

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ	7
<i>Гаджиева С.М., Челушкин Д.А. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ УСТРОЙСТВО С ВЫСОКИМ ГРАДИЕНТОМ ТЕМПЕРАТУР</i>	<i>7</i>
<i>Казумов Р.Ш. КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НЕРАВНОМЕРНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ</i>	<i>11</i>
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИБОРЫ.....	15
<i>Захарова П. Р. ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ БСИТ - ТРАНЗИСТОРА СРЕДНЕЙ ВЫСОКОВОЛЬТНОСТИ</i>	<i>15</i>
ТЕПЛОФИЗИКА.....	22
<i>Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Габитов И.А.ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАВЯЩИХСЯ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И СИСТЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТЕПЛОСЪЕМА</i>	<i>22</i>
<i>Шангереева Б.А. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОКИСНЫХ СЛОЕВ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИС</i>	<i>26</i>
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	34
<i>Абдурагимов Т. Т. Халилов А.И.МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ПРОЦЕДУРНОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ</i>	<i>34</i>
МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ	39
<i>Агаханов Э.К. О РАЗВИТИИ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА.....</i>	<i>39</i>
<i>Ахмедпашаев А.У. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ФАСОННЫХ ФРЕЗ ХОЛОДНЫМ ПРЕССОВАНИЕМ</i>	<i>46</i>
МЕЛИОРАЦИЯ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ.....	53
<i>Зербалиев А.М. СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В ДАГЕСТАНЕ</i>	<i>53</i>
<i>Магомедова А.В., Магомедова М.Р. О ФАКТОРАХ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИХ ПРОЦЕСС ТРАНСПОРТА РУСЛОФОРМИРУЮЩИХ НАНОСОВ</i>	<i>58</i>
<i>Курбанова З.А. ВЛИЯНИЕ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДОСЛИВНЫХ ПЛОТИН НА НЕСКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ НА ВЕЛИЧИНУ РАЗМЫВОВ РУСЛА В НИЖНЕМ БЬЕФЕ</i>	<i>65</i>
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА.....	71

Бычков М.В., Удодов С.А. ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛЕГКОГО КОНСТРУКЦИОННОГО САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА.....	71
Хаджишалапов Г.Н., Даитбеков А.М., Алхасова Ю.А., Даитбеков С.А. МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ЖАРОСТОЙКИЙ ЦИРКОНОВЫЙ БЕТОН С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.....	76
Устарханов О.М., Вишталов Р.И., Калиева М.Х., Устарханов Т.О. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДОЩАТОКЛЕЕНОЙ БАЛКИ, АРМИРОВАННОЙ СПЕЦИАЛЬНЫМ СПОСОБОМ.....	81
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	87
Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М., Давудова Т.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОТА ИЗ ВИНОГРАДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ ЭМП.....	87
Санаяев Н.К., Тынянский В. П. ИНВЕРСНЫЙ ПОДХОД К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВС.....	91
Агаханов Э.К., Батманов Э.З. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПО ИХ ПОСЛЕДСТВИЯМ.....	97
Султанов Ю.М. СИНТЕЗ ОСМИЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ПОЛИМЕРОВ СОДЕРЖАЩИХ АМИННЫЕ И КАРБОКСИЛЬНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ.....	105
ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ	111
Абдулкадыров А.С. ПОТЕНЦИАЛ КЛАСТЕРООБРАЗОВАНИЯ В ОТРАСЛЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ	111
Белозерцева Ю.В. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ СФЕРЫ УСЛУГ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ	118
Тагавердиева Д.С. РАЗВИТИЕ ФОНДОВОГО РЫНКА КАК ИНСТРУМЕНТА ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕГИОНА.....	125
РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ	132
НАШИ АВТОРЫ.....	132
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТИК ДАГЕСТАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	135

CONTENTS

INSTRUMENT-MAKING	7
<i>Gadjiyeva S.M., Chelushkin D.A.</i> A THERMOELECTRIC SEMICONDUCTOR DEVICE WITH A HIGH TEMPERATURE GRADIENT	7
<i>Kazumov R.Sh.</i> CONSTRUCTION OF THE DEVICES FOR PRINTED CIRCUIT BOARDS, IRREGULAR FREEZING USING THERMOELECTRIC ENERGY CONVERSION.....	11
SEMICONDUCTORY MATERIALS AND INSTRUMENTS	15
<i>Zakharova P. R.</i> RESEARCH AND THE ANALYSIS OF CHANGE OF PARAMETERS IN THE CHANNEL OF AVERAGE HIGH-VOLTAGE BIPOLAR STATIC INDUCTION TRANSISTOR	15
THERMOPHYSICS	22
<i>Ismailov T.A., Evdulov O.V., Gabitov I.A.</i> ESPECIALLY SHARING MELTING HEAT STORAGE SYSTEMS AND ADDITIONAL HEAT REMOVAL	22
<i>Shangereeva B.A.</i> THE MAIN METHODS OF FORMATION OF OXIDE LAYERS IN THE PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICES AND IP.....	26
PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELING	34
<i>Abduragimov T. T., Halilov A.I.</i> MODEL DECISION MAKING BY INTELLECTUAL SYSTEM ON BASE OF THE ILL-DEFINED PROCEDURAL SEMANTIC NETWORK	34
MECHANICS AND MECHANICAL ENGINEERING	39
<i>Agakhanov E.K.</i> ABOUT DEVELOPMENT OF COMPLEX DECISION METHODS OF THE PROBLEMS OF DEFORMABLE SOLID BODY MECHANICS	39
<i>Ahmedpashaev A.U.</i> TECHNOLOGY OF THE FABRICATION OF THE POWDERED SHAPED MILLING CUTTERS BY COOL PRESSING	46
MELIORATION AND HYDROTECHNICAL BUILDINGS	53
<i>Zerbaliev A.M.</i> CONDITION AND PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF LAND RECLAMATION IN DAGESTAN.....	53
<i>Magomedova A.V., Magomedova M.R.</i> ABOUT FACTOR, CONDITIONING PROCESS OF THE TRANSPORT CHANNEL-FORMING SEDIMENTS	58
<i>Kurbanova Z.A.</i> THE INFLUENCE OF SPECIFIC EXPENSES OF SPILLWAY DAM ON NOT ROCK THE BASIS OF THE MAGNITUDE OF THE EROSION OF THE RIVERBED DOWNSTREAM.....	65
BUILDING AND ARCHITECTURE	71
<i>Bychkov M. V., Udodov S. A.</i> DEFORMATION PROPERTIES OF LIGHT SELF – COMPACTING CONCRETE	71

Hadjishalapov G.N., Daitbekov A.M., Alkhasova Y.A., Daitbekov S.A. MODIFIED HEAT-RESISTANT ZIRCONIA CONCRETE WITH IMPROVED PERFORMANCE CHARACTERISTICS	76
Ustarkhanov O.M., Vishtalov R.I., Kalieva M.H., Ustarkhanov T.O. EXPERIMENTAL STUDY OF CARRYING CAPACITY GLULAM BEAMS, REINFORCED SPECIAL WAY.....	81
ADVANCED TECHNOLOGIES	87
Achmedov M.E., Demirova A.F., Achmedova M.M., Daudova T.N. IMPROVEMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGY COMPOTE WITH GRAPES FROM THE SHF EMF	87
Sanaev N.K., Tynyanskii V.P. THE INVERSE APPROACH TO THE QUESTION OF IMPROVING THE WEAR RESISTANCE OF THE ENGINE CYLINDER DBC GROUP.....	91
Agakhanov E.K., Batmanov E.Z. DETERMINATION OF THE INITIAL CONDITIONS OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS IN THEIR CONSEQUENCES.....	97
Sultanov Yu.M. SYNTHESIS OF OSMIUM COMPLEXES ON THE BASE OF NEW POLYMERS CONTAINING AMINE AND CARBOXYLIC FUNCTIONAL GROUPS.....	105
ECONOMIC OF INDUSTRY	111
Abdulkadirov A.S. POTENTIAL CLUSTER FORMATION IN SECTOR OF DEFENCE INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA.....	111
Belozertseva J.V. ECONOMIC SUBSTANTIATION OF REAL INVESTMENTS IN CONSTRUCTION OF OBJECTS OF SPHERE OF SERVICES IN A COUNTRYSIDE	118
Tagaverdiyeva D. S. DEVELOPMENT OF STOCK EXCHANGE AS TOOL ATTRACTION OF INVESTMENT OF REGION INDUSTRY	125
EDITORIAL SECTION.....	132
OUR AUTHORS	132
REQUIREMENTS TO THE ARTICLES OFFERED FOR PUBLICATION IN THE JOURNAL «HERALD OF DAGHESTAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY. TECHNICAL SCIENCES»	135

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 621.362

Гаджиева С.М., Челушкин Д.А.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ УСТРОЙСТВО С ВЫСОКИМ ГРАДИЕНТОМ ТЕМПЕРАТУР

Gadjiyeva S.M., Chelushkin D.A.

A THERMOELECTRIC SEMICONDUCTOR DEVICE WITH A HIGH TEMPERATURE GRADIENT

В статье рассмотрено термоэлектрическое устройство, у которого нагретые спаи пространственно отдалены от холодных спаев для уменьшения паразитных кондуктивных потерь между этими спаями.

Ключевые слова: термоэлектрическое устройство, градиент температур, паразитные кондуктивные потери.

In the article the thermoelectric device, which heated junctions spatially distant from the cold junctions to reduce parasitic losses between the conductive junctions.

Key words: thermoelectric device, temperature gradient, conductive parasitic losses.

С повышением быстродействия и мощности современной электронной аппаратуры возрастает актуальность применения эффективных систем охлаждения. Наиболее перспективными в этой области являются термоэлектрические устройства на основе эффекта Пельтье. Однако не все теплофизические процессы в ТЭУ изучены в достаточной степени и используются не в полном объеме при конструировании ветвей и спаев ТЭУ. В частности, недостаточно исследован механизм и физический смысл процесса теплообмена при переходе электронов из полупроводника с различными типами проводимости в металл. Обратный переход также слабо исследован. Однако внимательное изучение этих механизмов позволяет более грамотно спроектировать конструкцию ТЭУ. Важную роль в этом процессе играет процесс теплообмена движущегося заряда вблизи границы перехода из полупроводника в металл и из металла в полупроводник. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что процесс теплообмена можно разделить пространственно в пределах одного спая, т.е. нагрев и охлаждение в определенной степени происходит на одном и другом конце спая, что позволяет спроектировать более эффективную конструкцию с расположением всех нагретых участков в одной плоскости, а всех холодных участков в другой.

Рассмотрим электротеплофизические процессы в традиционных термоэлементах. Термоэлемент содержит две ветви n - и p -типа проводимости поперечными сечениями s_1 , s_2 и длиной l (рис. 1). Материал ветвей однороден и изотропен, температурной зависимостью свойств материала пренебрегаем [1]. Горячие спаи, по которым к термоэлементу подводится электрический ток термостатированы при температуре T_0 . Боковые поверхности ветвей термоэлемента адиабатически изолированы. Если направление тока через термоэлемент таково, что на термостатированных спаях тепло Пельтье выделяется, а на противоположных — поглощается, то в термоэлементе происходит охлаждение.

Расчет простейшей модели производится для одномерного распределения температуры, стационарных условий, при учете эффекта Пельтье на спаях и выделении

тепла Джоуля в объеме (эффектом Томсона пренебрегаем). Для таких условий можно принять, что половина тепла Джоуля из ветвей термоэлемента переносится холодным спаям, а половина - горячим. Таким образом, тепло, поглощаемое холодным спаем,

$$Q = -\Pi + \frac{1}{2} I^2 r, \quad (1)$$

где Π - коэффициент Пельтье, r - сопротивление термоэлемента. Из (1) следует (рис. 2) наличие оптимального тока при котором достигается наибольшее охлаждение: при меньших токах теплопоглощение эффектом Пельтье убывает, при больших - возрастает роль тепла Джоуля. Холодным спаем поглощается также тепло, переносимое ветвями термоэлемента от горячих спаев, и Q_0 - тепло, генерируемое охлаждаемым объектом или переносимое при теплообмене холодным спаям от окружающей среды. Различают три основных режима работы термоэлемента: максимального перепада температуры или максимального охлаждения, максимальной холодопроизводительности и максимального холодильного коэффициента, или максимальной экономичности. Иногда используют и другие режимы: минимального тока, промежуточный, принудительный, тепловой изоляции.

Режим максимального перепада температуры достигается при $Q_0=0$, баланс теплот на холодном спая записывается в виде

$$\chi_0(T_0 - T_1) = -\Pi + \frac{1}{2} I^2 r, \quad (2)$$

где χ_0 - теплопроводность ветвей, T_1 - температура на холодном спая.

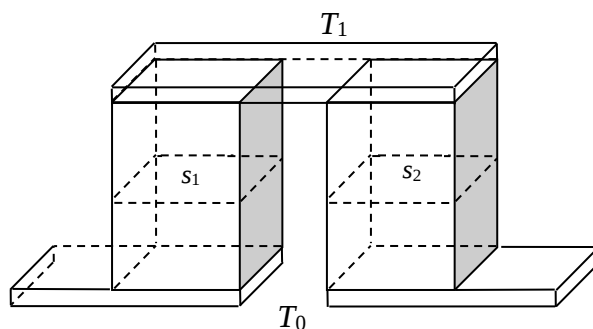


Рисунок 1 - Схема охлаждающего термопарного элемента, действие которого основано на эффекте Пельтье

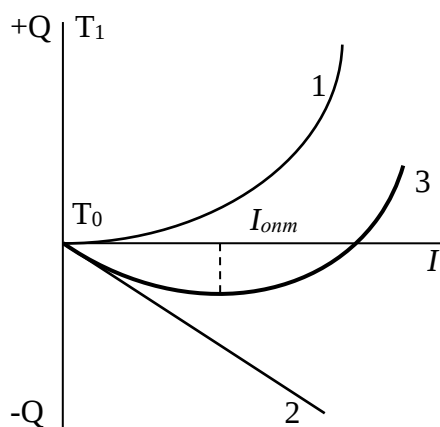


Рисунок 2 - Графики, демонстрирующие зависимость охлаждения от тока через термоэлемент: 1 - тепло Джоуля; 2 - поглощенное в спаях тепло (эффект Пельтье); 3 - температура холодного спая

Из (1) и (2) следует

$$I_{T_1}^{onm} = \frac{\Pi}{r}, \quad (3)$$

$$Q^{макс} = \frac{\Pi^2}{2r}. \quad (4)$$

Максимальный перепад температуры

$$(T_0 - T_1)_{макс} = \frac{\Pi^2}{2\chi_0 r}, \quad (5)$$

где

$$r = l \left(\frac{1}{\sigma_1 s_1} + \frac{1}{\sigma_2 s_2} \right), \quad \chi_0 = \frac{1}{l} (\chi_1 s_1 + \chi_2 s_2), \quad (6)$$

σ_1 и σ_2 - электропроводности материалов ветвей, χ_1 и χ_2 - их коэффициенты теплопроводности. Кроме оптимизации по току, из (5) и (6) определяется соотношение между параметрами материала и площадями поперечного сечения ветвей, при котором достигается максимальный перепад температуры:

$$\frac{s_2}{s_1} = \sqrt{\frac{\chi_1 \sigma_1}{\chi_2 \sigma_2}} \quad (7)$$

а при ветвях термоэлементов различной длины l_1 и l_2

$$\frac{s_2 l_1}{s_1 l_2} = \sqrt{\frac{\chi_1 \sigma_1}{\chi_2 \sigma_2}} \quad (8)$$

С учетом (7), (8) выражение (5) приводится к виду

$$(T_0 - T_1)_{макс} = \frac{1}{2} Z_0 T_1^2, \quad (9)$$

где

$$Z_0 = \left[\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\sqrt{\frac{\chi_1}{\sigma_1}} + \sqrt{\frac{\chi_2}{\sigma_2}}} \right]^2, \quad (10)$$

α_1 и α_2 — коэффициенты термо-ЭДС материалов ветвей. Температура холодного спая определяется выражением

$$T_1^{мин} = \frac{\sqrt{1 + 2T_0 Z_0} - 1}{Z_0}. \quad (11)$$

При наличии тепловой нагрузки уравнение баланса теплот (2) принимает вид Q_0

$$(\alpha_1 - \alpha_2) I T_1 - \frac{1}{2} I^2 r - \chi_0 (T_0 - T_1) - Q_0 = 0. \quad (12)$$

Из (12) следует, что режим максимальной холодопроизводительности, при котором $Q_0 = Q_0^{макс}$, достигается при удовлетворении условиям (3), (7) или (8). Разность температур

в режиме максимальной холодопроизводительности

$$(T_1 - T_2) = (T_0 - T_1)_{\max} - \frac{Q_0}{\chi_0}. \quad (13)$$

Для описания режима максимальной экономичности вводится холодильный коэффициент

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{W}, \quad (14)$$

где

$$W = I^2 r + (\alpha_1 - \alpha_2)(T_0 - T_1)I \quad (15)$$

- электрическая мощность, затрачиваемая в термоэлементе.

Известен термоэлектрический модуль [2] с расположением горячих и холодных спаев в двух параллельных плоскостях. Однако получение значительных перепадов температур сталкивается с проблемой паразитного кондуктивного переноса между горячими и холодными спаями. Увеличение высоты полупроводниковых ветвей приводит к увеличению их сопротивления и, как следствие, к увеличению джоулевых тепловыделений, что также снижает эффективность термомодуля. Анализ тепловых процессов в металлических спаях выявляет неоднородность тепловыделения на протяжении спая. Основной теплообмен происходит в той части спая, куда входит электрический ток из полупроводниковой ветви. Учет этой неоднородности позволяет таким образом сформировать термомодуль, что горячие и холодные участки спаев могут быть более плотно сконцентрированы для получения более эффективного теплообмена.

Это достигается тем, что полупроводниковые ветви *p*-типа и *n*-типа расположены таким образом, что все ветви *p*-типа находятся в одной плоскости, а все ветви *n*-типа в другой параллельной плоскости, поэтому нагретые спаи пространственно отдалены от холодных спаев, что уменьшает паразитные кондуктивные потери между спаями.

На рис. 3 представлена принципиальная схема термоэлектрического устройства с высоким градиентом температур.

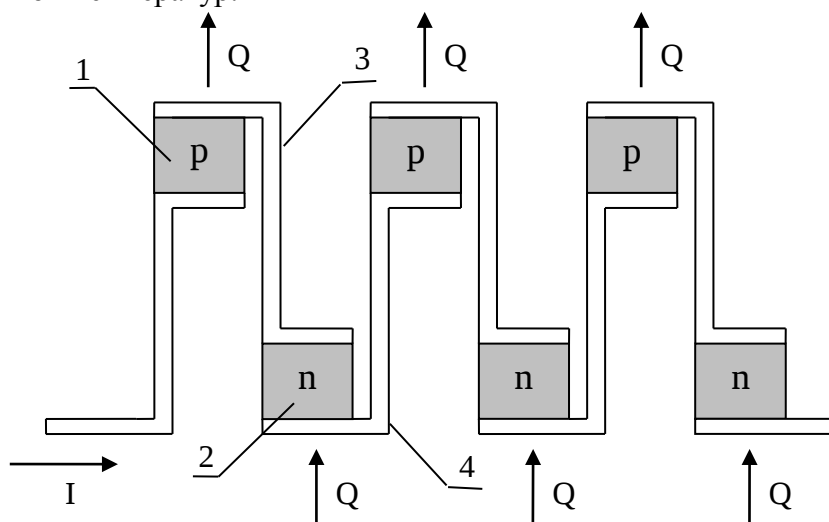


Рисунок 3 - Принципиальная схема термоэлектрического устройства с высоким градиентом температур

Конструкция термоэлектрического устройства представляет собой полупроводниковые ветви *p*-типа 1 и *n*-типа 2, расположенные в разных плоскостях, таким образом, что при пропускании тока возникает чередование горячих 3 и холодных 4 спаев, причем за счет большой длины спаев основной теплообмен происходит вблизи перехода между полупроводниковой ветвью и спаем. Это обусловлено тем, что заряд, имеющий ограниченную длину свободного пробега, после одного или двух соударений с

кристаллической решеткой металлического спая полностью обменивается с ней энергией. Поэтому нагрев или охлаждение спая будет происходить только с того конца, где электроны попадают в металлический спай из полупроводника.

Использование представленного устройства позволит создать термомодули с высоким градиентом температур за счет уменьшения кондуктивных паразитных потерь между горячими и холодными спаями, а также за счет более плотной компоновки ветвей, так как поверхность теплообмена будет состоять не из всего металлического спая, а только из его нагретого участка. Кроме того, если середину металлического спая выполнить в виде гибкой проводимой структуры, то термомодуль сможет формировать горячую и холодную поверхность в любых плоскостях, а не только в параллельных.

Библиографический список:

1. Анатычук Л.И. Термоэлектричество Т2. – Киев: Букрек, 2003. – 386 с.
2. Патент РФ, № 2335825. Термоэлектрическое устройство с высоким градиентом температур/Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М. Опубл. 10.10.2008. Бюл. 28.

УДК 681.382

Казумов Р.Ш.

КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НЕРАВНОМЕРНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

Kazumov R.Sh.

CONSTRUCTION OF THE DEVICES FOR PRINTED CIRCUIT BOARDS, IRREGULAR FREEZING USING THERMOELECTRIC ENERGY CONVERSION

В статье рассмотрены различные конструктивные варианты устройств для охлаждения электронных плат.

Ключевые слова: электронная плата, термоэлектрическая батарея, плавящееся вещество, теплоотвод, конструкция.

The article considering the different design options for cooling electronic devices boards.

Key words: electronic board thermoelectric battery, melting substance, heat sink design.

Современные устройства радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) характеризуются высокими локальными рассеяниями тепла, что вызывает дестабилизацию их работы и снижает надежность. Применение систем обеспечения температурных режимов на основе воздушного, водяного охлаждения или тепловых труб часто невозможно из-за эксплуатационных и массогабаритных ограничений. Поэтому решение задачи температурной стабилизации РЭА может быть получено применением в качестве систем обеспечения температурных режимов охлаждающих полупроводниковых термоэлектрических устройств (ТЭУ), оптимально сочетающихся с РЭА по важнейшим энергетическим и массогабаритным показателям.

Использование охлаждающих полупроводниковых ТЭУ позволяет применить неравномерное охлаждение, при котором различные элементы и узлы РЭА в зависимости от выделяемого тепла охлаждаются с различной степенью интенсивности [1]. В этом случае уровень теплосъема с отдельных тепловыделяющих участков РЭА определяется в

соответствии с выделяемой ими тепловой мощностью. Характерной чертой такого способа охлаждения является его высокая экономичность.

В лаборатории полупроводниковых термоэлектрических приборов и устройств Дагестанского государственного технического университета разработано устройство, позволяющее реализовать такой способ охлаждения применительно к электронным платам или любым другим конструкциям, представляющим собой плоскую поверхность с установленными на ней элементами РЭА.

Прототипом конструкции является прибор, описанный в [2]. Устройство содержит каскадную термоэлектрическую батарею (ТЭБ), состоящую из базовой ТЭБ, составляющую нижний каскад и дополнительных ТЭБ, образующих верхние каскады, теплопереходы и теплообменник. На холодные спаи дополнительных ТЭБ и теплопереходы помещается электронная плата с тепловыделяющими элементами. Размещение дополнительных ТЭБ осуществляется таким образом, чтобы их холодные спаи были расположены под наиболее тепловыделяющими элементами электронной платы. Принцип работы устройства состоит в организации неравномерного отвода тепла от элементов электронной платы, при котором охлаждение тепловыделяющих элементов проводится с неодинаковой интенсивностью в зависимости от уровня выделяемой ими теплоты. Охлаждение организуется таким образом, чтобы съем тепла с наиболее тепловыделяющих элементов электронной платы осуществлялся наиболее холодными каскадами ТЭБ, съем тепла с менее тепловыделяющих элементов – менее холодными каскадами и т. д. При этом наиболее тепловыделяющие элементы электронной платы помещаются на каскадах ТЭБ с более высоким уровнем охлаждения, элементы и узлы с меньшими тепловыделениями располагаются на каскадах с более низким уровнем охлаждения.

Недостатком устройства является необходимость использования многокаскадной ТЭБ, изготовление которой технологически сложнее, чем однокаскадных ТЭБ, кроме того, при реализации неравномерного охлаждения указанным образом имеют место определенные трудности в согласовании режимов работы отдельных каскадов ТЭБ и соответственно питании их электрической энергией.

Для устранения указанных недостатков разработано устройство для охлаждения электронных плат, конструкция которого приведена на рис.1, а внешний вид на рис.2.

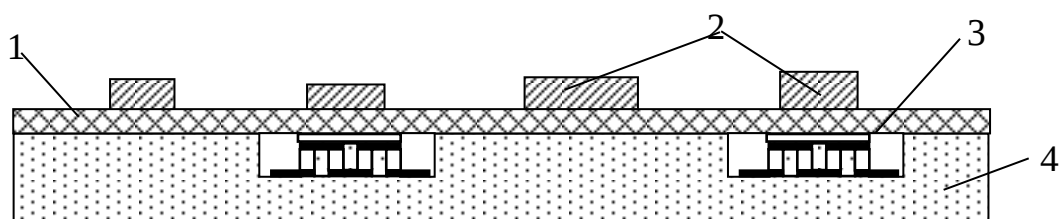


Рисунок 1 - Структурная схема устройства для охлаждения электронной платы при совместном использовании плавящихся рабочих веществ и ТЭБ (1 - электронная плата, 2 – радиоэлементы, 3 –ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом)

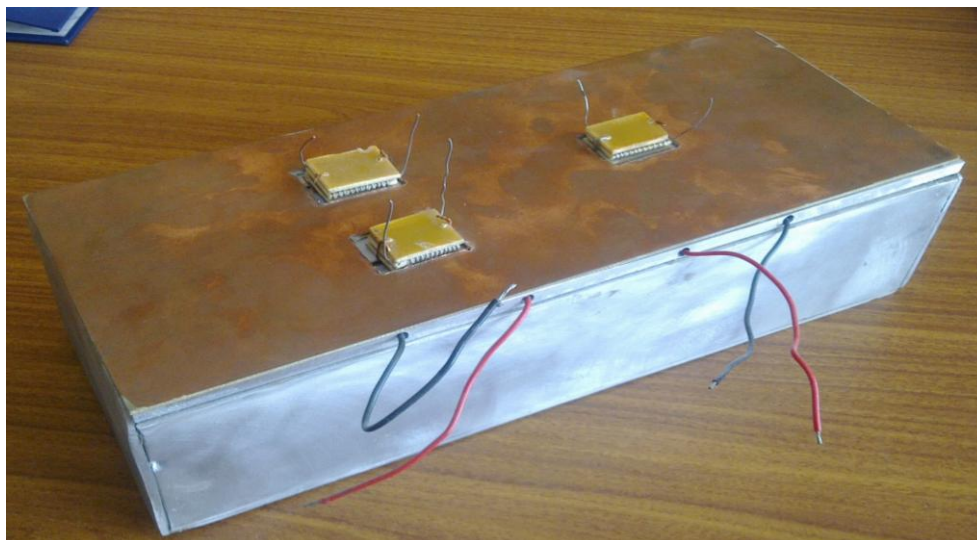


Рисунок 2 - Внешний вид устройства для охлаждения электронных плат

Устройство содержит металлическую емкость, заполненную рабочим веществом, имеющим большое значение теплоты плавления и температуру плавления в диапазоне 35-65°C (например парафин, воск, азотнокислый никель и др.). Поверхность емкости, на которую устанавливается электронная плата с соответствующими тепловыделяющими элементами РЭА, выполнена профилированной с образованием углублений в местах размещения наиболее критичных к температурному режиму функционирования или требующих существенного снижения температуры элементов РЭА. В указанных углублениях установлены ТЭБ, запитываемые энергией от источника постоянного электрического тока. Размеры углублений подбираются таким образом, чтобы они соответствовали размерам ТЭБ.

Работает устройство следующим образом.

Тепло, поступающее от элементов РЭА, установленных на электронной плате, передается металлической емкости и через поверхность соприкосновения рабочему веществу. Далее происходит прогрев рабочего вещества до температуры плавления и процесс плавления, сопровождающийся поглощением теплоты, тратящейся на изменение агрегатного состояния вещества. Теплоотвод за счет изменения агрегатного состояния рабочего вещества является базовым и может быть использован для обеспечения необходимого температурного режима функционирования элементов РЭА, не требующих существенного снижения температуры, либо не критичных к существенной величине перегрева по отношению к окружающей среде. Для охлаждения элементов РЭА, особо критичных к перегревам или требующих существенного снижения температуры, используются ТЭБ, которые организуют дополнительный теплосъем, причем величина холодопроизводительности каждой ТЭБ определяется в соответствии с уровнем тепловыделений конкретного элемента РЭА. При этом отвод теплоты от горячих спаев ТЭБ осуществляется также в содержащееся в емкости рабочее вещество, количество которого рассчитывается исходя из длительности функционирования элементов РЭА, мощности их тепловыделений, теплопроизводительности ТЭБ, а также условий эксплуатации.

Рассмотренная конструкция позволяет достаточно эффективно осуществлять отвод теплоты от элементов электронной платы и обеспечивать необходимый температурный режим. Однако данное устройство имеет определенный недостаток – между элементом РЭА, подлежащим охлаждению, и ТЭБ находится слой электронной платы, выполненный из стеклотекстолита (гетинакса) с достаточно высоким тепловым сопротивлением.

С целью устранения указанного недостатка рассмотренной конструкции разработана ее модификация, схематически изображенная на рис.3.

Устройство также включает в себя металлическую емкость, заполненную рабочим веществом, имеющую хороший тепловой контакт с электронной платой. Отличие указанной конструкции от рассмотренной выше состоит в том, что ТЭБ сопрягается с элементами РЭА, наиболее критичными к температурному режиму функционирования, непосредственно с их обратной плоскости крепления к электронной плате, стороны. При этом между элементом РЭА и ТЭБ отсутствует какое-либо тепловое сопротивление, теплота от ТЭБ передается к элементу электронной платы без потерь. Отвод теплоты с горячих спаев ТЭБ осуществляется в емкость с рабочим веществом посредством цельнометаллического (медного либо алюминиевого) теплопровода.

Для снижения тепловых потерь по теплопроводу также может быть использована его реализация в виде теплового термосифона, как это показано на рис.4.

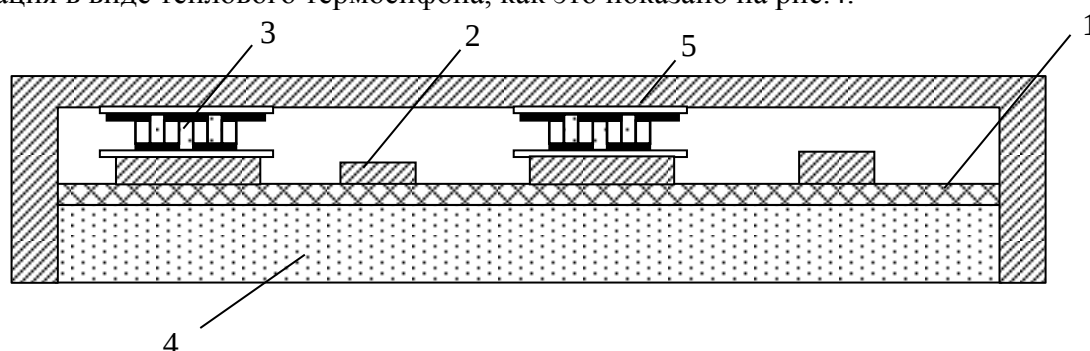


Рисунок 3 - Модификация устройства для охлаждения электронных плат с цельнометаллическим теплопроводом (1 - электронная плата, 2 – радиоэлементы, 3 – ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом, 5 – цельнометаллический теплопровод)

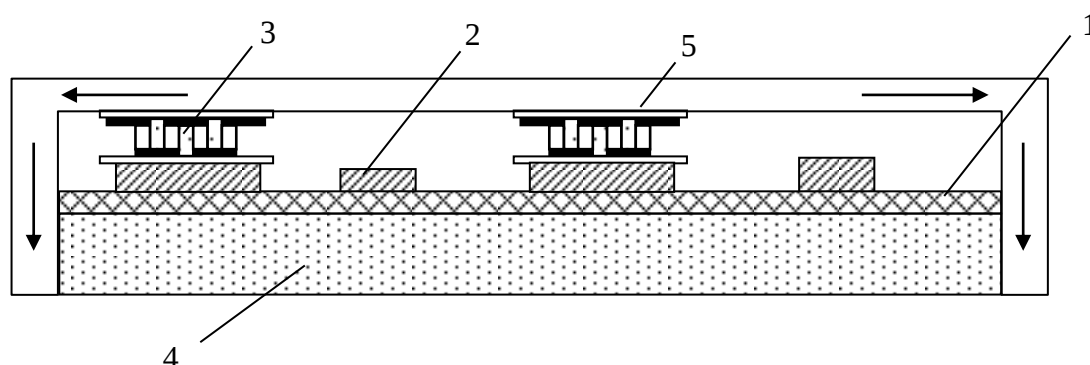


Рисунок 4 -Модификация устройства для охлаждения электронных плат с тепловым термосифоном (1 - электронная плата, 2 – радиоэлементы, 3 – ТЭБ, 4 – емкость с плавящимся рабочим веществом, 5 – тепловой термосифон)

Библиографический список:

1. Евдулов О.В. Охлаждение и термостабилизация электронной аппаратуры на основе термоэлектрических модулей // Изв. Вузов. Приборостроение, 2000, т. 43, №5.
2. Патент РФ №2174292. Устройство для отвода тепла и термостабилизации электронных плат // Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Аминов Г.И., Юсуфов Ш.А., 2001.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРИБОРЫ

УДК 621.382

Захарова П. Р.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ БСИТ - ТРАНЗИСТОРА СРЕДНЕЙ ВЫСОКОВОЛЬТНОСТИ

Zakharova P. R.

RESEARCH AND THE ANALYSIS OF CHANGE OF PARAMETERS IN THE CHANNEL OF AVERAGE HIGH-VOLTAGE BIPOLAR STATIC INDUCTION TRANSISTOR

Пробивное напряжение и сопротивление являются определяющими характеристиками в технологии формирования структуры силового прибора. В данной статье проведены исследование и анализ зависимостей сопротивления канальной области кристалла от его конструктивно-технологических и температурных параметров для Биполярного со статической индукцией транзистора (далее БСИТ-транзистора) средней высоковольтности.

Ключевые слова: пробивное напряжение, сопротивление канала, технология, конструктивные параметры, кремниевая подложка

When developing a technology of power device's structure generation the breakdown voltage and the resistance of silicon substrate are constitutive parameters. Modern generation methods allow to create a structure based on fragile materials which behavior directly depends on the breakdown voltage and the resistance of chosen materials in the depth of structure. In this paper the work on determination the crystal's channel resistance dependence of its structural parameters for the average high-voltage BSIT is done.

Key words: breakdown voltage, structural resistance, generation technology, structural parameters, silicon substrate

Во второй половине 80-х годов прошлого века, когда в производстве полевых транзисторов, включая и МОП МТ, произошел качественный прорыв, появилась возможность технологической реализации мощных СИТ- и БСИТ-транзисторов. Биполярный со статической индукцией транзистор (далее БСИТ) представляет собой технологическую разновидность СИТ-транзистора с нормально-закрытым каналом, но с более сложной геометрической формой затвора. БСИТ стали производить по новой технологии, позволяющей изготавливать многоячеечные структуры с вертикальным каналом. При этом сток и исток разнесены по разные стороны кристалла и каждый такой прибор представляет собой параллельное соединение от нескольких тысяч до нескольких сотен тысяч элементарных ячеек — транзисторных структур, создаваемых методами полупроводниковой технологии в едином технологическом цикле на одном монокристалле.

Одними из основных параметров силового прибора является его пробивное напряжение и сопротивление канала. Цель данной работы — показать взаимосвязь сопротивления БСИТ от его конструктивно-технологических параметров.

Сопротивление БСИТ –транзистора в открытом состоянии складывается из нескольких компонентов показанных на рисунке 1:

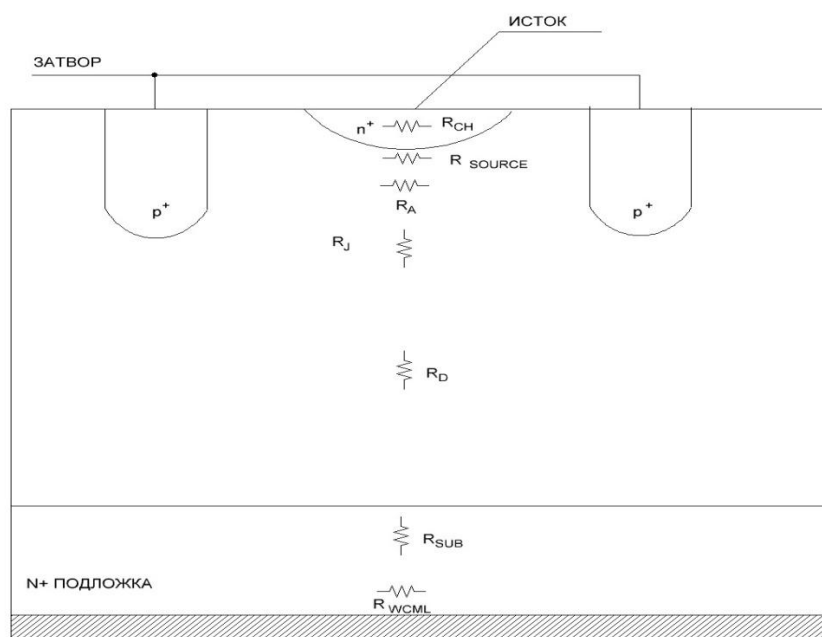


Рисунок 1 - Структура БСИТ

На рисунке 1 продемонстрировано соотношение каждой компоненты сопротивления в $R_{DS(on)}$ для структур, имеющих различное пробивное напряжение. Как видно из рисунка, доминирует сопротивление эпитаксиальной пленки и компоненты сопротивления между областями истока.

$$R_{DS(on)} = R_{SOURCE} + R_{CH} + R_A + R_J + R_D + R_{SUB} + R_{wcml}, \quad (1.1)$$

где R_{SOURCE} - сопротивление области истока;
 R_{CH} - сопротивление канала;
 R_A - сопротивление в области накопления;
 R_J - сопротивление между затворными областями;
 R_D - сопротивление дрейфовой области;
 R_{SUB} - сопротивление подложки;
 R_{ext} - сопротивление внешних выводов.

При низких пробивных напряжениях преобладающим является сопротивление канала и сопротивление внешних выводов. Вклад подложки становится существенным для устройств с низким пробивным напряжением. Представим сопротивление транзистора в другой форме:

$$R_{DS(on)} = R_{ch} + R_{bulk} + R_{ext} \quad (1.2)$$

где R_{ch} - сопротивление канала под затвором,
 R_{bulk} - сопротивление объемной области прибора,
 R_{ext} - сопротивление подложки, выводов и ножек корпуса.

Нами получены соотношения между сопротивлениями, входящими в структуру с значением пробивного напряжения (см. рис.2)

Из рисунка 2 видно, что сопротивления R_{ch} , и R_{ext} не зависят от напряжения, а сопротивление R_{bulk} сильно зависит от приложенного напряжения.

В таблице 1 показано процентное соотношение вкладов каждого сопротивления в величину сопротивления открытого канала для трех значений пробивного напряжения.

Таблица 1 - Процентное соотношение величин, составляющих сопротивление открытого канала для элементарной ячейки кристалла БСИТ

Составляющая	Предельное напряжение сток – исток, В		
	40	150	500
R_{ch}	50%	23%	2.4%
R_{bulk}	35%	70%	97%
R_{ext}	15%	7%	<1%

В соответствии с физикой работы полупроводниковых приборов можно сделать два вывода, справедливых для всех БСИТ приборов:

1. $R_{DS(on)}$ возрастает вместе с увеличением напряжения пробоя БСИТ структуры;
2. При минимальном значении сопротивления $R_{DS(on)}$ требуется высокое напряжение пробоя.

Величина сопротивления R_{bulk} в высоковольтных приборах имеет важное значение потому, что для областей стока используются толстые слаболегированные эпитаксиальные слои, необходимые для предотвращения появления сильных электрических полей (и преждевременного пробоя) в приборе.

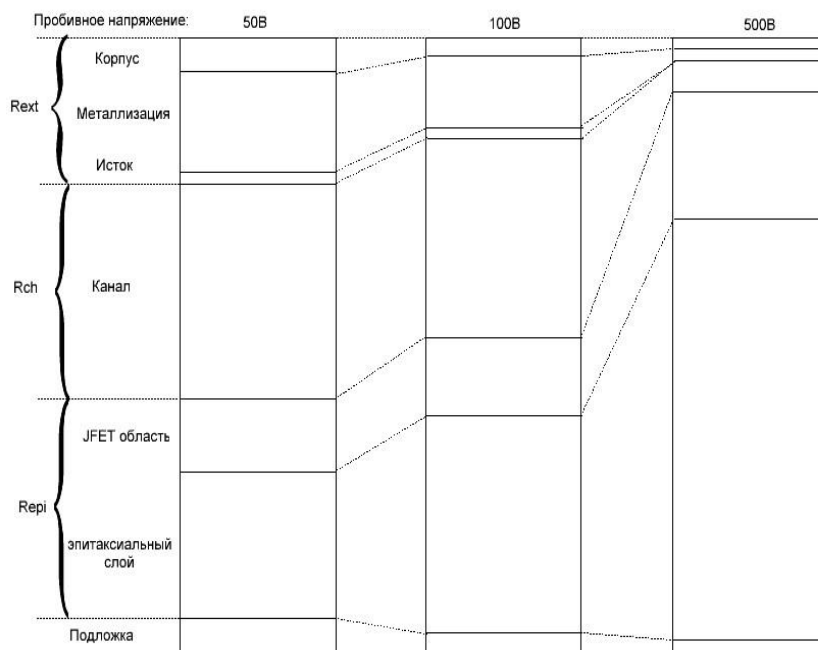


Рисунок 2 - Соотношение между сопротивлениями, входящими в структуру с различным значениями пробивного напряжения

Были получены и исследованы зависимости сопротивления и напряжения пробоя в канале БСИТ для разных площадей кристаллов (рис. 3). Анализ показал, что поскольку эпитаксиальные слои изготавливаются с большими значениями толщины и удельного сопротивления, объемная компонента сопротивления быстро возрастает и начинает преобладать над остальными составляющими. Однако существует способ обойти это препятствие.

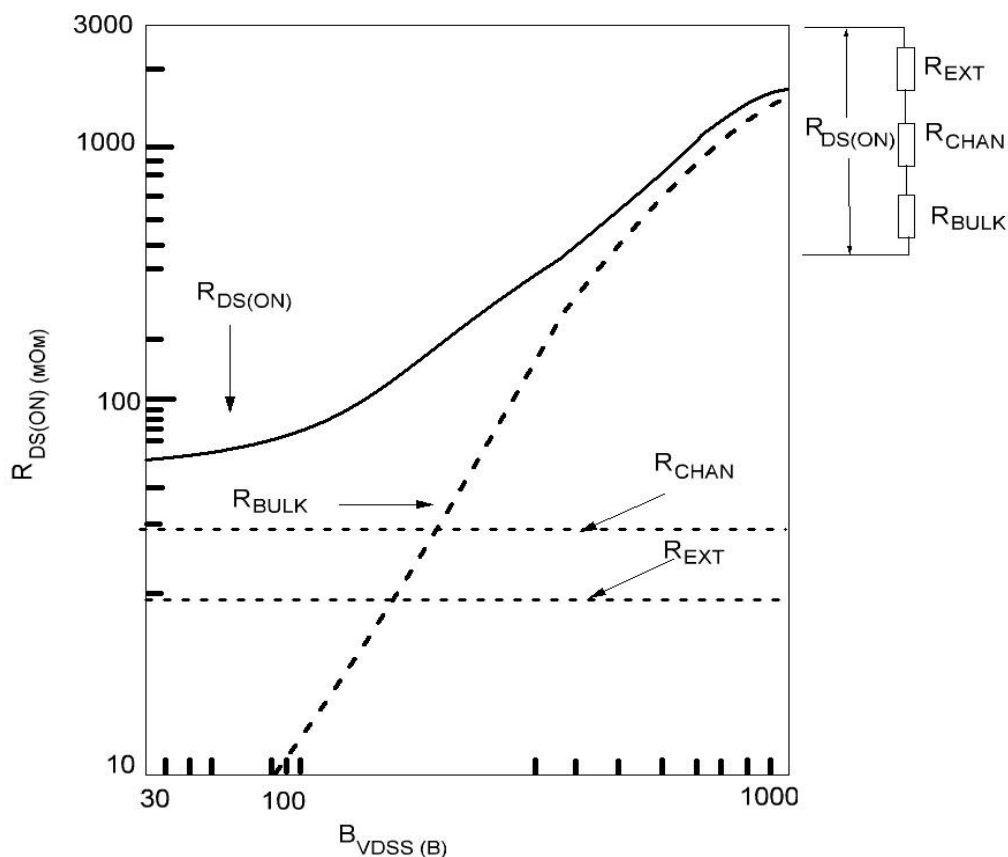


Рисунок 3 - Компоненты, составляющие сопротивление при открытом канале БСИТ

График для $R_{DS(on)}$ на рисунке 3 приведен для относительно небольшого кристалла. Включая параллельно большое количество ячеек, можно получить малое значение $R_{DS(on)}$ на кристалле большей площади (рис. 4). А при использовании кристалла большой площади увеличивается себестоимость прибора. И поскольку площадь кристалла увеличивается экспоненциально, а не линейно с ростом напряжения пробоя, выбор подходящей себестоимости производства имеет существенное значение.

