирования и металловедения филиала Дагестанского государственного технического университета в г. Каспийск.

**Вагабов Нурулла Магомедович** - кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры основ конструирования и металловедения филиала Дагестанского государственного технического университета в г. Каспийск.

**Гаджиева Аида Меджидовна** – кандидат химических наук, доцент, декан технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Гамидуллаев Рамин Букарович** – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры менеджмента инженерно-экономического факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Демирова Амият Фейзудиновна** - доцент кафедры товароведения и экспертизы технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Дзюба Александр Павлович** - кандидат технических наук, начальник отдела ОАО «Азимут» в г. Махачкале.

**Дуллуева Раиса Мовсаровна** - кандидат экономических наук, докторант-соискатель Грозненского государственного нефтяного технического университета.

**Духаев Хас-Могомет Солонгирович** – соискатель ФГБОУ ВПО «ГГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова»,

**E-mail:** [seismofund@mail.ru](mailto:seismofund@mail.ru)

**Евдулов Олег Викторович** – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и общей электротехники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета.

**Исмаилов Эльдер Шафиевич** – доктор биологических наук, профессор кафедры химии технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Казимагомедов Мирза Казимагомедович** – соискатель Дагестанского государственного технического университета.

**Киявов Умалат Апсерпашаевич** - аспирант кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Колосов Константин Константинович** - старший преподаватель кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники» АГТУ.

**Курбанов Али Зульпукарович** – кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой Технологии и методики обучения Дагестанского государственного педагогического университета, заслуженный учитель РД. Почетный работник высшего профессионального образования.

**Мажиева Амина Хасановна** - аспирант, ФГБОУ ВПО «ГГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова».

**E-mail:** [aminamazhieva@mail.ru](mailto:aminamazhieva@mail.ru)

**Мажиев Казбек Хасанович** - аспирант, ФГБОУ ВПО «ГГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова», ФГБУН Комплексный научно-исследовательский институт имени Х. И. Ибрагимова РАН.

**E-mail:** [m.k.kh@mail.ru](mailto:m.k.kh@mail.ru)

**Мажиев Хасан Нажоевич** – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «ГГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова», ФГБУН Комплексный научно-исследовательский институт имени Х. И. Ибрагимова РАН, Академия наук ЧР.

**E-mail:** [seismofund@mail.ru](mailto:seismofund@mail.ru)

**Мантуров Загир Абдулнасирович** - кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения и технологии конструкционных материалов, заместитель декана по научной работе архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Мелехин Владимир Борисович** - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета.

**Мурадов Миязуллах Салманович** – кандидат технических наук, профессор кафедры технологии продукции и организации общественного питания технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Муселемов Хайрулла Магомедмурадович** - ассистент кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Рагимова Асият Серкеревна** - кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Сулейманов Ильяс Абдулла-Гаджиевич** – доктор технических наук, профессор Дагестанского государственного технического университета.

**Султанова Элина Абдулмуминовна** - старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета Дагестанского государственного технического университета.

**Санаев Надир Кельбиханович** - кандидат технических наук, доцент, декан заочного факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Устарханов Осман Магомедович** - доктор технических наук профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Устарханов Тагир Османович** - инженер кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

**Хазамова Мадина Абдулаевна**-. кандидат технических наук, доцент, кафедры теоретической и общей электротехники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета

## **ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»**

Верстка журнала осуществляется с электронных копий. Используется компьютерная обработка штриховых и полутоновых (в градациях серого) рисунков. Журнал изготавливается по технологии офсетной печати. В редакцию журнала необходимо представить:

- распечатку рукописи (2 экз.). Распечатка должна представлять собой твердую копию файла статьи;
- электронную копию, допустима передача по электронной почте;
- элементы заглавия на английском языке (1 экз.);
- экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати (1 экз.);
- справку об авторах и ее электронную копию (1 экз.);
- рекомендацию кафедры (отдела) к опубликованию (следует указать предполагаемую рубрику) (1 экз.);
- две рецензии от докторов наук. Подписи рецензентов должны быть заверены по месту их работы;
- сопроводительное письмо (1 экз.) для сторонних авторов.

### **Правила оформления текста**

Текст подготавливается в текстовом редакторе Microsoft Word. Статья должна предусматривать разделы: «Введение», «Постановка задачи», «Методы испытаний», «Результаты эксперимента и их обсуждение», «Выводы» или «Заключение». Объем статьи не должен превышать 6-7 страниц машинописного текста, 5 рисунков или фотографий.

Формулы подготавливаются во встроенном редакторе формул Microsoft Word или в редакторе MathType.

Шрифтовое начертание обозначений в формулах, в таблицах и в основном тексте должно быть полностью идентичным.

Ссылки на формулы и таблицы даются в круглых скобках, ссылки на использованные источники (литературу) - в квадратных прямых.

Формат бумаги А4. Параметры страницы: поля - левое 3 см, верхнее и нижнее 2 см, правое 1,5 см; колонтитулы отсутствуют.