Например, чтобы уменьшить величину $R_{DS(on)}$ вдвое, площадь нового кристалла должна быть увеличена в четыре-пять раз. Хотя цена и не возрастет при этом экспоненциальным образом, она будет существенно выше. С увеличением площади растет не только цена, но и паразитные емкости прибора. Поэтому уменьшение площади прибора является актуальной задачей с точки зрения уменьшения паразитных емкостей транзистора.

Как было показано выше, сопротивление транзистора состоит из нескольких сопротивлений отдельных частей БСИТ-транзистора

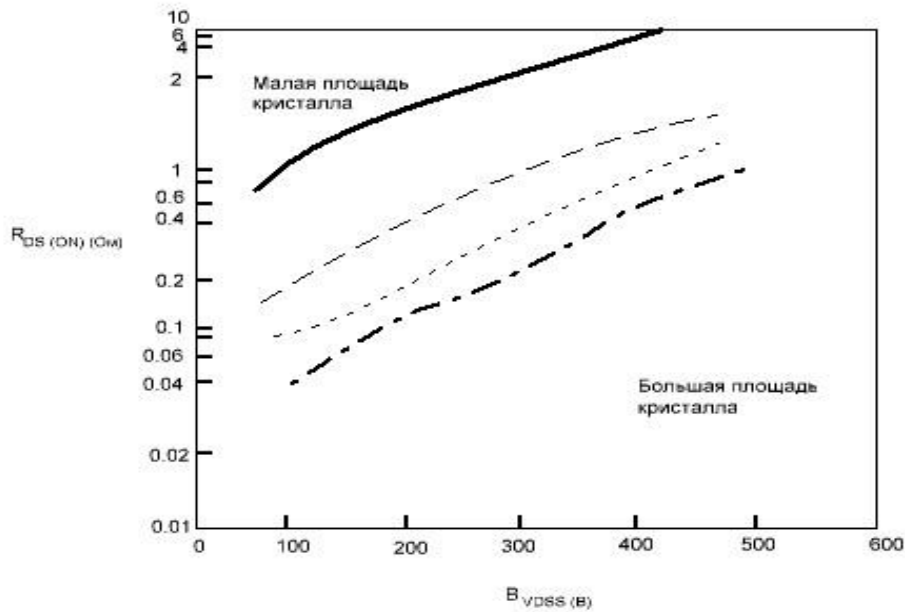


Рисунок 4 - Взаимосвязи сопротивления и напряжения пробоя в открытом канале БСНТ для разных площадей кристалла

Рассмотрим подробнее от чего зависит каждая часть сопротивления в открытом состоянии (см. рисунок 1).

1. Сопротивлением p^+ истоковой области можно пренебречь.
2. R_{ch} - сопротивление канала дается так:

$$R_{ch} = \frac{L}{Z\mu_{nx}C_{ox}(V_{GS} - V_{th})}$$

Для линейной геометрии ячейки сопротивление на единицу площади равно:

$$R_{ch, xp} = \frac{L(L_G + 2m)}{2\mu_{nx}C_{ox}(V_{GS} - V_{th})}$$

где μ_{ns} - средняя электронная подвижность в канале.

3. R_A - сопротивление в области накопления на единицу площади равно:

$$R_{A, xp} = \frac{0.6(L_G - 2x_p)(L_G + 2m)}{2\mu_{nx}C_{ox}(V_{GS} - V_{th})}$$

где μ_{nA} - средняя электронная подвижность в области накопления под затвором.

4. R_j - сопротивление между затворными областями, представляет собой сопротивление дрейфовой области между p - областями. Предполагая равномерное распределение тока в этой области и для линейной геометрии на единицу площади сопротивление равно:

$$R_{j, xp} = \frac{\rho_D(W_0 + x_p)(L_G + 2m)}{(L_G - 2x_p - 2W_0)}$$

5. R_D - сопротивление дрейфовой области. Ток в дрейфовой области растекается под углом 45 градусов к вертикали, образуя трапецию.

6. Сопротивление растекания дрейфовой области в единицу площади записывается так:

$$R_{D, \text{xp}} = \frac{\rho_D(L_G + 2m)}{2} \ln\left(\frac{a+t}{a}\right)$$

где $a = L_G - 2x_p$ при угле 45 градусов.

7. R_{sub} - сопротивление подложки:

$$R_{\text{sub, xp}} = \rho_s t_s,$$

где ρ_s и t_s - сопротивление и толщина подложки соответственно.

Если рассматривать зависимости сопротивления в открытом состоянии от расстояния между р-областями, то можно сделать вывод, что для приборов средней высоковольтности основной вклад в сопротивление дает область между затвором и дрейфовой областью. Сопротивлением области канала, накопления и подложки можно пренебречь.

Если рассматривать влияние высокой температуры на работу биполярного транзистора, то можно сделать вывод, что повышенная температура вызывает местный перегрев, повышение плотности тока биполярного транзистора вокруг периметра эмиттера и, в итоге, выход из строя прибора. БСИТ-транзисторы не обладают этим недостатком, поскольку работают на эффекте переноса основных носителей заряда. Подвижность основных носителей заряда в кремнии уменьшается с ростом температуры среды. Эта обратная зависимость заставляет носители двигаться медленнее по мере роста температуры кристалла. При этом сопротивление канала растет, что предотвращает концентрацию носителей вокруг горячих точек. Следовательно, в БСИТ структуре попытка образования горячих точек приводит к локальному увеличению сопротивления и заставляет носители стремиться к более холодным частям кристалла.

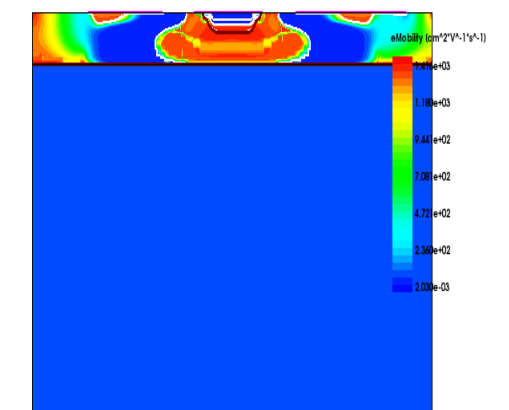


Рисунок 5 - Расчет сопротивления в канале БСИТ с помощью пакета TCAD фирмы Synopsys

Благодаря такому распределению тока БСИТ-транзистор имеет положительный температурный коэффициент сопротивления. Положительный температурный коэффициент сопротивления означает, что работа БСИТ-транзистора стабильна при колебаниях температуры и тем самым обеспечивается защита от перегрева и вторичного пробоя. Другим достоинством такой характеристики является возможность параллельного

включения БСИТ-транзисторов без опасения, что один прибор заберет на себя ток от других. Если один прибор начинает перегреваться, его сопротивление увеличивается и ток распределяется между другими, более холодными транзисторами.

Библиографический список:

1. Дудар Н.Л. Моделирование кремниевого транзистора со статической индукцией: Сборник тезисов докладов научно-технической конференции БГУИР №2. – Минск, 2005 г.
2. Отечественные транзисторы: БСИТ, СИТ, БТИЗ. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2001. - 64 с.
3. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы.- М.: Физматлит, 2006.-424с.

ТЕПЛОФИЗИКА

УДК 681.382

Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Габитов И.А.

ОСОБЕННОСТИ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАВЯЩИХСЯ ТЕПЛОВЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И СИСТЕМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТЕПЛОСЪЕМА

Ismailov T.A., Evdulov O.V., Gabitov I.A.

ESPECIALLY SHARING MELTING HEAT STORAGE SYSTEMS AND ADDITIONAL HEAT REMOVAL

В статье рассмотрены различные конструктивные варианты устройств для охлаждения радиоэлектронных устройств работающих в повторно-кратковременных режимах.

Ключевые слова: *плавящиеся вещества, тепловые нагрузки, радиоэлектронные устройства.*

In article are considered various constructive options of devices for cooling of radio-electronic devices working in repeated and short-term modes.

Key words: *melting substances, thermal loadings, radio-electronic devices.*

Существует целый ряд радиоэлектронных приборов, подвергающихся периодическим кратковременным тепловым нагрузкам. Для обеспечения их температурных режимов работы могут быть использованы системы охлаждения, работающие как в непрерывном режиме, так и в прерывном режиме, соответствующем функционированию элемента РЭА (охлаждающий прибор включается и выключается синхронно с объектом воздействия).

При этом в первом случае очевидным является излишняя трата энергии на поддержание функционирования теплоотводящей системы во время паузы в работе радиоэлемента. Во втором случае может возникнуть ситуация, когда теплоотводящий прибор практически не сможет обеспечить необходимый тепловой режим радиоэлектронного аппарата вследствие тепlopоступлений от его нагреваемых элементов к объекту охлаждения. Особенно остро такая проблема стоит для термоэлектрических охлаждающих устройств, так как при выключении питания термоэлектрической батареи за счет собственной теплопроводности полупроводников из теплового насоса превращается в хороший проводник теплоты. В результате этого происходит достаточно быстрое выравнивание температуры между горячими и холодными спаями, а, следовательно, и между охлажденным объектом и системой теплосъема. В данных условиях целесообразным является размещение между элементом РЭА и системой охлаждения теплового аккумулятора, способного на какое-то время поддержать температуру радиоэлемента на необходимом уровне, несмотря на тепlopритоки через ветви конструкции теплоотводящего прибора.

Продолжительной, устойчивой работы приборов удастся добиться, лишь создав им необходимые температурные условия. Как правило, температурные условия работы теплонегруженных приборов обеспечиваются специальными системами обеспечения температурных режимов работы. Последние весьма разнообразны, сложны, могут иметь значительные габариты, массу, энергопотребление.

Обычные методы понижения охлаждения основанные на использование компрессионных или абсорбционных холодильных машин, охлаждающих смесей (жидкий азот, твердая уголекислота, лед) не приемлемы при использовании для отвода теплоты и охлаждения элементов радиоэлектронной аппаратуры, работающей при циклических тепловых воздействиях и ограничениях накладываемых на энергопотреблении. Например, на питание охлаждающей системы может быть направлена электрическая энергия только в момент паузы работы элемента РЭА, ранее использовавшаяся для обеспечения работы последнего в пиковом режиме.

Для обеспечения тепловых режимов такого типа аппаратуры при ее длительной эксплуатации целесообразным является применение тепловых аккумуляторов, в том числе работающих на обратимых эндотермических процессах плавления. Основными достоинствами таких приборов и устройств являются небольшие габаритные размеры, отсутствие хладагента, надежность, высокий срок службы.

Для элементов РЭА с незначительным временем паузы в работе или работающих в режиме, когда пауза в работе варьируется случайным образом (например, следящие системы) в устройстве теплоотвода необходимо предусматривать дополнительно возможность интенсификации процесса теплообмена при затвердевании рабочих веществ. Во многих случаях перспективным для сокращения времени затвердевания рабочих веществ в паузе работы РЭА является использование средств воздушного и жидкостного теплоотвода.

Обзор публикаций, посвященных системам охлаждения РЭА, в том числе на основе совместного применения плавящихся рабочих веществ показывает, что в данной области исследования процессов протекающих в системах термостабилизации РЭА являются ограниченными и порой не достоверными. Результаты этих исследований не могут быть положены в основу расчета реальных охлаждающих устройств содержащих. Эта проблема обостряется условиями технической эксплуатации РЭА с ограничениями на энергопотребление и нестационарными режимами работы элементов тепловыделения.

При этом важным является проектирование конструкций охлаждающих приборов для малогабаритных элементов РЭА, отличающихся значительными удельными тепловыми потоками. Представляет интерес разработка тепловых аккумуляторов для охлаждения и термостабилизации радиоэлектронных узлов, печатных плат, микросборок, отдельных навесных элементов, работающих в режиме с повторно-кратковременными тепловыделениями.

При охлаждении и термостабилизации РЭА, работающей в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, пассивными методами, основанными на применении тепловых аккумуляторов, целесообразным является использование обратимых процессов плавления сопровождающихся поглощением теплоты на границе раздела твердой и жидкой фаз. Эти процессы обладают надежной многократной обратимостью фазовых превращений вне зависимости от действия силовых полей и незначительным изменением объема при их превращениях.

Для надежной работы элемента РЭА в этом случае необходимым является наличие достаточного количества плавящегося рабочего вещества для аккумуляции выделяемого количества теплоты, а также скважности перерыва между включениями аппаратуры, чтобы за это время для затвердевания рабочее вещество успело затвердеть до следующего цикла включения РЭА. При охлаждении радиоэлектронных приборов с небольшим промежутком между рабочими циклами в этом случае возникают некоторые трудности вследствие недостатка времени необходимого для затвердевания рабочего агента. В этой ситуации целесообразно применение некоторой системы, позволяющей интенсифицировать процесс затвердевания рабочего агента. В качестве таковой эффективным будет использование средств, основанных на воздушном и жидкостном методах теплоотвода.

Целесообразная область совместного использования плавящихся тепловых аккумуляторов и приборов на основе воздушного и жидкостного охлаждения состоит в обеспечении тепловых режимов работы РЭА, функционирующей в режиме повторно-кратковременных тепловыделений с низкой скважностью электромагнитных импульсов. При этом, естественно, рассеиваемая элементами РЭА мощность должна лежать в умеренных пределах – 100-150 Вт.

Для эффективной реализации указанных систем термостабилизации элементов РЭА предлагаются следующие схемы.

На рис.1. приведен вариант, реализующий принцип совместного применения плавящихся тепловых аккумуляторов и воздушной системы теплоотвода. Здесь элементы РЭА размещаются на двух противоположных торцевых поверхностях тонкостенного металлического контейнера 2, заполненного рабочим веществом 3. В направлении, перпендикулярном размещению элементов РЭА в металлической емкости имеется канал 4 для продува воздуха за счет установленных вентиляторных агрегатов 5, один из которых работает на вдув воздушного потока, а другой на выдув. Вентиляторные агрегаты включаются и осуществляют продув воздушного потока по каналу в перерыве функционирования тепловыделяющего элемента. В общем случае канал для продува воздушного потока может быть оребрен.

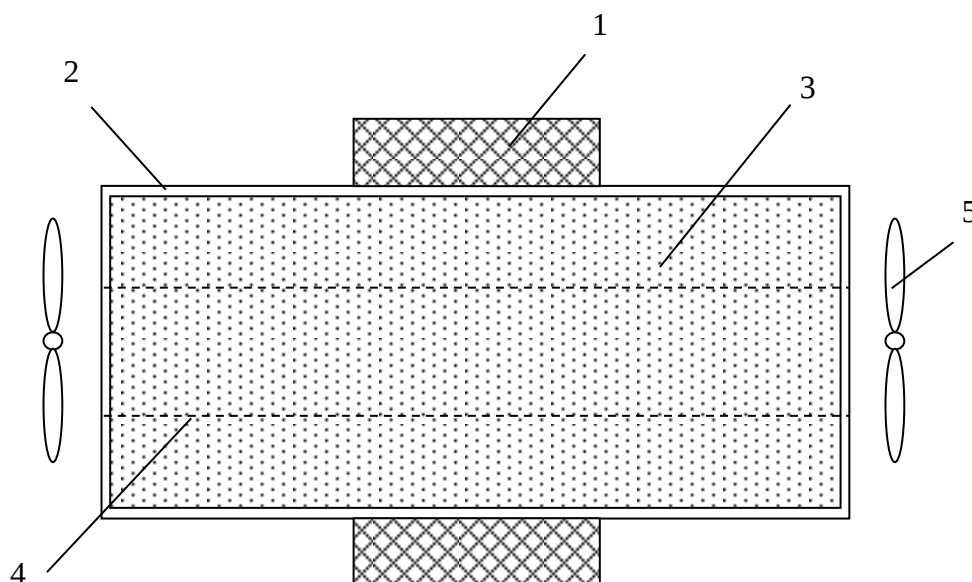


Рисунок 1 - Конструкция устройства для охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, основанная на совместном использовании плавящихся тепловых аккумуляторов и воздушной системы теплоотвода

На рис. 2. изображена конструктивная схема системы охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, выполненная при совместном использовании плавящихся тепловых аккумуляторов и жидкостной системы теплоотвода. Принципиальное отличие ее от рассмотренной на рис 1. состоит в том, что вместо вентиляторной системы в данной конструкции предусмотрена система 6, осуществляющая прокачку через канал охлаждающей жидкости. Форма канала в общем случае может быть произвольной.

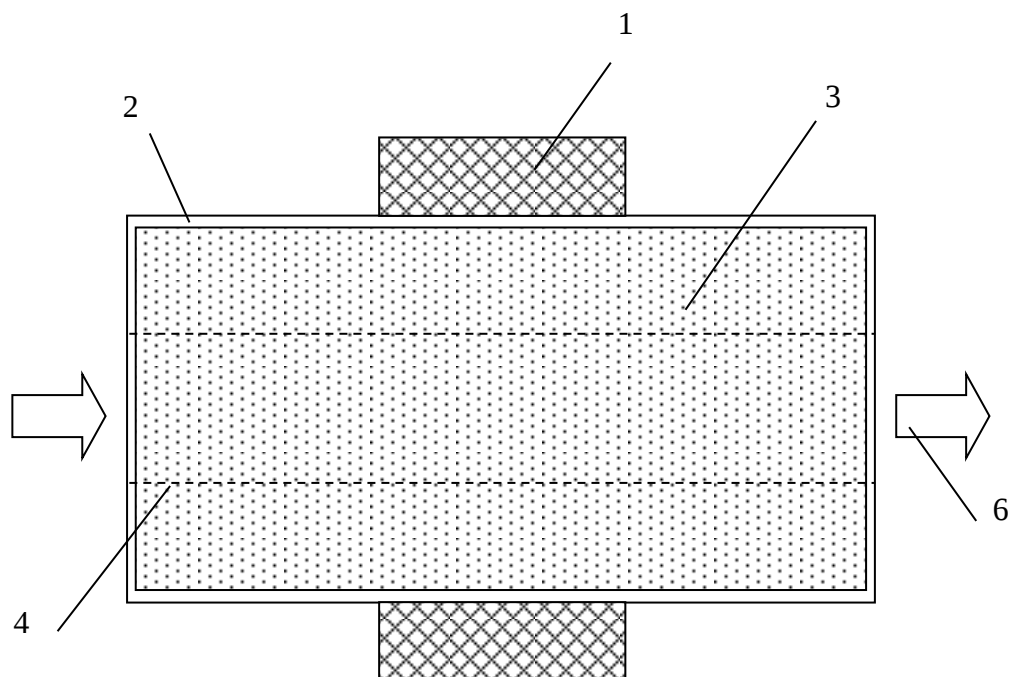


Рисунок 2 - Конструкция устройства для охлаждения элементов РЭА, работающих в режиме повторно-кратковременных тепловыделений, основанная на совместном использовании плавящихся рабочих веществ и жидкостной системы теплоотвода

При проектировании конструкций охлаждающих приборов для малогабаритных элементов РЭА необходимо учитывать распределение тепловых потоков на тепловыделяющих участках РЭА. Особенно представляет интерес разработка тепловых аккумуляторов для охлаждения и термостабилизации радиоэлектронных узлов, печатных плат, микросборок, отдельных навесных элементов, работающих в режиме с повторно-кратковременными тепловыделениями.

Библиографический список:

1. Алексеев В.А. Охлаждение радиоэлектронной аппаратуры с использованием плавящихся веществ. М.: Энергия, 1975.
2. Алексеев В.А., Чукин В.Ф., Митрошкина М.В.. Математическое моделирование тепловых режимов аппаратуры на ранних этапах ее разработки. – М.: Информатика – Машиностроение, изд. "Вираз – Центр", 1998.

УДК 621.382.002.

Шангереева Б.А.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОКИСНЫХ СЛОЕВ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИС

Shangereeva B.A.

THE MAIN METHODS OF FORMATION OF OXIDE LAYERS IN THE PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICES AND IP

Пленки окисла кремния играют исключительно большую роль в процессе создания кремниевых структур и полупроводниковых приборов. Статья посвящена методам формирования окисных слоев, которые включают в себя: термическое окисление, анодирование в растворах электролитов, пиролитическое осаждение (осаждение из газовой фазы) и плазменное анодирование, или окисление.

Ключевые слова: пленка, водород, кислород, окисление, материал, адсорбция окислителя, поверхность, диффузия, окисел, процесс, полупроводники, термическое окисление, пиролитическое осаждение, адгезия и формирование.

Film silicon oxide plays an important role in the process of creating silicon structures and semiconductor devices. The article is devoted to methods of formation of oxide layers, which include: thermal oxidation, anodizing in electrolytes, pyrolytic deposition (deposition from the gas phase and plasma anodizing or oxidation).

Key words: Film, hydrogen, oxygen, oxidation, material, adsorption oxidant, surface diffusion, oxide, process, semiconductors, thermal oxidation, pyrolytic deposition, adhesion and formation.

В технологии формирования полупроводниковых приборов и ИС пленка оксида кремния используется для нескольких целей. Она служит в качестве маски при ионной имплантации или диффузии легирующей примеси в кремний, для пассивирования поверхности структур, для изоляции приборов друг от друга (диэлектрическая изоляция в отличие от изоляции приборов р-п переходами), выступает в роли одного из основных компонентов в МОП- структурах и обеспечивает электрическую изоляцию в системах многослойной металлизации.

Для создания надежных высококачественных полупроводниковых приборов ИС требуется не только понимать основной механизм окисления, но и обладать возможностью формировать высококачественный окисел контролируемым и воспроизводимым образом. Кроме того, нужно знать зависимость электрических свойств окисла от технологических параметров процесса окисления, для того чтобы гарантировать надежность полупроводниковых приборов ИС [1].

Под окислением полупроводников понимают процесс их взаимодействия с окисляющими агентами: кислородом, водой, озоном и т.д. При определенных условиях скорость процесса окисления по мере роста концентрации окислителя уменьшается. Это явление часто называют пассивностью и связывают с образованием тонкой диэлектрической пленки, препятствующей переносу окислителя к реакционной поверхности раздела.

В 1958 г. Вагнер ввел понятие об активном и пассивном окислении, имея в виду в первом случае процессы, не связанные с образованием оксидных пленок на поверхности исходного материала. Пассивное окисление отсутствует, когда выделяющиеся продукты реакции удаляются со скоростями, большими скорости их образования.

В настоящее время процессы активного и пассивного окисления полупроводников широко используются в технологии производства современных полупроводниковых приборов при проведении операций химического или газового травления, эпитаксии, термического окисления и диффузии. При этом основное внимание технологов и разработчиков сосредоточено на процессах пассивного окисления, что объясняется первостепенной ролью пленок термически выращенной двуокиси кремния в планарной технологии

Растворимость кислорода в кремнии довольно высока, поэтому процессы диффузии частиц окислителя в поверхностный слой подложки следует отнести к числу основных факторов, влияющих на кинетику окисления кремниевых пластин и структуру окисных пленок.

Окисление материалов можно свести к трем основным стадиям:

1. Адсорбция окислителя на поверхности материала.
2. Диффузия частиц окислителя или окисляемого материала через пленку окисла.
3. Химическая реакция между окислителем и материалом.

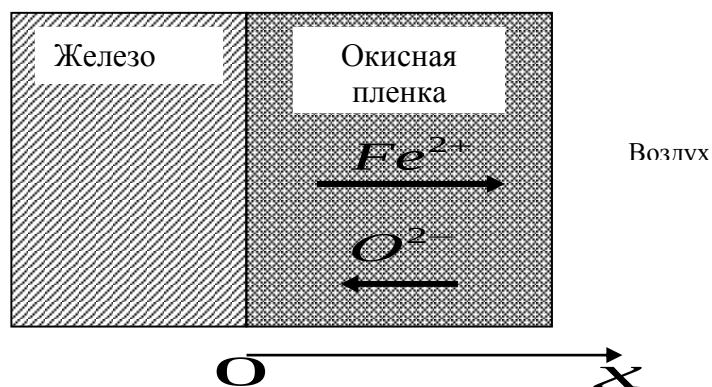


Рисунок 1 – Окисление материалов

При окислении либо атомы окислителя (кислорода) должны проникать внутрь материала через пленку окисла, либо частицы материала должны перемещаться к наружному слою пленки, либо эти два процесса будут происходить одновременно (рис.1). Исходя из этого видно, что в металлах данный процесс будет протекать только в том случае, когда $E_a = E_{МК} - 0,5Q > 0$, где $E_{МК}$ - энергия взаимодействия металла с кислородом; Q - теплота сублимации (энергия перехода атомов вещества из твердого тела в газ).

По величине E_a можно судить о возможности протекания процесса окисления. У благородных металлов $E_a < 0$ и окисление невозможно, а у неблагородных металлов $E_a > 0$ и процесс окисления весьма интенсивен.

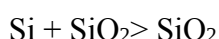
Для формирования окисных слоев в настоящее время разработано несколько методов, которые включают в себя: термическое окисление, анодирование в растворах электролитов, пиролитическое осаждение (осаждение из газовой фазы) и плазменное анодирование, или окисление. В тех случаях, когда на границе раздела фаз необходимо получить низкую плотность поверхностных состояний, предпочтение отдается методу термического окисления. Однако в связи с тем, что маскирующий окисел впоследствии чаще всего удаляют, условие получения минимальной плотности поверхностных состояний не играет роли при выборе метода формирования маскирующего слоя для

процессов диффузии легирующей примеси в кремний. Очевидно, что при необходимости формирования окисной пленки на поверхности металлического слоя (а это характерно для процессов формирования многослойной металлизации) пригодными оказываются только методы газозафазного осаждения.

Основными требованиями для пленок, применяемых в качестве масок, являются: селективность по отношению к тем или иным технологическим факторам (к растворам, облучению, газам, плазме и т.п.), отсутствие пор и трещин, равномерность толщины, структуры и физико-химических свойств по площади и глубине маски, хорошая адгезия к пластине.

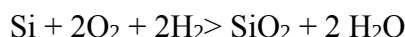
В электронной технике наиболее часто используются окислы кремния с толщиной в несколько десятых долей микрона, а верхний предел по толщине для обычного термического окисления составляет 1 - 2 мкм. В технологии интегральных схем используются также как более тонкие, так и более толстые пленки SiO₂.

1. Сухое окисление. Кремниевые пластины, подвергаемые окислению, сначала очищаются с помощью детергента и водного раствора, растворителей с ксилолом, изопропиловым спиртом или других веществ. Очищенные пластины высушиваются и загружаются в кварцевый держатель для пластин, который называется лодочкой. Затем они помещаются в кварцевую трубу или ячейку диффузионной печи с операторского конца (загрузочный конец). Через входной конец трубы (источник) подается высокочистый кислород или смесь кислорода и азота. Поток "сухого" кислорода контролируется в кварцевой трубе, он обеспечивает избыток кислорода для выращивания оксида кремния на поверхности кремниевой пластины:

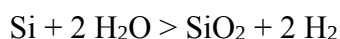


2. Жидкостное окисление. Наиболее распространенные способы введения водяного пара, когда вода является окислителем, следующие: пирофорное окисление, под высоким давлением, барботерное и импульсное имеет следующий вид:

а) окисление и окисление под высоким давлением:



б) барботерное и импульсное окисление:



Окисление (а) включает введение и горение смеси газа-окислителя кислорода и газообразного водорода. Такие системы обычно называются горячими водородными системами или горелками. Водяной пар образуется, когда необходимое количество водорода и кислорода вводится на входе трубы и вступает в реакцию. Данная смесь должна строго контролироваться, чтобы обеспечивалось надлежащее горение и предотвращалось накопление взрывоопасного газообразного водорода.

Окисление под высоким давлением (HiPox) технически называется системой пиросинтеза воды; водяной пар при этом образуется посредством реакции сверхчистого водорода и кислорода. Затем пар откачивается в камеру высокого давления, в которой создается давление в 10 атмосфер, что ускоряет процесс жидкостного окисления. В качестве источника пара также может применяться деионизованная вода.

При барботерном окислении деионизованная вода подается в контейнер, который называется барботер. В нем поддерживается постоянная температура воды ниже точки кипения (1000 °C) с помощью нагревательной сетки. Газообразный азот или кислород подается на вход барботера, насыщается водяным паром, когда он поднимается через

воду, и выпускается через выход в диффузионную печь (рис. 2). Барботерные системы чаще всего применяются в качестве систем окисления.



Рисунок 2 – Диффузионная печь

При импульсном окислении деионизованная вода непрерывно стекает на поверхность подогреваемого дна кварцевого контейнера. Происходит интенсивное испарение воды при попадании на горячую поверхность. Газообразный азот или кислород течет над испаряющейся водой и переносит водяной пар в диффузионную печь.

Очевидно, что при необходимости формирования защитной окисной пленки на поверхности металлического слоя (а это характерно для процессов формирования многослойной металлизации) пригодными оказываются только методы газозащитного осаждения.

Так как скорость образования оксидного слоя в парах воды значительно выше, чем в сухом кислороде, то скорость процесса окисления кремния зависит от содержания влаги в потоке кислорода. Процесс окисления кремния во влажном кислороде проводят на установке, показанной рис.3.

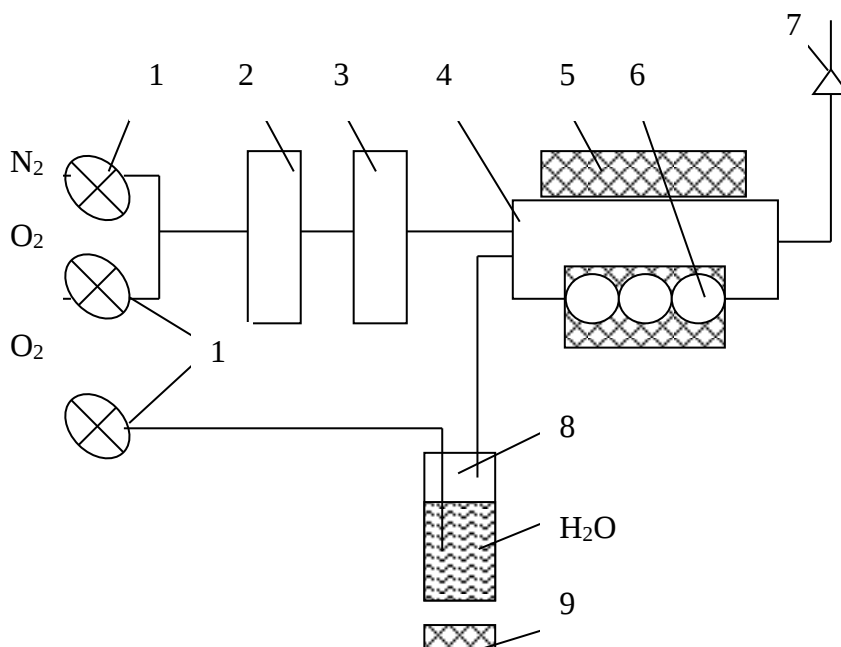


Рисунок 3 - Схема установки для проведения технологического процесса окисления
1- краны; 2- осушитель; 3- фильтр; 4- рабочая камера; 5- печь; 6- пластины кремния;
7- вытяжная вентиляция; 8- увлажнитель; 9- подогреватель

Пленки окисла кремния играют исключительно большую роль в процессе создания кремниевых структур и полупроводниковых приборов.

Защитные окисные слои, выращенные во влажном кислороде, обладают худшими электрическими и защитными свойствами, чем слои, выращенные в сухом кислороде. Поэтому на практике используются комбинированные режимы окисления - чередование этапов выращивания окисла в сухом и влажном кислороде.

Нами был проведен ряд экспериментов для получения равномерного окисного слоя на поверхности кремниевых структур.

Технологический процесс формирования окисного слоя на поверхности кремниевых структур проводился с применением оборудования «СДОМ-3/100» (система диффузионная однозонная многотрубная) и кварцевой трубы.

Кремниевые структуры располагаются на кварцевой и кремниевой лодочках с соблюдением расстояния между структурами. Предварительно кремниевые структуры нагревают до температуры 880°C, при расходе азота $N_2 = 400$ л/ч. Сухое окисление при расходе азота $O_2 = 400$ л/ч проводят в течение 15 мин. После чего пускают H_2 на поджиг с расходом водорода ($H_2 = 75$ л/ч) и кислорода $O_2 = 500$ л/ч, а затем происходит горение водорода и кислорода в течение 1 минуты. При таких технологических режимах образуется равномерная окисная пленка. Этот технологический процесс требует чистой среды, то есть процессы проводятся в инертной среде, очищенной от водяных паров и кислорода.

Процесс формирования окисного слоя на поверхности кремниевых структур заключается в том, что газ-носитель пропускают через водяной барботер, где вода нагревается до 900°C. Такая температура соответствует давлению водяных паров $\sim 85-10^3$ Па. При этом получается образование паров воды с более высокой чистотой используемых газов в соотношении: $N_2 = 400$ л/ч; $H_2 = 65$ л/ч; $O_2 = 400 - 750$ л/ч. Загрузка и выгрузка кварцевых лодочек производится с помощью кварцевого крючка.

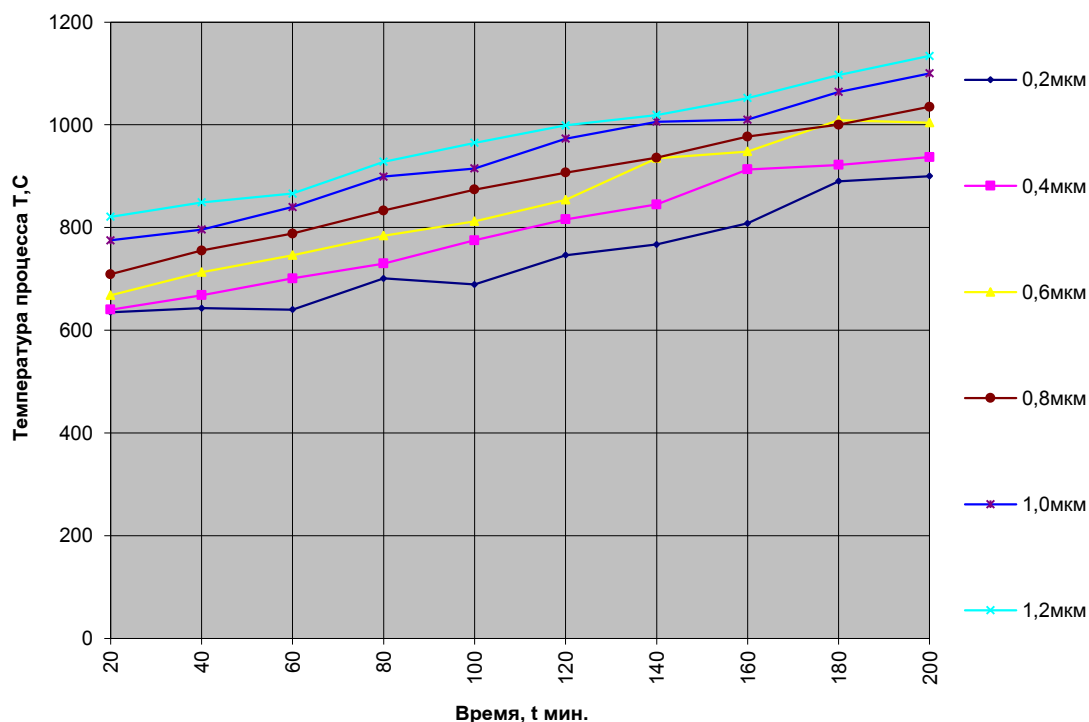


Рисунок 4 - Зависимость температуры процесса, толщины окисла кремния и времени окисления

Для определения зависимостей толщины оксида кремния от времени и температуры процесса при комбинированном методе окисления использовались кремниевые структуры, после фотолитографических операций предварительно проводив химическую обработку в перекисно-аммиачном растворе и в смеси «КАРО» с последующей отмывкой в деионизованной воде при сопротивлении равной 15-18 МОм·см.

Контроль проводится на установке «MPV-SP». Разброс по толщине слоя оксида кремния на кремниевых структурах составил 3,5÷4,0 %.

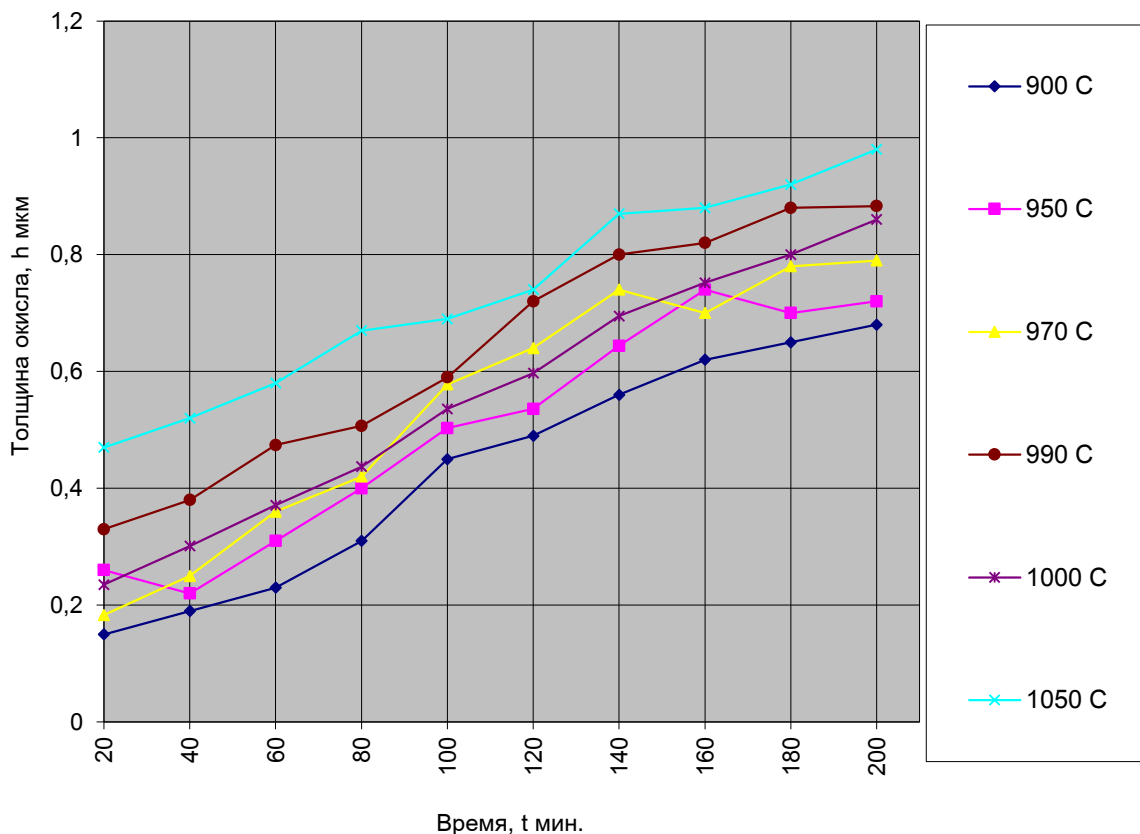


Рисунок 5 - Зависимость толщины оксида кремния, температуры процесса и времени окисления

Из полученных зависимостей (рис.4-5) можно сделать следующий вывод, что увеличением времени технологического процесса толщина оксида кремния растет. Исходя из графика зависимости оптимальную толщину равную 0,8÷0,9 мкм получаем при температуре процесса -1000°C, времени окисления -180 минут и расходов технологических газов: N₂-400 л/ч, H₂-75 л/ч, O₂-500 л/ч. (рис. 6).

Таким образом, основное преимущество комбинированного метода заключается в том, что он позволяет получить ровный, ненарушенный слой на поверхности структуры при формировании рисунка топологии кремниевого транзистора и повысить выход годных приборов.

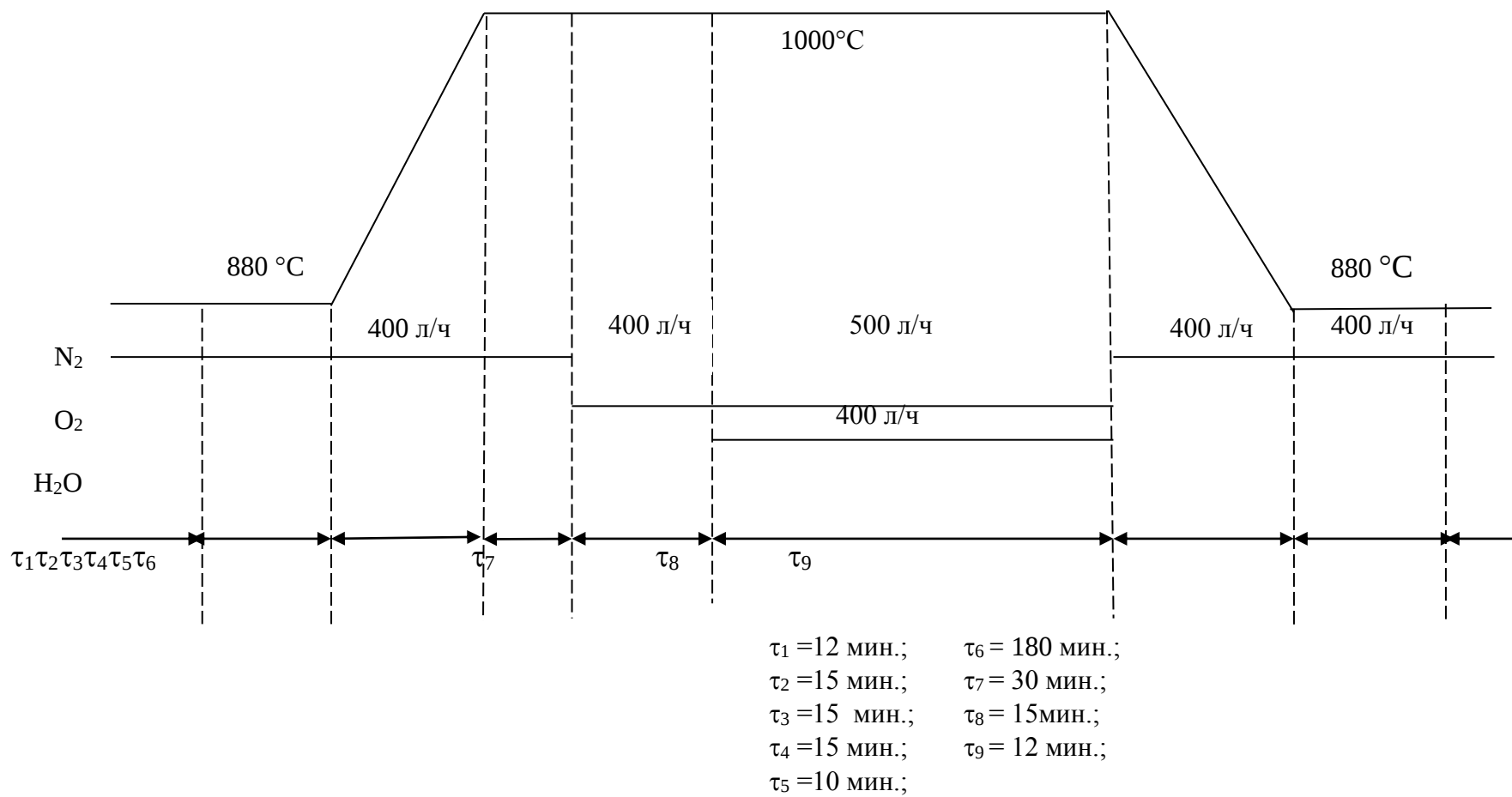


Рисунок 6 - Гистограмма технологического процесса «Окисление» при комбинированном методе

Библиографический список:

1. Пленочная микроэлектроника. Перевод с англ. Под ред. М.И. Елинсона. Изд.-во. «МИР», 1968.
2. Технология СБИС под редакцией С.Зи. в 2-х кн.. –М.:,1986, -с174-226.
3. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов Ю.М. Таиров В.Ф.Цветков Москва «Высшая школа» 1990г

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 004.89.

Абдурагимов Т. Т., Халилов А.И.

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ПРОЦЕДУРНОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ

Abduragimov T. T., Halilov A.I.

MODEL DECISION MAKING BY INTELLECTUAL SYSTEM ON BASE OF THE ILL-DEFINED PROCEDURAL SEMANTIC NETWORK

В статье предложена процедурная модель представления знаний, обеспечивающая планирование целенаправленного поведения интеллектуальных систем в процессе инструментальной деятельности.

Ключевые слова: интеллектуальная система, процедурная семантическая сеть, проблемная среда, планирование поведения.

In article is offered procedural model of the presentation of the knowledges, providing planning the goal-directed behavior of the intellectual systems in process of instrumental activity.

Key words: intellectual system, procedural semantic network, problem-solving ambience, planning the behavior.

К одному из эффективных способов представления знаний в интеллектуальных системах (ИС) управления можно отнести использование расплывчатых семантических сетей (РСС). Расплывчатая семантическая сеть позволяет отображать, как конкретную ситуацию проблемной среде, так и представлять знания ИС в общем виде безотносительно к конкретной предметной области. В общем случае, вершины РСС помечаются объектами проблемной среды, а ребра – отношениями, сложившимися в среде между этими объектами. Для планирования инструментальной деятельности на основе РСС формируются фрейм микропрограммы поведения (ФМП) ИС, например, для интегрального робота (ИР), имеющие следующий формат описания «вход» «процедуры» «выход», где

- «вход» представляет собой РСС, определяющую текущую ситуацию проблемной среды (ПС) в которой допустима отработка действий образующих «процедуры» ФМП;
- «выход» определяется РСС, описывающей ситуацию ПС получаемую в результате отработки «процедур» ФМП.

В РСС вершины могут определяться двумя способами:

- активные вершины V_i^* задаются множеством характеристик, определяющих конкретные объекты ПС, которыми могут быть помечены данные вершины в конкретной ситуации ПС;
- V_i - пассивные вершины, или вершины, помеченные конкретными объектами ПС.

Для планирования инструментальной деятельности ИР активные вершины V_i^* в РСС могут определяться такими характеристиками, которые позволяют ИР определять находящиеся в ПС инструменты, необходимые для достижения с их помощью стоящей перед ним целью. Главное отличие активных вершин от пассивных заключается в том, что

у пассивных вершин среди множества характеристик может фигурировать логическая переменная C_i , значение которой символизирует выполнение поставленной подзадачи, путем выполнения действий входящих в «процедуры» ФМП.

Для планирования инструментальной деятельности, вершины РСС по которым выбираются объекты ПС, предназначенные для их использования в качестве инструментов дополнительно определяются последовательностью действий ИР, которые он должен выполнить с ними при их применении для достижения стоящей цели.

Например, в проблемной среде находятся четыре инструмента V_1^* , V_2^* , V_3^* и V_4^* . Все эти инструменты отличаются друг от друга по своим характеристиками X_i , но могут быть использованы для достижение одной и той же цели, но разными способами, т.е. при выполнении различных действий ФМП. При этом, если фактическая характеристика какого-нибудь объекта находящегося в среде не соответствует требуемому значению этой характеристики, определяемому множеством характеристик, описывающих активную вершину РСС – «инструмент», то его нецелесообразно использовать в качестве инструмента в любой ситуации ПС для достижения поставленной цели с помощью соответствующей ФМП.

Например, ИР может использовать в качестве инструмента любой объект находящийся в ПС, имеющий площадь поверхности не ниже «средней», требуемую высоту и вес для того что бы его перенести, влезть на него и достать объект находящегося за пределами его рабочей зоны по высоте.

В общем случае множество характеристик X_1 инструмента V_1^* при нечетком их описании можно определить, например, следующим образом:

$X_1 = \{x_i, i=1, n\} = \{\text{“квадратный”}; \text{“хрупкий”}; \text{“лёгкий”}, \text{“большой”}; \text{“ не очень низкий”}\}$, а множество действий которые ИР отрабатывает при его использовании в качестве инструмента, что бы с его помощью достать другой объект в ПС можно определить следующим образом {подойти, поднять, перенести, поставить, влезть}.

Назовем РСС процедурной расплывчатой семантической сетью, если ее активные вершины –«инструменты»определяются рядом действий, которые требуется выполнить над соответствующими им объектами ПС для достижения определенной цели.

Допустим ИР необходимо достать объект V_i , находящийся за пределами его рабочей зоны на высоте h . Изначально робот анализирует все объекты находящиеся в ПС на предмет возможности их использования в качестве инструмента. Затем после их отбора по критериям предельно допустимых значений, строится исходная процедурная РСС S_0 , например, рисунок 1.

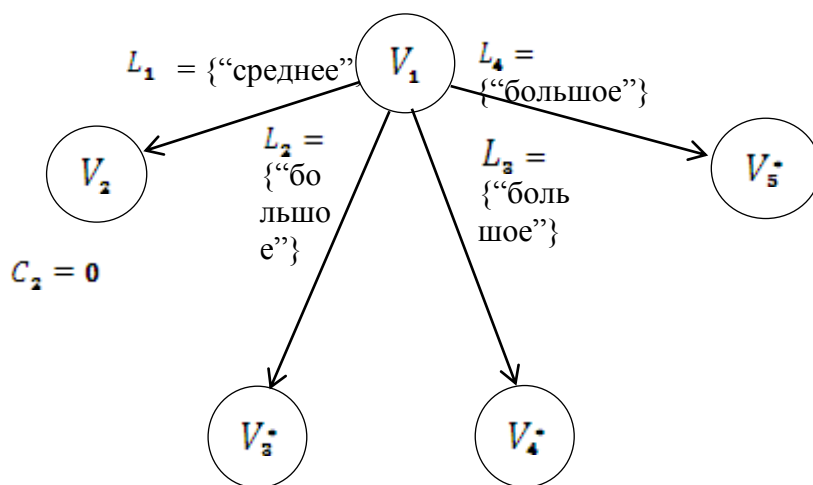


Рисунок 1 -Структура исходной процедурной РСС S_0 .

где V_1 - робот;
 - V_2 - объект, который необходимо достать;
 - V_3 - инструмент квадратной формы, имеющий плоскую поверхность (подставка, на которую можно влезть и достать требуемый объект);
 - V_4 - инструмент круглой формы (например, объект, который можно подбросить и сбить требуемый объект);
 - V_5 - инструмент длинной формы (например, шест, с помощью которого можно сбить требуемый объект).

При этом, каждая вершина – «инструмент» РСС определяется множеством соответствующих ей действий ИР D_i , выполняемых роботом при использовании в качестве инструмента объекта, которым она помечена. В процедурной РСС S_0 действия ИР, которыми помечается каждая из вершин определяются следующим образом:

- для активной вершины V_3^* - *инструмент квадратной формы (подставка)*:
 $D_3 = \{d_1^3, d_2^3, d_3^3, d_4^3\} = \{\text{“подойти } V_j^* \text{”}, \text{“поднять } V_j^* \text{”}, \text{“подойти к } V_j^* \text{”}, \text{“опустить и влезть на } V_j^* \text{”}\};$

- для активной вершины V_4^* - *инструмент длинной формы (шест)*:
 $D_4 = \{d_1^4, d_2^4, d_3^4, d_4^4, d_5^4, d_6^4\} = \{\text{“подойти } V_j^* \text{”}, \text{“взять } V_j^* \text{”}, \text{“подойти к } V_j^* \text{”}, \text{“ударить } V_j^* \text{”}, \text{“сбить } V_j^* \text{”}, \text{“поднять } V_i^* \text{”}\};$

- для активной вершины V_5^* - *инструмент круглой формы (, например, камень)*:
 $D_5 = \{d_1^5, d_2^5, d_3^5, d_4^5, d_5^5, d_6^5\} = \{\text{“взять } V_i^* \text{”}, \text{“подойти к } V_j^* \text{”}, \text{“подойти к } V_j^* \text{”}, \text{“бросить } V_i^* \text{ в } V_j^* \text{ и сбить этот объект”}, \text{“поднять объект } V_i^* \text{”}\}.$

Кроме того, вершины выходной и выходной РСС фрейм микропрограммы поведения должны иметь дополнительный логический параметр состояния C_i , служащий для оценки условия «достижение поставленной цели». При этом логическая переменная имеет два значения 0 («ложь») и 1 («истина»). Изначально логические параметры C_i всех вершин РСС равны 0. Затем, по заданным правилам (см. ниже), во входной РСС фрейм микропрограммы они принимают значения равные 1. Изменение же значения C_i в выходной сети происходит исходя из положения ИР в ПС и по мере выполнения им запланированных действий, например,

$$C_i = \begin{cases} 0, & \text{если не выполнено действие “взять } V_i^* \text{” или “взять } V_i^{**} \text{”} \\ 1, & \text{если выполнено действие “взять } V_i^* \text{” или “взять } V_i^{**} \text{”} \end{cases}$$

Другими словами, изменение значения переменной C_i определенное выполнением требуемого условия происходит в том случае, если отработано ИР определённое действие над объектом, определяемым этой вершиной.

Например, при необходимости взять объект, значение логического параметра C_i вершины V_2 будет определяться следующим образом:

$$C_2 = \begin{cases} 0, & \text{если не выполнено действие “взять } V_2^* \text{”}; \\ 1, & \text{если выполнено действие “взять } V_2^* \text{”}; \end{cases}$$

Процедурная модель процесс выполнения решения рассмотренной выше задачи хранится в базезнаний ИР в виде ФМП, обозначенной идентификатором –«достать объект».

В общем случае реализация ФМП включает следующие три составляющие: постановку задачи, анализ и формирование плана действий, реализацию сформированного плана.

1. **Постановка задачи.** В постановке задачи конкретизируются вершины РСС «вход» и «выход» ФМП, путем подстановки в активные вершины конкретных объектов ПС, например, для РСС, определяющей «выход» ФМП S_1 , приведена соответствующая РСС на рисунке 2.

При этом, если наблюдаются различия значений отношений между одноименными объектами в исходной сети S_1 и целевой сети S_0 ПС, то перед ИР ставится задача устранить данные различия для достижения поставленной перед ним цели, т.е. стоящая перед роботом задача сводится к определению последовательности действий позволяющих преобразовать исходную ситуацию среды, определяемую РСС S_0 в целевую ситуацию - РСС S_1 . Для этой цели робот выбирает необходимую ФМП «вход» и «выход» которой, соответственно, являются расплывчато изоморфными РСС, описывающих исходную и целевую ситуацию ПС.

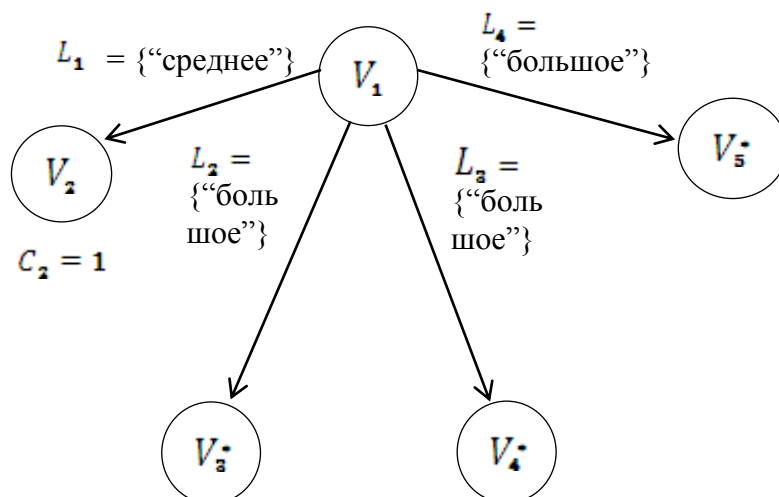


Рисунок 2 - Целевая процедурная РСС S_1 .

2. **Анализ сложившейся ситуации и формирование плана действий.** После постановки задачи ИР и выбора необходимой для ее решения ФМП роботу требуется определить только те действия, входящие в структуру «процедур» фрейм микропрограммы, которые необходимо выполнить для достижения стоящей цели в конкретных условиях ПС. Для этого все логические условия вершин во входной РСС между которыми во «входе» и «выходе» ФМП наблюдаются различия между значениями смежных с ними отношений выполняется установка логических переменных C_i равных 1. После этого сравниваются значения одноименных логических условий во входной и выходной РСС. При обнаружении не соответствия между значениями одноименных логических переменных C_i , ИР заносит в кортеж планируемых действий D_0 только те действия, которые необходимо выполнить над объектами ПС для достижения стоящей цели. Если эти действия не позволяют получить требуемый результат без использования инструментов, то во множество D_0 заносятся дополнительные действия, определяемые по соответствующим вершинам – «инструментам», т.е. действия выполняемые с инструментами для решения поставленной задачи.

Может возникнуть ситуация, что ни один из объектов находящихся в ПС инструмент не может быть использован в качестве инструмента. Тогда для решения стоящей задачи делается попытка совместного использования различных объектов находящихся в ПС в качестве инструментальных средств.

Для корректного совместного использования различных объектов в качестве инструмента все действия над ними, которыми помечены соответствующие вершины РСС, также определяются в общей программе действий ФМП. Для приведенного выше примера, конечное множество действий выполняемых для получения требуемого инструмента квадратной формы V_3^* будет следующим:

$$D_3 = \{d_1^3, d_2^3, d_4^3\} = \{\text{“взять } V_2^*”, \text{“подойти к } V_2^*”, \text{“положить } V_2^*”\};$$

Множество действий для инструмента длинной формы:

$D_4 = \{d_1^4, d_2^4, d_4^4, d_6^4\} = \{\text{“взять } V_4^*”, \text{“подойти к } V_2”, \text{“сбить } V_2”, \text{“положить } V_4^*”}\};$

Нечёткое множество действий объекта, которого необходимо достать V_2 :

$D_2 = \{d_1^2\} = \{\text{“взять } V_1”\};$

Нечёткое множество действий совместного использования инструментов «квадратной» и «продолговатой» формах будет иметь следующее содержание:

$D_0 = \{d_2^1, d_1^3, d_2^3, d_4^3, d_1^4, d_1^4, d_2^4, d_1^X, d_4^4, d_2^X, d_1^1, d_1^2\} = \{\text{“подойти к } V_3^*”, \text{“взять } V_3^*”, \text{“подойти к } V_2”, \text{“положить } V_3^*”, \text{“подойти к } V_4^*”, \text{“взять } V_4^*”, \text{“подойти к } V_2”, \text{“залезть на } V_3^*”, \text{“сбить } V_2”, \text{“положить } V_4^*”, \text{“слезть с } V_3^*”, \text{“подойти к } V_2”, \text{“взять } V_2”}\}.$

3. Реализация сформированного плана. Сформировав множество требуемых действий D_0 , ИР переходит к их отработке согласно полученному плану деятельности. Например, после выполнения операции “взять V_2 ” значение логической переменной C_2 для объекта V_2 станет равным 1, что является условием перехода к отработке следующего действия.

После выполнения всего множества действий из множества D_0 проводится проверка соответствия значений одноименных логических переменных C_i в сетях S_0 и S_1 . Если все значения логических переменных совпадают, то цель считается достигнутой. Если же значения одной или несколько переменных не совпадают, то формируется новое множество D_0' , с учетом полученного не совпадения значений одноименных логических переменных и т.д. до достижения поставленной цели.

Библиографический список:

1. Абдурагимов Т.Т. Модели принятия решений интеллектуальным роботом в процессе инструментальной деятельности на основе лингвистических функций в условиях неопределённости: сб. науч. тр. - Махачкала: ДГТУ, 2011. - С.7-13.
2. Абдурагимов Т.Т. Модели фрейм микропрограмм поведения интеллектуальной системы в проблемной среде: сб. Материалов IIМеждународной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки: Свежий взгляд и новые подходы» - Йошкар-Ола, 2011,- С. 17- 23.
3. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976.
4. Мелёхин В.Б., Алиев С.Н., Вердиев М.М. Лингвистические функции и особенности их применения в системах управления и принятия решений // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Основной выпуск. 2008. №2 (Том 54). С. 249-254.

МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 539.3

Агаханов Э.К.

О РАЗВИТИИ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Agakhanov E.K.

ABOUT DEVELOPMENT OF COMPLEX DECISION METHODS OF THE PROBLEMS OF DEFORMABLE SOLID BODY MECHANICS

Из постановки задачи в перемещениях для возможных случаев эквивалентной замены нагрузок формулируются необходимые и достаточные условия существования аналогии, позволяющей представить действие вынужденной деформации в виде суммы воздействий поверхностных и объемных сил, объемных сил в виде суммы воздействия поверхностных сил и вынужденных деформаций, поверхностных сил в виде суммы вынужденных деформаций и объемных сил.

Ключевые слова: механика деформируемого твердого тела, комплексный метод, эквивалентность воздействий, напряженно-деформированное состояние.

From the setting of the problem in the transferences for possible cases of equivalent substitution of loads are formulated the necessary and sufficient condition of existence of analogy, allowing to represent the action of forced deformation in the form of sum of influence of surface and bulky forces, bulky forces in the form of sum of influence of surface forces and forced deformations, surface forces in the form of sum of forced deformations and bulky forces.

Key words: deformable solid body mechanics, complex method, equivalency of influences, strained-deformed state.

Практика строительства постоянно обогащается новыми точными, экспериментально - теоретически обоснованными знаниями, и объем активных информационных ресурсов по отношению к общему объему накопленных профессиональных знаний повышается. В связи с этим и при решении задач механики деформируемого твердого тела по обеспечению и максимальному использованию прочности материала с целью достижения минимальной стоимости и материалоемкости элементов и конструкций зданий и сооружений широко используют вычислительную технику. Полемизируя с существующим мнением, что современные численные методы позволяют решить практически любую задачу механики, необходимо отметить, что аналитические и экспериментальные методы по-прежнему являются актуальными, и именно комплекс методов ведут к развитию механики деформируемого твердого тела. В настоящее время одним из важнейших направлений развития механики деформируемого твердого тела является создание подходов, позволяющих органично сочетать колоссальные вычислительные возможности современных суперкомпьютеров с экспериментальными методами исследования материалов и конструкций.

В статической задаче механики деформируемого твердого тела все воздействия в зависимости от их присутствия в разрешающей системе уравнений подразделяются на поверхностные силы P_i , объемные силы F_i и дисторсии или вынужденные деформации ξ .

Известно существование частичной эквивалентности воздействий, заключающееся в тождественном равенстве (анalogии) напряжений или перемещений при действии

различных видов нагрузки [1, 2]. В ряде работ рассмотрена аналогия между действием объемных и поверхностных сил, существующая лишь при наличии жестких ограничений [3, 4].

В настоящей статье формулируются необходимые и достаточные условия существования аналогии, позволяющей представить действие вынужденной деформации в виде суммы воздействий поверхностных и объемных сил, объемных сил в виде суммы воздействия поверхностных сил и вынужденных деформаций, поверхностных сил в виде суммы вынужденных деформаций и объемных сил. Представляемая аналогия важна при экспериментальном решении задач, так как осуществимость каждого воздействия ограничена возможностями техники моделирования.

Рассмотрим тело произвольной формы, занимающее область V с поверхностью $B=B_1+B_2$. На участке поверхности B_1 заданы перемещения f_i , на участке B_2 действуют поверхностные нагрузки и имеется система закреплений. На тело, помимо поверхностных нагрузок, действуют объемные силы и вынужденные деформации.

Перемещения U_i в области V независимо от связности тела удовлетворяют уравнениям:

$$U_{i,jj} + U_{j,ij} + 2S_{,i} + \frac{F_i}{G} = 0 \quad \text{в } V; \quad (1)$$

$U = f_i$ на B_1 (это условие сохраняется во всех последующих рассуждениях и в дальнейших рассуждениях опускается);

$$2G[0,5(U_{i,j} + U_{j,i}) + \delta_{ij}S]n_j = P_i \quad \text{на } B_2, \quad (2)$$

где
$$S = \frac{\nu}{E} \sigma_{ii} - \xi \quad \text{в } V, \quad (3)$$

при $\nu \neq 0,5$ эта зависимость имеет вид:

$$S = \frac{\nu}{1-2\nu} U_{j,j} - \frac{1+\nu}{1-2\nu} \xi. \quad (4)$$

Рассмотрим возможные случаи эквивалентной замены нагрузок.

1. Требуется определить напряженно-деформированное состояние, вызываемое действием только вынужденной деформации ξ .

Уравнения (1) и условия (2) в этом случае имеют вид

$$U_{i,jj}^{(\xi)} + U_{j,ij}^{(\xi)} + 2S_{,i}^{(\xi)} = 0 \quad \text{в } V; \quad (5)$$

$$2G[0,5(U_{i,j}^{(\xi)} + U_{j,i}^{(\xi)}) + \delta_{ij}S^{(\xi)}]n_j = 0 \quad \text{на } B_2. \quad (6)$$

Пусть в распоряжении исследователя имеются методы, позволяющие определять напряженно-деформированное состояние от действия поверхностных P_i и объемных F_i сил.

Уравнения (1) и условия (2) примут вид

$$U_{i,jj}^{(P,F)} + U_{j,ij}^{(P,F)} + 2S_{,i}^{(P,F)} + \frac{F_i}{G} = 0 \quad \text{в } V; \quad (7)$$

$$2G[0,5(U_{i,j}^{(P,F)} + U_{j,i}^{(P,F)}) + \delta_{ij}S^{(P,F)}]n_j = P_i \quad \text{на } B_2. \quad (8)$$

Условия тождественного равенства перемещений $U_i^{(\xi)} \equiv U_i^{(P,F)}$ следующие:

$$2S_{,i}^{(\xi)} = 2S_{,i}^{(P,F)} + \frac{F_i}{G} \quad \text{в } V; \quad (9)$$

$$2GS^{(\xi)}n_i = 2GS^{(P,F)}n_i - P_i \quad \text{на } B_2. \quad (10)$$

Далее, с учетом (4), получим

$$P_i = \frac{E}{1-2\nu} \xi n_i; \quad (11)$$

$$F_i = -\frac{E}{1-2\nu} \xi_{,i}. \quad (12)$$

Из выражения (11) следует, что необходимым и достаточным условием применимости аналогии является дифференцируемость функции вынужденной деформации ξ в V и ее непрерывность на B_2 .

Напряжения от действия вынужденных деформаций ξ определяются с помощью зависимостей

$$\sigma_{ij}^{(\xi)} = 2G[0,5(U_{i,j}^{(\xi)} + U_{j,i}^{(\xi)}) + \delta_{ij}S^{(\xi)}]. \quad (13)$$

Напряжения от заменяющих нагрузок F_i, P_i

$$\sigma_{ij}^{(P,F)} = 2G[0,5(U_{i,j}^{(P,F)} + U_{j,i}^{(P,F)}) + \delta_{ij}S^{(P,F)}]. \quad (14)$$

При $U_i^{(\xi)} \equiv U_i^{(P,F)}$ имеем

$$\sigma_{ij}^{(\xi)} = \sigma_{ij}^{(P,F)} + \delta_{ij}2G[S^{(\xi)} - S^{(P,F)}]. \quad (15)$$

С учетом (4)

$$\sigma_{ij}^{(\xi)} = \sigma_{ij}^{(P,F)} - \delta_{ij} \frac{E}{1-2\nu} \xi. \quad (16)$$

Приведенный результат широко известен как аналогия С. П. Тимошенко и используется для обоснования экспериментального метода «размораживания» свободных температурных деформаций [4, 5], применяемого при решении задачи термоупругости.

2. Для общности рассмотрим возможность представления напряженно-деформированного состояния тела при действии заданной поверхностной нагрузки P_i в виде суммы напряженно-деформированных состояний от действия объемных сил F_i и вынужденных деформаций ξ .

Исходной системой уравнений и граничными условиями являются

$$U_{i,jj}^{(P)} + U_{j,ij}^{(P)} + 2S_{,i}^{(P)} = 0 \quad \text{в } V; \quad (17)$$

$$2G[0,5(U_{i,j}^{(P)} + U_{j,i}^{(P)}) + \delta_{ij}S^{(P)}]n_j = P_i \quad \text{на } B_2. \quad (18)$$

Система уравнений и граничные условия заменяющих нагрузок

$$U_{i,jj}^{(F,\xi)} + U_{j,ij}^{(F,\xi)} + 2S_{,i}^{(F,\xi)} + \frac{F_i}{G} = 0 \quad \text{в } V; \quad (19)$$

$$2G[0,5(U_{i,j}^{(F,\xi)} + U_{j,i}^{(F,\xi)}) + \delta_{ij}S^{(F,\xi)}]n_j = 0 \quad \text{на } B_2. \quad (20)$$

Условия тождественного равенства перемещений $U_i^{(P)} \equiv U_i^{(F,\xi)}$ после преобразований, аналогичных (9) и (10), имеют вид

$$P_i = \frac{E}{1-2\nu} \xi n_i; \quad (21)$$

$$F_i = \frac{E}{1-2\nu} \xi_{,i}. \quad (22)$$

Условия применимости аналогии в этом случае те же, что и в случае 1.

Напряжения определяются из зависимостей

$$\sigma_{ij}^{(P)} = \sigma_{ij}^{(F,\xi)} + \delta_{ij} 2G[S^{(P)} - S^{(F,\xi)}] = \sigma_{ij}^{(F,\xi)} + \delta_{ij} \frac{E}{1-2\nu} \xi. \quad (23)$$

3. Наибольший интерес представляет возможность получения напряженно-деформированного состояния от заданных объемных сил F_i в виде напряженно-деформированного состояния, вызываемого суммарным воздействием вынужденных деформаций ξ и поверхностных нагрузок P_i .

Система уравнений и граничные условия искомого решения имеют вид

$$U_{i,jj}^{(F)} + U_{j,ij}^{(F)} + 2S_{,i}^{(F)} + \frac{F_i}{G} = 0 \quad \text{в } V; \quad (24)$$

$$2G[0,5(U_{i,j}^{(F)} + U_{j,i}^{(F)}) + \delta_{ij} S^{(F)}] n_j = 0 \quad \text{на } B_2. \quad (25)$$

Система уравнений и граничные условия заменяющих нагрузок

$$U_{i,jj}^{(P,\xi)} + U_{j,ij}^{(P,\xi)} + 2S_{,i}^{(P,\xi)} = 0 \quad \text{в } V; \quad (26)$$

$$2G[0,5(U_{i,j}^{(P,\xi)} + U_{j,i}^{(P,\xi)}) + \delta_{ij} S^{(P,\xi)}] n_j = P_i \quad \text{на } B_2. \quad (27)$$

Условия тождественного равенства перемещений $U_i^{(F)} \equiv U_i^{(P,\xi)}$ после преобразований, аналогичных (9) и (10), имеют вид

$$\frac{E}{1-2\nu} \xi_{,i} = -F_i; \quad (28)$$

$$\frac{E}{1-2\nu} \xi n_i + P_i = 0, \quad (29)$$

откуда следует, что условием применимости аналогии в этом случае является потенциальность объемных сил F_i в V и непрерывность их потенциала на B_2 .

Напряжения в этом случае определяются из зависимости

$$\sigma_{ij}^{(F)} = \sigma_{ij}^{(\xi,P)} + \delta_{ij} 2G[S^{(F)} - S^{(\xi,P)}] = \sigma_{ij}^{(\xi,P)} + \delta_{ij} \frac{E}{1-2\nu} \xi. \quad (30)$$

В представленном виде аналогия может быть использована для моделирования объемных сил, вызываемых потенциальными полями типа взвешивающего и фильтрационного давления, электростатических и магнитных полей, центробежных ускорений и т.д.

В методическом отношении способы экспериментального определения напряжений и перемещений при действии вынужденных деформаций и поверхностных нагрузок, к которым сводится задача, разработаны с полнотой, достаточной для получения эффективных решений.

Рассмотрим частные случаи применения аналогии.

1. Рассмотрим тело, статически определимое относительно внешних сил под действием объемной силы $F_i = \text{const}$. Заменяющие нагрузки ξ и P_i в этом случае являются линейными функциями координат. Перемещения для искомого случая представляются зависимостью

$$U_i^{(F)} = U_i^{(\xi)} + U_i^{(P)}. \quad (31)$$

Линейное распределение вынужденных деформаций не вызывает напряжений, вследствие чего зависимость (30) принимает вид

$$\sigma_{ij}^{(F)} = \sigma_{ij}^{(P)} + \delta_{ij} \frac{E}{1-2\nu} \xi = \sigma_{ij}^{(P)} - \delta_{ij} P. \quad (32)$$

В частности, когда F_i – сила тяжести, выражение (32) соответствует известной аналогии С. Г. Гутмана [1]. Широко распространено название «анalogии Био - Гутмана». Однако в работе М. Био рассмотрено применение аналогии лишь для плоской задачи [6].

2. Рассмотрим тело из «несжимаемого» материала ($\nu = 0,5$). В этом случае разрешающая система уравнений, помимо (1) и (2), включает дополнительное условие

$$U_{j,j} = 3\xi \quad (33)$$

или при отсутствии вынужденных деформаций

$$U_{j,j} = 0 \quad (34)$$

Для установления аналогии в данном случае необходимо, чтобы

$$\xi \equiv 0, \quad (35)$$

откуда следует, что для несжимаемого тела аналогия С. П. Тимошенко неприменима. В этом случае целесообразно применение метода, предложенного С. Е. Бугаенко [4].

Рассмотрим применение аналогии в случае несжимаемого тела при действии объемных сил F_i . В качестве заменяющей рассматривается поверхностная нагрузка P_i .

Разрешающие системы уравнений и граничные условия имеют соответственно вид (24) – (27) с упрощениями, обусловленными условием (34).

Условия тождественного равенства $U_i^{(F)} \equiv U_i^{(P)}$ имеют вид

$$2S_{,i}^{(F)} + \frac{F_i}{G} = 2S_{,i}^{(P)} \quad \text{в } V; \quad (36)$$

$$2GS^{(F)} n_i = 2GS^{(P)} n_i - P_i \quad \text{на } B_2, \quad (37)$$

откуда следует, что

$$P_i = F_i. \quad (38)$$

Таким образом, известные ранее аналогии, существующие при наличии жестких ограничений, являются лишь частными случаями применения установленной в настоящей статье эквивалентности воздействий.

Замена объемных сил на поверхностные нагрузки и вынужденные деформации позволяет расширить применение экспериментальных методов, а зачастую решить экспериментально - теоретическим путем задачи, решение которых иными методами получить, если не невозможно, то, во всяком случае, достаточно затруднительно. Полученные результаты являются существенным шагом в развитии одного из подходов, сочетающих экспериментальные, аналитические и численные методы решения линейных задач механики деформируемого твердого тела, причем главный эффект достигается не в сокращении объема расчетов (что в настоящее время не принципиально), а в построении правильной интерпретации результатов расчетов, содержащих большие массивы чисел; интерпретации, которая открывает возможность качественного анализа получаемых решений и достижения понимания проблемы, которое и позволяет решать задачу прочности, надежности и экономичности изделий.

В качестве примера рассматривается аналитическое решение трехмерной задачи о вращающемся диске из несжимаемого материала методом эквивалентности воздействий.

Круглый диск постоянной толщины из несжимаемого материала находится под действием объемных центробежных сил

$$F_x = \rho\omega^2 x, \quad F_y = \rho\omega^2 y, \quad F_z = 0,$$

где: ρ - масса единицы объема, ω - угловая скорость диска.

При решении трехмерной задачи о вращающемся диске в работе [3], сначала находят частное решение, удовлетворяющее уравнениям равновесия и условиям совместности, а затем на него налагают решение в форме полинома пятой степени и подбирают постоянные в нем таким образом, чтобы удовлетворить граничным условиям задачи.

Напряжения $\sigma_z^{(F)}$ и $\tau_{rz}^{(F)}$ в диске от объемных центробежных сил равны нулю (плоское напряженное состояние), а напряжения $\sigma_r^{(F)}$ и $\sigma_\theta^{(F)}$ - меняются по толщине диска и являются функциями от r и z .

Тогда, согласно установленной эквивалентности воздействий, имеем

$$\begin{aligned}\sigma_z^{(F)} &= \sigma_z^{(P)} - \sigma_z^{(\xi)} - P, \\ \tau_{rz}^{(F)} &= \tau_{rz}^{(P)} - \tau_{rz}^{(\xi)}, \\ \sigma_r^{(F)} &= \sigma_r^{(P)} - P, \\ \sigma_\theta^{(F)} &= \sigma_\theta^{(P)} - P,\end{aligned}\tag{39}$$

где заменяющие поверхностные силы P и вынужденные деформации ξ имеют вид

$$P = \frac{\rho\omega^2 r^2}{2},\tag{40}$$

$$\xi = \frac{\rho\omega^2 r^2}{4E}.\tag{41}$$

Для определения напряженного состояния диска, находящегося под действием заменяющих поверхностных сил, можно использовать функцию напряжений в форме полинома пятой степени [3]

$$\varphi = a_5(8z^5 - 40r^2z^3 + 15r^4z) + b_5(2z^5 - r^2z^3 - 3r^4z).\tag{42}$$

Выражения для компонентов напряжений с учетом (42) имеют вид

$$\begin{aligned}\sigma_r^{(p)} &= -a_5(180r^2 - 240z^2) + b_5(9r^2 + 60z^2), \\ \sigma_z^{(p)} &= -a_5(-240r^2 + 480z^2) + b_5(42z^2 - 75r^2), \\ \sigma_\theta^{(p)} &= a_5(-60r^2 + 240z^2) + b_5(60z^2 - 15r^2), \\ \tau_{rz}^{(p)} &= 480a_5rz - 42b_5rz.\end{aligned}\tag{43}$$

Определяя постоянные a_5 и b_5 таким образом, чтобы при $z = \pm c$ или $r = a$ $\tau_{rz}^{(p)} = 0$ и при $z = \pm c$ $\sigma_z^{(p)} = P$, получаем

$$\sigma_r^{(p)} = \rho\omega^2 \left[\frac{1}{16}r^2 - \frac{3}{4}z^2 \right],$$

$$\sigma_{\theta}^{(p)} = \rho\omega^2 \left[\frac{3}{16} r^2 - \frac{3}{4} z^2 \right]. \quad (44)$$

Чтобы удовлетворить граничное условие на контуре диска для радиальных напряжений $\sigma_r^{(p)}$, т.е. добиться выполнения условия

$$\left(\int_{-c}^c \sigma_r^{(p)} dz \right)_{r=a} = \rho\omega^2 a^2 c$$

наложим на напряжения (44) однородное радиальное растяжение величиной

$$\rho\omega^2 \left[\frac{7}{16} a^2 + \frac{3}{4} \frac{c^2}{3} \right].$$

Тогда полные напряжения от заменяющих поверхностных сил определяются формулами

$$\begin{aligned} \sigma_r^{(p)} &= \rho\omega^2 \left[\frac{1}{16} r^2 + \frac{1}{4} (c^2 - 3z^2) + \frac{7}{16} a^2 \right], \\ \sigma_{\theta}^{(p)} &= \rho\omega^2 \left[\frac{3}{16} r^2 + \frac{1}{4} (c^2 - 3z^2) + \frac{7}{16} a^2 \right]. \end{aligned} \quad (45)$$

Подставляя (40) и (45) в (39) получаем решение исходной задачи

$$\begin{aligned} \sigma_r^{(F)} &= \rho\omega^2 \left[\frac{7}{16} (a^2 - r^2) + \frac{1}{4} (c^2 - 3z^2) \right], \\ \sigma_{\theta}^{(F)} &= \rho\omega^2 \left[\frac{7}{16} a^2 - \frac{5}{16} r^2 + \frac{1}{4} (c^2 - 3z^2) \right]. \end{aligned} \quad (46)$$

Полученное решение тождественно совпадает с известным ранее решением в случае несжимаемости материала диска. Поскольку задача решается проще, чем ранее известным методом, то можно отметить эффективность использования метода эквивалентности воздействий при получении аналитического решения данной задачи. Сочетание аналитических решений с возможностями современных суперкомпьютеров также имеет большое значение в современной вычислительной механике.

Библиографический список:

1. Гутман С. Г., Приведение силы тяжести упругого тела к внешней гидростатической нагрузке. Изв. НИИ гидротехники, 1934, № 11.
2. Лебедев Н.Ф., Об эквивалентности систем сил в механике деформируемых сред. Прикладная механика, 1977, № 2, с.63-68.
3. Тимошенко С.П., Гудьер Дж., Теория упругости. М., Наука, 1975, 576с.
4. Бугаенко С. Е., Моделирование напряжений от заданных несовместных деформаций поляризационно-оптическим методом, Изв. АН СССР, МТТ, 1980, № 4.
5. Метод фотоупругости, Под ред. Г. Л. Хесина, М., Стройиздат, 1975, т. 3.
6. Biot M. A. Distributed gravity and temperature loading in twodimensional elasticity replaced by boundary pressures and dislocations. Trans. ASME. Appl. Mech. 1935. Vol. 2.N 57.

УДК : 621.762. 62

Ахмедпашаев А.У.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ФАСОННЫХ ФРЕЗ ХОЛОДНЫМ ПРЕССОВАНИЕМ

Ahmedpashaev A.U.

TECHNOLOGY OF THE FABRICATION OF THE POWDERED SHAPED MILLING CUTTERS BY COOL PRESSING

В статье описывается технология изготовления фасонных фрез до горячего прессования и прочности поверхности. Подробно описан процесс прессование металлических порошков для изготовления порошковых деталей изкарбид “сталь”. Проведен расчет пресс-форм для холодного прессования фасонной фрезы.

Ключевые слова: прессование, пресс-форма, заготовка, поверхностное упрочнение, фреза, температура, износостойкость, порошок металлов, расчет.

Technology of the fabrication of the shaped milling cutters is described In article before hot pressing and toughness to surfaces. In detail process pressing metallic powder is described for fabrication of the powdered details from carbide steel. The Organized calculation of the dies for cool pressing the shaped milling cutter.

Key words: pressing, die, stocking up, toughness to surfaces, milling cutter, temperature, wear capability, powder metal, calculation.

Формование металлических порошков для изготовления порошковых деталей из карбидостали необходимо начинать с операции отжига с целью повышения их пластичности и прессуемости [1]. В заводских условиях отжиг можно проводить в вакууме при температуре (0,4 – 0,6) Тпл. основного компонента, затем необходимо классифицировать по величине частиц, используя вибросито или механическое сито. При этом чрезвычайно важно правильно установить необходимое количество используемого порошка для прессования. Ниже приведен расчет и конструирование пресс-форм для холодного прессования фасонной фрезы ОР 2323-1 (рис. 1).

Холодное прессование представляет собой формование заданных образцов путем приложения давления к порошку, который находится в закрытой форме. Сущность самого процесса заключается в изменении объема, формы, размеров и свойств порошка. Объем изменяется из-за того, что при прессовании отдельные частицы в результате смещения заполняют пустоты. Поэтому с научной точки зрения прессование можно рассматривать как увеличение контакта между частицами порошка за счет деформации внешними силами. Известно, что между частицами прессуемого порошка находится воздух. По мере уплотнения он начинает оказывать препятствие уплотнению.

Если отжиг и классификация порошков проведены на заводах изготовителях, то при формовании эти операции можно не проводить. Приготовление шихты заданного состава необходимо проводить в специальных смесителях типа СК-3.

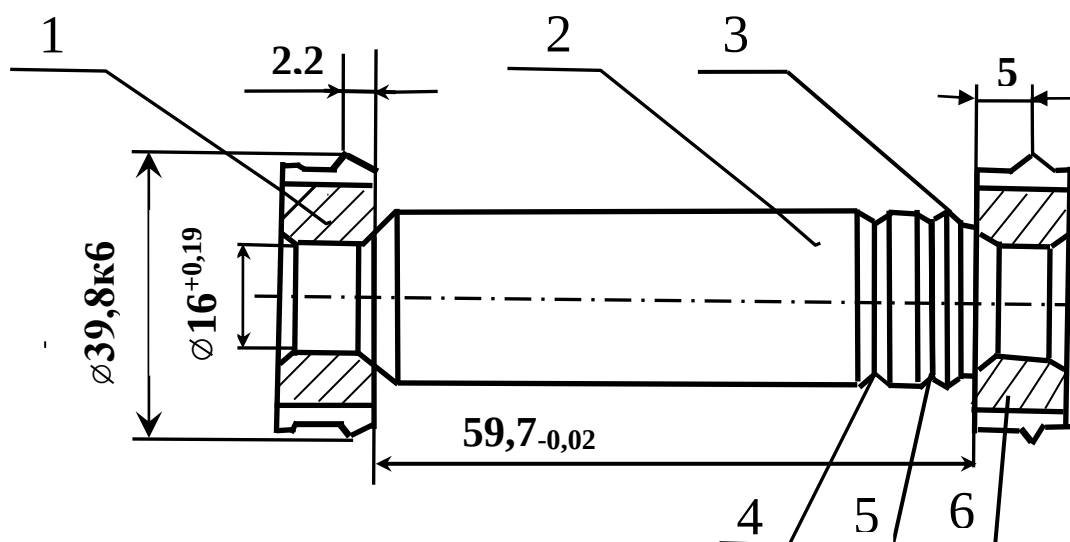


Рисунок 1 - Фасонная фреза ОР – 2323

1-левая фреза; 2-тержень, 3..5 - регулировочные канавки; 6 - правая фреза

По характеру кривой, при прессовании металлические порошки уплотняются монотонно. При этом статическое прессование наиболее приемлемое для режущего инструмента.

Для развески смешиваемых компонентов используют технические весы. Шихта считается однородной, когда не менее 95% произвольно взятых проб имеют химический и гранулометрический составы, соответствующие заданным. При прессовании правильность выбора навески порошка - одно из основных условий изготовления изделия заданных размеров и формы.

Величина навески определяется по формуле (в граммах):

$$Q = \gamma_k V (I - П / 100) K_1 \cdot K_2, \quad (1)$$

где γ_k – плотность компактного материала, кг/м³; V – объем изделия после спекания, м³; П – фактическая пористость спеченного изделия, %; K₁ – коэффициент, учитывающий потери порошка при прессовании 1,005-1,01; K₂ – коэффициент, учитывающий потерю массы прессовкой при спекании 1,01-1,03.

При уплотнении порошка в простейшей пресс-форме матрица обеспечивает формование боковой поверхности прессовки и служит для размещения в ее засыпной полости заданной навески порошка. Нижний пуансон формирует нижнюю торцевую поверхность прессовки и предотвращает высыпание порошка из матрицы, а верхний пуансон служит для формования верхнего торца. Следует иметь в виду, что при прессовании высота насыпного порошка уменьшается приблизительно в три раза. Усилие подбирается оптимальное, чтобы исключить образование трещин в прессовках (формовках).

Прессование проводят на специальных прессах гидравлического и механического действия. С экономической точки зрения экономики предпочтительнее гидравлические прессы, например, стоимость гидравлического пресса ДА 1532Б - 356500 руб., а механического пресса КБ 8130А - 700000 руб.

Для расчета и конструирования пресс-форм необходимо определить:

1) технологические свойства шихты и характеристики материалов. Насыпная плотность $\rho_n = 2200$ кг/м³ определяется на волюмометре разработки ИПМ АН УССР (ГОСТ 19440 – 74); уплотняемость по ГОСТ 25280-82; формуемость по ГОСТ 25280-82, прибором разработки ИПМ АН УССР; текучесть (ГОСТ 20899-75).

Исходными материалами для расчета пресс-форм являются технологические свойства материалов прессовки: плотность прессовки $\rho_0 = 6700 \text{ кг/м}^3$; годовая программа; усадка по высоте H , $\beta = 1\%$, по внешнему диаметру D , $\beta_1 = 2\%$, по внутреннему диаметру d , $\beta_2 = 1\%$; упругие последствия по высоте H , $\alpha_{n1} = 2\%$, по диаметру D_1 , $\alpha_{n1} = 2\%$, по диаметру d , $\alpha_{n2} = 0,5\%$; уменьшение массы прессовки при спекании за счет выгорания смазки, восстановления окислов и других факторов, $\xi = 1\%$; прирост плотности при горячем прессовании, $\tau = 11\%$; давления прессования $P = 8,0 \text{ МПа}$; чертеж заготовки (см. рис. 1);

2) схема прессования исследуемого образца. Расчет пресс-форм необходимо начинать с выбора направления прессования, которое должно быть направлено вдоль оси вращения при одностороннем прессовании.

Образец имеет один переход. Количество пуансонов определяется по формуле:

$$m = n + 1 = 2, \quad (2)$$

где n – количество переходов, $n = 1$.

Из них верхних – 1 пуансон, нижних - 1 пуансон.