### **Элементы заглавия публикуемого материала**

- УДК/ББК
- Перечень авторов (разделяется запятыми, инициалы после фамилий).
- Название статьи.
- Аннотация - 3-7 строк, характеризующих содержание статьи.
- Ключевые слова - 3-10 слов и словосочетаний, отражающих содержание статьи, разделенных запятыми.

Каждый элемент заглавия приводится, начиная с новой строки, выравнивание проводится по левому краю.

### **Основной текст**

Шрифт TimesNewRoman 12 pt, выравнивание по ширине, первая строка с отступом 1 см, межстрочный интервал - 1.

### **Список литературы**

Строка с текстом «**Библиографический список:**».

Собственно библиографический список: каждая ссылка с номером в отдельном абзаце выполняется по ГОСТ 7.1-2003. Библиографическое описание документа. Введ. 01.07.2004. М.: Изд-во стандартов, 2004.

Не должен превышать 10 наименований; приводятся только источники, на которые есть ссылки в тексте (ссылки на неопубликованные работы не допускаются).

Ссылки на материалы, размещенные на электронных носителях, следует давать

лишь в крайнем случае. Редакция оставляет за собой право потребовать от автора замены ссылки, если на момент обработки статьи по указанному адресу материал будет отсутствовать.

#### **Элементы заглавия на английском языке**

- Перечень авторов (разделяется запятыми, инициалы после фамилий).
- Название статьи.
- Аннотация.
- Ключевые слова.

Элементы заглавия на английском языке должны представлять собой перевод соответствующих элементов заглавия, приведенных на русском языке перед основным текстом.

#### **Верстка формул**

Формулы подготавливаются во встроенном редакторе формул MicrosoftWord или в редакторе MathType; нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте статьи; использование при нумерации букв и других символов не допускается.

Выписанные в отдельную строку формулы выравниваются по середине строки, номер (при необходимости) заключается в круглые скобки и выравнивается по правому краю текста. Все впервые встречающиеся в формуле обозначения должны быть расшифрованы сразу после формулы.

#### **Верстка рисунков**

Рисунки, представляющие собой графики, схемы и т. п., должны быть выполнены в графических векторных редакторах (встроенный редактор MicrosoftWord, CorelDraw, MicrosoftVisio и т. п.). Использование точечных форматов (.bmp, .jpeg, .tif, .html) допустимо только для рисунков, представление которых в векторных форматах невозможно (фотографии, копии экрана монитора и т. п.).

#### **Верстка таблиц**

Таблица состоит из следующих элементов: нумерационного заголовка (слова «Таблица» и ее номера арабскими цифрами); шапки (заголовочной части), включающей заголовки граф (объясняют значение данных в графах); боковика (первой слева графы) и прографки (остальных граф таблицы).

#### **Справка об авторах**

Включает для каждого автора фамилию, имя, отчество (полностью), год рождения, ученую или академическую степень, ученое звание (с датами присвоения и присуждения), краткую научную биографию (не более 5-6 строк), название организации. Если ученых и/или академических степеней и званий нет, то следует указать место получения высшего образования, год окончания вуза и специальность. Далее указывается область научных интересов, количество печатных научных работ и адрес электронной почты при наличии.

#### **План-график издания журнала**

- Выпуск 1 (март) – до 31 декабря предыдущего года;
- Выпуск 2 (июнь) – до 31 марта текущего года;
- Выпуск 3 (сентябрь) – до 30 июня текущего года;
- Выпуск 4 (декабрь) – до 30 сентября текущего года.

Редколлегия оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

Статьи, не отвечающие правилам оформления, к рассмотрению не принимаются, рукописи и магнитные носители авторам не возвращаются. Датой поступления считается день получения редколлгией окончательного текста статьи. Рукописи аспирантов публикуются бесплатно.

Адрес редакционного совета: 367015, РД, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70, ФГБОУ ВПО «ДГТУ», Учебно-лекционный корпус 2, редакция журнала «Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки». Технические вопросы можно выяснить по адресу: [vestnik.dgtu@mail.ru](mailto:vestnik.dgtu@mail.ru) и по телефону 8(8722)62-39-64.

# Министерство образования и науки РФ



## ВЕСТНИК Дагестанского государственного технического университета

# ТОМ 30 3 - 2013

Вестник Дагестанского государственного технического университета.  
Технические науки. Махачкала, 2013. – Том 30 (3). – 130 с.

Верстка: Бугаева А.Т.

Адрес редакции:  
367015, РД, г. Махачкала, пр. И.Шамиля, 70, ФГБОУ ВПО «ДГТУ»  
Тел./факс (8722)623715  
(8722)623964  
E-mail: [vestnik.dgtu@mail.ru](mailto:vestnik.dgtu@mail.ru)

Подписано в печать 30.09.2013г. Сдано в печать 2.10.2013г.  
Формат 60\*84 1/8. Гарнитура «Times». Бумага офсетная  
Тираж 500. Усл. п.л. 16,5. Уч. изд.л. 16,5  
Заказ № 0112  
Отпечатано в ИПЦ ФГБОУ ВПО «ДГТУ»  
367015, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, 70.