Прессование осуществляется при неподвижной матрице 1 (рисунок 2) движением пуансона 2 вниз, затем выталкивание образца производится выталкивателем 5. Пуансоны после проведения операции возвращаются в исходное положение;

Р

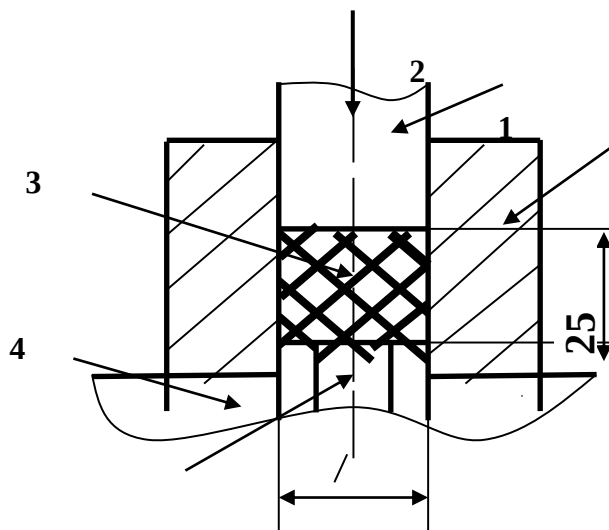


Рисунок 2 - Пресс-форма

1 - матрица; 2 - верхний пуансон; 3 - порошок; 4 - нижний пуансон;

5- выталкиватель

3) определение площади прессования. Площадь прессования равна проекции образца на плоскость, перпендикулярную оси прессования.

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 0,785(4,0969^2 - 1,608^2) = 11,16 \cdot 10^{-4} (\text{м}^2)$$

4) определение объема образца.

$$V_0 = Fh = 11,16 \cdot 0,995 = 11,10 \cdot 10^{-6} (\text{м}^3);$$

5) определение массы образца.

$$G_0 = \rho_0 \cdot V_0 = 6,7 \cdot 11,1 = 74,37 \cdot 10^{-3} (\text{кг});$$

6) определение массы прессовки.

$$G_{\text{пр}} = \rho_o \cdot V_{\text{пр}} = \rho_o \cdot V_o(1 + \xi/100) = G_o + G_o \xi/100 = 74,37 + 74,37 \cdot 1,0/100 = 75,114 \cdot 10^{-3}$$

(кг);

7) определение массы навески порошка.

$$G_n = K_n \cdot G_o = 1,03 \cdot 75,114 = 77,37 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)}.$$

где $K_n(1,02-1,05)$ - коэффициент учитывающий потери массы при засыпке;

8) определение коэффициента обжата (уплотнения).

$$K_o = \rho_o / \rho_n = 6,7 / 2,2 = 3;$$

9) определение уточненной плотности прессовки.

$$\rho_{\text{пр}} = G_{\text{пр}} / V_{\text{пр}} = G_{\text{пр}} / V_o(1 + \xi/100) = 75,114 / 11,11 = 6,76 \text{ г/см}^3 = 6760 \text{ (кг/м}^3\text{)};$$

10) определение высоты прессовки образца.

Высота прессовки зависит от номинального размера образца и его изменения в результате упругих последствий, роста или усадки при спекании и припуска на дополнительную обработку:

$$H_p = H - l_n = \varepsilon + n_k, \quad (3)$$

где n_k – припуск на механическую обработку, 10^{-3} м.

ε – величина усадки, $\varepsilon = \beta/100 \cdot A$

l_n – величина упругих последствий

$$l_n = K_{CV}/100 \cdot A, \quad (4)$$

где K_{CV} – ударная вязкость, кДж/м².

A – размер образца, (для сплавов на основе железа $l_n = (0,2-0,3)$).

$$H_p = 9,95 - 2/100 \cdot 9,95 + 1/100 \cdot 9,95 + 0 = 9,65 \cdot 10^{-3} \text{ (м)};$$

11) определение высоты загрузочной камеры.

Высота формующей камеры, т.е. высота засыпки определяется по формуле:

$$H_3 = K \cdot H_p = 3 \cdot 9,65 = 28,95 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}. \quad (5)$$

12) определение общей высоты матрицы.

Общая высота матрицы определяется с учетом высоты загрузочной камеры и величин захода в матрицу верхнего (h_v) и нижнего (h_n) пуансов:

$$H_m = H_3 + h_v + h_n = 28,95 + 10,5 + 5 = 44,45 \cdot 10^{-3} \text{ (м)};$$

13) определение размеров рабочей полости матрицы.

Размеры рабочей полости матрицы зависят от наружных размеров детали, изменения их после выпрессовки, спекания, калибрования и допускаемой максимальной величины износа. Номинальный размер рабочей полости матрицы определяем по формуле:

$$D_m = D_{\text{min}} - l_n \pm \varepsilon \pm n_k, \quad (6)$$

где D_{min} – минимально допустимый размер готовой детали, 10^{-3} (м.),

n_k – припуск на калибрование,

$$D_m = 40,935 - 2/100 \cdot 40,935 + 2/100 \cdot 40,935 + 0 = 40,935 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}.$$

Максимально допустимый размер рабочей полости матрицы равен:

$$D'_m = D_{\text{max}} - l_n \pm \varepsilon \pm n_k = 41, - 2/100 = 2/100 = 0 = 41 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}.$$

Припуск на износ матрицы определяется по формуле:

$$\Delta D = D'_m - D_m - A_m \quad (7)$$

где A_m – действительный допуск размера рабочей части матрицы при ее изготовлении,

$$\Delta D = 41 - 40,935 - 0,03 = 0,035 \cdot 10^{-3} \text{ (м)};$$

14) определяются рабочие размеры стержня.

Размеры стержня зависят от внутренних размеров образца, изменяются они после технологических операций и принимаются максимально возможные, чтобы обеспечить наибольший припуск на износ стержня.

Номинальный размер рабочей части стержня:

$$d_{ст} = d_{max} - l_n \pm \varepsilon \pm n_k l_k = 16,016 - 0,5/100 \cdot 16,16 + 1/100 \text{ следы } 16,16 + 0 + 0 = 16,32 \cdot 10^{-3} \text{ (м.)}.$$

Максимально допустимый размер стержня:

$$d' = d_{min} - l_n \pm \varepsilon \pm n_k l_k,$$

где - d_{min} – минимально допустимый размер стержня:

$$d' = 16,00 - 0,5/100 \cdot 16,00 + 1/100 : 16,00 = 16,08 \cdot 10^{-3} \text{ (м.)}.$$

Допуск на износ:

$$\Delta d_1 = d_{1max} - d_{1min} - \Delta m = 16,32 - 16,08 - 0,025 = 0,215 \cdot 10^{-3} \text{ (м.)};$$

15) определение усилия прессования.

$$P = pFn, \quad (8)$$

где p – давление прессования, МПа;

F – площадь прессования, m^2 ;

n – число гнезд в пресс-форме.

Давление прессования выбираем экспериментально, $p = 8$ МПа, тогда

$$P = 8,0 \cdot 11,16 \cdot 1 = 89,28 \text{ МПа} \cdot 10^{-4} \text{ (м}^2\text{)}.$$

16) определение размеров матрицы, обоймы.

Наружные размеры матрицы (обоймы) зависят от величины бокового давления, возникающего при прессовании. Боковое давление вычисляется по формуле:

$$P_{\delta} = C \cdot \rho_0^m, \quad (9)$$

где $C = 0,00725$; $m = 1,8$, коэффициенты, зависящие от материала

$$P_{\delta} = 0,00725 \cdot 6 \cdot 7^{1,8} = 300,4 \text{ МПа}.$$

Наружные размеры матрицы и обоймы устанавливаются, исходя из соображений максимальной жесткости (рис. 3).

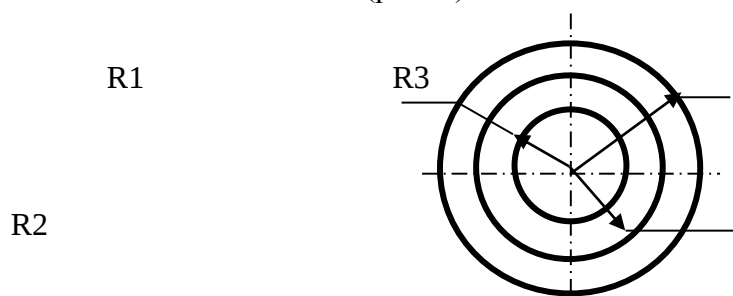


Рисунок 3 - Условия максимальной жесткости

R_1, R_2, R_3 - радиусы обоймы

$$\text{При } P_{\delta} > 200 \text{ МПа; } R_3 = (1/140 \cdot P_{\delta} + 0,67) \cdot R_1 = (1/140 \cdot 300,4 + 0,67) \cdot 16 = 45 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Контактный радиус (наружный диаметр обоймы)

$$\text{При } P_{\delta} < 200 \text{ МПа } R_2 = 2R_1; R_3 = 4R_1$$

$$R_2 = \sqrt{R_1 R_3} = \sqrt{16 \cdot 45} = 26,8 \cdot 10^{-3} (\text{м}).$$

Принимается $27 \cdot 10^{-3} (\text{м}).$

Натяг при выпрессовке:

$$\delta = P_8 / E \cdot 2R_2 \quad (10)$$

где E – модуль упругости, $2,15 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

$$\delta = 300,4 / 2,15 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 27 = 0,075 \cdot 10^{-3} (\text{м}).$$

На основании проведенных расчетов составляются эскизы прессовки (рис. 3) и матрицы (4);

17) выбор пресса для холодного прессования.

Усилия прессования

$$P_{\text{пр}} = K_{\text{зап}} \cdot P = 1,25 \cdot 89,28 = 111,6 \text{ МПа} \cdot 10^{-4} (\text{м.})^2,$$

где $K_{\text{зап}} = 1,25 - 1,3$ – коэффициент запаса мощности пресса.

Определение потребного усилия выталкивания, в (Н.):

$$P_{\text{выт}} = \mu \cdot P_6 \cdot F_6 \quad (11)$$

где $\mu - 0,1 - 0,2$ – коэффициент трения прессовки о стенки пресс формы

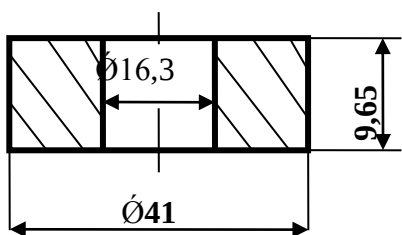


Рисунок 3- Эскиз прессовки

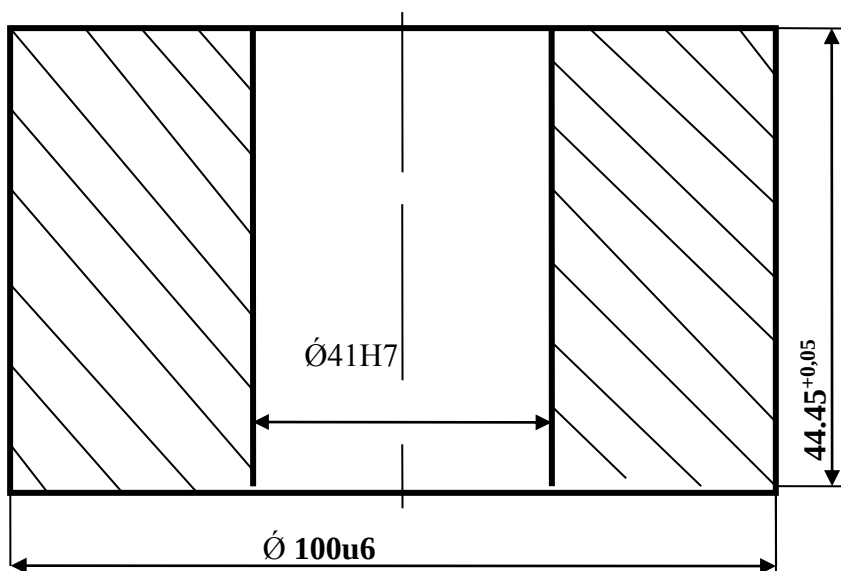


Рисунок 4 -Эскиз матрицы

P_6 – боковое давление, МПа.

F_6 – площадь боковой поверхности, $\cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

$$P_{\text{выт}} = 0,01 \cdot 300,4 \cdot (3,14 \cdot 4,1 \cdot 1,0) = 38,6 \text{ МПа}$$

Расчет формовки холодного прессования.

Масса исходной заготовки:

$$а) C_x = C_T + 0,01Gr = 40,4 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)};$$

б) объем образца

$$V_x = G_x / \gamma_x = 40,4 / 5,5 = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ (м.)}^3$$

где γ_x – ориентировочная плотность порошковой заготовки после холодного прессования;

в) размер матрицы штампа.

Для диаметра $45 \cdot 10^{-3}$ (м.).

$$L_3 = 0,9997L \pm 2_{\text{бкн}} \pm \frac{1}{2} \Delta L_g = 45,0997 - 2 \cdot 0,28 \cdot 1,49 - 0,031 = 44,865 - 0,834 - 0,031 = 44 \cdot 10^{-3} \text{ (м.)}.$$

Для диаметра $40 \cdot 10^{-3}$ (м.).

$$L_{3x} = 40 \cdot 0,997 + 2 \cdot 0,25 \cdot 1,35 + 0,08 = 40,65 \cdot 10^{-3} \text{ (м.)};$$

г) площадь прессовки

$$S_x = 3,14 (4,4^2 - 4 \cdot 0,66^2 / 4) = 3,14 \cdot 19,36 - 16,5 / 4 = 225 \cdot 10^{-6} \text{ (м.)}^2;$$

д) высота заготовки

$$h_{x3} = 1,41 V_T / S_x = 1,41 \cdot 5,21 / 2,25 = 22,6 \cdot 10^{-3} \text{ (м.)};$$

е) высота засыпки порошка

$$h_{\text{засып}} = 2,5 \cdot h_{x3} = 2,5 \cdot 2,26 = 56,5 \cdot 10^{-3} \text{ (м.)};$$

ж) усилие прессования

$$P_x = q \cdot S_x = 5 \cdot 2,25 = 11,25 \text{ МПа} \cdot 10^{-4} \text{ (м.)}^2$$

где q – давление прессования

Выводы:

1. Разработана промышленная технология изготовления прессовок для фасонных фрез из рационально легированного порошкового материала на основе железа до горячего прессования.

2. Рассчитана и сконструирована пресс-форма для холодного прессования.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 гг. под руководством д.т.н. М.У. Ахмедпашаева

Библиографический список:

1. Патент № 2354502 Российская Федерация. МПК В22F С22С 33/02. Способ изготовления поверхностно-упрочненной порошковой карбидостали / М.У. Ахмедпашаев [и др.]; заявитель и патентообладатель Дагестанск. госуниверсит. техн. ун-т.-2007128352/02; заявл. 23.07.2007; опубл. 10.05.2009, Бюл. № 13.- 3 с.

МЕЛИОРАЦИЯ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

УДК.631.6

Зербалиев А.М.

СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В ДАГЕСТАНЕ

Zerbaliev A.M.

CONDITION AND PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF LAND RECLAMATION IN DAGESTAN

В статье рассматриваются современное состояние мелиоративных систем и орошаемых земель в Дагестане и задачи по улучшению технического состояния оросительных систем по рациональному использованию поливной воды и повышения продуктивности мелиорированных земель.

Ключевые слова: мелиорация земель, мелиоративные системы, дренаж, гидротехнические сооружения, фильтрация, техника и технология, урожайность, сельхозугодья.

In the article the modern condition of drainage systems and irrigated land in Dagestan and tasks to improve the technical condition of irrigation systems for the rational use of irrigation water and increase the productivity of reclaimed lands.

Key words: land reclamation, drainage systems, drainage, hydro-technical facilities, filtering, engineering and technology, productivity, farmland.

С середины прошлого века значительное развитие в Дагестане получило сельскохозяйственное производство. Благоприятные природные условия обусловили приоритетное развитие сельского хозяйства со специализацией на виноградарстве, садоводстве, овощеводстве.

Однако за период после 1990 года изменилась отраслевая направленность сельского хозяйства. Существенно возросли площади и валовой сбор овощей и картофеля при сокращении посевных площадей под зерновыми и подсолнечником (табл. 1).

Таблица 1 - Посевные площади и урожайность сельскохозяйственных культур

Годы	Посевные площ. всего, тыс.га	в том числе по культурам							
		Зерновые и зерно- бобовые		Подсолнечник		Картофель		Овощи	
		посевн. площ., тыс.га	урожайн ость, ц/га	посевн. площ., тыс.га	урожай ность, ц/га	посевн. площ., тыс.га	урожай ность, ц/га	посевн. площ., тыс.га	урожа й ность,
1990	435,2	220,8	22,8	8,4	13,8	9,5	86	12,6	197
2000	301,4	174,6	13,6	5,5	4,0	19,5	53	22,9	139
2005	319,3	157,7	19,6	2,3	11,7	22,5	148	37,4	211
2008	275,0	115,5	24,5	3,7	10	21,8	153	37,5	233

Существенную роль в сельскохозяйственном производстве Республики Дагестан играют орошаемые земли, площадь которых на 01.01.2011 г. составила 384.5 тыс. га -

наибольшую площадь среди всех субъектов РФ.

Наличие оросительных систем и поливаемых сельхозугодий позволило увеличить производство овощей и кормов и поднять урожайность сельскохозяйственных культур.

В республике орошение сельхозкультур производится, в основном, поверхностным поливом. Доля полива дождеванием ничтожна.

Наибольшие площади орошения в Кизлярском районе - 60,7 тыс.га (бассейн р. Терек), Хасавюртовском - 46,3 тыс.га, Бабаюртовском - 32,4 тыс.га, Тарумовском - 27,0 тыс.га.

Орошается, в основном, пашня - 277,8 тыс.га (72% общей площади орошаемых земель), а также многолетние насаждения - 44 тыс.га, сенокосы 29,6 тыс. га, пастбища - 32,4 тыс. га, другие земли - 0,6 тыс. га. На этих землях производится 70% продукции растениеводства.

Сводные показатели социально-экономического развития в сравнении со среднероссийскими показателями за 2000, 2005, и 2008 годы по данным Госстата РФ (статистический сборник, 2009 г.) приведены в таблице 2 [1].

Таблица 2 -Основные социально-экономические показатели

Годы	Валовой региональный продукт на душу населения тыс.руб.		Средне-душевой денежный доход населения тыс.руб./мес.		Численность населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума, %		Площадь жилищ на 1 жителя, м ²	
	РД	РФ, в целом	РД	РФ, в целом	РД	РФ, в целом	РД	РФ, в целом
2000	8,5	39,5	0,9	2,3	72,6	29,0	14,9	19,2
2005	34,4	126,0	4,5	8,1	24,0	17,7	15,9	20,9
2008	62,4	199,0	11,0	14,9	10,1	13,1	16,5	22,0

Сельхозугодья республики составляют 63% всех земель, пашня - около 22%. В последние годы началось возрождение сельского хозяйства.

Важной проблемой для развития экономики региона является состояние мелиорируемых сельхозугодий. Орошаемое земледелие имеет большое значение для экономики Дагестана. Из 3,4 млн.га сельхозугодий республики орошаемые земли составляют 384,5 тыс.га.

Мелиоративный комплекс Республики Дагестан состоит из 50 межхозяйственных оросительных систем, входящих в состав филиалов ФГБУ «Минмелиоводхоз РД».

Техническое состояние большинства оросительных систем не отвечает современным требованиям и нуждается в их качественном улучшении. Поддержание мелиоративной системы в работоспособном состоянии, своевременное восстановление её технических характеристик – одна из основных задач службы эксплуатации [3].

Информация о техническом состоянии оросительных систем Республики Дагестан приведена в таблице 3 [2].

Таблица 3- Техническое состояние оросительных систем в Республике Дагестан

Наименование мелиоративного мероприятия	Тыс. га
Общая площадь орошаемых земель	384,5
Из них площадь, требующая реконструкции и ремонта,	209,0
в том числе необходимо выполнить:	
комплексную реконструкцию	142,2
строительство коллекторно-дренажной сети	124,9
капитальную планировку	22,1
повышение водообеспеченности	14,0
химические мероприятия	5,9

Как свидетельствуют показатели таблицы 3, на большей площади орошаемых земель республики требуется проведение комплексных мелиоративных мероприятий на основании инновационных технических, технологических и организационных решений

Значительная часть оросительных систем в Республике Дагестан построена в довоенный период. Свыше 80% систем не являются инженерными, большинство каналов проложено в земляном русле и подвергаются сильному заилению и зарастанию, только 3% оросительной сети имеет противофильтрационную одежду. Коэффициент полезного действия систем составляет в среднем 0,52. Оснащенность сети оросительных каналов регулирующими гидротехническими сооружениями ниже нормативного уровня.

Ежегодно по причине низкой пропускной способности оросительных сетей в сельском хозяйстве республики не поливается до 20% орошаемых сельскохозяйственных угодий. В вегетационный период в маловодные годы ощущается дефицит поливной воды.

Имеет место моральный и физический износ объектов мелиоративного комплекса (на некоторых системах свыше 90% износа).

Вследствие старения и низких темпов переустройства на части орошаемых земель республики сложилась неудовлетворительная мелиоративная обстановка — наблюдается тенденция к повышению уровня грунтовых вод и происходит вторичное засоление и заболачивание земель. Всего 20% орошаемых земель имеет дренажную сеть.

В целом оценка мелиоративного состояния орошаемых земель в Республике Дагестан характеризуется следующими показателями: «хорошее» - 75,6 тыс. га (20%), «удовлетворительное» - 99,8 тыс. га (26%), «неудовлетворительное» - 209,0 тыс. га (54 %), обусловленное следующими факторами:

- недопустимая глубина залегания грунтовых - 96,9 тыс.га;
- засоление почвогрунтов - 41,6 тыс.га;
- недопустимая глубина залегания и засоление почвогрунтов - 70,6 тыс.га.

Из 384,5 тыс.га орошаемых земель на площади 87,8 тыс.га (22,8%) грунтовые воды залегают на глубине до 1,5м. от поверхности земли. Большое количество земель с допустимым УГВ приходится на Дельтовый, им. Дзержинского, Костекский, Сулакский филиалы ФГБУ «Минмелиоводхоз РД».

Сложившаяся в мелиоративном комплексе ситуация существенно снижает эффективность сельскохозяйственного производства в республике и может привести к полной деградации земель сельскохозяйственного назначения, что вызывает необходимость разработки и осуществления комплекса мероприятий по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель.

Состояние орошения в Республике Дагестан и развитие мелиорации в перспективе рассматривается в Республиканской целевой программе «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель в Республике Дагестан на период до 2020 года», утвержденной постановлением Правительства РД от 4 октября 2011 г. № 344.

Указанная Программа, разработанная Министерством сельского хозяйства Республики Дагестан и ФГБУ «Минмелиоводхоз РД», направлена на «восстановление и поддержание в рабочем состоянии существующего гидромелиоративного комплекса республики» для увеличения объемов производства сельскохозяйственной продукции.

В частности, Программа предусматривает к 2020 году в Республике Дагестан реконструкцию оросительных систем на площади 209 тыс.га, ввод в эксплуатацию 2,6 тыс.га новых орошаемых земель и техническое перевооружение оросительных систем на площади 175 тыс.га. Предусматривается реконструкция крупных водохозяйственных объектов, в том числе реконструкция межрегионального канала Суллу-Чубутла, значимых для республики оросительных систем, таких, как КОР, Держинская. Юзбаш-Сулакская, Старотеречная, Бороздиновская, Самур- Дербентская и других.

Реконструкция объектов мелиорации и гидротехнических сооружений федеральной собственности создаст условия для восстановления земельных угодий, вовлечения их в сельскохозяйственный оборот и предотвращения их выбытия из оборота. Общая стоимость работ по реконструкции оросительных систем составит 37620 млн руб., в том числе внутривозвратных – 21706 млн. рублей.

На данном этапе решить проблему реконструкции мелиоративных объектов без привлечения государственных средств не представляется возможным, но в последующем это создаст благоприятные условия для привлечения частных инвестиций в сельскохозяйственное производство, повысит привлекательность мелиорируемых земель за счет повышения их плодородия.

На техническую модернизацию существующих морально устаревших оросительных систем предусматривается направить 4056,2 млн. руб., в том числе внутривозвратных сетей – 2338,6 млн. рублей.

Проведение технических мероприятий позволит довести коэффициент полезного действия водопроводящих магистральных каналов и каналов межхозяйственных сетей до уровня не ниже 0,80-0,90 и внутривозвратных сетей - 0,90-0,95.

Площадь Черных земель и Кизлярских пастбищ, используемых сельхозтоваропроизводителями, составляет 1693 тыс. га, из них площадь деградированных (эродированных, дефлированных, засоленных) составляет 1575 тыс. га, или 90 проц., в том числе подвижных (открытых) песков – 70 тыс. га, засоленных – 364 тыс. гектаров. В условиях постоянно растущей нагрузки на пастбища, засушливого климата полупустыни, а также постоянного недофинансирования работ по фитомелиорации и обводнению процесс деградации пастбищ приобретает разрушительный характер. Ежегодно сотни гектаров сельскохозяйственных угодий превращаются в пески. Поэтому Программа предусматривает проведение комплекса агрохимических, гидротехнических и культуртехнических мероприятий, создание пастбище- защитных лесных полос, борьбу с опустыниванием, ветровой и водной эрозией. Реализация этих мероприятий позволит предотвратить выбытие из сельскохозяйственного оборота путем коренного улучшения 35 тыс. га сельскохозяйственных угодий, защитить от ветровой эрозии и опустынивания 75 тыс. га сельскохозяйственных угодий, ввести в полноценный оборот 50 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения. На указанные мероприятия предусматривается направить за 2012-2020 годы 961 млн. руб [2].

Развитие водохозяйственного строительства нами видятся в научно обоснованной оптимизации использования водных и земельных ресурсов в орошаемом земледелии путем совершенствования таких проблемных для республики направлений как:

1. Реконструкция оросительных систем для повышения КПД до нормативных значений ($>0,90$) и снижения потери воды на фильтрацию.

- 2.Разработка и внедрения современной техники и технологии орошения сельхозкультур с КПД техники поливов $>0,95$.

- 3.Применение научно обоснованных режимов орошения для региона со среднезвешенными оросительными нормами не более $4500\text{м}^3/\text{га}$.

4. Строительство внутрисистемных водохранилищ как дополнительный резерв поливной воды на пиковый период водопотребления.

5. Использование запасов подземных вод в пойме реки для водоснабжения населенных пунктов и обводнения малых территорий.

6. Восполнение дефицита высококвалифицированными кадрами водохозяйственных (проектных, строительных, эксплуатационных) организаций.

Важней задачей эксплуатационной службы государственных межхозяйственных мелиоративных систем является осуществление производственных исследований[3]. Основная цель их проведения- разработка рекомендаций по совершенствованию работы действующих и проектируемых оросительных систем .

Дальнейшее повышение эффективности использования орошаемых земель должно идти по пути осуществления комплекса мероприятий:

- внедрения более прогрессивных методов механизации и автоматизации всех видов мелиоративных и сельскохозяйственных процессов;
- нормализации фондообеспеченности и фондоотдачи;
- совершенствования оросительных систем, способов и техники полива;
- тщательной подготовки орошаемых площадей к поливам путем проведения строительной планировки с сохранением плодородия почвы и ликвидации солонцовых пятен, а также ежегодного выравнивания поверхности полей;
- правильного составления и строгого выполнения системных и внутрихозяйственных планов водопользования;
- налаженности технического обслуживания оросительной сети, дождевальных, поливных и других машин, насосных станций и всех видов оборудования в оросительный период;
- совершенствования технологии возделывания сельскохозяйственных культур; внедрения в практику орошения достижений науки и передового опыта;
- улучшения организации труда и строгого использования принципов моральной и материальной заинтересованности работников орошаемого земледелия;
- внедрение автоматики и телемеханики на системах позволит значительно уменьшить расходы на содержание эксплуатационного штата.

Библиографический список:

1. Федеральная целевая программа: «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель России на 2013 - 2020 годы». - М.: Минсельхоз РФ, 2011,11с.
2. Республиканская целевая программа: «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель в Республике Дагестан на период до 2020 года». -Махачкала. :Минсельхоз РД, 2012,12с.
3. Эксплуатация и мониторинг мелиоративных систем. Ольгаренко В.И. и др. - Новочеркасск, 2006,391с.

Магомедова А.В., Магомедова М.Р.

О ФАКТОРАХ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИХ ПРОЦЕСС ТРАНСПОРТА РУСЛОФОРМИРУЮЩИХ НАНОСОВ

Magomedova A.V., Magomedova M.R.

ABOUT FACTOR, CONDITIONING PROCESS OF THE TRANSPORT CHANNEL-FORMING SEDIMENTS

В данной статье на основе анализа литературных источников и обобщения экспериментальных и натурных данных уточнены основные факторы, влияющие на процесс транспорта руслоформирующих наносов. Процесс транспорта руслоформирующих наносов является одним из сложных физических процессов, обусловленных множеством факторов: гидромеханических характеристик водного потока и физико-механических характеристик наносов, что является причиной отсутствия единой теории этого процесса, сложности многочисленных расчетных методов определения расхода наносов и большого расхождения в результатах расчетов по ним.

Ключевые слова: *транспорт наносов, донные наносы, взвешенные наносы, диаметр частиц наносов, гранулометрический состав, турбулентный поток.*

In given article on base of the analysis of the literary sources and generalization experimental and натурных given are elaborated main factors, influencing upon process of the transport channel-forming sediments. The Process of the transport channel-forming sediments is one of the complex physical processes, conditioned by ensemble factor: an hydromechanical of the features of the water flow and physico-mechanical features alluvium that is a reason of the absence to united theory of this process, difficulties of the multiple accounting methods of the determination of the consumption sediment and big divergence in result calculation on him.

Key words: *sediment transport, bed load, suspended load, diameter of the particles sediment, granulometric composition, turbulent flow.*

Процесс транспорта руслоформирующих наносов в турбулентном потоке является одним из сложных физических процессов, обусловленных множеством факторов: гидромеханических характеристик водного потока и физико-механических характеристик наносов; геометрический размер частиц наносов, форма частиц, плотность частиц грунта, плотность русловых отложений, гидравлическая крупность, средняя скорость потока, допускаемая неразмывающая донная скорость потока, фактическая донная скорость потока, относительная шероховатость русла, коэффициент подвижности наносов, вес частиц, гранулометрический состав грунта, глубина потока, уклон, расход воды, грядовая форма дна, параметр турбулентности зерен наносов и т. д.

Теоретические и экспериментальные исследования движения наносов в турбулентном потоке (Г.А.Эйнштейн, М.А. Великанов, А. Шильдс, Е. Мейер-Петер, Г.К. Джильберт, И.В. Егiazаров, И.И. Леви, Ц.Е. Мирцхулава, А.В. Караушев, Н.А. Михайлова, В.Н. Гончаров, К.В. Гришанин, К.И. Россинский, А.В. Магомедова, Н.Н. Гришин, В.С. Вербицкий, Н.И. Алексеевский и др.) с самого начала велись в двух направлениях: изучение донного влечения наносов и изучение взвешивания частиц и их переноса. По мнению ряда исследователей, такое разделение не совсем правильно, так как вследствие переноса твердых частиц турбулентными (вихревыми) возмущениями в потоке постоянно происходит обмен частицами руслоформирующих наносов между дном и

основной толщей потока, за исключением частиц неруслоформирующих фракций; при этом основной формой перемещения твердых частиц считают скачкообразное движение наносов (сальтацию), а донное влечение и взвешивание – предельными случаями сальтации при бесконечно малой и бесконечно большой длинах скачков (М.А. Великанов). При неоднородном по крупности гранулометрическом составе наносов в потоке одновременно имеют место все три вида движения [1, 5, 8].

Характер движения твердых частиц после срыва со дна – влечение, качение, сальтация вблизи дна или движение в толще потока в качестве взвешенных наносов, – зависит от запаса кинетической энергии, сообщенной частицам при срыве, и от величины сил, действующих на них во время движения. Различие между движением влекомых (перекатывающихся с остановками по дну), полувзвешенных (сальтирующих) и взвешенных наносов (поднимающихся в толщу потока и периодически вновь опускающихся ко дну) заключается в высоте и длине совершаемых твердыми частицами скачков [2].

Гидродинамическое воздействие потока на неподвижные частицы грунта на дне, вызванные несимметричным обтеканием частиц жидкостью, значительным градиентом скоростей в придонной области, наличием вихреобразования и другими факторами, приводит к появлению гидродинамических сил и сил сопротивления отрыву. Если частица лежит вровень с другими, то, как полагают ряд исследователей [1, 2, 5, 10], основную роль в силовом воздействии потока на эту частицу играет импульс подъемной силы, который вызывает срыв частицы и подъем ее на небольшую высоту над дном. Под действием силы тяжести и сопротивления воды, после прекращения действия подъемной силы, как только частица поднимется над дном, ускоренное движение сменяется замедленным, разность давлений исчезает и частица снова опускается на дно, т.е. падение частиц совершается под действием силы тяжести, а их подъем – против силы тяжести (Великанов, 1955). Поэтому влекомые наносы перемещаются короткими скачками. Вращательное движение частиц может сопровождаться действием дополнительной подъемной силы, называемой силой Магнуса [4].

Показатели, характеризующие процесс транспорта наносов, объединяют, в основном, в две группы факторов: характеристики турбулентности потока и физико-механические свойства грунтов. Исследования существующих факторов велись на основе теоретических, экспериментальных и чисто эмпирических методов.

Основными характеристиками физико-механических свойств русловых грунтов и наносов являются: средний диаметр частиц, гидравлическая крупность, плотность материала частиц и русловых отложений, гранулометрический состав грунта [8].

Важнейшей характеристикой транспорта наносов является гидравлическая крупность – скорость равномерного падения зерен наносов в спокойной воде, зависящая от диаметра частиц, удельной плотности материала и формы зерен [7]. Сложный характер взаимодействия твердых частиц с водным потоком привел к многообразию формул для расчета гидравлической крупности наносов, начиная с 1850 г. Исследованием и созданием шкал гидравлической крупности занимались многие отечественные и зарубежные ученые: Б.В. Архангельский, Г. Н. Лапшин, В.Н. Гончаров и др. В.Н. Гончаров, детально рассмотрев вопросы о режимах осаждения, построил шкалу гидравлической крупности наносов в воде в зависимости от диаметра частиц наносов при температурах воды 5, 10, 15 и 20⁰С. На основе этой шкалы для расчета на ЭВМ гидравлической крупности на языке FortranPowerStation создан модуль Fall_velocity.

Среди существующих формул наиболее приемлемым для практического использования является способ выражения гидравлической крупности через стандартную гидравлическую крупность, предложенный В.Н. Гончаровым:

$$w = \frac{1}{\varphi} \sqrt{\frac{2g(\rho_z - \rho)d}{1,75\rho}}, \quad (1)$$

где φ – параметр турбулентности, показывающий во сколько раз меньше действительная скорость падения в сравнении с той, которой обладали бы наносы при турбулентном режиме их падения. Расчет параметра турбулентности φ в зависимости от температуры (5, 10, 15 и 20 градусов по Цельсию) принят по шкале, предложенной В.Н. Гончаровым. Для численной реализации на ЭВМ, на языке FortranPowerStation создан модуль Fall parameter. При $d > 1,5$ мм, $\varphi = 1$; в диапазоне 0,15 – 1,5 мм параметр турбулентности определяется по формуле [3]:

$$\varphi = \frac{1}{\beta} \sqrt[3]{\frac{\rho\mu}{\rho_1 - \rho}} \sqrt{\frac{2g}{1,75\rho d}}; \quad (2)$$

для частиц $d < 0,15$ мм φ определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{33,8}{\sqrt{1,75\rho(\rho_1 - \rho)d^3}}. \quad (3)$$

С уменьшением крупности зерен значение φ возрастает, доходя при $d < 0,01$ мм до $\varphi = 300$.

Плотность частиц грунта, определяющая содержание массы частиц в единице объема, играет важную роль в процессе транспорта руслоформирующих наносов. Плотность частиц грунта зависит от их минералогического состава, для глинистых частиц и песков изменяется соответственно в пределах 2000 – 4500 кг/м³. Для речных песков в среднем принимают 2650 кг/м³. Плотность отложений наносов зависит от их фракционного состава: для заиленных песков – 1100...1500 кг/м³, для песчаных грунтов – 1500...1800 кг/м³, для песчано-гравелистых грунтов – 1800...2100 кг/м³, для гравийно – галечниковых грунтов – 2000...2400 кг/м³ [8].

Речные наносы представляют собой частицы различных размеров и форм. Форма частиц зависит от диаметра наносов, от степени механической обработки в процессе движения и играет во взаимодействии частиц с потоком значительную роль. Существуют различные морфологические критерии, характеризующие форму частиц: удлиненность, уплощенность, окатанность, сферичность, шарообразность и др. [8].

Диаметр частиц наносов является важнейшей характеристикой наносов. Определяющим геометрическим размером частиц является средний диаметр, соответствующий размеру круглых или квадратных сит, а не самих частиц [7]. В.Н. Гончаровым предложена следующая классификация наносов по размерам частиц (табл. 1) [3].

В реках всегда транспортируются наносы различного размера, поэтому определение лишь одного среднего диаметра частиц представляется недостаточным.

Одним из важных факторов, влияющих на процесс транспорта наносов, является их гранулометрический состав. Достоверную информацию о гранулометрическом составе грунта дают плотность и функция распределения размеров частиц [8]. Гранулометрический состав русловых грунтов и наносов характеризуется средневзвешенным диаметром частиц d_{cp} , позиционными диаметрами интегральной гранулометрической кривой d_{95} , d_{99} , которым соответствуют ординаты гранулометрической кривой $P = 95\%$ и 99% . Коэффициент однородности грунта $k_0 = d_{cp} / d_5$, где d_5 – средний диаметр крупных фракций, содержание которых в грунте составляет 5%, он определяет шероховатость русла.

При $k_0 > 0,8$ грунт считается однородным, при $k_0 < 0,8$ – неоднородным. Диаметры частиц наносов в поверхностном слое, их форма и гранулометрический состав грунта обуславливают значение шероховатости русла. При зернистой шероховатости, образованной потоком в русле из однородного несвязного грунта, среднюю высоту выступов шероховатости определяют по зависимости [3]: $\Delta = 0,7 d_{cp}$; для неоднородных по крупности несвязных грунтов $\Delta = 0,7 d_5$.

Таблица 1 - Классификация наносов по диаметрам

№ № п/п	Наименование фракций	Крупность, мм
1	Глина	0,0015 ÷ 0,005
2	Ил мелкий	0,005 ÷ 0,015
3	Ил крупный	0,015 ÷ 0,05
4	Песок мелкий	0,05 ÷ 0,15
5	Песок средний	0,15 ÷ 0,50
6	Песок крупный	0,50 ÷ 1,5
7	Гравий мелкий	1,5 ÷ 5,0
8	Гравий крупный	5,0 ÷ 15
9	Галька мелкая	15 ÷ 50
10	Галька	50 ÷ 150
11	Валуны мелкие	150 ÷ 500
12	Валуны средние	500 ÷ 1000
13	Валуны крупные	>1000

На основе экспериментальных и натурных исследований предложено большое количество формул для определения неразрывающих скоростей потока. Впервые определение этих скоростей (непередвигающей и срывающей) дано В.Н. Гончаровым [3]: непередвигающая скорость – наибольшая скорость потока, при которой зерна на дне еще не перемещаются; срывающая скорость – та наименьшая скорость потока, при которой уже происходит непрерывный срыв отдельных зерен на дне.

Нормативными документами рекомендована для использования формула Ц.Е. Мирцхулава для определения допускаемой неразрывающей донной скорости потока для несвязных грунтов:

$$V_{\Delta n, дон} = 1,25 \sqrt{\frac{2m_1}{0,44\rho n_p} [g(\rho_z - \rho)d + 2C_{yn}^n \kappa_1]}, \quad (4)$$

где d – диаметр частиц грунта, м; ρ_z и ρ – плотность материала частиц грунта и воды, кг/м³, C_{yn}^n – нормативная усталостная прочность несвязного грунта на разрыв, Па; m_1 , n_p , κ_1 – соответственно коэффициенты условий работы русла, перегрузки и однородности сил сцепления. Коэффициент перегрузки для частиц $d < 1$ мм определяем по эмпирической формуле [5]:

$$n_p = 1 + \frac{1}{0,3 + [\nu^2 / (gd^3)]^{1/3}}, \quad (5)$$

для частиц $d \geq 1 \text{ мм}$ $n_p = 4$.

Результаты многочисленных исследований показали, что подвижность наносов хорошо характеризуется отношением средней скорости течения к гидравлической крупности наносов V/w .

Режим движения наносов, их перемещение в потоках, взаимодействие текущей воды и русла в весьма значительной степени зависят от гидравлических элементов потока: от расхода потока, удельного расхода, ширины потока, глубины потока, средней скорости потока и распределения скоростей по вертикали, от характеристик турбулентности потока.

Начало и интенсивность движения придонных наносов зависят от соотношения допускаемой неразмывающей донной скорости $V_{\Delta \text{дон}}$ и осредненной во времени фактической донной скорости $\bar{u}_\Delta$. Последняя определяется в зависимости от закона распределения местных скоростей по глубине потока. При логарифмическом законе распределения местных скоростей [3]:

$$\frac{\bar{u}}{V} = \frac{\lg(16,7y/\Delta + 1)}{\lg(6,15h/\Delta)}. \quad (6)$$

Донная скорость потока $\bar{u}_\Delta$ на высоте выступов шероховатости $\Delta = 0,7d$ при однородном составе русловых отложений определяется по формуле:

$$\bar{u}_\Delta = \frac{1,25V}{\lg(8,8h/d)}. \quad (7)$$

Согласно экспериментальным данным, мгновенные скорости течения подчиняются нормальному закону распределения [8]:

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_u} \exp\left[-\frac{(u - \bar{u})^2}{2\sigma_u^2}\right], \quad (8)$$

$$f(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \exp\left[-\frac{(v)^2}{2\sigma_v^2}\right], \quad (9)$$

где $f(u)$ и $f(v)$ – одномерные плотности распределения горизонтальной $u(t)$ и вертикальной $v(t)$ составляющих мгновенной скорости; $\sigma_u = \sqrt{(\bar{u}')^2}$ и $\sigma_v = \sqrt{(\bar{v}')^2}$ – средние квадратические отклонения этих составляющих; $\bar{u}' = u - \bar{u}$, $\bar{v}' = v$ – пульсационные скорости.

Для расчета транспорта руслоформирующих наносов необходимо знать структуру, размер, частоту и длительность крупномасштабных турбулентных вихревых образований в потоке. Статистические характеристики турбулентных образований получаем на основе анализа корреляционных и спектральных функций Эйлеровых и Лагранжевых скоростей течения.

По результатам многолетних исследований процессов осаждения твердых частиц в турбулентных потоках, проведенных в МГУ, как в натурных, так и лабораторных условиях, получено, что одним из важных параметров, характеризующих взвешенное состояние частиц является вертикальная скорость осаждения твердых частиц.

Средняя частота пульсаций Эйлеровой скорости $\bar{v}_u$ зависит от средней скорости и глубины потока и определяется через опытное значение числа Струхала $Sh = 0,73$: $\bar{v}_u = 0,73V/h$.

Распределение максимальных значений мгновенной скорости течения описывается законом Релея [8]:

$$f_m(u_m) = \frac{u_m - \bar{u}}{\sigma^2} \exp\left[-\frac{(u_m - \bar{u})^2}{2\sigma^2}\right], \quad u_m > \bar{u}, \quad (10)$$

где $\bar{u}$ – осредненная во времени местная скорость, u_m – максимальное значение продольной составляющей скорости.

С учетом закона Релея, выражение для математического ожидания максимальных значений продольной составляющей донной скорости течения, определяемое по формуле [8]:

$$\bar{u}_m = \int_0^{\infty} u_m \cdot f_m(u_m) du_m, \quad (11)$$

принимает вид:

$$\bar{u}_{\Delta m} = \bar{u} + \sqrt{\pi/2} \sigma_{u_{\Delta}}; \quad (12)$$

Аналогично, выражение математического ожидания максимальных значений вертикальной составляющей скорости в придонной области имеет вид:

$$v_m = \sqrt{\pi/2} \sigma_v, \quad (13)$$

где $\sigma_{u_{\Delta}}$ и σ_v – соответственно средние квадратические отклонения продольной и вертикальной составляющих донной скорости, согласно экспериментальным данным равные:

$$\sigma_{u_{\Delta}} = 0,33\bar{u}_{\Delta}, \quad \sigma_v = 0,15\bar{u}_{\Delta} \quad (14)$$

В результате натурных исследований на реках бассейнов Сев. Двины, Волги, Оби, Лены и Яны [9] построены графики зависимости числа Лохтина (Л) и морфометрического параметра Глушкова (Г) от удельной величины расхода влекомых наносов. Увеличение устойчивости русла соответствует снижению подвижности наносов, уменьшению расхода влекомых наносов и их среднегодовой концентрации, в тоже время величина параметра Глушкова, отражающая соотношение ширины b_p и глубины h русла прямо пропорциональна удельной концентрации влекомых наносов в потоке.

Сложность механизма взаимодействия турбулентного потока с несвязным грунтом увеличивается в связи с тем, что транспорт наносов почти всегда сопровождается образованием на дне подвижных форм – рифелей и гряд, изменяющих кинематическую структуру потока, и следовательно, влияющих на характер и количественные закономерности движения твердых частиц. Экспериментально установлено, что расход влекомых наносов существенно меняется в зависимости от формы гряд (рифели, дюны, заструги и т.д.).

Формирование гряд, их тип, а также статистические характеристики их размеров определяются гидравлическим режимом, кинематической структурой потока и физико-механическими свойствами донных отложений. Отсутствие единой точки зрения в вопросе механизма образования и развития различных типов гряд, а также несовершенство теоретических моделей этого процесса обусловили широкое использование в русловых процессах эмпирических критериев и формул для определения типа и параметров гряд, полученных на основе опытных и натурных исследований.

В 2008 г. ГТИ[6] были выполнены натурные исследования на различных участках нижней части реки Кубань, в ходе которых измерялись геометрические характеристики гряд, глубины и скорости потока над грядами и гранулометрический состав наносов, составляющих эти гряды, в результате чего построен график зависимости и получена формула полного расхода наносов от расхода воды:

$$Q_T = 0.0000002Q^3 - 0.0002Q^2 + 0.53Q - 39 \quad (15)$$

Учитывать все многообразие влияющих на транспорт наносов факторов практически невозможно, поэтому в существующих методах расчета ограничиваются основными параметрами.

Выводы

Обобщение экспериментальных данных ряда исследователей, анализ литературных источников привели к выводу, что процесс транспорта руслоформирующих наносов является одним из сложных физических процессов, обусловленных множеством факторов: гидромеханических характеристик водного потока и физико-механических характеристик наносов, что является причиной отсутствия единой теории этого процесса, сложности многочисленных расчетных методов определения расхода наносов и большого расхождения в результатах расчетов по ним.

На современном этапе развития гидравлики и инженерной гидрологии одним из оптимальных путей получения представлений о качественном и количественных закономерностях этого процесса является использование теории вероятностей, теории случайных процессов и методов многомерного статистического анализа.

Библиографический список:

1. Великанов М.А. Русловой процесс. М.: 1958. – 395 с.
2. Великанов М.А. Движение наносов. М.: МРФ СССР, 1948.
3. Гончаров В.Н. Движение наносов. – Л.: Гидрометеиздат, 1938.
4. Гришин Н.Н. Механика придонных наносов. М.: Наука, 1982. – 160 с.
5. Караушев А.В. Теория и методы расчета речных наносов. Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 272 с.
6. Копалиани З.Д., Жук М.М. К проблеме оценки стока руслового материала в реках // Журнал университета водных коммуникаций. –2010.-С.74-89.
7. Лапшенков В.С. Русловая гидротехника. – Новочеркасск: Изд-во НГМА, 1999. – 408 с.
8. Магомедова А.В. Эрозионные процессы в руслах рек и каналов. – М.: ВЗПИ, 1990. – 203 с.
9. Чалов Р.С. Сток наносов, транспортирующая способность потоков и их роль в формировании речных русел. // География и природные ресурсы.-2011. - №3.-С.20-27.
10. Einstein H.A. The bed-load function for sediment transportation in open channel flows. – U.S. Dept. Agriculture Soil Cons.Serv. Techn. Bull. – 1950.

Курбанова З.А.

ВЛИЯНИЕ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДОСЛИВНЫХ ПЛОТИН НА НЕСКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ НА ВЕЛИЧИНУ РАЗМЫВОВ РУСЛА В НИЖНЕМ БЬЕФЕ

Kurbanova Z.A.

THE INFLUENCE OF SPECIFIC EXPENSES OF SPILLWAY DAM ON NOT ROCK THE BASIS OF THE MAGNITUDE OF THE EROSION OF THE RIVERBED DOWNSTREAM

При выборе удельного расхода плотины, соответствующего минимальной стоимости водосливного фронта плотины, необходимо учитывать возможные изменения уровня режима вследствие общего размыва русла реки за креплением в нижнем бьефе. Учитывая это обстоятельство, была разработана методика и программа расчета на ЭВМ общего размыва дна русла нижнего бьефа гидроузла в зависимости от удельных расходов плотины. В ходе исследований получены графические и аналитические зависимости влияния удельных экономических расходов на значения глубины общего размыва за креплением в нижнем бьефе водосливных плотин.

Ключевые слова: методика, удельный расход, плотина, нижний бьеф, водосливной фронт, зависимости, размывы.

When you select a specific consumption of the dam, the corresponding minimum Noah value crest front of the dam, it is necessary to take into account possible changes of the water level regime due to a General erosion of the river channel for attaching in the downstream. Considering this circumstance, has developed a methodology and computer program for calculation of total washout of the bottom of the riverbed downstream waterworks depending on the specific consumption of the dam. In the course of the research were graphic and analytical depending on the impact of specific economical expenditure on the depth of the total washout for fastening downstream of the spillway dam.

Key words: methodology, specific consumption, dam, downstream, front spillway, depending erosion.

В результате проводимых в последние годы исследований по изучению зависимости удельных экономических расходов $q_{эк}$ низконапорных водосливных плотин от различных факторов (гидравлические, геометрические, стоимостные) были разработаны методика, алгоритм и программный комплекс *Fixed_weir* для расчета на ЭВМ удельных экономических расходов низконапорных водосливных плотин на скальном основании с различными вариантами (по конструкции и материалам) сооружений водосливного фронта [1,2].

По результатам проведенных численных экспериментов на ЭВМ с использованием данного программного комплекса были разработаны рекомендации по определению $q_{эк}$ в зависимости от различных исходных параметров, необходимых для проектирования водосливных плотин [3].

Однако, назначая удельные расходы в соответствии с данными рекомендациями, необходимо учитывать, что при этих расходах водный поток может вызывать размывы дна русла в нижнем бьефе плотины. Интенсивные размывы дна за сооружением и перемещение наносов по течению часто приводят к значительному понижению отметок дна реки в начале зоны общего размыва и понижению уровня воды в нижнем бьефе

гидроузла. Такое понижение может привести к снижению надежности, как сооружений нижнего бьефа, так и всего гидроузла, что потребует проектирования более массивного крепления нижнего бьефа и, как следствие, приведет к увеличению стоимости гидроузла.

Учитывая это обстоятельство, была разработана методика и программа расчета на ЭВМ общего размыва дна русла нижнего бьефа гидроузла в зависимости от удельных расходов плотины. Эта программа вошла отдельным блоком в общую программу расчета удельных экономических расходов водосливных плотин.

Расчет общего размыва русел сложенных однородными несвязными грунтами выполняется конечно-разностным методом [4].

Расчету предшествует схематизация русла и разбивка его на участки протяженностью Δx , равной не менее двух – трех значений ширины русла (рис.1).

Глубина потока и ширина русла в пределах расчетного участка могут быть приняты изменяющимися по линейному закону. Для створов, разграничивающих бьеф на участки, должны быть построены кривые связи $Q = f(z)$, где z – отметки уровней воды, м.

Расчет деформации русла на каждом участке ведется по уравнению баланса наносов:

$$\frac{\rho_e}{\rho_{отл}} \frac{\Delta Q_T}{\Delta x} = h_{бр} \frac{\Delta B}{\Delta t} - B \frac{\Delta z_o}{\Delta t}, \quad (1)$$

где Q_T – объемный расход наносов, м³/с; ρ_e – плотность материала частиц грунта, кг/м³; $\rho_{отл}$ – плотность русловых отложений кг/м³; $h_{бр}$ – глубина русла от дна до уровня бровок; Δz_o – толщина слоя деформации дна, м; ΔB – ширина размыва береговой линии, м, определяемая из соотношения:

$$h_{бр} \frac{\Delta B}{\Delta t} = k_B \frac{Q_T}{B}, \quad (2)$$

где k_B – коэффициент, определяемый в зависимости от вида грунтов [4].

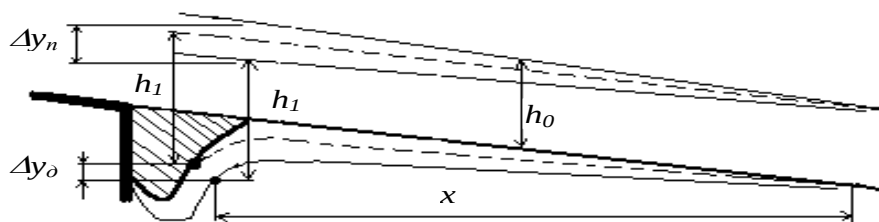


Рисунок 1 - Расчетная схема распространения общего размыва русла

В руслах, образованных разнотернистым несвязным материалом с коэффициентом однородности $k_0 = d_{cp} / d_{95} \geq 0,6$, деформации дна и размывы его, сопровождаемые выносом всех фракций, происходят до тех пор, пока скорость не достигнет значения $v_{н.дон}$, при которой в поверхностном слое русла прекращается движение крупных частиц и они начинают оттачивать размываемую поверхность. Расчет деформации русел, сложенных разнотернистым грунтом, разбивают на два этапа:

• 1-й этап – расчет предельного размыва русла до образования естественной отмостки его крупными фракциями грунта с использованием формул допускаемой неразмывающей скорости $v_{н.дон}$ и среднего диаметра отмостки $D_{отм}$; в качестве расчетного расхода потока Q принимается руслоформирующий расход $Q_{рф}$ или расход, соответствующий пропускной способности гидроузла.

Допускаемую неразрывающую скорость для неоднородных грунтов можно определить по формуле Магомедовой А.В. [4].

$$v_{н.дон} = \lg \left(\frac{8,8h}{d_{95}} \right) \sqrt{\frac{2gm_1}{0,44\rho_0 n_1} (\rho_z - \rho_0) D_{отм}}, \quad (3)$$

где d_{95} – диаметр крупных частиц, определяющий шероховатость русла; m_1 – коэффициент условий работы, n_1 – коэффициент перегрузки; ρ_0 и ρ_z – плотность воды и материала частиц грунта.

Средний диаметр отмытки можно определить по формуле Магомедовой А.В. [4]:

$$D_{отм} = d_{cp} + \frac{h_{дон}(1-k_0)(1-P_{d.cp})}{1 + (0,95 - P_{d.cp})h_{дон}/d_{95}}, \quad (4)$$

d_{cp} – средневзвешенный диаметр частиц, слагающего русло до начала размыва; $P_{d.cp}$ – ордината интегральной гранулометрической кривой исходного грунта (в долях единицы).

По результатам вычислений предельной глубины размыва h_{np} для каждого из расчетных створов строится продольный профиль русла, являющийся границей возможного распространения размывов при выполнении расчетов 2-го этапа.

• 2-й этап – последовательный расчет хода трансформации русла по уравнению баланса наносов (1) от его исходного состояния до достижения предельной глубины размыва h_{np} , найденной на 1-м этапе расчета.

На предварительных стадиях проектирования, а также при ограниченной исходной информации о морфометрии русла, составе наносов и твердом стоке расчет общего размыва может быть осуществлен по приближенному методу И.И. Леви [5]. В основе расчета лежит уравнение баланса наносов (1) без учета размыва берегов:

$$\frac{\rho_{отл}}{\rho_z} \Delta W = Q_{T0} \Delta t, \quad (5)$$

где ΔW – объем грунта, размытого за время Δt ; Q_{T0} – транспортирующая способность потока за пределами зоны общего размыва, где движение предполагается равномерным, а насыщение потока наносами – соответствующим транспортирующей способности.

Исходное русло нижнего бьефа схематизируется в виде призматического канала шириной B , назначаемой по имеющемуся картографическому материалу. Уклон дна i_0 назначается из соображений равенства нормальной глубины потока h_n ниже участка размыва средней бытовой глубине при руслоформирующем расходе $Q_{pф}$.

Объем размыва, распространяющегося к моменту времени Δt , исчисленному с момента пуска гидроузла в эксплуатацию, до створа, удаленного от гидроузла на расстояние x , определяется выражением

$$\Delta W = \frac{B}{2} [(h_0 - h_n)(x - x_1) + \Delta y_n x], \quad (6)$$

где $h_0 = Q_{pф}/(BV_n)$ – глубина, соответствующая предельной неразрывающей скорости потока $V_{н.дон}$; x_1 – длина участка местного размыва, принимаемая при отсутствии точных данных равной 200-500 м; Δy_n – понижение уровня воды в створе гидроузла.

Задаваясь протяженностью участка общего размыва x , определяют ΔW по формуле (6); время Δt , необходимое для размыва, определяется подстановкой ΔW в уравнение баланса наносов (5).

В основе расчетов трансформации русла в нижнем бьефе по формуле (1) лежит определение расхода наносов Q_T . В зависимости от вида движения наносов в потоке они могут подразделяться на, придонные и взвешенные. Расход придонных наносов и общий расход руслоформирующих наносов могут быть вычислены по методике, разработанной на кафедре гидротехнических сооружений ДГТУ [6] или по формулам других авторов [4].

Алгоритм расчета общего размыва русла и понижения уровня воды в нижнем бьефе реализован в подпрограмме *NB_SCOUR*.

Пользуясь разработанным программным комплексом, были проведены численные эксперименты на ЭВМ по изучению зависимости общего размыва дна русла и понижения уровня воды в нижнем бьефе от удельных сбросных расходов водосливной плотины.

Численные эксперименты были проведены для следующих расчетных случаев:

1. Расчетный сбросной расход водосливной плотины принимался равным, $Q_p = 1000 \text{ м}^3/\text{с}$.

2. Глубина воды в нижнем бьефе h_n принималась равной 1, 3 и 5 м.

3. Напор на сооружении Z менялся от 1 м до 10 м.

4. Коэффициенты заложения верхового и низового откосов земляной плотины, примыкающей к водосливной, принимались соответственно $m_1 = 3$ и $m_2 = 2,5$.

5. Коэффициент ширины основания водосливной плотины $\kappa_{nl} = 1,7$.

Расчеты производились для среднезернистых по гранулометрическому составу грунтов.

Для расчетного случая $h_n = 1 \text{ м}$ и вышеуказанных остальных параметрах рекомендуемые значения $q_{эк}$ лежат в пределах от 1,9 до 6,6 $\text{м}^2/\text{с}$ [3].

В результате проведенных численных экспериментов на ЭВМ было установлено, что с изменением $q_{эк}$ в вышеуказанных пределах величина общего размыва меняется от 0,96 до 4,94 м. В целом значения общего размыва h_p изменяются в зависимости от $q_{эк}$ по степенной зависимости:

$$h_p = 0,46q_{эк}^{1,27}. \quad (7)$$

Для расчетного случая $h_n = 3 \text{ м}$ и вышеуказанных остальных параметрах значения $q_{эк}$ лежат в пределах от 5,1 до 9,4 $\text{м}^2/\text{с}$. В результате проведенных численных экспериментов на ЭВМ было установлено, что значения h_p с увеличением $q_{эк}$ также возрастают по степенной зависимости

$$h_p = 0,04q_{эк}^{2,12}. \quad (8)$$

Таблица 1 - Значения глубины общего размыва от удельных экономических расходов

$h_n=1 \text{ м}$		$h_n=3 \text{ м}$		$h_n=5 \text{ м}$	
$q_{эк}$	h_p	$q_{эк}$	h_p	$q_{эк}$	h_p
1,9	0,96	6,0	1,92	15,2	7,68
2,7	1,69	4,7	0,96	11,8	5,0
3,1	2,03	5,1	1,28	10,3	3,88
3,6	2,41	5,9	1,92	9,6	3,37
4,2	2,92	6,5	2,33	8,9	2,73
5,3	3,88	7,4	3,0	8,3	2,28
5,2	3,78	8,2	3,49	8,1	2,14
6,1	4,49	8,8	4,03	7,4	1,6
6,8	5,06	8,7	3,98	8,4	2,43
6,6	4,94	9,4	4,46	8,6	2,58

Для случая, когда глубина воды в нижнем бьефе равна $h_n = 5$ м. При пропуске через водослив удельных расходов $q_{эк} = 7,4 - 8,1 \text{ м}^2/\text{с}$ глубина общего размыва за плотиной достигает значений от 1,6 до 7,68 м (табл. 1) и меняются по степенной зависимости

$$h_p = 0,02q_{эк}^{2,32} \quad (9)$$

На рис. 2 приведены графики зависимости $h_p = f(q_{эк})$ для расчетного расхода $Q_p = 1000 \text{ м}^3/\text{с}$ и глубин воды в нижнем бьефе $h_n = 1, 2$ и 5 м, которые дают наглядную картину влияния удельных экономических расходов на значения глубины общего размыва за креплением в нижнем бьефе водосливных плотин.

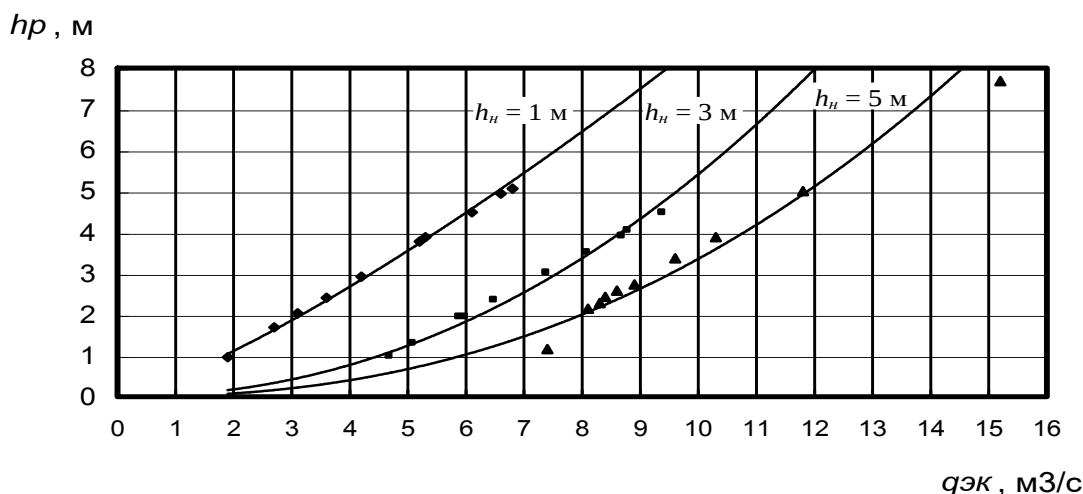


Рисунок 2 - Графики зависимости глубины общего размыва от удельных экономических расходов для среднезернистых грунтов

Получены также графические зависимости отношения фактической скорости и допустимой неразмывающей скорости v_f/v_n от величины удельного экономического расхода $q_{эк}$ также для среднезернистых по гранулометрическому составу грунтов (рис. 3).

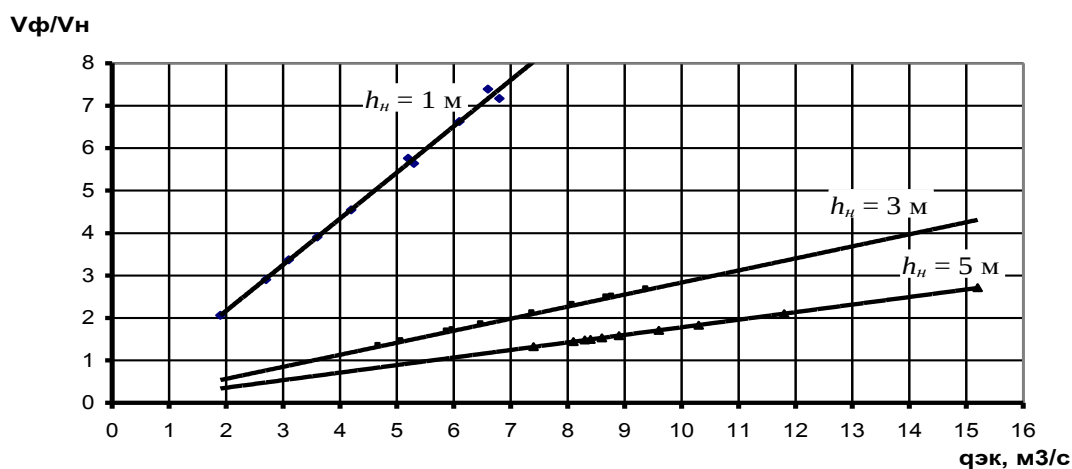


Рисунок 3 - Графики зависимости отношения фактической скорости и допустимой неразмывающей скорости v_f/v_n от величины удельного экономического расхода $q_{эк}$ для среднезернистых грунтов

Для расчетного случая $h_n = 1$ м и вышеуказанных остальных параметрах зависимость $v_\phi / v_n = f(q_{эк})$ описывается формулой:

$$v_\phi / v_n = 1,1q_{эк}^{1,003}. \quad (10)$$

Для расчетного случая $h_n = 3$ м

$$h_p = 0,28q_{эк}^{1,002}. \quad (11)$$

Для расчетного случая $h_n = 5$ м

$$h_p = 0,18q_{эк}^{1,0016}. \quad (12)$$

Необходимо отметить, что полученные результаты исследований имеют практическое значение при проектировании водозаборных гидроузлов, в состав которых входит водосливная плотина. Назначая на предпроектной стадии проектирования удельные экономичные расходы $q_{эк}$ водосливных плотин, можно, пользуясь полученными графическими зависимостями и формулам, а также разработанным программным комплексом для ЭВМ, прогнозировать величины местных и общих размывов в нижнем бьефе плотины.

Библиографический список:

1. Курбанова З.А. Методика и программный комплекс для расчетов оптимальных параметров сооружений водосливного фронта низконапорных водосливных плотин /З.А. Курбанова, И.А-Г. Сулейманов, А.В. Магомедова // Вестник ДГТУ – 2010. – №17. – С. 52-60.
2. Курбанова З.А. Зависимость удельных расходов бетонных низконапорных водосливных плотин от различных факторов. // Вестник ДГТУ - 2012. – №25. – С. 79-85.
3. Курбанова З.А. Математическое и компьютерное моделирование экономичного профиля водосливного фронта плотин на нескальном основании: монография. - Махачкала: ИПЭ РД «Эко-пресс», 2012. – 132 с.
4. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений. //Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 624 с.
5. Рекомендации по расчету местных размывов русел, сложенных из нескальных грунтов, за креплениями средненапорных водосливных плотин. П-90-80.– Л.: ВНИИГ, 1981. – 39 с.
6. Магомедова А.В., Сулейманов И.А-Г., Курбанова З.А., Гусейнова М.Р. Гидравлический расчет на ЭВМ гидротехнических сооружений. //Учебное пособие. ДГТУ. – Махачкала, 2005. – 174 с.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 666.973.2

Бычков М.В., Удодов С.А.

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛЕГКОГО КОНСТРУКЦИОННОГО САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА

Bychkov M. V., Udodov S. A.

DEFORMATION PROPERTIES OF LIGHT SELF – COMPACTING CONCRETE

В статье рассматриваются деформационные свойства легкого самоуплотняющегося бетона (ЛСУБ). Приводится его сравнение с характеристиками легких бетонов на пористых заполнителях. Подробно анализируются ползучесть и усадка ЛСУБ. Сделаны выводы по работе.

Ключевые слова: *легкий самоуплотняющийся бетон, легкий бетон на пористых заполнителях, модуль упругости, коэффициент Пуассона, ползучесть, усадка.*

An article deformation properties of a light self – compacting concrete (LSCC) are considered. Its comparison with characteristics of light concrete on porous fillers is given. Creep and LSCC shrinkage are in detail analyzed. Conclusions on work are drawn.

Key words: *light self – compacting concrete, light concrete on porous fillers, the elasticity module, Punch coefficient, creep, shrinkage.*

Почти четверть века назад в технологии бетона сформировалось новое направление – самоуплотняющиеся бетоны (далее СУБ). Основоположником этого направления в технологии бетона считается японский профессор Окамура [7]. Появление его связано с естественным стремлением строителей снизить трудозатраты при бетонировании конструкций. Технически возможность получать бетонные смеси, не требующие принудительного уплотнения при укладке без потери в качестве, реализовалась во многом благодаря применению добавок на основе эфиров поликарбоксилатов. Кроме применения особого вида пластификаторов, технология СУБ имеет ряд других особенностей, касающихся методик подбора составов, специфики испытаний реологических свойств смесей, особенностей приготовления, транспортировки, укладки и др. Так, например, изучение одной лишь реологии СУБ заставляет вырабатывать новые подходы к описанию процессов, происходящих при течении и уплотнении такой бетонной смеси [5, 8].

Несмотря на достаточно высокую себестоимость СУБ (примерно в 1,5 раза выше, чем стоимость равнопрочного обычного бетона), все чаще и зарубежные, и российские производители отмечают наличие комплексного экономического эффекта при применении данной технологии [1, 3]. Тем не менее, российский строитель с осторожностью относится к данной технологии. Недостаточная изученность этого материала в России проявляется уже на стадии проектирования несущих конструкций из СУБ. Если определенные сведения о прочностных характеристиках СУБ в отечественной науке и практике уже накоплены, то, например, всеобъемлющих и статистически обоснованных данных о деформационных свойствах затвердевшего СУБ все еще недостаточно. Вопросами технологии и свойств СУБ в России занимаются такие ученые и исследователи, как В.И. Калашников, Г.В. Несветаев, С.Г. Головнев, М.И. Ваучский и др.

Еще менее изучена технология легких самоуплотняющихся бетонов (далее ЛСУБ), являющаяся предметом исследования авторов. Как известно, легкие бетоны на пористых

заполнителях имеют ряд преимуществ перед тяжелым бетоном, особенно в части снижения веса железобетонных конструкций и сокращения общей нагрузки на фундаменты и основания. Имеется опыт разработки и применения высокопрочных легких бетонов с классом по прочности при сжатии до В115 [2]. В нашем исследовании поставлена задача объединения положительных качеств легкого бетона с уникальными реологическими свойствами самоуплотняющихся смесей.

На этапе получения экспериментальных смесей ЛСУБ установлено, что простая замена крупного тяжелого заполнителя на легкий пористый приводит к реологической нестабильности смеси и дальнейшему расслоению. Была изучена реологическая стабильность СУБ на различных по плотности заполнителях. В результате была установлена закономерность склонности ЛСУБ к расслоению от соотношения $\rho_{з.д.}/\rho_{р-ра}$, где $\rho_{з.д.}$ – средняя плотность зерна заполнителя «в деле» (с учетом насыщения водой и дисперсными частицами в смеси), $\rho_{р-ра}$ – средняя плотность растворной части. Чем больше это соотношение отлично от 1, тем менее стабильна самоуплотняющаяся бетонная смесь, причем закономерность справедлива как для пористых, так и для плотных заполнителей. В соответствии с полученными зависимостями для разработки и исследования ЛСУБ был выбран заполнитель из вулканического туфа Каменского месторождения Республики Кабардино-Балкарии. Базовые составы и некоторые свойства ЛСУБ приведены в таблице №1.

Таблица 1 - Составы, свойства смесей и затвердевшего бетона

Компонент / показатель	Расход компонентов, кг/м ³				
	Состав 1	Состав 2	Состав 3	Состав 4	Состав 5
ПЦ М500 Д0 ОАО «Новоросцемент»	200	300	400	500	600
Минеральный порошок МП-1	220	110	-	-	-
Микрокремнезем	20	30	40	50	60
Туфовый песок (0-5 мм)	910	910	910	800	690
Туфовый щебень (5-10 мм)	214	214	214	214	214
SikaViscocrete 32SCC (жидкая)	8	8	8	10	12
Вода	358	358	360	360	360
Свойства бетонной смеси					
В/Ц	1,79	1,19	0,9	0,72	0,6
Диаметр расплыва конуса, см	85	87	89	93	97
Свойства затвердевшего бетона (28 суток)					
Прочность при сжатии, МПа	24,04	31,14	41,83	45,58	57,64
Класс по прочности при коэфф. вариации $v=18\%$	B15	B20	B25	B30	B40
Ср. плотность, кг/м ³	1745	1764	1781	1789	1793
Отношение $R_{сж}/\rho_{сух}$, МПа/(кг/дм ³)	13,78	17,65	23,49	25,48	32,15

Как следует из данных таблицы №1, были изготовлены пять составов с различным содержанием цемента от 200 до 600 кг/м³. Плотность затвердевшего бетона в сухом состоянии варьировалась в пределах от 1745 до 1793 кг/м³. В соответствии с российскими (ГОСТ 25820) и европейскими (EN 206) нормативными документами полученные бетоны относятся к легким бетонам (плотность менее 2000 кг/м³). При этом, по Ю.М. Баженову, легкие бетоны можно отнести к высокопрочным, если отношение прочности при сжатии бетона (МПа) к его плотности (кг/дм³) больше 25. Зависимость этого отношения от расхода цемента в условиях эксперимента приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Зависимость отношения прочности при сжатии ЛСУБ (МПа) к его плотности (кг/дм³)

Можно сделать вывод, что при расходе цемента 480 кг/м³ и более получаемые ЛСУБ можно отнести к высокопрочным. Для дальнейшего углубленного изучения прочностных и деформационных характеристик бетона были взяты составы с расходом цемента 300, 400 и 600 кг/м³. Прочностные и деформационные характеристики (кроме полной усадки) бетонов в возрасте 28 суток естественного твердения приведены в таблице №2. Полная линейная усадка определялась на образцах-призмах 100х100х400 мм в течение 130 дней. За начальную точку отсчета принимался линейный размер образцов в возрасте 7 суток. Образцы хранились в естественных условиях.

Таблица 2 - Прочностные и деформационные характеристики ЛСУБ в возрасте 28 суток естественного твердения

Расход цемента, кг/м³	Прочность при сжатии, МПа		Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Прочность на растяжение при раскалывании, МПа	Модуль упругости, $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа	Коэффициент Пуассона	Линейная усадка, мм/м
	Кубиковая	Призменная					
300	31,14	30,7	3,4	1,52	15,67	0,148	1,51
400	41,83	34,67	4,65	2,10	17,30	0,150	1,68
600	57,64	52,0	4,97	2,27	23,37	0,128	0,86

Модуль упругости бетона является важной деформационной характеристикой, помогающей оценить работу бетона под нагрузкой. В настоящий момент в отечественной литературе практически нет данных об этой характеристике в разрезе самоуплотняющихся и, тем более, легких самоуплотняющихся бетонов. В силу исторически сложившихся условий развития СУБ некоторые исследования по данной тематике можно найти в работах зарубежных исследований [4, 6]. В условиях нашего эксперимента модуль упругости определялся в соответствии с методикой ГОСТ 24452. Полученные значения модуля упругости для ЛСУБ в сравнении с другими значениями для тяжелых и легких бетонов по данным нормативной и технической литературы приведены в таблице №3.

Таблица 3 - Значения модуля упругости некоторых видов бетона при различных классах по прочности

Вид бетона	Модуль упругости, $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа, при классах бетона по прочности при сжатии						
	B15	B20	B25	B30	B35	B40	Выше B40
Обычный тяжелый бетон ¹	24,0	27,5	30,0	32,5	34,5	37,0	-
Обычный легкий бетон ¹ , D1800	15,5	17,0	18,5	19,5	20,5	21,0	-
ЛСУБ ² , D1800	-	15,7	17,3	-	-	23,4	-
Высокопрочный ЛСУБ ³	-	-	-	-	-	-	От 24 до 33

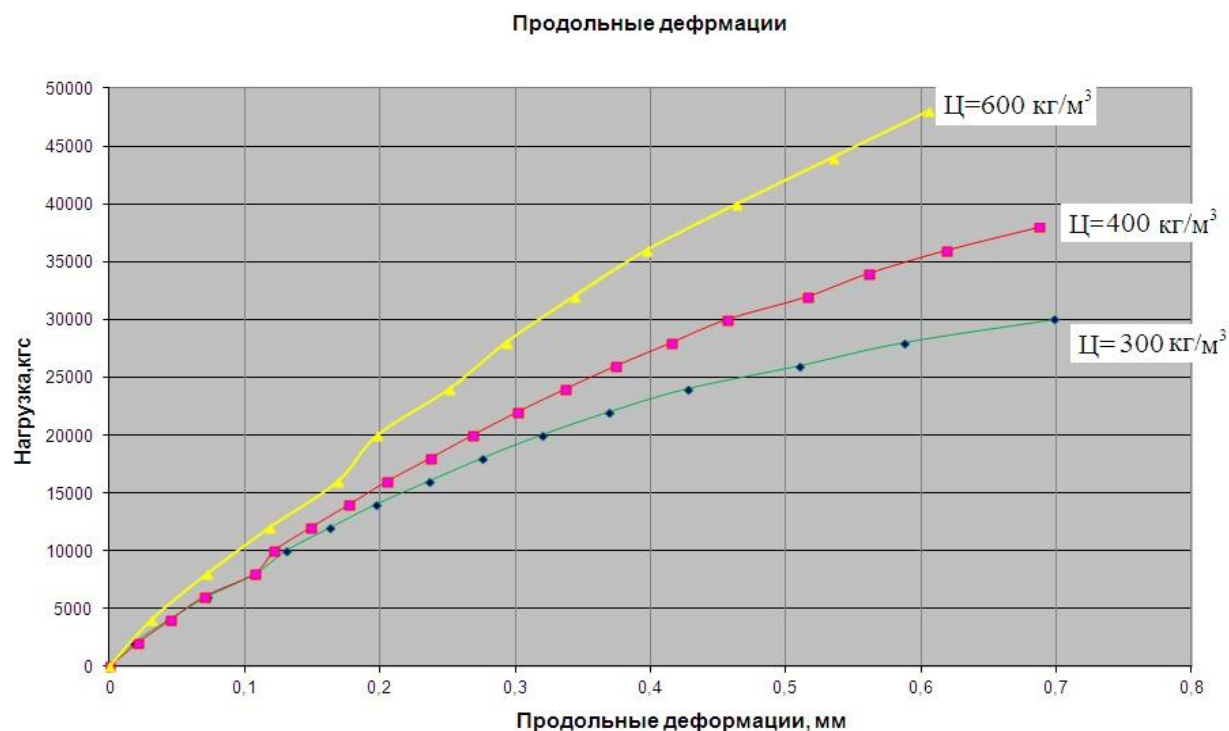
¹ – по данным СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003;

² – по данным авторов;

³ – по данным источника [4].

Как следует из таблицы №3, полученные авторами значения модуля упругости ЛСУБ в целом соответствуют уровню нормативных значений для обычного легкого бетона. При этом в области бетонов ниже B30 значения E_b для ЛСУБ отличаются в меньшую сторону, а в области высокопрочных легких бетонов – в большую сторону от нормативных. Можно также предположить, что дальнейшая экстраполяция значений E_b разработанного ЛСУБ в область более прочных бетонов класса B40 и выше, даст сходные значения с полученными зарубежными исследователями.

На рисунках 2 и 3 представлены полные диаграммы нагружения образцов-призм при определении модуля упругости ЛСУБ.

**Рисунок 2** - Зависимость продольных деформаций ЛСУБ при сжатии образцов-призм от величины действующей нагрузки

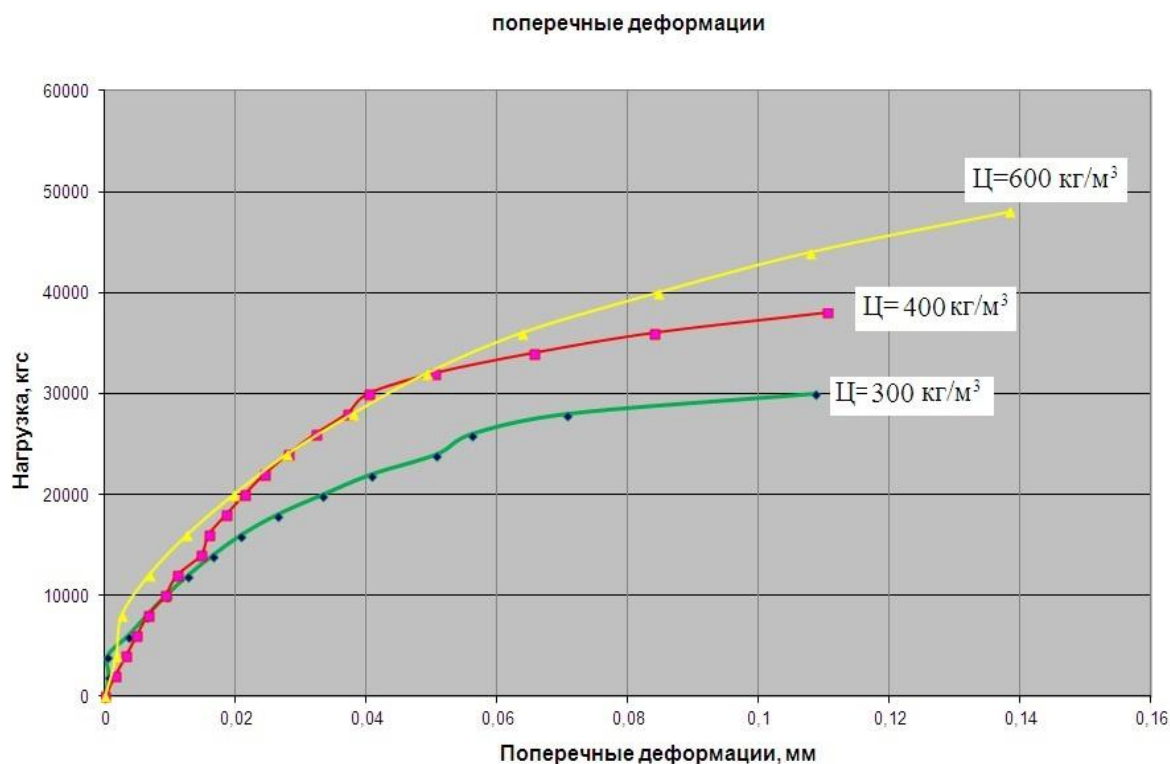


Рисунок 3 - Зависимость поперечных деформаций ЛСУБ при сжатии образцов-призм от величины действующей нагрузки

На основании полученных данных можно сделать следующие основные выводы:

1. Легкий самоуплотняющийся бетон в затвердевшем состоянии при нагружении проявляет деформационные свойства, аналогичные обычным легким бетонам при условии равной плотности. В диапазоне прочностей при сжатии от 31 до 57 МПа модуль упругости ЛСУБ отклоняется от нормативного, принятого для обычного легкого бетона не более чем на 8-11%.

2. В исследуемом диапазоне прочностей ЛСУБ от 31 до 57 МПа получены следующие соотношения между различными прочностными характеристиками: $R_{\text{призм}} = (0,8-0,91)R_{\text{сж}}$; $R_{\text{изг}} = (0,09-0,11) R_{\text{сж}}$; $R_{\text{раск}} = (0,04-0,05) R_{\text{сж}}$, где $R_{\text{сж}}$ – кубиковая прочность при сжатии, $R_{\text{призм}}$ – призменная прочность, $R_{\text{изг}}$ – прочность на растяжение при изгибе, $R_{\text{раск}}$ – прочность на растяжение при раскалывании.

3. Доказана возможность получения реологически стабильного легкого самоуплотняющегося бетона марки по плотности D1800 в широком диапазоне прочностей (24 – 57 МПа), в том числе высокопрочного, за счет применения пористого заполнителя – щебня (5-10 мм) и песка (0-5 мм) из вулканического туфа.

Библиографический список:

1. Аленкар Р., Маркон Ж., Хелене П. Экономичное жилье из СУБ [Текст]// СРІ – Международное бетонное производство, №6, 2010, с. 142-147.
2. Орентлихер Л. П. XXI век – век легких бетонов [Текст]// Актуальные проблемы современного строительства: Материалы Всероссийской 31-й научно-технической конференции, Пенза, 25-27 апреля, 2001, ч.4. Строительные материалы и изделия – Пенза: изд-во ПГАСА, 2001, с. 76-77.
3. Рыжов И.Н. О влиянии свойств бетона на качество и себестоимость строительного объекта [Текст] // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, №8, 2007 г.С.35.
4. Choi Yun Wang, Kim Yong Jic, Shin HwaCheol, Moon Han Young An experimental

research on the fluidity and mechanical properties of high – strength lightweight self – compacting concrete // Cement And Concrete Research, - 2006,(36), № 9, P.1595 – 1602.

5. Feys D., Verhoeven R., Schutter G. Fresh self compacting concrete, a shear thickening material // Cement and Concrete Research, - 2008, (38) №7, P. 920-929.

6. LeemanA., LuraP., Loser R. Shrinkage and creep of SCC – The influence of paste volume and binder composition // Construction And Building Materials, - 2011, (25), № 5, P. 2283 – 2289.

7. OkamuraHajime, OuchiMasahiroSelf-CompactingConcrete [Текст] // JournalofAdvancedConcreteTechnology, - vol. 1(2003), №1, P. 5-15.

8. Yammine J., Chaouche M., Guerinet M., Moranville M., Roussel N. From ordinary rheology concrete to self compacting concrete: A transition between frictional and hydrodynamic interactions // Cement and Concrete Research, - 2008, (38) №7, P. 890-896.

УДК. 666.974.2

Хаджишалапов Г.Н., Даитбеков А.М., Алхасова Ю.А., Даитбеков С.А.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ЖАРОСТОЙКИЙ ЦИРКОНОВЫЙ БЕТОН С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Hadjishalapov G.N., Daitbekov A.M., Alkhasova Y.A., Daitbekov S.A.

MODIFIED HEAT-RESISTANT ZIRCONIA CONCRETE WITH IMPROVED PERFORMANCE CHARACTERISTICS

В статье рассмотрены способы получения модифицированных вяжущих и бетонов с использованием в качестве основного компонента композиционного вяжущего безводного силиката натрия и заполнителя цирконового концентрата. Исследованы физико-технические свойства жаростойких вяжущих и бетонов, рассмотрены различные способы повышения физико-технических и эксплуатационных характеристик и области применения жаростойких цирконовых бетонов.

Ключевые слова: композиционное вяжущее, жаростойкий бетон, цирконовый заполнитель, термостойкость, стойкость к расплавам металлов, шлаков, стекол.

The article deals with methods for preparing modified concrete binders and using as a main component composition of anhydrous sodium silicate binder and a filler zircon concentrate. The physical and technical properties of the heat-resistant binders and concrete, consider various ways to improve the physical and operational characteristics and applications of zircon refractory concretes.

Key words: composite binders, refractory concrete, zirconia filler, heat resistance, resistance to molten metals, slags, glasses.

Широкая модернизация отраслей черной и цветной металлургии, стекольной промышленности и производства стройматериалов требует разработки материалов с качественно новыми характеристиками, отвечающими современным технологиям высокотемпературной переработки, энерго- и ресурсосбережения. Одним из таких материалов, получивших широкое распространение в последние десятилетия являются жаростойкие бетоны, позволяющие во многом перейти к индустриальным технологиям при футеровке тепловых агрегатов.

Исследования, проводимые в ДГТУ, являются дальнейшим развитием направления разработки жаростойких силикат-натриевых композиционных вяжущих и бетонов на их основе, начатых проф., д.т.н. Б.Д. Тотурбиевым [1].

Модифицирование циркон-силикат-натриевого вяжущего и получение жаростойкого бетона с улучшенными физико-техническими характеристиками прежде всего необходимо для повышения срока службы футеровки тепловых агрегатов, стойкости к действию расплавов металлов, шлаков и стекол.

Структура тонкоизмельченной силикат-натриевой композиции как вяжущего, формируется из таких двух сложных процессов, как придавание вяжущих свойств этой композиции путем обводнения силикат-натриевого составляющего непосредственно в композиции и последующего упрочнения полученной жидкостекольной композиции обезвоживанием, т.е. гидратацией водного раствора силикат-натрия под воздействием тепла.

В исследованиях при выборе оптимального состава и при изучении вяжущих свойств циркон-силикат-натриевой композиции устанавливалась зависимость прочности материала от таких технологических факторов, как: количество безводного силиката натрия в материале; дисперсность и равномерность распределения, исходная влажность формовочных масс, режим тепловой обработки. Установление этих зависимостей позволяет разработать рациональные состав и технологические приемы, обеспечивающие полноту использования свойств безводного силиката натрия, как основного клеящего компонента вяжущей композиции.

Важным технологическим фактором, определяющим прочностные показатели затвердевшего силикат-натриевого вяжущего является метод и режим уплотнения смесей. Зависимость прочности высушенных образцов, изготовленных из циркон-силикат-натриевой композиции, от методов и режимов формования показана в таблице 1.

Таблица 1 - Зависимость прочности высушенных образцов, изготовленных из циркон-силикат-натриевой композиции, от методов и режимов формования

Номера образцов	Режим формования	Методы формования	R _{сж} , МПа
1	2	3	4
1 2 3	I	Вибрирование	44 47 46
4 5 6	II	Вибрирование с пригрузом	54,3 58,5 53,6
7 8 9	III	Прессование (одноступенчатое в прессформе)	61,0 63,3 62,1
10 11 12	IV	Прессование (двухступенчатое в прессформе)	63,1 65,4 64,8

Параметры режимов формования:

Вибрирование:

I - Частота вибрации 50 Гц, амплитуда колебаний вибратора – 0,4-0,5 мм, время вибрирования – 60 с;

II – соответственно 50 Гц; 0,4-0,5 мм; 60 с при давлении пригруза 0,0015 МПа;

Прессование:

III – давление пригруза 0,5 МПа.

IV – давление пригруза двухступенчатое 0,24 Мпа и 0,5 МПа.

Результаты опытов (режим формования II), приведенные в таблице, показывают эффективность повышения степени уплотнения формовочных смесей, поскольку в этом случае существенно улучшаются контакты между зернами заполнителя и силикат-глыбы.

Однако для жаростойких вяжущих, являющихся в большинстве случаев легкоплавкой составляющей, не менее важной характеристикой является стойкость к действию высоких температур и способность сохранить механическую прочность при эксплуатационных условиях.

Резервы повышения физико-технических характеристик цирконсодержащих силикат-натриевых вяжущих композиций необходимо искать в направлении активизации цирконового компонента, используя высокие огнеупорные и абразивные свойства последнего.

Одним из способов такой активации является нагрев в кварцевой трубке при температурах 200-800 °С размещенных в кюветах гидратированных частиц циркона, силиката натрия и диатомита. С одной стороны, в кварцевую трубку подают острый водяной пар, а другая сторона подсоединяется к охладителю конденсата и конденсатоотводчику [2]. В процессе нагрева происходит дегидратационное диспергирование, и наночастицы уносятся водяным паром в холодильник, а затем в конденсатоотводчик. Хроматографическим анализом определяют количественное содержание наночастиц и водную смесь наночастиц нагревая до 80-90 °С используют для приготовления жаростойкого цирконового бетона.

Другим более эффективным и технически доступным способом повышения физико-технических характеристик циркон-силикат-натриевой композиции, на наш взгляд является механохимическая активация достаточно широко опробованная в химической технологии [3].

Кроме сверхтонкого измельчения, такая технология позволит не только повысить вяжущие свойства композиции, но и должна способствовать более раннему протеканию твердофазового термического синтеза со смещением в сторону более низких температур и получением структурно-стабильных изделий без предварительного обжига.

Исследования модифицированной циркон-силикат-натриевой композиции проведенные в ДГТУ с применением механохимической активации смесей на полупромышленной мельнице периодического действия планетарного типа конструкции ИХТТИМ СО РАН (АГО-3) показали заметное (на 10-12 МПа) увеличение прочности при сжатии (рис. 1).

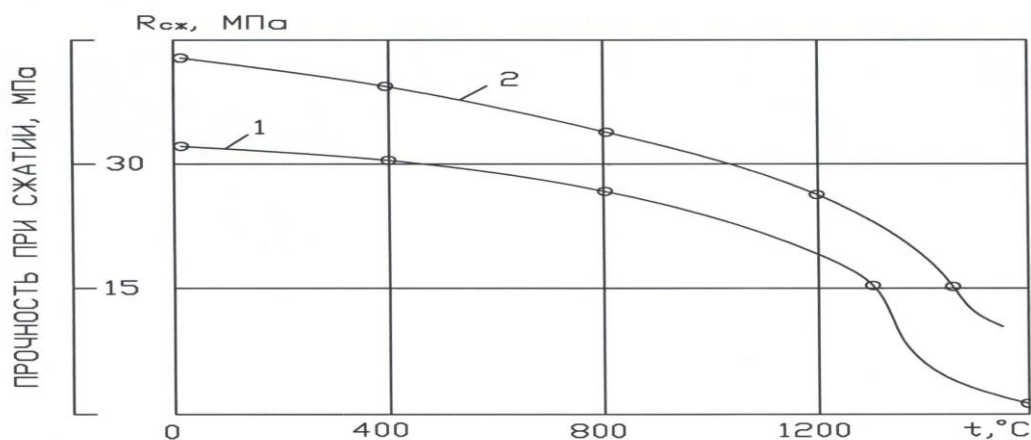


Рисунок 1 - Зависимость прочности при сжатии жаростойкого цирконового бетона на обычном -1 и модифицированном -2 циркон-силикат-натриевом вяжущем от температуры нагревания.

При этом предельные деформации разрушения жаростойкого бетона с модифицированным вяжущим (кривая 2 рис.2) не превышают 1,5%, тогда как исходный бетон (кривая 1) имеет деформации до 2,5 %.

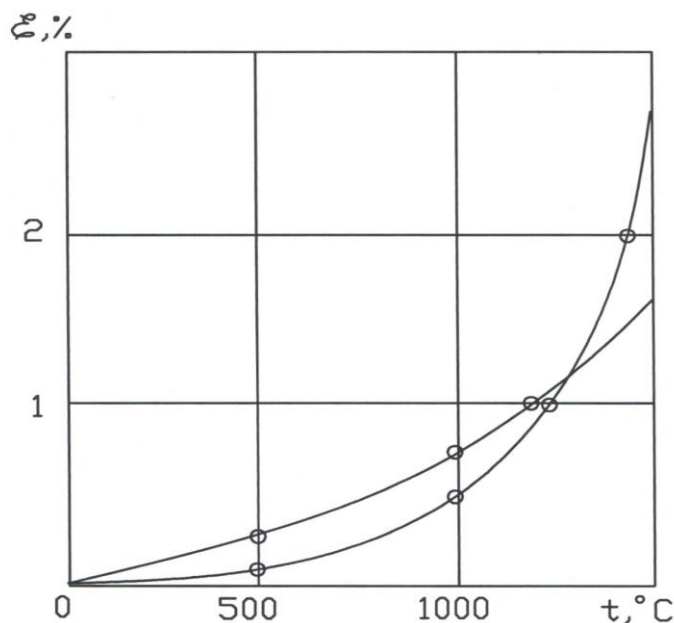


Рисунок 2 - Зависимость предельной деформации разрушения жаростойкого цирконового бетона на модифицированном -2 и немодифицированном -1 вяжущем от температуры нагрева.

Важнейшие свойства жаростойкого бетона (прочность, деформативность и коррозионная стойкость) определяются его поровой структурой, которая, в свою очередь, определяется свойствами составляющих, технологическими приёмами обработки бетонной смеси (смешиванием, способами формования и уплотнения), условиями последующего твердения и др. В жаростойком бетоне пористость также изменяется в зависимости от температуры нагрева. Она влияет на скорость пропитки расплавом, деформацию при высоких температурах, огневую усадку изделий и т.п.

В литературе [4,5,6] приводится множество данных по установлению зависимости свойств материала от его структуры, в частности, пористости. Имеется целый ряд аналитических и эмпирических зависимостей, описывающих изменения прочности, модуля упругости и других характеристик бетона от пористости. Недостатком множества из них является наличие в них эмпирических констант, зависящих от многих факторов. Практическое использование уравнений для прогнозирования свойств материала в связи с этим вызывает определённые трудности.

Стойкость к действию расплавов стёкол, металлов и шлаков является одним из основных свойств жаростойких цирконовых бетонов, определяющих их эксплуатационные свойства и долговечность. Это относится и к другим огнеупорным материалам, предназначенным для работы в агрессивных средах.

Скорость пропитки шлаков в большей степени зависит от количества и размера крупных пор. Поры размером менее 50 мкм не оказывают существенного влияния на шлакоустойчивость материала.

Задачу повышения шлакоустойчивости жаростойкого цирконового бетона на циркон-силикат-натриевом композиционном вяжущем мы видели, прежде всего, не в уменьшении общей пористости, а в поисках путей снижения размеров пор при одновременном увеличении содержания мелких пор в бетоне в общем объёме пор за счёт механоактивации цирконовой составляющей композиционного вяжущего.

Исследования коррозионной стойкости жаростойкого бетона в зависимости от кажущейся пористости для различных расплавов приведены в работе [7], откуда следует, что при одинаковой кажущейся пористости бетонов наибольшее воздействие оказывают расплавы стекол, затем шлаков, в меньшей степени разъедание бетона идет с расплавом металла. Повышение температуры испытаний (дисс.Ю.А. Алхасовой) ведёт к повышению степени шлакоразъедания жаростойкого бетона. Для бетона, подвергнутого предварительному нагреванию до 1600°C, этот рост заметно слабее. Хотя размер пор предварительно нагретого бетона уменьшился и поры стали закрытыми, с повышением температуры степень шлакоразъедания растёт.

Эту тенденцию трудно объяснить только поровой структурой материала.

Скорее всего, здесь вязкость расплава снижается и, следовательно, облегчается его проникновение, кроме того, при повышении температуры реакция взаимодействия расплава стекла или шлака на поверхности взаимодействия с бетоном протекает более интенсивно.

На практике, при высоких температурах, даже при небольшой разнице температур, степень разъедания стеклом или шлаком будет возможно выше, поскольку результаты, указанные выше, получены при статических условиях.

Для более полной оценки свойств модифицированного жаростойкого цирконового бетона нами были проведены опыты по определению краевого угла смачивания расплавами стекла, шлака и металла при различных температурах. Ниже в таблице 2 приведены значения краевого угла смачивания различных расплавов для модифицированного (показания в знаменателе) и немодифицированного бетона.

Химический состав стекла и шлака, использованных при исследовании цирконового жаростойкого бетона, приведены в таблице 3.

Таблица 2 - Значения краевого угла смачивания стеклом и шлаком жаростойкого цирконового бетона на циркон-силикат-натриевом вяжущем

р 1/+ "	r%,/%0 230 , q			
	1400	1450	1500	1550
q2%*+. , 0*(jqr	145/158	139/143	130/140	127/131
x+ *	146/155	144/152	134/142	130/135
q2 +<	145/156	142/148	137/145	132/136

Таблица 3 - Химический состав стекла и шлака, использованных при определении стойкости к шлакоразъеданию жаростойкого цирконового бетона

Материал	Содержание окислов										
	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	SiO ₂	Cs ₂ CO ₃	Li ₂ O ₃	La ₂ O ₃
Стекло марки КСТ	0	0	0	0	0	0	0	57,33	9,4	21,6	11,63
Шлак	7,93	7,91	24,03	1,71	4,28	44,98	1,18	10,54	0	0	0

На основании вышеприведённых данных можно заключить, что наличие плотно закрытых мелких пор существенно повышает шлакоустойчивость: мельчайшие капилляры серьёзного влияния не оказывают. Большое влияние на разъедание жаростойкого бетона шлаком и стеклом, по-видимому, оказывают сквозные крупные (более 100 мкм) поры. Интенсивное смешивание и механохимическая активация циркон-силикат-натриевого

вяжущего позволяет не только повысить механическую прочность жаростойкого цирконового бетона, но и повышает стойкость к действию различных расплавов за счет повышения плотности и уменьшения размера пор при одновременном уменьшении их общего количества, а это способствует повышению общей коррозионной стойкости бетона.

Библиографический список:

1. Тотурбиев Б.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций.-М.: Стройиздат, 1988-208с.
2. Патент 2377216РФ. Состав и способ изготовления безобжигового цирконового жаростойкого бетона. Батырмурзаев Ш.Д., Даитбеков А.М., Батырмурзаев А.Ш. и др.
3. Болдырев В.В. Развитие исследований в области механохимии неорганических веществ в СССР. Сб. СО РАН «Механохимический синтез в неорганической химии». В.В. Болдырев; под ред. Е.Г. Аввакумова.-Новосибирск: Наука, 1991.-с5-32.
4. Стрелов К.К., Гогоци Г.А. Современное состояние термостойкости и перспективы их развития/Огнеупоры.-1974.- №9.-С.39-47
5. Стрелов К.К. Нерешенные вопросы производства и применения огнеупорных бетонов/Труды ВостИО. -Свердловск,1970.-Вып.10.-С.3-5
6. Полубояринов Д.Н., Лукин Е.С., Сысоев Э.П. Исследование ползучести и длительной прочности керамики из алюмомагнезиальной шпинели/ Огнеупоры.- 1970.- № 12.- С.26-27
7. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук «Жаростойкий цирконовый бетон на циркон-силикат-натриевом композиционном вяжущем».Алхасова Ю.А.-Махачкала, 1999

УДК 624.011

Устарханов О.М., Вишталов Р.И., Калиева М.Х., Устарханов Т.О.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДОЩАТОКЛЕЕНОЙ БАЛКИ, АРМИРОВАННОЙ СПЕЦИАЛЬНЫМ СПОСОБОМ

Ustarkhanov O.M., Vishtalov R.I., Kalieva M.H., Ustarkhanov T.O.

EXPERIMENTAL STUDY OF CARRYING CAPACITY GLULAM BEAMS, REINFORCED SPECIAL WAY

В статье рассматривается новое конструктивное решение армированной дощатоклееной балки и приводятся результаты экспериментальных исследований несущей способности балки армированной специальным способом. Приводятся конструктивные параметры опытных образцов балок, описание экспериментальной установки, результаты экспериментальных исследований и сравнительная оценка уровня напряжений и прогибов в балках, выполненных по различным вариантам конструктивных схем.

Ключевые слова: *армированная дощатоклеенная балка, экспериментальные исследования, наклонная арматура, напряжения, деформации, прогибы, графические зависимости.*

The paper deals a new structural solution of reinforced glued wooden beam and results of experimental studies of the bearing capacity of reinforced beams in a special way. We present the design parameters of prototype beams, description of the experimental setup, results of

experimental studies and comparative analysis of the stresses and deflections depending on how the pinching inclined armature.

Key words: reinforced glued wooden beam, experimental research, inclined armature, stress, deformation, deflections, graphical dependences.

Планирование эксперимента

В настоящее время накоплен значительный опыт испытаний клееных деревянных конструкций. Стандартом установлены геометрические и прочностные параметры, методы изготовления, обработки и испытания клееных деревянных конструкций.

Все экспериментальные исследования начинаются с планирования эксперимента, где учитываются параметры технологии изготовления испытываемых образцов, определения их размеров, количества, подготовка измерительного комплекса и т.д. Размеры образцов клееной конструкции должны быть таковы, чтобы ее работа соответствовала действительной работе реальных конструкций.

Обработка многочисленных результатов экспериментов на дощатоклееных балках показала, что доверительный интервал равен 0,5.

Используя значения функции $L(q, k)$ для распределения Стьюдента, получим число степеней свободы (при данном q и заданном α) $k=6$ [5]. Следовательно, выборка должна состоять не менее, чем из 7 образцов для каждой серии испытания.

Постановка задачи

Перед проектировщиками при проектировании несущих конструкций из дерева часто стоит задача по уменьшению рабочей высоты сечения элемента или по техническому заданию ограничивается размер поперечного сечения балки. Кроме того, при эксплуатации зданий с деревянными несущими конструкциями возникает вопрос, связанный с увеличением действующей на нее нагрузки, а иногда по условиям эксплуатации необходимо усилить несущую конструкцию, что требует разработки проекта усиления конструкции, а это связано с дополнительными расходами. Применяемые до сих пор дощатоклееные балки [2,3] не обеспечивают выполнение всех выше перечисленных условий. Нами предложен новый вариант армирования дощатоклеенной балки, позволяющий решить вышеизложенные задачи.

В предлагаемой армированной балке арматура частично находится в теле древесины (наклонная) (см. рис.1, поз.2) и частично снаружи (см. рис.1, поз.1), параллельно нижней грани балки. Наклонная арматура в балке одним концом соединена с параллельной арматурой в узле «А», другим концом соединена в узле «Б» (рис.1.).

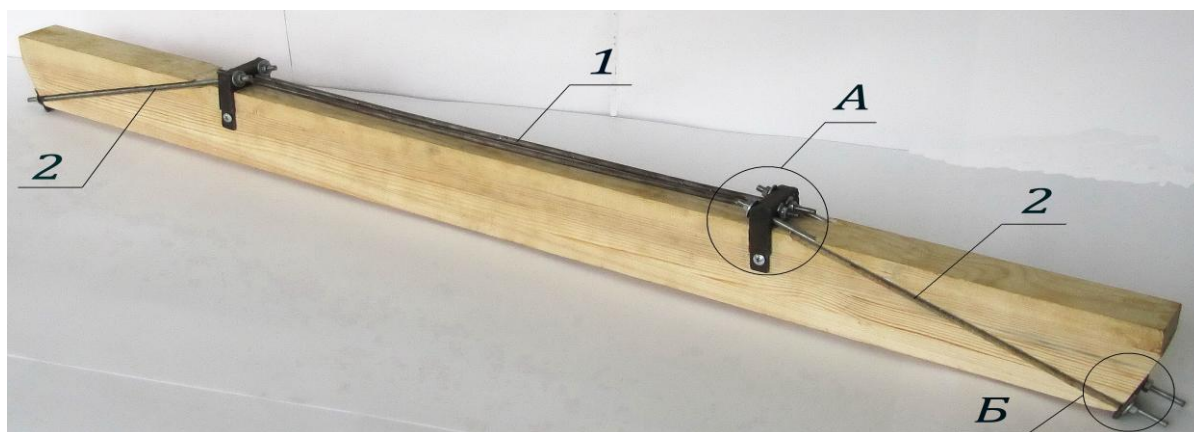


Рисунок 1 - Общий вид армированной балки.

- 1 - арматура параллельно расположенная по нижней грани балки;
- 2 – наклонная арматура, расположенная в теле балки.

Наклонные стержни устанавливаются в заранее просверленные или прорезанные в древесине пазы и соответственно они могут быть круглого или прямоугольного сечения, а сама арматура может быть клееной или может свободно располагаться в пазах.

При этом на несущую способность дощатоклееной армированной балки влияют: процент армирования, способы крепления концов арматуры в балке, усилие натяжения, способ защемления наклонной арматуры в балке и др.

Цели и задачи экспериментальных исследований

Данная статья посвящена исследованию влияния на несущую способность дощатоклееной балки армированной специальным способом.

Для экспериментального исследования были изготовлены три серии дощатоклееных балок с одинаковыми размерами. Первая серия образцов представляла собой неармированные балки, во второй серии образцов наклонная арматура клеилась в тело балки, в третьей - арматура свободно располагалась, при этом процент армирования менялся в пределах 2-3%. Размеры образцов назначены в пропорциях согласно [1]: длина балок $l = 120\text{см}$, высота сечения $h = 8\text{см}$, ширина сечения $b = 5\text{см}$.

Дощатоклеенные балки изготавливались из сосновых досок 1 сорта, арматура применялась периодического профиля. Арматура с древесиной в пазах склеивалась эпоксидным клеем ЭД-20.

Экспериментальные исследования балок, производились на специально разработанной установке (рис.2), которая позволяла нагружать испытываемые балки равномерно-распределенной нагрузкой и закреплять концы балок шарнирно или жестко.

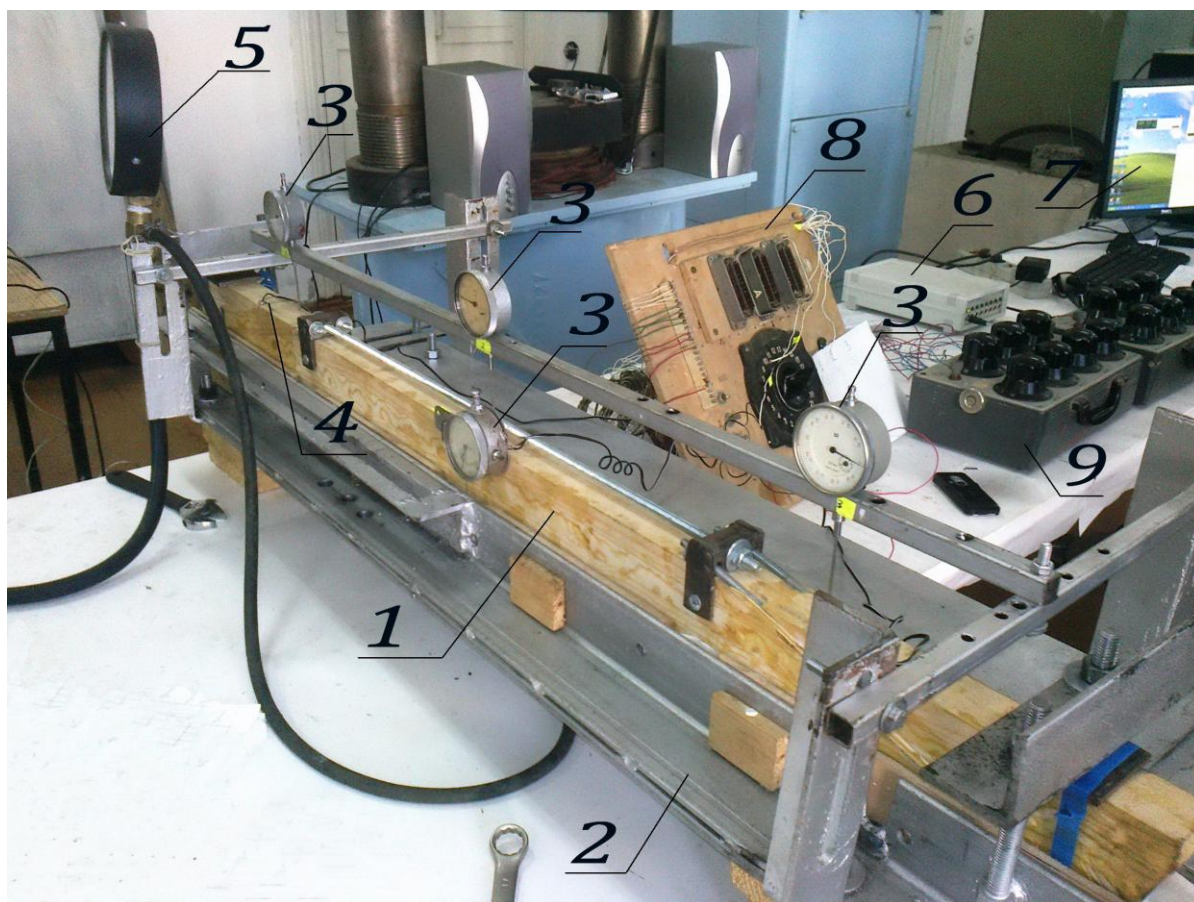


Рисунок 2 - Установка для испытания образцов дощатоклееных балок.

- 1- опытный образец балки; 2 – элемент жесткости установки;
- 3 – индикаторы часового типа; 4 – тензорезисторы; 5 – манометр;
- 6 – тензостанция; 7 – компьютер; 8 – переключатель;
- 9 – магазины сопротивления.

В установке испытываемая балка нагружалась равномерно-распределённой по длине балки нагрузкой. Равномерно-распределенная нагрузка создавалась при помощи воздуха, который под давлением поддавался в камеру. Давление воздуха измерялось образцовым манометром типа ОБМ-1. Образцы испытывались при шарнирном и жестком опирании. Нагрузка задавалась с шагом 0,02 МПа, после каждого загрузки снимались отчеты с индикаторов и тензорезисторов. Прогибы в балках определялись индикаторами часового типа (поз.3 на рис.2). Для определения деформаций применялась тензостанция ZET 017-T8 (см.рис.3., поз.6). Коэффициент тензочувствительности определялся в соответствии с методикой, описанной в [4]. К тензостанции также прилагается программное обеспечение ZETLab, которое содержит программу «ТЕНЗОМЕТР». Она предназначена для измерения деформаций и напряжений с помощью тензорезисторов. Опытные образцы были приклеены тензорезисторы с базой 50мм (см.рис.2, поз.4). Программа «ТЕНЗОМЕТР» создает виртуальный канал выходного сигнала в заданных единицах измерения. Этот канал предназначен для дальнейшего анализа и регистрации средствами ZETLab.

По результатам экспериментальных исследований были построены графические зависимости перемещений балок от нагрузки, а также напряжений от деформаций, которые представлены в виде графиков (рис.3, 4).

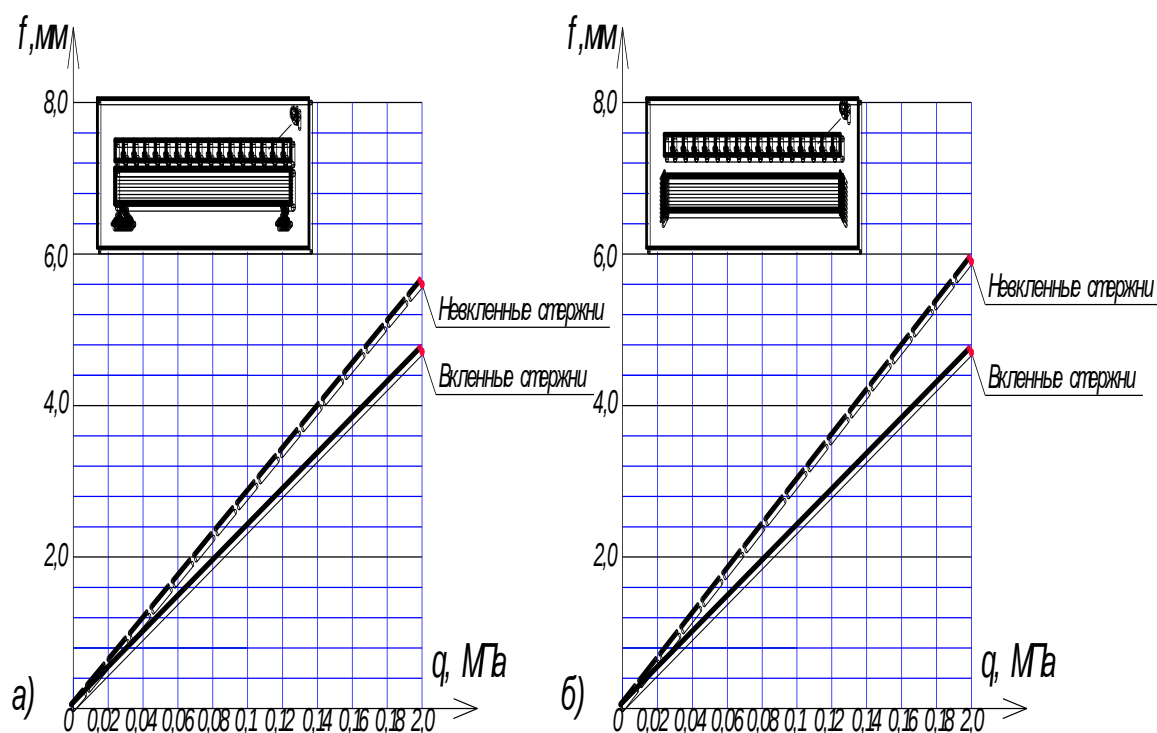


Рисунок 3 - Экспериментальные графики зависимости прогибов от нагрузки q

- а) при шарнирном опирании балок;
б) при жестком опирании балок.

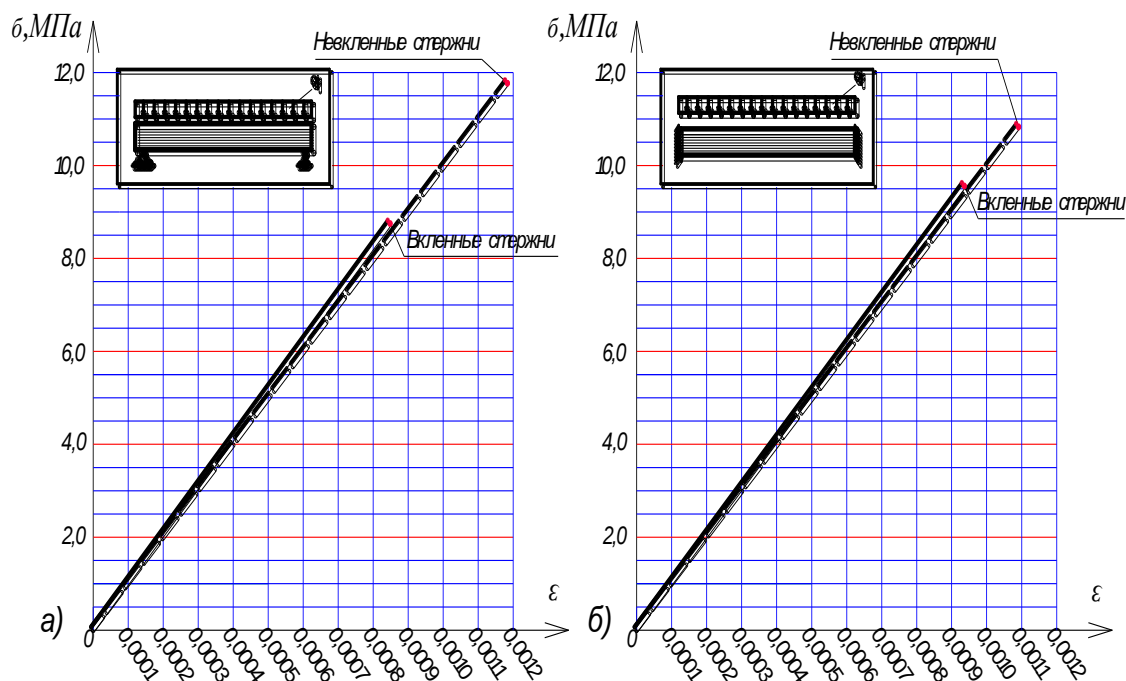


Рисунок 4 - Экспериментальные графики зависимости напряжений σ и деформаций ϵ
 а) при шарнирном опирании балок;
 б) при жестком опирании балок.

Анализ экспериментальных данных показал:

1. При шарнирном опирании – в балках серий с вклеенными стержнями по сравнению с балками серий со свободно расположенными стержнями прогибы в среднем на 16-19% меньше.
2. При жестком опирании - в балках серий с вклеенными стержнями по сравнению с балками серий со свободно расположенными стержнями прогибы в среднем на 19-24% меньше.
3. При шарнирном опирании – в балках серий с вклеенными стержнями по сравнению с балками серий со свободно расположенными стержнями напряжения в среднем на 17-22% меньше.
4. При жестком опирании - в балках серий с вклеенными стержнями по сравнению с балками серии со свободно расположенными стержнями напряжения в среднем на 16-21% меньше.

Выводы:

1. Прогибы армированных балок с вклеенными наклонными стержнями больше, чем в балках, где наклонные стержни свободно располагались в теле балки в среднем на 17–22%.
2. Напряжения в балках с вклеенными стержнями меньше, чем в балках со свободно расположенной арматурой в среднем на 18-23%.
3. Прогибы неармированных балок на 35-45% больше чем в балках с вклеенными наклонными стержнями.
4. Прогибы неармированных балок на 20-25% больше чем в балках со свободно расположенными наклонными стержнями.

Библиографический список:

1. Серов Е.Н., Санников Ю.Д., Серов А.Е. Проектирование деревянных конструкций// Учебное пособие. – Москва, 2011.- 534с.
2. Щуко В.Ю., Рощина С.И. Клееные армированные деревянные конструкции // Учебное пособие. – Владимир, ВлГУ, 2008. - 82с.
3. Рощина С.И., Грязнов М.В., Щелокова Т.Н. Экспериментальные исследования армированных деревянных балок. // Современные строительные конструкции из металла и древесины. Часть II. – Одесса, ОГАСА, 2008. С. 4-8.
4. Золотухин Ю.Д. Испытание строительных конструкций. Выс.шк.-1983 г.
5. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. Издательство стандартов. Москва 1973.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 664.8.036.62

Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Ахмедова М.М., Даудова Т.Н.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОТА ИЗ ВИНОГРАДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЧ ЭМП

Achmedov M.E., Demirova A.F, Achmedova M.M., Daudova T.N.

IMPROVEMENT OF PRODUCTION TECHNOLOGYCOMPOTE WITH GRAPES FROM THE SHF EMF

Представлены результаты экспериментальных исследований прогреваемости консервов «Компот из винограда» в электромагнитном поле СВЧ. Установлены новые режимы тепловой стерилизации с использованием предварительного подогрева ягод винограда в СВЧ ЭМП.

Выявлено, что использование предварительного СВЧ-нагрева ягод в банках перед заливкой сиропа обеспечивает экономию тепловой энергии, сокращение продолжительности режимов тепловой стерилизации компота более 30% и повышение качества готовой продукции.

Ключевые слова: *Компот из винограда, СВЧ-нагрев, режим стерилизации, температура, технологическая схема, электромагнитное поле, тепловая обработка.*

The experimental results warming of canned "compote grapes" in an electromagnetic microwave field. Some new modes of heat sterilization using preheating of the grapes in the microwave EMF.

Revealed that the use of pre-microwave heating of berries in the banks before pouring syrup saves heat, shortening heat sterilization regimes compote over 30% and the quality of the finished product.

Key words: *Compote of grapes, microwave heating, the mode of sterilization, temperature, flow chart, the electromagnetic field, heat treatment.*

Стратегическим направлением государственной Программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия является ускоренный переход к использованию новых высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий.

Однако применяемые в пищевой промышленности способы консервирования характеризуются рядом существенных недостатков: большая продолжительность процесса, что существенно ухудшает пищевую ценность готовой продукции, а также требует значительных затрат тепловой энергии и воды.

С вступлением РФ в ВТО актуальной проблемой становится создание новых, более эффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий и аппаратов, которые позволяют более рационально использовать плодово-ягодное сырье, энергетические и материальные ресурсы, а также повысить качество и конкурентоспособность готовой продукции.

Цель проведенных исследований – разработка новых ресурсосберегающих способов производства компотов из винограда.

Стерилизация является одним из самых важных и самых энергоемких процессов при производстве консервов, обеспечивающих, с одной стороны, микробиологическую

стабильность и безопасность консервов, с другой стороны, существенным образом изменяющим органолептические, химические и биохимические свойства продукта, т.е. изменяющим качество продукта. Поэтому разработка и внедрение новых энергосберегающих и обеспечивающих более полное сохранение качественных показателей исходного сырья технологий на основе создания высокоэффективных непрерывных процессов и аппаратов является одним из основных задач, стоящих перед пищевой промышленностью.

Стерилизация консервов в настоящее время в основном осуществляется в автоклавах или аппаратах непрерывного действия[1], которые обладают рядом существенных недостатков, основными из которых являются:

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

Анализ литературных источников показывает, что на время проникновения тепла вглубь продукта существенное влияние оказывают: физические свойства продукта; материал тары; толщина стенки тары и ее геометрические размеры; температура стерилизации и состояние покоя или движения банки при стерилизации и начальная температура продукта перед стерилизацией[2].

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 будет в нем и, следовательно, возрастет эффект стерилизации.

С учетом вышесказанного, нами была исследована возможность использования для повышения начальной температуры консервов «Компот из винограда» электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ).

Пищевые продукты по своим электрическим свойствам считаются неидеальными электриками, в которых при воздействии внешнего электрического поля возникают токи проводимости и смещения. Токи проводимости создаются свободными электрическими зарядами, движущимися по всему объему продукта. Токи смещения создаются связанными зарядами, способными перемещаться лишь на незначительные расстояния.

Наличие в плодах свободной воды, являющейся типичным примером полярной молекулы, является фактором, определяющим интенсивность нагрева продукта в СВЧ - поле. При воздействии СВЧ - поля дипольные моменты молекул, имеющие в отсутствие поля произвольные направления, стремятся ориентироваться по направлению поля, что встречает сопротивление со стороны окружающих молекул. Работа, расходуемая на преодоление этого сопротивления, в конечном итоге превращается в теплоту, что и вызывает нагревание продукта.

Воздействие СВЧ- поля на плоды сопровождается возникновением полей температуры, влажности, механических деформаций разрушения клеток, химических реакций и т.д.

СВЧ энергия обладает тем преимуществом перед традиционными способами нагрева, что тепло передается сразу и одновременно всему продукту как находящемуся в центре, так и продукту, расположенному у стенок банки, если банки расположены соответствующим образом в СВЧ – поле. Поэтому нагрев содержимого банки до необходимой температуры происходит за считанные секунды, в десятки раз быстрее, чем при обычных способах нагрева.

В этой связи, для увеличения начальной среднеобъемной температуры консервов перед стерилизацией, был предложен и исследован способ обработки плодов, овощей и других консервируемых пищевых продуктов СВЧ энергией перед заливкой [3].

По существующей технологии подготовленные ягоды укладывают в банки и заливают сиропом температурой 40°C.

И так как сироп варят при 100°C, а температура его при заливке составляет 40°C, следовательно, имеют место существенные потери тепла, возникающие при охлаждении сиропа от 100°C (температура варки) до температуры заливки, 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, нами предлагается ягоды, уложенные в банки, перед их заливкой сиропом предварительно нагреть, используя для этого ЭМП СВЧ. Предварительный нагрев ягод позволяет использовать сироп для заливки подогретых плодов температурой на 15÷20 °C больше, 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 среднеобъемной температуры консервов перед стерилизацией.

И на этой основе предложены усовершенствованные технологии производства компота из винограда по следующим схемам:

Технологическая схема производства компота из винограда с использованием одноступенчатого нагрева ягод в ЭМП СВЧ:

Доставка, приемка, хранение → удаление гребней и плодоножек → сортировка по размерам и качеству → мойка → фасовка → СВЧ-нагрев (2-3,5 мин) → заливка сиропа (60°) → укупорка → стерилизация и охлаждение → складские операции.

Технологическая схема производства компотов из винограда с использованием двухступенчатого нагрева в ЭМП СВЧ:

Доставка, приемка, хранение → удаление гребней и плодоножек → сортировка по размерам и качеству → мойка → фасовка → СВЧ-нагрев (2-3,5 мин) → заливка сиропа (60°) → СВЧ-нагрев (2-3,5 мин) → укупорка → стерилизация и охлаждение → складские операции.

Консервируемые продукты обрабатывали в СВЧ устройстве [4], где с помощью магнетрона возбуждается электромагнитное поле частотой 2400±50 МГц. Устройство снабжено реле времени, обеспечивающим заданный режим, и СВЧ камерой (резонатором), куда помещали исследуемые банки с продуктом. После воздействия СВЧ энергии в банки заливали сироп температурой 60°C, после чего банки герметизировали и стерилизовали в автоклавах по новым ускоренным режимам.

Таблица 1 - Результаты прогреваемости плодов в банках в ЭМП СВЧ

Наименование консервов	Наименование тары	Продолжительность обработки в ЭМП СВЧ, с	Начальная температура продукта в банке перед стерилизацией, °C	
			с предварительным нагревом плодов в ЭМП СВЧ	по действующей технологической инструкции
Компот из винограда	1-82-500	60	54	32
	1-82-1000	120	55	32

Результаты экспериментов по прогреваемости ягод винограда при нагреве их в банках в ЭМП СВЧ с последующей заливкой сиропом температурой 60⁰С и по действующей технологии представлены в таблице 1.

На рисунке 1 представлены кривые прогреваемости и фактической летальности при стерилизации консервов «Компот из яблок» в банках СКО 1-82-500 с предварительным подогревом плодов в банке в СВЧ-поле с последующей заливкой сиропа с температурой 60⁰С и стерилизацией в автоклавах по новому режиму: $\frac{10-15-20}{100} \cdot 118 \text{ кПа}$

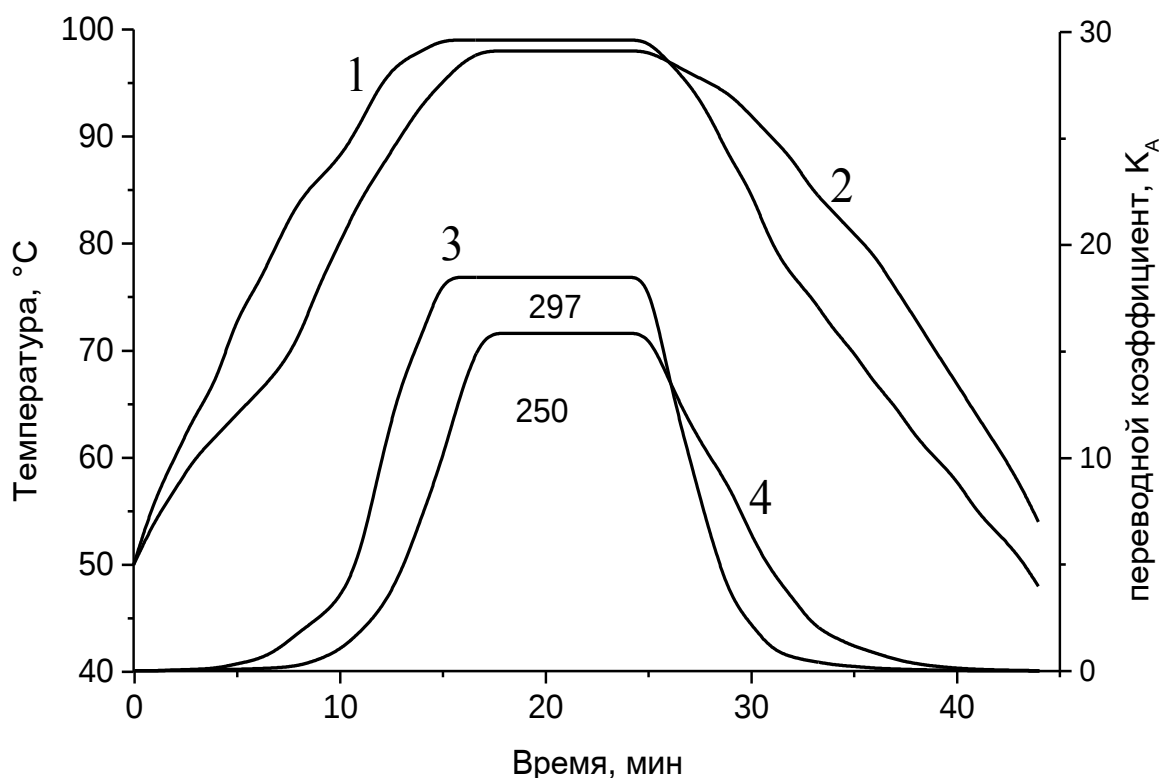


Рисунок 1 - Кривые прогреваемости(1,2) и фактической летальности (3,4) в наиболее (1,3) и наименее (2,4) прогреваемых точках банки СКО 1-82-500 при стерилизации консервов «Компот из винограда» в автоклаве с предварительным подогревом ягод в

СВЧ-поле, по режиму: $\frac{10-15-20}{100} \cdot 118 \text{ кПа}$

Как видно из рисунка 1, режим обеспечивает промышленную стерильность консервов, так как величины стерилизующих эффектов превышают требуемое значение (150-200 усл. мин). При этом одновременно сокращается продолжительность процесса стерилизации по сравнению с автоклавным режимом по действующей технологической инструкции на 10 мин.

Результаты экспериментов по прогреваемости компотов из винограда при двухступенчатом нагреве их в банках в ЭМП СВЧ до заливки и после заливки сиропом температурой 60⁰С и ускоренные режимы стерилизации компота из винограда представлены в таблице 2. Полученные экспериментальные данные достаточно убедительно показывают, что использование предварительного нагрева плодов в ЭМП СВЧ обеспечивает сокращение продолжительности режимов тепловой стерилизации более 30%, экономию тепловой энергии и повышение качества готовой продукции.

Таблица 2 - Режимы стерилизации компота из винограда в автоклавах с двухступенчатой СВЧ-обработкой ягод

Наименование консервов	Наименование тары	Продолжительность СВЧ-обработки ягод, с	Температура сиропа при заливке, °С	Продолжительность СВЧ-обработки, ягод залитых сиропом, с	Ускоренные режимы стерилизации
Компот из винограда	1-82-1000	120	60	150-180	$\frac{10 - (15 - 20) - 25}{100} \cdot 118 \text{ кПа}$
Компот из винограда	1-82-500	60	60	90	$\frac{5 - (10 - 15) - 20}{100} \cdot 118 \text{ кПа}$

Для практической реализации этого способа разработана конструкция аппарата для предварительного нагрева плодов в банках в ЭМП СВЧ, конструкция которого защищена патентом РФ.

Библиографический список:

1. Сборник технологических инструкций по производству консервов, Т.2, М. Пищевая промышленность. 1977.
2. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов. М. Легкая и пищевая промышленность. 1982.
3. Патент РФ №2318389. Способ консервирования компота из яблок. /Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А., 2008. Б.И. №7
4. Патент РФ 2344729 .Устройство для подогрева плодов и овощей в банках: пат. Рос. Федерация: МПК А 23 L 3/04 / Ахмедов М.Э., Исмаилов Т.А.; опубл.27.01.09, Бюл.№3;

УДК 620.178.162.

Санаев Н.К., Тынянский В. П.

ИНВЕРСНЫЙ ПОДХОД К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВС

Sanaev N.K., Tynyanskii V.P.

THE INVERSE APPROACH TO THE QUESTION OF IMPROVING THE WEAR RESISTANCE OF THE ENGINE CYLINDER DBC GROUP

Рассмотрен научный подход к вопросу износостойкости кинето – динамической пары втулка цилиндра – поршневые кольца, зависящей в первую очередь от шероховатости. В работе в качестве оптимальной величины шероховатости принята инверсная, полученная после приработки втулки цилиндра, обработанной раскатыванием. Приведены графические зависимости весового и линейного износов указываемой пары. Предлагается решение вопроса, определения риска изготовителя.

Ключевые слова: кинето – динамическая пара, технологическая и инверсная шероховатости, «сырая» и «горячая» микротвердости, линейный и весовой износы.

The scientific approach to the question of durability of kinematics - the dynamic pair of cylinder liner - piston rings, which depend primarily on the roughness is considered. In this paper as the optimal roughness values adopted the inverse roughness obtained after the break-in cylinder liners processed by rolling.

The graphs of the weight and linear wears of indicated pairs are shown. A solution for the issue determined by the new technology producer's risk are offered.

Key words: *kinematics - the dynamic pair, technological and inverse roughness, "raw" and "hot" micro-hardness, linear and weight wears.*

Многие современные технологические процессы, чаще всего механической обработки, разрабатываются на основании данных по исследованию сборочных операций. Такие методы взаимосвязи нашли широкое применение в первую очередь в судовом энергетическом машиностроении, автотракторостроении и других смежных областях. Все сказанное по обозначенному направлению можно назвать «инверсным подходом» от латинского слова *inverto* - переворачивать.

В работе с целью повышения износостойкости трущихся поверхностей, на примере кинето-динамической пары цилиндровая втулка – поршневые кольца предлагается взять за основу не заданную технологическую шероховатость, как это рекомендуется в общепринятом понимании, а инвертированную, т.е. шероховатость, полученную после приработки.

Известно, что завершение начальной приработки сопрягаемых деталей, в нашем исследовании судовых двигателей внутреннего сгорания (ДВС), характеризуется приобретением, в первую очередь, определенных физико-механических свойств и шероховатости трущихся поверхностей. Очевидно, эти показатели можно принять за критерии оценки протекания приработки. Другими словами, приобретенные поверхностная твердость и шероховатость и будут теми показателями, которые обеспечат производственную износостойкость.

В повседневной практике применяемые методы упрочняющих и отделочных технологий, как пути, оказывающие значительное влияние на износостойкость, не всегда себя оправдывают. А потому внедрению в производство тех или иных рекомендаций для решения проблемы повышения износостойкости должно предшествовать экспериментальное исследование.

В связи с этим в работе было предварительно исследовано влияние температурных нагрузок на твердость цилиндровой втулки малоразмерного дизеля типа 4ч9,5/11, как контрольного фактора при определении сопротивления износу трущихся пар. Поэтому в задачу первого этапа исследования входило определение температурного перепада в зоне рабочих поясов втулки. Температурное состояние цилиндровой втулки определяли по методике, рассмотренной в работе [1].

Температурными датчиками служили хромель – копелевые термопары из стандартной проволоки Ø 0,23 мм. Горячий спай каждой термопары располагался на расстоянии (1.1÷1.5) мм от поверхности зеркала цилиндра (рис. 1).

Регистрация сигналов производилась ступенчатым потенциометром ЭПП-0,9-34. Термометрирование втулки изготовленной из серого чугуна (см.табл.) проводили на работающем двигателе при полной нагрузке.

Таблица 1 – Химический состав чугуна, %

Собщ.	Ссвяз.	Мн	Si	Cr	Ni	P	S
2,4÷3,1	0,6÷0,9	0,8÷1,2	1,5÷1,9	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 0,3	≤ 0,12



Рисунок 1 - Препарированная цилиндрическая втулка

Из рис. 2 видно, что в районе верхнего компрессионного кольца на глубине $(1,1 \div 1,5)$ мм температура составляет $(275 \div 290)^\circ\text{C}$.

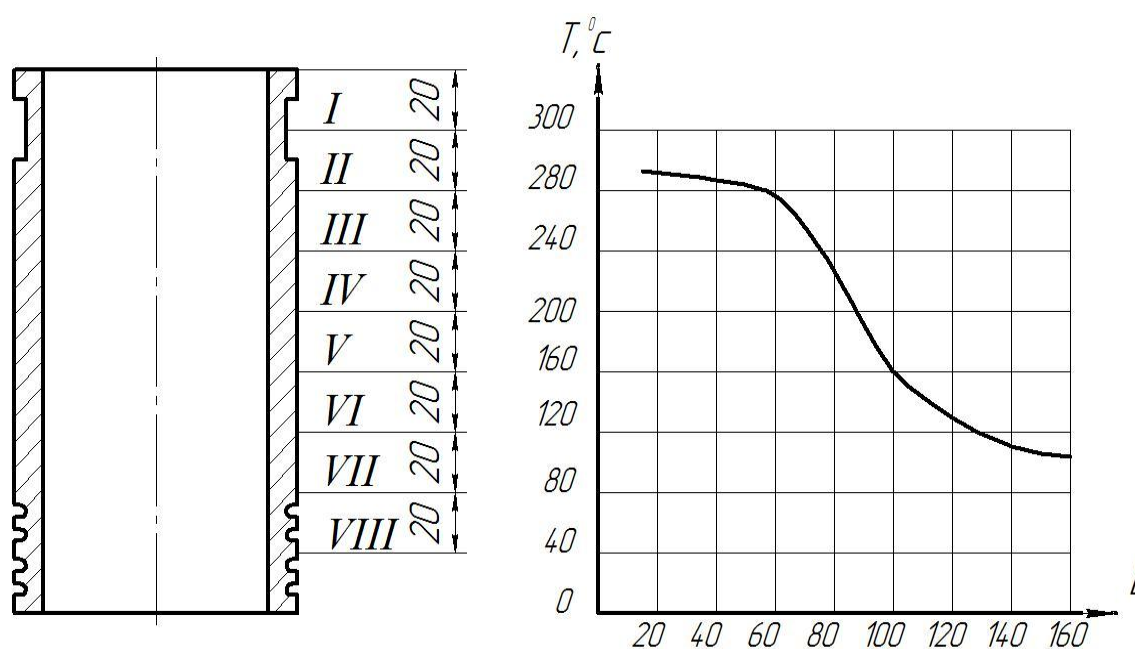


Рисунок 2 - Характер распределения температуры в рабочей зоне цилиндрической втулки

Далее по мере приближения к нижним посадочным поясам температура плавно снижается и достигает $(95 \div 110)^\circ\text{C}$. Полученные данные легли в основу определения твердости чугуна при указанных температурах. Для этого образцы из чугуна с приведенным выше составом нагревались в термопечи до температуры, соответствующей рабочим режимам, (рис. 3). Измерение твердости производили на микротвердомере модели ПМТ-3 с нагрузкой на индентор 20 г.

Из графика (рис. 3) видно, что микротвердость термически упрочненных образцов падает интенсивнее, а их износостойкость – термически упрочненных и «сырых» образцов, как показали дальнейшие исследования, практически одинаковы.

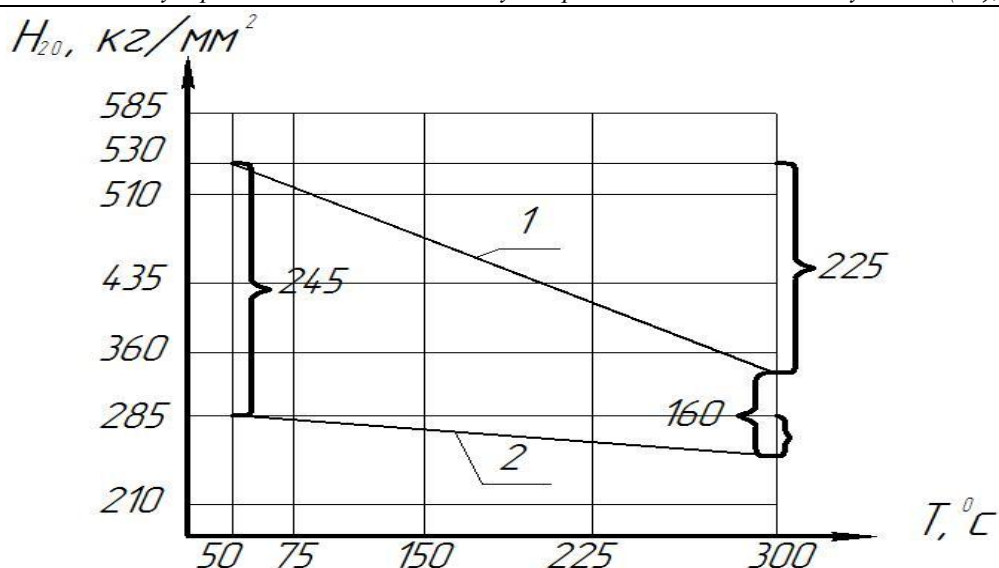


Рисунок 3 - Зависимость микротвердости чугуна от температуры:
1- образцы закаленные ТВЧ; 2- образцы «сырые»

Измеренная микротвердость термически упрочненных образцов, так называемая «горячая» микротвердость, при ($T = 275 \div 290$) °C составляла $H_{20} = 320$ кг/мм², а «сырых» при этой температуре $H_{20} = 235$ кг/мм². Также было замечено, что микротвердость с повышением температуры стабилизируется и остается величиной постоянной с небольшой вариацией в пределах 5÷10 единиц микротвердости.

Кроме того, из анализа графика (рис. 3) видно, что падение микротвердости у закаленных ТВЧ образцов составляет $H_{20} = 210$ кг/мм², тогда как у «сырых» она равна $H_{20} = 40$ кг/мм². Это дает основание полагать, что ожидаемая износостойкость таких поверхностей будет одинаковой. Натурные испытания закаленных и «сырых» втулок подтвердили наши предположения. Кроме того, на глубине $\Delta = 20$ мкм от поверхности измерения микротвердость, как закаленных так и «сырых» образцов составила $H_{20} = 220$ кг/мм². Исходя из сказанного, можно заключить: 1 – можно исключить из технологического процесса операцию закалки втулки ТВЧ; 2 – первоначальная твердость как фактор, влияющий на повышение износостойкости, не подтверждается нашими исследованиями.

Далее все исследования проводили в направлении определения оптимальной, с точки зрения износостойкости, шероховатости.

В соответствии с теорией Крагельского И.В.[2] - при трении имеет место характерная для данных условий величина оптимальной шероховатости. Такая промежуточная шероховатость устанавливается в процессе приработки и остается практически одинаковой на протяжении всего периода эксплуатации конкретно трущихся пар.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что если в процессе механической обработки сопрягаемым поверхностям обеспечить данную, как было обозначено, инверсную шероховатость, то величина износа и длительность приработки в значительной степени сокращается.

В работе, на примере экспериментального исследования, определена инверсная шероховатость цилиндрической втулки при трении по ее поверхности поршневых колец.

На рис. 4 показаны кривые опорных поверхностей после приработки соответствующие: 1 – раскатыванию роликовой раскаткой; 2 – хонингованием мелкозернистыми алмазными брусками на эластичной основе марки АСР 80/60-50-Р11 (достигаемый класс шероховатости 10 кл.); 3 – хонингованием мелкозернистыми

алмазными брусками марки АСР 40/28-100-СМ1 (достигаемый класс шероховатости 9-10 кл.).

Каждая кривая построена как среднее значение из 9 значений соответствующего метода обработки. Кривая 1 (рис. 4) соответствует профилю поверхности полученного после обработки раскатыванием и имеет наиболее полную опорную кривую. Объясняется это тем, что неоднородность хонингованных поверхностей цилиндров несколько больше, чем раскатанных.

Другими словами, если при раскатывании деформирующим элементом (роликом) происходит выглаживание обрабатываемой поверхности, то при хонинговании алмазными и абразивными брусками (кривые 2 и 3), имеющими большой разброс размеров и формы режущего зерна, происходит диспергирование зерен хонинговальных брусков и их диффузия в тело цилиндра; и чем меньше зернистость абразива, тем больше изменяется область когерентного рассеяния.

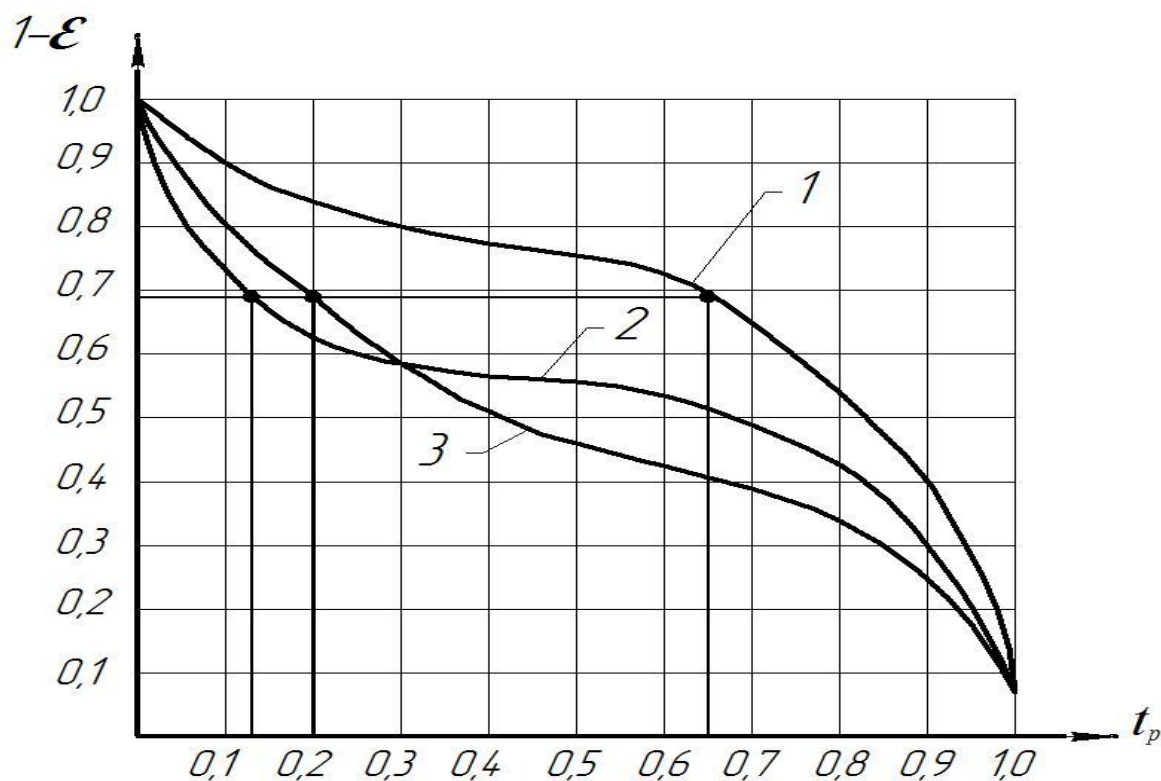


Рисунок 4 - Относительные опорные кривые приработанных поверхностей

Если учесть, что величина относительного внедрения поверхностей трения составляет $\varepsilon \leq 0,3$ [5], то по рис. 4 можно определить относительную длину профиля для каждой приработанной поверхности. Исходя из этого, предпочтение можно отдать приработанной поверхности после раскатывания с инверсной шероховатостью $Ra = 0,1$ мкм.

Из сказанного следует полагать, что цилиндровая втулка, обработанная раскатыванием и имеющая достаточно полную опорную поверхность с шероховатостью $Ra = 0,1$ мкм, будет иметь меньший износ и время приработки по сравнению с хонингованными.

Данное предположение было экспериментально проверено при работе двигателя типа 4ч 9,5/11 по 500 часовой программе. Реализация опытов была проведена в дискретной форме с шагом дискретности 100 часов

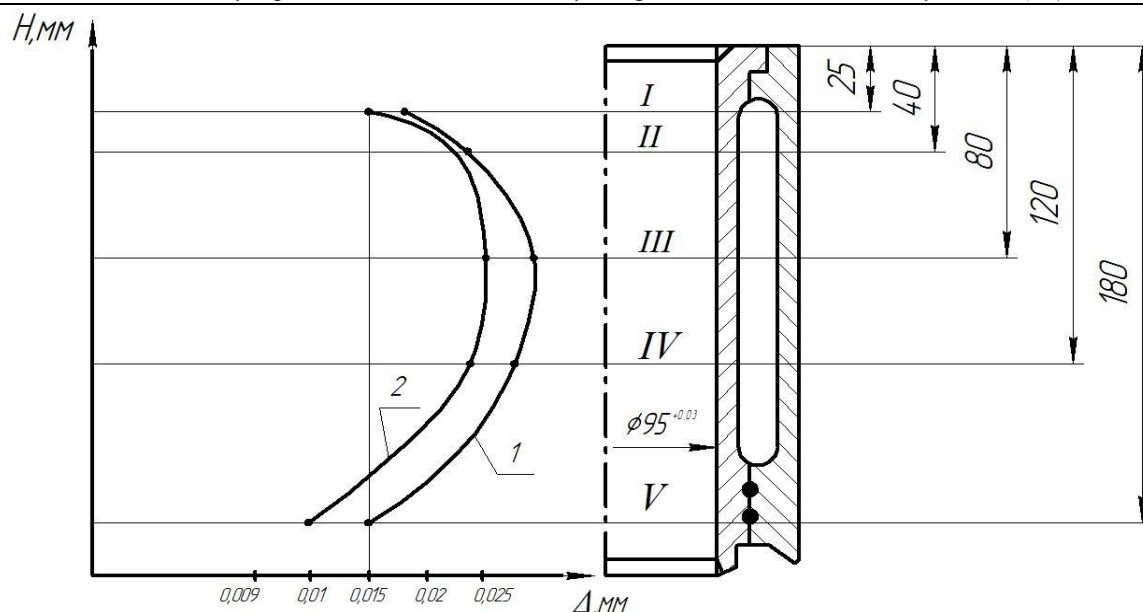


Рисунок 5 - Изменение диаметрального износа цилиндровой втулки по высоте после 500 часового испытания
(1 – износ хонингованной втулки; 2 – износ раскатанной втулки).

Учитывая, что все испытания проводились по 500 часовой непрерывной работе двигателя, то определение риска изготовителя является важным этапом в вопросе контроля соответствия показателей надежности серийного производства. Расчет производили по отраслевому стандарту [6]. В соответствии с которым назначенный ресурс до первой переборки был принят равным $R_{н.пер} = 4000$ ч.

Тогда резюмируя сказанное можно, записать:

$$отк_1 = R_{н.р} = 500 \text{ ч}$$

$$отк_0 = R_{н.пер} = 4000 \text{ ч}$$

отсюда

$$R_{н.р} = \frac{500}{4000} = <$$

При этом соотношении требуемая наработка дизеля составит:

$$t_{н} = -R_{н.р} * \ln \beta = -500(-1,6) = 800 \text{ ч.}$$

где $\beta = 0,20$ – риск заказчика.

С учетом этого уточненный риск изготовителя составит:

$$\alpha = 1 - \exp \left(-\frac{t_a}{R_{н.пер}} \right) = 1 - \exp \left(-\frac{800}{4000} \right) = 0,18.$$

Другими словами, риск составляет 1ч2 дизеля из партии в 100 штук. Учитывая, что при испытании был задействован только один дизель, то следует полагать, что подсчитанный риск не значительный. И как подтверждение этим словам, замеренный диаметральный износ цилиндровой втулки после 800 ч непрерывной работы изменился незначительно.

Выводы

1. Определены величина и характер изменения температуры поверхности трения «цилиндровая втулка – поршневые кольца» по поясам и микротвердость, соответствующая измеренным температурам.

2. Экспериментально установлено, что время приработки по температурному фактору, составляет 100 мин. при средней температуре в зоне трения $(57 \div 62)^\circ\text{C}$. Инверсная шероховатость после приработки составляет $Ra=0,1$ мкм.

3. Наиболее полную опорную кривую имеет поверхность втулки, обработанная раскатыванием; которая при $\varepsilon \leq 0,3$ составляет 0,65., а ее износостойкость значительно выше чем хонингованных абразивными и алмазными брусками.

Библиографический список:

1. Исследование температуры поршня, гильзы, изменения температуры газа при сгорании топлива в вихрекамерном двигателе 4ч 8,5/11. Отчет. Харьковский институт инженеров железнодорожного транспорта. Чиркин А.П., Симсон А.Э и др. 1965, 70 с.
2. Крагельский И.В., М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.; 1977.
3. Санаев Н.К., Тынянский В.П. Исследование износа и метода ускоренных испытаний предварительно упрочненных поршневых канавок ДВС. Вестник Дагестанского технического университета. 2012.
4. Махин Н.М. О связи площади касания и сближения при неподвижном и скользящем контакте. Сб. «Трение и износ тел.» М.; Наука, 1971.
5. Крагельский И.В и др. Основы расчетов на трение и износ. М.; Машиностроение, 1977, С. 525.
6. Дизели – методы испытаний на надежность. ОСТ 24.060.08., М.; 1975.

УДК. 656.13

Агаханов Э.К., Батманов Э.З.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ ПО ИХ ПОСЛЕДСТВИЯМ

Agakhanov E.K., Batmanov E.Z.

DETERMINATION OF THE INITIAL CONDITIONS OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS IN THEIR CONSEQUENCES

Разработана расчетно-экспериментальная методика определения начальных условий дорожно-транспортных происшествий по их последствиям при фронтальном столкновении.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие; начальные условия; последствия; фронтальное столкновение.

Developed a calculation-experimental method of determining the initial conditions of road traffic accidents in their consequences in the event of a frontal collision.

Key words: road traffic accident; initial conditions; effects; frontal collision.

Существенным недостатком статистического метода оценки пассивной безопасности автотранспортных средств является отсутствие полных данных о начальных условиях дорожно-транспортных происшествий, в частности, сведений о скорости автомобиля в момент происшествия. Без таких данных трудно планировать и осуществлять мероприятия по повышению безопасности конструкции автотранспортных средств, только при известных параметрах нормативных (эталонных) испытаний возможно проводить доводку конструкции. Поэтому, получив из анализа последствий дорожно-транспортных происшествий данные по деформациям (перемещениям) отдельных элементов

автомобиля, прежде чем приступить к разработке мероприятий по повышению безопасности, необходимо определить начальные условия дорожно-транспортных происшествий.

В настоящее время для этого могут быть использованы два способа:

- экспериментальный способ с проведением большого объема испытаний для эмпирического получения тех значений деформаций, которые были зафиксированы в условиях дорожно-транспортных происшествий;

- расчетно-экспериментальный способ с использованием расчетных моделей заранее построенных (проверенных) по результатам ограниченного числа экспериментов.

Понятно, что первый способ весьма дорогостоящий и может быть использован в весьма ограниченных масштабах. В частности, таким способом американские исследователи получили данные, использованные в дальнейшем для установления нормативов по ударно-прочностным характеристикам верхней части кузова (крыши) легкового автомобиля.

Наиболее приемлемым является второй способ.

Более достоверными и стабильными показателями, которые возможно с достаточной точностью (± 5 мм) замерить на поврежденном в результате фронтального столкновения автомобиле при дорожно-транспортных происшествиях, являются величины остаточных деформаций автомобиля и перемещения панели приборов вглубь салона.

Для скоростей наезда, близких к 50 км/час, может быть использована описанная ниже математическая модель фронтального столкновения легкового автомобиля с жестким неподвижным препятствием.

Представим автомобиль в виде недеформируемой массы, а совокупность всех сил, действующих в процессе фронтального столкновения заменим условным упругим элементом с постоянным коэффициентом жесткости C_1 ; все силы, характеризующие необратимые потери энергии представим в виде гидравлического амортизатора (вязкое трение) с коэффициентом сопротивления μ_1 . Остальные силы, действующие на автомобиль в процессе наезда, (как это принято в теории удара) не учитываем. Форма дифференциального управления движения автомобиля в процессе деформации передней части зависит от начальной скорости. Так, при больших начальных скоростях ($V_0 > 80 \dots 100$ км/ч) сопротивление гидроамортизатора можно принять пропорциональным квадрату скорости. При этом уравнение движения может быть написано в следующем виде:

$$m \ddot{X} + \mu \dot{X}^2 + C_1 X = 0, \quad (1)$$

где m - полная масса автомобиля, кг;

C_1 - приведенная жесткость передней части автомобиля, Н/м;

μ_1 - приведенный коэффициент демпфирования передней части, Нс/м;

X - перемещение центра тяжести, м.

Точки над символами означают производные координаты по времени, а индексы - номер фазы.

Уравнение (1) является нелинейным уравнением второго порядка, не имеющим аналитического решения. Покажем, как оно может быть решено при использовании метода приравнивания степеней. Для этого перепишем его следующим образом:

$$\ddot{X} + \frac{\mu_1}{m} \dot{X}^2 + \frac{C_1}{m} X = 0. \quad (2)$$

Решение уравнения ищем в виде полинома n -ной степени:

$$X = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots + a_n t^n, \quad (3)$$

где $a_0 \dots a_n$ - эмпирические коэффициенты;

t - время, с.

Продифференцируем полином (3) по времени:

$$\dot{X} = a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + \dots + na_n t^{n-1}; \quad (4)$$

$$\ddot{X} = 2a_2 + 6a_3 t + \dots + n(n-1)a_n t^{n-2}. \quad (5)$$

Учитывая кратковременность процесса (продолжительность первой стадии не превышает 0,1 с), в связи с чем члены, содержащие высокие степени t становятся пренебрежимо малыми, ограничимся третьей степенью аргумента:

$$X = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3; \quad (6)$$

$$\dot{X} = a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + 4a_4 t^3; \quad (7)$$

$$\ddot{X} = 2a_2 + 6a_3 t + 12a_4 t^2 + 20a_5 t^3. \quad (8)$$

Тогда

$$\begin{aligned} \dot{X}^2 = & a_1^2 + 4a_2^2 t^2 + 9a_3^2 t^4 + 16a_4 t^6 + 4a_1 a_2 t + \\ & + 6a_1 a_3 t^2 + 8a_1 a_4 t^3 + 12a_2 a_3 t + 16a_2 a_4 t^4 + 24a_3 a_4 t^5 \end{aligned} \quad (9)$$

Подставим значения X , $\dot{X}$ и $\ddot{X}$ в уравнение (2) в соответствии с формулами (6), (8) и (9):

$$\begin{aligned} & 2a_2 + 6a_3 t + 12a_4 t^2 + 20a_5 t^3 + \\ & + \left(a_1^2 + 4a_2^2 t^2 + 9a_3^2 t^4 + 16a_4 t^6 + 4a_1 a_2 t + 6a_1 a_3 t^2 + 8a_1 a_4 t^3 + 12a_2 a_3 t + 16a_2 a_4 t^4 + 24a_3 a_4 t^5 \right) \cdot \\ & \cdot \frac{\mu_1}{m} + \left(a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \right) \cdot \frac{C_1}{m} = 0 \end{aligned}$$

Сгруппируем члены с одинаковыми степенями t :

$$\begin{aligned} & \left(9a_3^2 + 16a_2 a_4 \right) \frac{\mu_1}{m} t^4 + \left[20a_5 + (8a_1 a_4 + 12a_2 a_3) \frac{\mu_1}{m} + a_3 \frac{C_1}{m} \right] t^3 + \\ & + \left[12a_4 + \left(4a_2^2 + 6a_3 a_1 \right) \frac{\mu_1}{m} + a_2 \frac{C_1}{m} \right] t^2 + \left(6a_3 + 4a_1 a_2 \frac{\mu_1}{m} + a_1 \frac{C_1}{m} \right) t + \\ & + \left(2a_2 + a_1^2 \frac{\mu_1}{m} + a_0 \frac{C_1}{m} \right) = 0 \end{aligned} \quad (10)$$

Начальные условия движения: в момент времени $t=0$; $X(0)=0$; $\dot{X}(0)=V_0$, где V_0 – начальная скорость автомобиля (скорость в момент контакта передней части автомобиля с препятствиями). В соответствии с этими имеем:

$$\text{при } t^0 \quad 2a_2 + a_1^2 \frac{\mu_1}{m} + a_0 \frac{C_1}{m} = 0, \quad (11)$$

$$\text{при } t^1 \quad 6a_3 + 4a_1 a_2 \frac{\mu_1}{m} + a_1 \frac{C_1}{m} = 0, \quad (12)$$

$$\text{при } t^2 \quad 12a_4 + \left(4a_2^2 + 6a_3 a_1 \right) \frac{\mu_1}{m} + a_2 \frac{C_1}{m} = 0, \quad (13)$$

$$\text{при } t^3 \quad 20a_5 + (8a_1 a_4 + 12a_2 a_3) \frac{\mu_1}{m} + a_3 \frac{C_1}{m} = 0, \quad (14)$$

$$\text{при } t^4 \quad 9a_3^2 + 16a_2 a_4 \frac{\mu_1}{m} = 0, \quad (15)$$

..... и т.д.

Из уравнения (6) при указанных начальных условиях получаем:

$$X(0) = a_0 = 0$$

Тогда из (11)

$$2a_2 = -a_1^2 \frac{\mu_1}{m}. \quad (16)$$

Соответственно из выражения (7) при $t=0$

$$\dot{X}(0) = a_1 = V_0. \quad (17)$$

Из (16) и (17)

$$a_2 = -\frac{V_0^2}{2} \cdot \frac{\mu_1}{m}. \quad (18)$$

Поскольку коэффициенты a_1 и a_2 определены, то из уравнения (12) можно найти значение коэффициента a_3 :

$$a_3 = -\frac{1}{6} \left(4a_1 a_2 \frac{\mu_1}{m} + a_1 \frac{C_1}{m} \right) = -\frac{1}{6} \left(-4V_0 \frac{V_0^2}{2} \frac{\mu_1}{m} + V_0 C_1 \right) = \frac{V_0}{6m} \left(2V_0^2 \frac{\mu_1}{m} - C_1 \right). \quad (19)$$

Продолжая таким же образом из уравнений (13) и (15) можно найти значения остальных коэффициентов $a_4, a_5, \dots, a_n$.

Следовательно, при известных характеристиках системы ($m; \mu_1; C_1$) уравнение (2) можно считать решенным. Уравнение (3) после подстановки численных значений эмпирических коэффициентов $a_0, \dots, a_n$, позволяет определить положение центра тяжести в различные моменты времени. Напротив, если из эксперимента известны функциональные зависимости некоторых параметров (например, $X = X(t)$ или $\dot{X} = \dot{X}(X)$ и т.д.), можно найти значения коэффициентов C_1 и μ_1 .

При относительно невысоких скоростях (порядка 40-50 км/ч) гидравлическое сопротивление можно считать пропорциональным первой степени $\dot{X}$. В этом случае уравнение (1) становится линейным и приобретает вид:

$$m\ddot{X} + \mu_1 \dot{X} + C_1 X = 0. \quad (20)$$

Для решения его обычно представляют в следующей форме:

$$\ddot{X} + 2n_1 \dot{X} + \omega_1^2 X = 0, \quad (21)$$

Где
$$n_1 = \frac{\mu_1}{2m}; \quad \omega_1 = \sqrt{\frac{C_1}{m}}.$$

Уравнение (21) имеет аналитическое решение:

$$X = e^{-n_1 t} [C_1 \cos(\omega_1' t) + C_2 \sin(\omega_1' t)], \quad (22)$$

где
$$\omega_1' = \sqrt{\omega_1^2 - n_1^2};$$

C_1, C_2 – постоянные интегрирования, которые определяют из начальных условий.

Для определения постоянных дифференцируем (22) по времени:

$$\dot{X} = e^{-n_1 t} [\cos \omega_1' t \cdot (n_1 C_1 + \omega_1' C_2) + \sin \omega_1' t (-\omega_1' C_1 - n_1 C_2)]$$

Используя те же начальные условия, что и выше, получаем:

$$C_1 = 0; \quad C_2 = \frac{V_0}{\omega_1};$$

Тогда

$$X = \frac{V_0}{\omega_1} \cdot e^{-n_1 t} \sin \omega_1' t; \quad (23)$$

$$\dot{X} = V_0 e^{-n_1 t} \left(\cos \omega_1' t - \frac{n_1}{\omega_1} \sin \omega_1' t \right). \quad (24)$$

Последние формулы дают возможность при известных характеристиках системы определить перемещение и скорость центра тяжести в момент времени t .

Так, например, можно определить продолжительность первой фазы удара и перемещение центра тяжести с начала контакта его с препятствием до остановки, т.е.

максимальную деформацию передней части. В момент остановки (конец первой фазы удара) $\Delta_{\max}$ и $\dot{X} = 0$, поэтому из (24) получаем:

$$\operatorname{tg}(\omega_1' \tau_1) = \frac{\omega_1'}{n_1}, \quad (25)$$

где τ_1 – продолжительность первой фазы, с.
Следовательно, время:

$$\tau_1 = \frac{1}{\omega_1'} \arctg\left(\frac{\omega_1'}{n_1}\right). \quad (26)$$

Максимальная деформация $\Delta_{\max}$ согласно (23) и (26) составляет:

$$\Delta_{\max} = \frac{V_0}{\omega_1'} e^{-n_1 \tau_1} \sin \omega_1' \tau_1. \quad (27)$$

Приведенная выше модель удара позволяет решить как прямую задачу динамики – определение параметров движения тел по известным силам, так и обратную задачу – нахождение характеристики системы по известному закону движения.

Покажем, как с помощью разработанной модели можно определить значения характеристик C и μ упругого и вязкого сопротивлений. Поскольку в процессе удара свойства системы меняются и элементы автомобиля, деформированные в течение первой фазы, хотя затем и частично восстанавливают свою первоначальную форму, то величины C_1 и C_2 не совпадают. Поэтому их определяем раздельно для каждой из фаз удара.

Рассмотрим первую фазу наезда. Определим из уравнения (25) n_1 :

$$n_1 = \frac{\omega_1'}{\operatorname{tg}(\omega_1' \tau_1)}. \quad (28)$$

Подставим его значение n_1 в уравнение (23):

$$\frac{\Delta_1 \omega_1'}{V_1} = e^{\frac{\omega_1' \tau_1}{\operatorname{tg}(\omega_1' \tau_1)}} = \sin \omega_1' \tau_1. \quad (29)$$

Для краткости записи обозначим: $\omega_1' \tau_1 = X_1$, тогда

$$\frac{\Delta_1 \lambda_1}{V_1 \tau_1} e^{\frac{\lambda_1}{\operatorname{tg} \lambda_1}} = \sin \lambda_1. \quad (30)$$

Это трансцендентное уравнение содержит лишь одно неизвестное – λ_1 . Остальные величины (V_1 , Δ_1 , τ_1) определяем по графику «время-перемещение». Решая уравнение (30) графически, методом итерации или каким-либо другим путем находим λ_1 . Далее определяем коэффициент вязкого сопротивления в первой фазе наезда:

$$\mu_1 = 2mn_1 = 2m \frac{\lambda_1}{\tau_1 \operatorname{tg} \lambda_1}. \quad (31)$$

Коэффициент жесткости в первой фазе:

$$k_1 = m_1 \frac{\lambda_1^2}{\tau_1^2 \sin^2 \lambda_1}. \quad (32)$$

Используя данную модель возможно расчетным путем определять значение скорости автомобиля при наезде на неподвижное препятствие по значению максимальной (остаточной) деформации. Эту же модель, возможно, использовать для определения предельного уровня пассивной безопасности автомобиля.

Приведенная выше модель позволяет определить деформацию X и скорость $\dot{X}$ автомобиля как функции времени:

$$\begin{aligned} X &= X(t) \\ \dot{X} &= \dot{X}(t). \end{aligned} \quad (34)$$

Как X , так и $\dot{X}$ непосредственно зависит от начальной скорости автомобиля перед ударом:

$$\begin{aligned} X &= X_1(V_0) \\ \dot{X} &= \dot{X}_1(V_0). \end{aligned} \quad (35)$$

Варьируя значения V_0 , можно получить зависимости перемещения и скорости от V_0 через определенные промежутки времени t . В свою очередь, перемещения деталей интерьера автомобиля, ограничивающих жизненное пространство, связаны с деформацией передней части. Аналитически эту связь установить довольно трудно, однако экспериментальное определение сложности не представляет. При правильно проведенных сериях экспериментов можно получить эмпирическое выражение:

$$\delta_i = \Delta_1(X), \quad (36)$$

где δ_i - перемещение детали интерьера (рулевое колесо, рулевая колонка, панель прибора и т.д.).

В результате для каждой модели автомобиля может быть установлена зависимость:

$$\delta_i = \delta(V_0), \quad (37)$$

характеризующая перемещение рассматриваемой травмоопасной детали интерьера (в частности, панели приборов) от начальной скорости автомобиля перед его наездом на препятствие.

К сожалению, имеющиеся экспериментальные данные характеризуют перемещение деталей лишь в узком диапазоне скоростей, что не дает возможности их использования для более глубокого анализа исследуемого процесса в большом диапазоне. Покажем, как это можно сделать на основании проведенного выше аналитического исследования наезда автомобиля на жесткое препятствие. Рассмотрим следующую формулу:

$$\Delta_{\max} = \frac{V_0}{\omega_1} \cdot e^{-n_1 \tau_1} \sin(\omega_1' \tau_1). \quad (38)$$

В этой формуле параметры n_1 и ω_1' , обусловлены конструкцией автомобиля. Они характеризуют потери энергии на преодоление внутреннего трения (n_1) и упругие деформации деталей. Со значительной степенью вероятности их можно считать постоянными для данного конструктивного решения в ограниченном диапазоне скорости наезда.

Продолжительность первой фазы удара (параметр τ_1), вообще говоря, зависит от начальной скорости V_0 , увеличиваясь с ростом последней. Однако, в нашем случае это не имеет существенного значения и его в первом приближении, по-видимому, также можно принять за постоянную величину. Основание к этому следующее.

Во-первых, как показали испытания одной и той же модели автомобиля при разных начальных скоростях (31, 40, 50, 60 км/ч) продолжительность первого периода удара практически не меняется. Растет лишь конечная деформация передней части автомобиля.

Во-вторых, функция $e^{-n_1 \tau_1}$ уменьшается с увеличением показателя, т.е. с ростом τ_1 . Функция $\sin(\omega_1' \tau_1)$, напротив, увеличивается. Учитывая, что практически τ_1 может возрастать не на порядок, а всего на несколько процентов, изменение указанных функций должно взаимно компенсировать друг друга. В результате произведение этих функций, а, следовательно, все члены при V_0 правой части формулы могут считаться постоянными.

Покажем справедливость принятого допущения на примере.

Обработка результатов испытания автомобиля ВАЗ-2108 (масса 945 кг) дала следующие значения характеристик системы:

$$K_1 = 316000 \text{ Н/м}; \quad \mu_1 = 12400 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}; \quad (39)$$

Следовательно:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{K_1}{m}} = \sqrt{\frac{31600}{945}} = 18,2; \quad (40)$$

$$n_1 = \frac{12400}{2 \cdot 945} = 6,55;$$

$$\text{и} \quad \omega_1' = \sqrt{\omega_1^2 - n_1^2} = 16,7. \quad (41)$$

Примем продолжительность первой фазы равной 0,06 с. Тогда

$$\Delta = \frac{V_0}{16,7} \cdot e^{-6,55 \cdot 0,06} \cdot \sin(16,7 \cdot 0,06) = 0,34 \cdot V_0. \quad (42)$$

Увеличим значение τ_1 на 33%, т.е. на 0,08 с. Тогда

$$\Delta = \frac{V_0}{16,7} \cdot e^{-6,55 \cdot 0,08} \cdot \sin(16,7 \cdot 0,08) = 0,0344 \cdot V_0. \quad (43)$$

Уменьшая значение τ_1 до 0,05 с, т.е. на 20%. Тогда

$$\Delta = \frac{V_0}{16,7} \cdot e^{-6,55 \cdot 0,05} \cdot \sin(16,7 \cdot 0,05) = 0,032 \cdot V_0. \quad (44)$$

Таким образом, если учитывать изменение τ_1 с изменением начальной скорости, то это, по-видимому, не должно внести существенных корректив и в рассматриваемом диапазоне зависимость $\Delta = \Delta(V_0)$, в первом приближении можно считать линейной:

$$\Delta = X \cdot V_0. \quad (45)$$

На основании изложенного представляется возможным рекомендовать следующий метод прогнозирования безопасной скорости автомобиля перед его испытаниями на столкновение. Основой метода является экспериментально-расчетный график, примерный вид которого показан на рис.1. В левой части графика наносятся функциональные зависимости между перемещением травмоопасных деталей (δ) и максимальной деформацией передней части (S). На рис.1 кривая 1 иллюстрирует перемещение панели приборов. Точки указанных кривых получены экспериментальным путем при испытаниях на удар автомобиля ВАЗ-2108. В правой части графика нанесена прямая 2, рассчитанная в соответствии с формулой (45) для того же автомобиля. При этом приняты следующие исходные данные: $m=945\text{кг}$, $V_0=14\text{м/с}$, $\omega_1' = 16,7$, $\tau = 0,05\text{с}$.

Перед испытаниями в результате обмера внутреннего интерьера салона и определения параметров жизненного пространства устанавливают максимально допустимое перемещение травмоопасных деталей $\delta_{\max}$ из условий сохранения пассивной безопасности. Отложив это значение на шкале δ_i , проводим вертикаль до кривой, соответствующей данной детали. Из точки пересечения ведут горизонталь до встречи с прямой в правой части графика. Абсцисса точки пересечения укажет максимально допустимую скорость автомобиля.

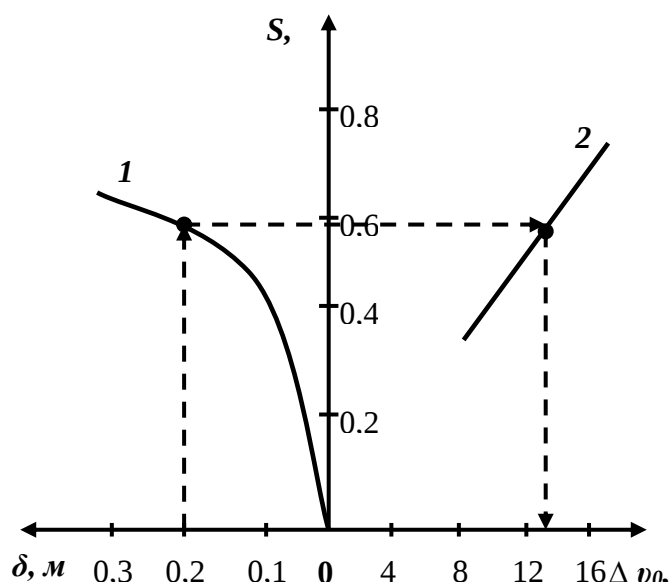


Рисунок 1 - Экспериментально-аналитический метод прогнозирования начальной скорости автомобиля ВАЗ-2108

На графике (см. рис.1) это точка А, т.е. значение максимально допустимой скорости столкновения для данной модели автомобиля можно считать приблизительно $V_a=60\text{ км/ч}$.

С учетом использования данных экспериментов (краш-тестов), проведенных на Автополигоне авторами, получены также зависимости деформации автомобиля от ΔV :

- для автомобилей ВАЗ-2108 (09):

$$V_a = 21.9 \cdot S_a^{0.42}. \quad (46)$$

- для автомобилей ГАЗ-3102, 3110:

$$V_a = 27,4 \cdot S_a^{0.6} \quad (47)$$

Полученные зависимости могут быть использованы при проведении автотехнических экспертиз. Путем измерения обычной линейкой величины остаточной деформации или перемещение панели приборов в салоне автомобиля, полученные формулы позволяют с достаточной точностью определить начальную скорость автомобиля.

Библиографический список:

1. Рябчинский А.И., Иларионов В.А., Пчелин И.К., Кузнецов О.Г. Моделирование процесса наезда автомобиля на неподвижное препятствие. Сб. научных трудов НАМИ «Полигонные испытания, исследование и совершенствование автомобилей» -М.: 1987.- с.45-46.
2. Илларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. -М.: Транспорт, 1989.-254с.
3. Батманов Э.З. Усовершенствование системы сбора и анализа данных ДТП. Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет). - М.,2003г.-13с. Деп. в ВИНТИ 30.10.2003г., № 1890-В2003.

Султанов Ю.М.

СИНТЕЗ ОСМИЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ НОВЫХ ПОЛИМЕРОВ СОДЕРЖАЩИХ АМИННЫЕ И КАРБОКСИЛЬНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ

Sultanov Yu.M.

SYNTHESIS OF OSMIUM COMPLEXES ON THE BASE OF NEW POLYMERS CONTAINING AMINE AND CARBOXYLIC FUNCTIONAL GROUPS

Получены осмиевые комплексы взаимодействием хлористого бипиридила ($\text{Os}(\text{bipy})_2\text{Cl}_2$) и хлористого диметилбипиридила ($\text{Os}(\text{dimebipy})_2\text{Cl}_2$) осмия с синтезированным рядом полимеров на основе 1-(3-аминопропил)-имидазола, метилакрилата, акриловой кислоты, бутилакрилата. Показано, что осмиевые комплексы полученных полимеров с хлористым бипиридилом и с хлористым диметилбипиридилом могут быть использованы в качестве эффективных медиаторов для безреагентных амперометрических биосенсоров.

Ключевые слова: синтез полимеров, полимерные комплексы, осмий.

Osmium complexes by interaction osmium bipyridyl chloride ($\text{Os}(\text{bipy})_2\text{Cl}_2$) and dimethylbipyridil chloride ($\text{Os}(\text{dimebipy})_2\text{Cl}_2$) with a number of synthesised polymers on the base of 1-(3-aminepropyl)-imidazole, methylmethacrylate, acrylic acid and butylacrylate have been obtained. It have been shown that osmium complexes of the obtained polymers with bipyridyl chloride and dimethylbipyridil chloride could be used as effective mediators for reagentless amperometric biosensors.

Key words: synthesis of polymers, polymer complexes, osmium.

Диэлектрические свойства, то есть неспособность проводить электрический ток, долгое время рассматривались как качества, естественным образом присущие большинству полимерных материалов. Действительно, именно диэлектрические свойства полимеров являются их важнейшим достоинством, определяющим многочисленные практические применения.

Однако в последние годы были открыты новые полимерные материалы с электропроводностью, лишь ненамного уступающей электропроводности металлов. Их открытие должно привести к появлению новых типов электронных и оптоэлектронных устройств и положить начало исследованиям в области синтеза и изучения свойств подобных материалов.

Создание ферментных биосенсоров — трудоемкая задача, основной проблемой которой является получение электропроводящего редокс-полимерного носителя, удовлетворяющего требованиям, предъявляемым к медиаторам высокочувствительных биосенсоров.

Эффективный перенос электрона от активного центра иммобилизованного на электроде биосенсора фермента к поверхности самого электрода является важной предпосылкой получения высокочувствительных и селективных безреагентных амперометрических биосенсоров. Это может быть достигнуто использованием в качестве медиаторов модифицированных полимеров, являющихся иммобилизационной матрицей для фермента [1-3].

Поток электронов при данной концентрации субстрата имеет диффузионные ограничения и зависит от скорости переноса электронов от активного центра

иммобилизованного фермента к поверхности электрода [4, 5]. Скорость переноса электрона в модифицированном полимере сильно зависит от структуры полимерной композиции [6], которая в свою очередь определяется молекулярным строением полимера. Кроме того, все реакции, протекающие в полимерном слое, зависят от скорости доставки субстрата к активным центрам фермента, что также определяется структурой полимера.

Представляло интерес получение новых электропроводящих полимеров, являющихся основой для получения иммобилизационной матрицы при создании высокоэффективных биосенсоров. В качестве основы для иммобилизационной матрицы были выбраны сополимеры 1-(3-аминопропил)-имидазола с метилметакрилатом, акриловой кислотой и н-бутилакрилатом. С целью улучшения электропроводности иммобилизационной матрицы были использованы хлористый бипиридил ($\text{Os}(\text{bipy})_2\text{Cl}_2$) и хлористый диметилбипиридил ($\text{Os}(\text{dimebipy})_2\text{Cl}_2$) осмия для получения осмиевых комплексов с синтезированными сополимерами.

Целью данной работы была разработка технологии получения осмиевых комплексов на основе модифицированных сополимеров 1-(3-аминопропил)-имидазола с улучшенными электрохимическими свойствами для использования в качестве эффективных медиаторов высокочувствительных безреагентных амперометрических биосенсоров.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Был использован 1-(3-аминопропил)-имидазол (АПИ) - производство Sigma-Aldrich (Германия). Метилметакрилат (ММА), акриловая кислота (АК), н-бутилакрилат (БА) и трет-бутилпероксид (ТБПО) были получены от Fluka (Швейцария). ТБПО перед использованием был разбавлен водой в соотношении 3:2. Метилакрилат (МА) был получен от Acros (США), 2-изопропанол (ИП), KCl, HCl, NaOH, K_2HPO_4 , KH_2PO_4 и дистиллированная вода высокой чистоты – от J.T.Baker (Голландия). Хлористый бипиридил ($\text{Os}(\text{bipy})_2\text{Cl}_2$) и хлористый диметилбипиридил ($\text{Os}(\text{dimebipy})_2\text{Cl}_2$) осмия были получены как описано в работе [7].

Для проведения электрохимических исследований был использован потенциостат AutolabPGSTAT12 (EcoChemieBV, Голландия), подсоединенный к персональному компьютеру с программным обеспечением GPES 4.9. Амперометрические измерения при постоянном потенциале проводили на BiometraEP30 с электрохимическим детектором (BiometraGmbH, Германия).

В качестве рабочего электрода использовали платиновый электрод ($\varnothing 1$ мм), электрод сравнения был Ag/AgCl (3МКл), а в качестве вспомогательного использовали платиновую проволоку.

Газовый хроматограф (НР 5890), соединенный с масс-спектрометром (5970 серии, масс селективный детектор), использовали для идентификации функциональных мономеров. Для хроматографического разделения использовали капиллярную колонку длиной 30 м и диаметром 0,25 мм. Газом носителем являлся гелий. Температура определения была 250°C .

^1H ЯМР спектры снимали с помощью BrukerDPX 200 (200.13 МГц) и DRX 400 (400.13МГц).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для получения ряда сополимеров на основе 1-(3-аминопропил)-имидазола, метилакрилата, акриловой кислоты, бутилакрилата на первом этапе взаимодействием АПИ с МА был синтезирован мономер (АПИ+МА), содержащий аминные и карбоксильные группы. Для получения мономера 100 ммоль АПИ растворяли в 40 мл изопропанола. Затем 100 ммоль МА в 20 мл изопропанола при перемешивании и

комнатной температуре медленно добавляли к раствору АПИ. Реакционную смесь выдерживали в течение длительного времени (12-16 часов).

Схема получения мономера АПИ+МА приведена на рис. 1.

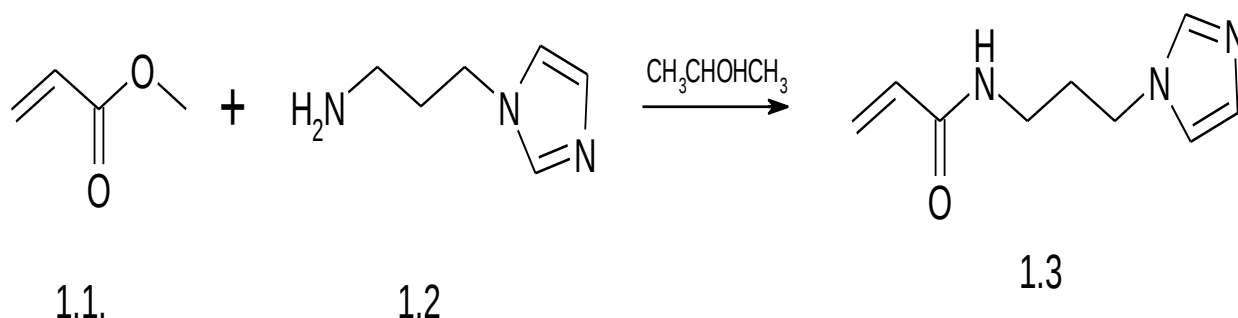


Рисунок 1 -Схема получения мономера АПИ+МА

Характеристики продукта реакции определяли с помощью газового хроматографа, соединенного с масс-спектрометром и с помощью ^1H ЯМР. На хроматограмме был получен один пик, свидетельствующий о высокой чистоте полученного продукта. Выход продукта составил практически 100%, масса его соответствовала массе ожидаемого мономера. Данные ЯМР спектроскопии подтвердили эти результаты.

Полученный мономер подвергали радикальной сополимеризации с АК, БА и ММА в различных соотношениях в присутствии трет-бутилпероксида и щелочи при температуре 80-90°C в течение 5 часов. Схема получения сополимера приведена на рис. 1.

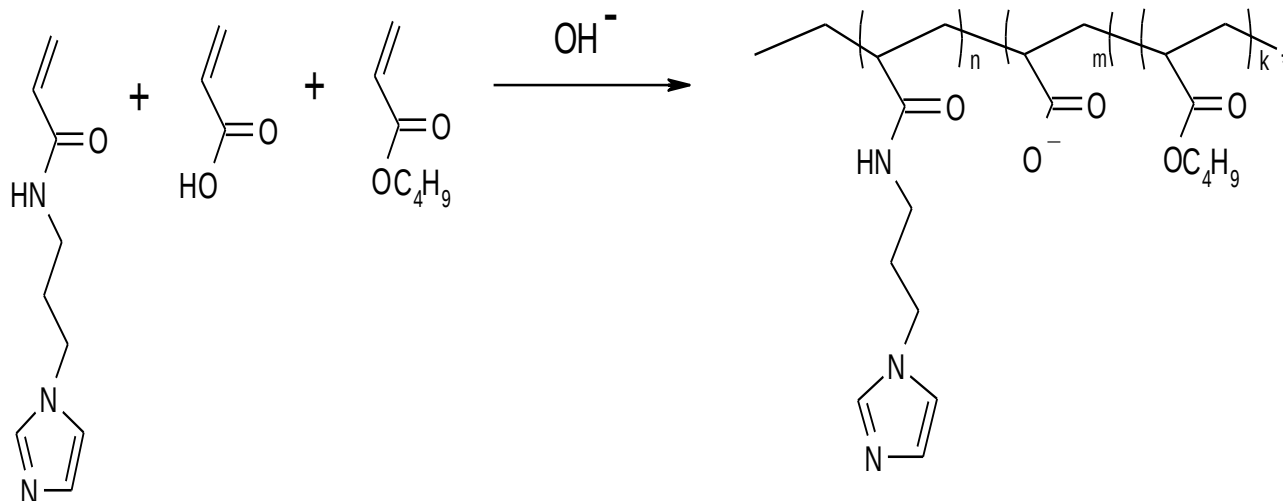


Рисунок 2 - Схема получения полимеров

Соотношения исходных веществ полученных сополимеров приведены в таблице 1.

Основными требованиями, предъявляемыми к полимерам, используемым для получения безреагентных биосенсоров, являются растворимость в воде и способность осаждаться при изменении pH.

Таблица 1 - Соотношения исходных веществ сополимеров (в ммольях)

Сополимер	Мономер АПИ + МА	АК	БА	ММА
1	3	4	5	-
2	4	4	4	-
3	4	3	5	-
4	3	3	5	1
5	3	3	3	3
6	3	3	4	2

Полученные сополимеры имели цвет от белого до светло-желтого. Затем полученные сополимеры были разбавлены водой и проверены на способность к осаждению при изменении pH. После чего, синтезированные сополимеры, способные к осаждению, были нанесены на электрод путем совместного электроосаждения вместе с ферментом на аноде. По результатам исследований были найдены значения максимального тока ($I_{\max}$) и констант Михаэлиса K_m .

Электрохимические свойства полученных сополимеров приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Электрохимические свойства полученных сополимеров

Сополимер	$I_{\max}$, нА	K_m
1	198,3	6,9
2	262,0	9,3
3	250,0	11,7
4	1303,0	2,5
5	365,0	15,2
6	374,5	5,8

Обнаружено, что биосенсоры, приготовленные на основе синтезированных сополимеров, обладают высокой чувствительностью по отношению к субстрату.

Затем с целью улучшения электропроводящих свойств полимеров были получены металлополимерные комплексы. В качестве металла для этих комплексов был выбран осмий. Металлополимерные комплексы осмия на основе синтезированных сополимеров были получены с хлористым бипиридилем ($Os(bipy)_2Cl_2$) и диметилбипиридилем ($Os(dimebipy)_2Cl_2$) осмия. Металлополимерные комплексы осмия получали взаимодействием хлористого бипиридила осмия $Os(bipy)_2Cl_2$ или диметилбипиридила осмия $Os(dimebipy)_2Cl_2$ с синтезированными сополимерами на основе АПИ в тетрагидрофуране при перемешивании и температуре 80-90 °С в течение 3 суток.

Схема получения комплексов осмия приведена на рис. 3.

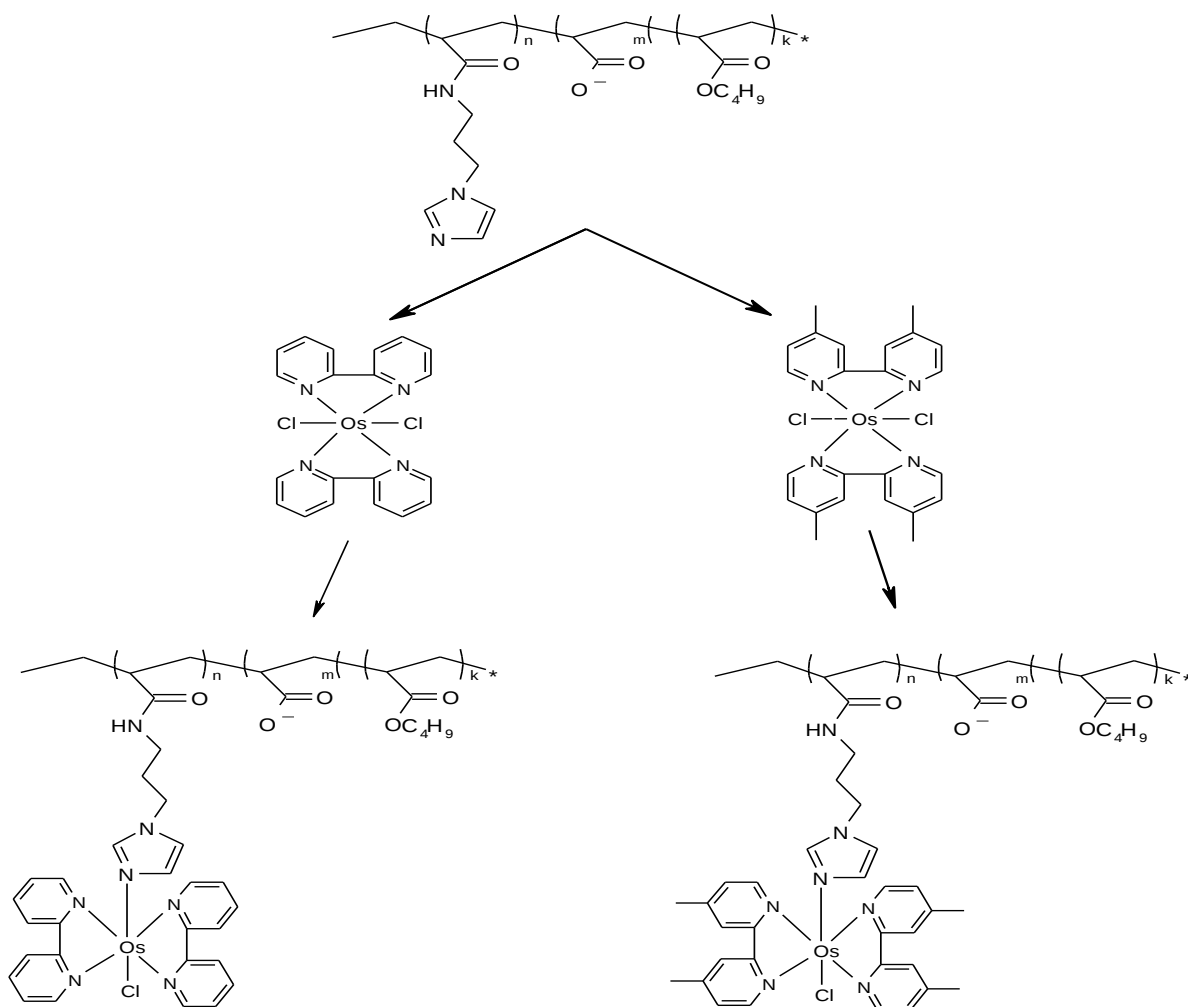
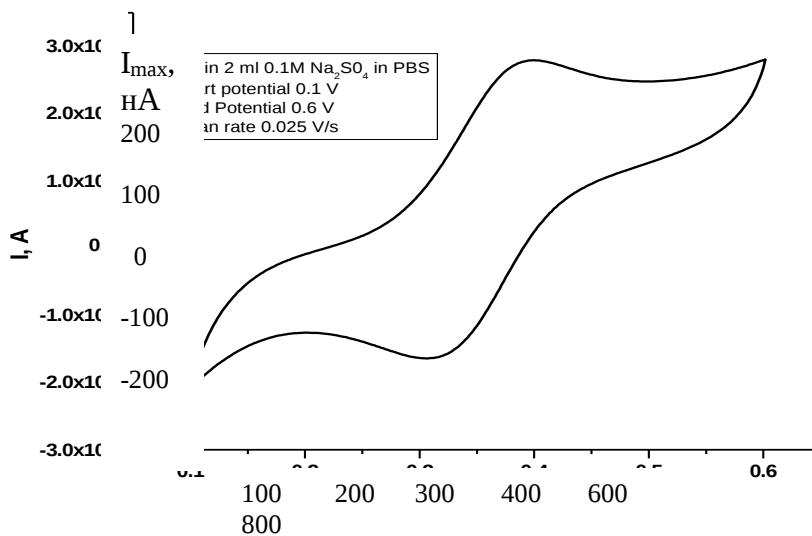
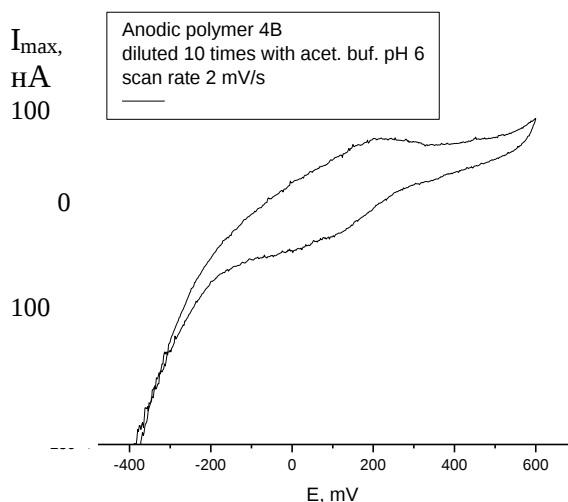


Рисунок 3 - Схема получения осмиевых комплексов

Полученные осмиевые комплексы охарактеризованы циклической и дифференциально-импульсной вольтамперометрией. Циклические вольтамперограммы приведены на рис. 4 .



a)



б)

Рисунок 4 -Циклическая вольтамперограмма осмиевых комплексов сополимеров с
а) $\text{Os}(\text{bipy})_2\text{Cl}_2$ и б) $\text{Os}(\text{dimebipy})_2\text{Cl}_2$

Дифференциально-импульсная вольтамперометрия показала, что комплексы на основе $\text{Os}(\text{bipy})_2\text{Cl}_2$ имеют окислительный потенциал около 350 мВ, а на основе $\text{Os}(\text{dimebipy})_2\text{Cl}_2$ около 200 мВ и могут быть использованы для дальнейшего применения в качестве медиаторов для биосенсоров.

Таким образом, получены новые сополимеры, содержащие аминные и карбоксильные функциональные группы. Полученные осмиевые комплексы на основе новых сополимеров, содержащих аминные и карбоксильные функциональные группы, могут быть использованы в качестве медиаторов для высокочувствительных безреагентных амперометрических биосенсоров.

Автор выражает благодарность профессору В.Шуманну из Рурского университета (Бохум, Германия) за помощь в проведении синтезов полимеров и электрохимических исследований.

Библиографический список:

1. Degani Y., Heller A. // J. Am. Chem. Soc. 1989, v. 111, p.2357-2358.
2. Heller A. // Accounts of Chemical Research, 1990, v. 23, p.128-134.
3. Kashiwagi Y., Pan Q., Yanagisawa Y. et al. // Denki Kagaku. 1994, v.62, p.1240-1246.
4. Badia A., Carlini R., Fernandez A. et al. // J. Am. Chem. Soc. 1993, v. 115, p. 7053-7060.
5. Battaglini F., Barlett P.N., Wang J.H. // Anal. Chem. 2000, v.72, p.502-509.
6. De Lumley-Woodyear T., Rocca P., Lindsay J. et al. // Anal. Chem. 1995, v.67, p. 1332-1338.
7. Habermüller K., Ramanavicius A., Laurinavicius V., Schuhmann W. // Electroanalysis, 2000, v.12, p.1383-1389.

ЭКОНОМИКА ОТРАСЛИ

УДК 338.245

Абдулкадыров А.С.

ПОТЕНЦИАЛ КЛАСТЕРООБРАЗОВАНИЯ В ОТРАСЛЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Abdulkadirov A.S.

POTENTIAL CLUSTER FORMATION IN SECTOR OF DEFENCE INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA

В статье рассматриваются возможности для развития механизма кластерообразования в оборонно-промышленном комплексе России, что может существенно продвинуть вперед государственную программу модернизации военной экономики и реализацию стратегических программ вооружений.

Ключевые слова: кластер, потенциал кластерного образования, оборонно-промышленный комплекс, инновационное развитие, технологическое развитие.

The article discusses the possibility for the development of the mechanism cluster formation in the military-industrial complex of Russia, which could significantly advance the state program for the modernization of the military economy and the implementation of strategic weapons programs.

Key words: cluster, cluster formation, military-industrial complex, innovative development, technological development.

Сегодня становится очевидным, что построение высокотехнологичного оборонно-промышленного кластера тесным образом связано с необходимостью объединить в рамках одной особой зоны производственные бизнес-проекты ОПК, фундаментальные разработки вооружений и военной техники, подготовку производства продукции военного назначения.

В соответствии с программой «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011 - 2020 годы», а также с учетом «Основ государственной политики в области развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» были заложены нормативно-правовые основы построения высокотехнологичных оборонно-промышленных кластеров.

Потенциал кластерообразования в сфере ОПК Российской Федерации очень высокий. Так, из выступления премьер-министра Д.А. Медведева на военно-промышленной конференции «Актуальные вопросы развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации» ясно звучит сигнал к решительным и быстрым действиям по созданию оборонно-промышленных кластеров. Он проявляется в том, что заданы кластерообразующие приоритеты в области строительства ОПК[1]:

- доля новой техники и вооружения к 2020 году должна составить 70% и производиться в основном на российских оборонных предприятиях;

- должно быть завершено создание крупных интегрированных структур. К 2013 году практически завершено организационное реформирование ОПК, создана 61 интегрированная структура- холдинги в составе 771 предприятия, выпускающие более 74% от общего объема продукции ОПК;

- к 2020 году должен быть сформирован конкурентоспособный ОПК нового облика, включающий около 40 крупных научно-производственных компаний;
- в военно-промышленном комплексе требуется развернуть систему поддержки и сопровождения инновационных проектов на всех стадиях, начиная от идеи и до получения коммерческого результата.

Достичь этих приоритетных целей, по нашему глубокому убеждению, возможно лишь через создание высокотехнологичных оборонно-промышленных кластеров в Российской Федерации.

«Ядро» высокотехнологичного кластера в сфере ОПК составляют прорывные передовые исследования и разработки, фундаментальная наука и реализация прикладных исследовательских программ в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства.

В настоящее время создана довольно разветвленная сеть инфраструктурных предприятий, в то же время результаты развития инновационной деятельности оставляют желать лучшего. По мнению Сергея Рогова, директора Института США и Канады РАН, у ведущих стран Запада расходы на НИОКР составляют 2–3% ВВП, в том числе у США – 2,7%, а у таких стран, как Япония, Швеция, Израиль, достигают 3,5–4,5% ВВП.

Очень высокими темпами наращивает расходы на НИОКР Китай (1,7% ВВП). Ожидается, что в следующем десятилетии КНР догонит США по объему расходов на науку. Быстро растут расходы на НИОКР и в Индии. К 2012 году они достигнут 2% ВВП. Европейский союз поставил задачу увеличить расходы на НИОКР до 3% ВВП.

Доля расходов России на оборонные НИОКР – 0,6% ВВП, на гражданскую науку – 0,4%. Для сравнения: в последние годы существования СССР общие расходы на НИОКР составляли 3,6–4,7% от ВВП. К сожалению, в России доля всех затрат на фундаментальные исследования составляет всего 0,16% ВВП[2].

По нашему мнению, для того, чтобы найти причину такого положения дел в ОПК, необходимо в исследовании дать характеристику основным элементам инновационной инфраструктуры оборонных отраслей. Именно инновационная инфраструктура предприятий ОПК может служить потенциальным стержнем в создании кластеров.

Даже, несмотря на столь значительную разницу в долях наукоемкой продукции ОПК в России и развитых странах, остаётся несомненным тот факт, что именно предприятия ОПК во внутриотраслевой структуре экономики России являются локомотивом прорывных инновационных технологий.

Доля инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции предприятий ОПК Минпромторга России невелика и за период 2010-2012 гг. практически не изменилась (13,8-13,9%). Здесь не учтена доля предприятий ОПК Минобороны России, Роскосмоса, Росатома, Ростехнологии.

Наибольшая доля инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции ОПК зафиксирована в авиационной и в судостроительной промышленности, наименьшая – в промышленности боеприпасов и спецхимии.

Подобная динамика объясняется спецификой развития каждой отрасли ОПК, например, в судостроении жизненный цикл продукции гораздо длиннее, чем, например, в радиоэлектронной промышленности. Доля инновационной продукции в общем объеме научной продукции ОПК гораздо выше аналогичного показателя в промышленности и составляет 44-45%.

Особый интерес для исследования заслуживает информация о том, какие инновации и в каком объеме производят предприятия ОПК (рис. 1). По данным ФГУП «ЦНИИ «Центр», наибольший объем производства инноваций приходится на авиационную промышленность (47,6), наименьший – на промышленность боеприпасов и спецхимии (16%).

Основными видами инноваций в ОПК являются продуктовые и процессные инновации. При этом продуктовые инновации – это готовая продукция, различные

образцы или модели готовых изделий, например, суда, комплектующие, металлоконструкции и др., процессные – новые технологии обработки и проектирования, автоматизированные процессы и производства и др.

Не слишком пристальное внимание уделяется организации производства – доля организационных инноваций на предприятиях ОПК хоть и не числится в «отстающих», но и не является приоритетной.

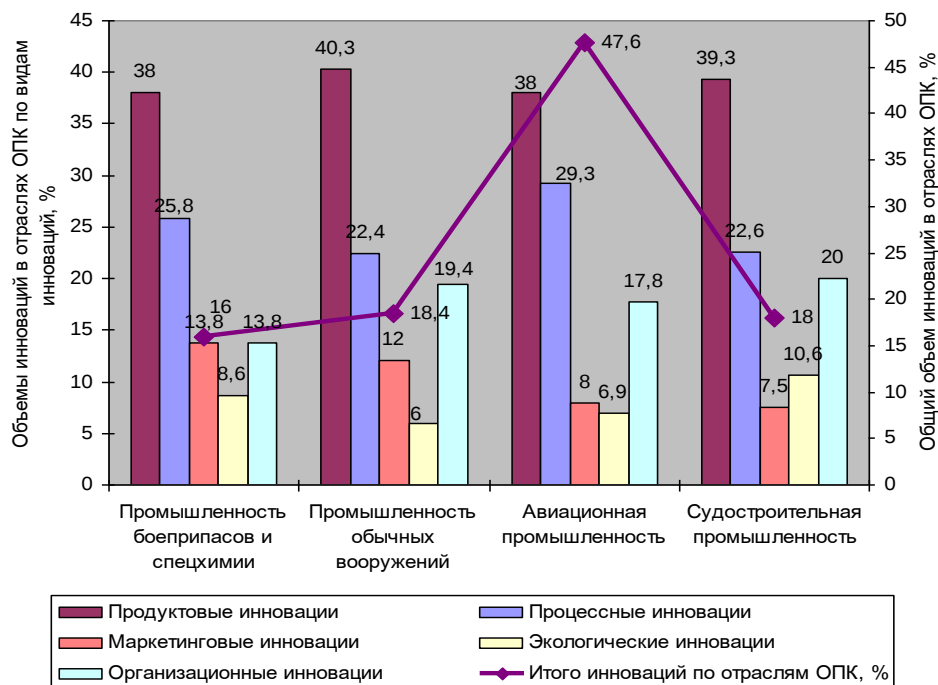


Рисунок 1 - Инновации в отраслях ОПК

Источник: составлено по данным ФГУП "ЦНИИ "Центр"

Следует заметить, что доля экологических инноваций незначительна. К этому виду инноваций предприятия относят, в основном, реконструкцию очистных сооружений и различные виды обезвреживаний, вторичную переработку сырья и др.

Как известно, основным условием для внедрения инноваций является наличие эффективной системы маркетинга и сбыта, осуществляющей связь предприятия с конечными потребителями с целью постоянного выявления новых требований покупателей, предъявляемых к качеству производимых товаров и услуг. Это условие существенно, так как на практике инновации часто определяются, как «создание и предоставление товаров или услуг, которые предлагают потребителям выгоды, воспринимаемые ими как новые или более совершенные»[3]. Большинство неудач с выводением инноваций на рынок объясняется тем, что они возникают на базе новых знаний, а не потребностей, в то время как покупателям нужен не новый товар, а новые выгоды.

Однако маркетинговой политике предприятий ОПК также не уделяется должного внимания, о чем свидетельствуют низкие показатели маркетинговых инноваций. По данным предприятий ОПК, маркетинговые инновации заключаются в исследовании спроса на продукцию средствами Интернет, в завоевании новых рынков сбыта путем продвижения бренда, проведения выставок и презентаций и др.

Таким образом, очевидно намерение выпускать готовую продукцию, ориентированную на экспорт и отсутствие стремления к технологической модернизации. Предприятия не заботятся о привлечении заказчиков, например, на гражданскую продукцию, а ориентируются на ГОЗ, обеспечивающий размещение заказов среди

промышленных организаций и заключение контрактов на поставку вооружения с госгарантиями.

Однако и здесь не обходится без проблем: начало нового года влечет остановку работ по ГОЗ – предприятия вынуждены перезаключать договоры. Это очень осложняет работу над техникой длительного цикла производства, наиболее сложных и наукоемких видов техники (самолетов, боевых кораблей, подводок и других систем, на производство которых требуется год и более), а также сказывается на проведении НИОКР – финансирование приходится «дробить».

Вялотекущий характер инновационных процессов подтверждается и количеством организаций ОПК, занимающихся производством инноваций: менее половины в каждой из отраслей. Лидирует по этому показателю авиационная промышленность – 47,2%, в судостроении и промышленности обычных вооружений – по 19,1%, на последнем месте находятся организации промышленности боеприпасов и спецхимии – 14,6% (рис.2).

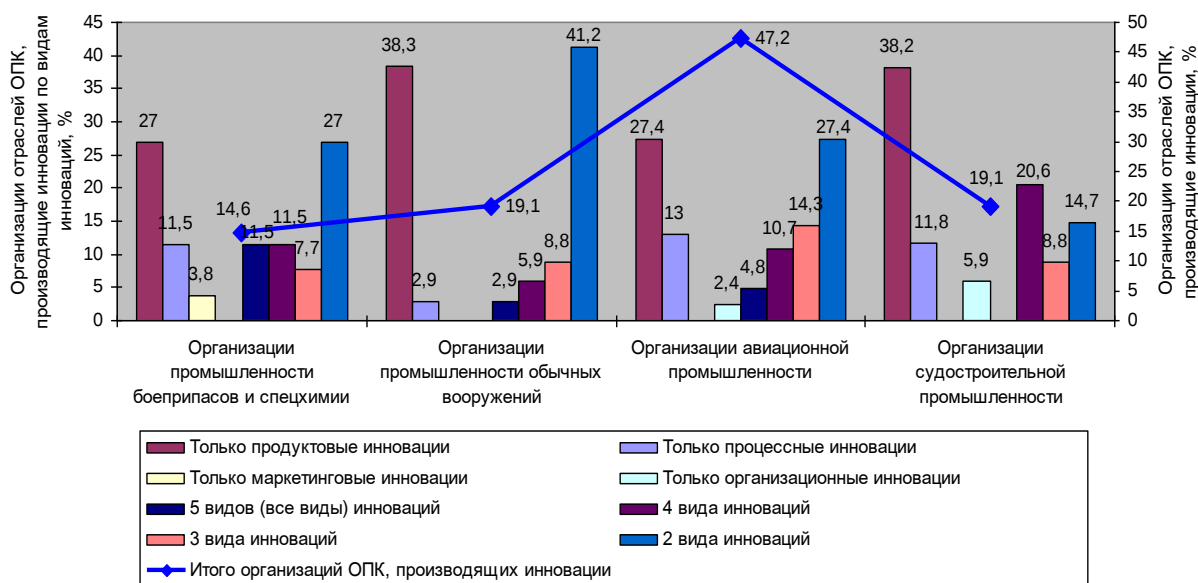


Рисунок 4 - Организации ОПК, производящие инновации
 Источник: составлено по данным ФГУП ЦНИИ "Центр"

При этом большинство оборонных предприятий занимаются либо производством только продуктивных инноваций, либо 4 видов инноваций. Наибольшее число организаций (11,5%), занимающихся производством всех видов инноваций, наблюдается в промышленности боеприпасов и спецхимии, наименьшее (2,9%) - в промышленности обычных вооружений, в судостроении нет ни одной такой организации. Только маркетинговые инновации производят 3,8% организаций промышленности боеприпасов, только организационные - 2,4% предприятий авиационной промышленности. Такая картина свидетельствует практически об отсутствии инновационных процессов в этих организациях.

Таким образом, мы видим, что существующие проблемы развития инноваций в ОПК требуют незамедлительных решений. Однако фактом остается и то, что доля инновационной продукции в промышленном выпуске предприятий ОПК пока остается самой высокой из отраслей народного хозяйства, что и предопределяет возможность реализации потенциала кластерообразования в отраслях ОПК.

Как показывает практика, сегодня созданы хорошие основы для кластеризации оборонно-промышленного комплекса, прежде всего, в силу сложившихся организационных и экономико-правовых отношений в этой сфере. ОПК как самостоятельная экономическая система по определению стимулирует инновационную деятельность по многим направлениям, создавая предпосылки для образования кластеров.

При этом, среди факторов, обуславливающих реализацию механизма кластерообразования в ОПК можно выделить следующие:

- необходимость разработки и создания вооружений и военной техники с принципиально новыми свойствами, обеспечивающими превосходство в современной войне;

- растущая потребность в создании новейших или глубокой модернизации существующих технологических подходов производства оружия и военной техники;

- экономическая целесообразность расходования бюджетных средств в рамках государственного оборонного заказа, которая требует применения финансово-экономических, структурных, информационных, маркетинговых и иных инноваций при выпуске и сбыте товаров и услуг военного назначения, обеспечивающих экономии бюджетных средств или создающих условия для такой экономии.

Эти и многие другие факторы, влияющие на инновационное развитие предприятий ОПК, могут выступать как мощнейшие стимулы к развитию механизма кластерообразования в рассматриваемых отраслях.

Отдельного внимания заслуживает потенциал кластерообразования, заложенный в организационно-экономическом механизме и нормативно-правовой основе функционирования отраслей оборонно-промышленного комплекса. Так, предприятия ОПК имеют в своем составе подразделения системного администрирования, службы маркетинга, конструкторские бюро, научно-исследовательские отделы, юридические и другие службы, которые обеспечивают разработку, производство, правовую защиту интеллектуальной собственности и продвижение продукции военного назначения на внутренний и внешний рынки. Эта технологическая цепочка по отдельным отраслям может дополняться для проведения испытаний отраслевыми НИИ и испытательными полигонами со своей инфраструктурой.

Отмечая нормативно-правовую базу, созданную за последние годы в сфере регулирования деятельности предприятий сферы ОПК, следует согласиться с мнением большинства исследователей о том, что контур её в основном очерчен. Как известно, Президентом России в Указе от 7 мая 2012 г. № 603 поставлены приоритетные задачи, по реализации планов (программ) строительства и развития Вооруженных сил Российской Федерации, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса комплексной модернизации ОПК. При этом, технологическая модернизация ОПК имеет своей задачей не только обеспечение Вооруженных Сил новым поколением вооружения и военной техники, но и использование потенциала ОПК для технологического подъема всей обрабатывающей промышленности, что несомненно является потенциалом кластерообразования в этой отрасли.

При этом, в настоящее время технологическое развитие организаций ОПК осуществляется в рамках единого комплекса федеральных программ, в котором ключевую роль играют федеральные целевые программы развития ОПК. Постановлением Правительства от 5 марта 2013 г. утверждена ФЦП «Развитие ОПК на 2011-2020 годы». В соответствии с решением Военно-промышленной комиссии разрабатывается проект ГПВ на 2016-2025 годы. В целях комплексной увязки и сбалансированности программных мероприятий ГПВ предусмотрены разработка ФЦП «Развитие ОПК на 2016-2025 годы» и «Стратегические материалы на 2016-2025 годы».

Выполнение мероприятий Программы Развитие ОПК на 2011-2020 годы уже началось с 2011 года в рамках государственного оборонного заказа.

По структуре затрат программа имеет ярко выраженный инвестиционный характер: капитальные вложения составляют около 80 процентов от общего объема финансирования. Бюджетные средства направляются, прежде всего, на строительство и реконструкцию производственных мощностей, обеспечивающих приоритетное развитие: сил ядерного сдерживания; средств военно-космической обороны; систем связи;

современной транспортной авиации; высокоточного оружия; систем индивидуальной защиты военнослужащих; сил и средств военно-морского флота.

По данным, приведенным Д. Мантуровым на заседании Военно-промышленной конференции в марте 2013 года, только в 2012 году в рамках ФЦП «Развитие ОПК» за счет средств федерального бюджета реализовывалось около 600 инвестпроектов с участием почти пятисот предприятий. Было введено в эксплуатацию 43 объекта на 37 предприятиях, в т. ч. для обеспечения производства перспективного истребителя, ракетного комплекса «Искандер», зенитно-ракетной системы С-400. С целью усиления роли интегрированных структур и ответственности при управлении затратами на модернизацию ОПК, принято решение о финансировании мероприятий через их головные организации. Это свидетельствует о высоком потенциале развития механизма кластерообразования в ОПК.

Кроме того, реализация Программы предполагает формирование опережающего научно-технологического задела, разработку и освоение более 1400 промышленных критических и базовых технологий. В последние годы четко проявляет себя тренд – создание интегрированных структур в ОПК. Причем интенсивность их образования велика. Так, если в 2003 году на 18 интегрированных структур приходилась всего четверть произведенной продукции ОПК, то в 2011 уже 55 интегрированных структур произвели более 60 процентов от общего объема продукции[4].

Нельзя обойти вниманием одно из важнейших структурных изменений в ОПК – это последовательный (из года в год) рост государственного оборонного заказа и экспорта военной техники по линии ВТС. Так экспорт вооружения из России в 2012 году вырос на 12 процентов, до 15,2 миллиарда долларов. Примерно таких же показателей удалось достичь только США. Средства, получаемые от продажи оружия необходимо во всё большем объеме направлять на НИОКР в сфере перспективных разработок, создавая, таким образом, задел на будущее развитие кластеров в ОПК. В таблице приведены рассчитанные автором сведения о динамике роста ГОЗ по данным ФЗ «О бюджете Российской Федерации на 2000 год и последующие годы», а также по данным ГПВ 2005-2011 и ГПВ 2011-2020.

Таблица 1 - Финансирование оборонного заказа Российской Федерации

Годы	Расходы на оборону (млрд. руб.)	ГОЗ (млрд. руб.)	Доля ГОЗ в расходах на оборону, %	Прирост ГОЗ по сравнению с предыдущим годом, %
2000	243,0	71,9	29,6	-12,4
2001	247,7	63,0	24,7	28,1
2002	295,4	80,7	28,0	48,7
2003	355,7	120,0	31,8	22,9
2004	430,0	147,5	35,7	26,7
2005	581,1	186,9	35,2	26,7
2006	681,8	236,7	35,5	27,9
2007	831,9	302,7	36,9	51,3
2008	1040,8	458,0	44,3	26,6
2009	1188,2	589,0	48,6	8,0
2010	1276,5	626,4	50,0	15,1
2011	1516,8	721,2	47,5	15,1
2012		908,44		25,9
2013		1960,0		115,8
2014		2200(прогноз)		12,2
2015		2800(прогноз)		27,2

В целом можно утверждать, что сегодня ГОЗ является определяющим фактором для российского ОПК и служит одним из действенных инструментов промышленной политики государства. Таким образом, к началу 2011 года в нашей стране заложен мощный потенциал для разработки и повсеместной реализации механизма кластерообразования в ОПК. Это позволяет нашему государству эффективно управлять запуском самого масштабного за последние 20 лет инвестиционного цикла в ОПК.

Одним из важнейших факторов усиления потенциала кластерообразования в ОПК является трансферт технологий. Развитие оборонно-промышленного комплекса является локомотивом и для смежных отраслей. Создание кластеров в ОПК придаст импульс машиностроению, химической промышленности, индустрии информационных технологий, станкостроению. Особенно важно внедрить новые технологии в станкостроении, т.к. это даст предприятиям отраслей ОПК и ресурсы для обновления основных фондов, и новые технологические решения. Кроме того, трансферт оборонных технологий обеспечит устойчивую работу научных и конструкторских коллективов, а значит - их присутствие на рынке разработок для гражданского сектора.

Именно развитию инновационного взаимодействия между гражданским и военным секторами национальной экономики будет способствовать создание инновационных кластеров в ОПК. В Российской Федерации частично реализуется этот потенциал. Так в настоящее время проводится работа по созданию инновационного кластера в г. Жуковском, призванного обеспечить интеграцию авиационной науки в единый комплекс.

Особого внимания требуют проекты развития межрегиональных инновационных кластеров, реализуемых Фондом развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий "Сколково", ОАО "Российская венчурная компания", ОАО "РОСНАНО".

С учетом достаточно высокого экономического эффекта от реализации проектов по созданию технопарков в гражданских отраслях промышленности (например, ОАО "КАМАЗ") представляется целесообразным развитие практики реализации подобных проектов в ОПК. В частности, на базе ОАО "Загорский оптико-механический завод", освобожденного от оборонного заказа, создается технопарк по медицинскому приборостроению.

На площадях ОАО "Пермский моторный завод" создается "Технопарк-ПМ", ориентированный на развитие субъектов малого и среднего бизнеса. ОАО "Пермский моторный завод" намерено предоставить резидентам технопарка гарантированный заказ на их продукцию. Безусловно, успешная деятельность кластеров ОПК базируется на знаниях и интеллекте и это требует развития кадрового потенциала организаций ОПК.

Правительством Российской Федерации в целях реализации приоритета, предусмотренного в Основах-2020 по развитию кадрового интеллектуального потенциала ОПК, принят и реализуется целый комплекс активных мер по закреплению кадров в организациях ОПК, в том числе обеспечению жильем работников, занятых в организациях.

Подводя итог сказанному, можно отметить, что сформировавшаяся дефрагментированная институциональная структура военного производства в России требует неотложных мер по интеграции существующих укладов, иначе эффективность преобразований будет близка к нулю. Но на базе какого нового единства будет происходить эта интеграция? Мы отвечаем – на базе кластеров в отраслях оборонно-промышленного комплекса.

Однако мировой опыт свидетельствует, что для успешной реализации кластерной политики необходимо:

- наличие стратегии кластерного развития (страны, ее территорий или отраслей);
- выделение перспективных направлений (отраслей, территорий), в которых объединение предприятий в кластеры способствует получению синергетического эффекта;

- определение механизмов поддержки или прямого финансирования из государственного бюджета реализации кластерной политики.

Нам представляется целесообразным разработать единую стратегию развития инновационных кластеров в ОПК Российской Федерации, учитывающую приоритеты государственной политики и ключевые направления развития программ вооружений.

Библиографический список:

1. http://www.i-mash.ru/news/nov_otrasl/32496-premer-ministr-rf-porekomendoval.html
2. См. доклад члена-корреспондента РАН, Директора Института США и Канады С.М. Рогова "Россия должна стать научной сверхдержавой". Источник доступа: <http://www.youngscience.ru/pages/main/analytics/3969/5466/index.shtml>
3. Дойль П. Менеджмент: стратегия и тактика. - СПб.: Питер, 1999.
4. О. Бочкарев. Число оборонных предприятий сократят на четверть. // 21.03.2013. Источник доступа: <http://www.fsoz.gov.ru/press/14/1053/index.html> - Официальный сайт Федеральной службы по оборонному заказу.

УДК 631.16:658.152

Белозерцева Ю.В.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ СФЕРЫ УСЛУГ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

Belozertseva J.V.

ECONOMIC SUBSTANTIATION OF REAL INVESTMENTS IN CONSTRUCTION OF OBJECTS OF SPHERE OF SERVICES IN A COUNTRYSIDE

Проведен анализ возможностей строительства предприятий сферы услуг в сельской местности в Южном Дагестане. Рассмотрены особенности и требования к проектированию предприятий сферы услуг в сельской местности. Предложены четырехступенчатая концентрическая модель рационального территориального размещения предприятий сферы услуг и авторский подход к оценке эффективности инвестиционных проектов строительства объектов сферы услуг в сельской местности.

Ключевые слова: экономическая эффективность, инвестиционный проект, предприятия сферы услуг, сельская местность, четырехступенчатая концентрическая модель, чистая дисконтированная стоимость, внутренняя норма доходности, индекс доходности, рентабельность активов проекта, период окупаемости.

The analysis of opportunities of construction of the enterprises of sphere of services in a countryside in Southern Dagestan is lead. Features and requirements to designing the enterprises of sphere of services in a countryside are considered {examined}. The four-stage concentric model of rational territorial accommodation of the enterprises of sphere of services and the author's approach to an estimation of efficiency of investment civil-engineering designs of objects of sphere of services in a countryside are offered.

Key words: economic efficiency, the investment project, the enterprises of sphere of services, a countryside, four-stage concentric model, the pure{clean} discounted cost, internal norm {rate} of profitableness, an index of profitableness, profitability of actives of the project, the period of a recoupment

Важное значение для возрождения сельских территорий, закрепления молодых специалистов в сельской местности, наряду с другими факторами жизнеобеспечения, имеет научно обоснованная организация сферы услуг на селе. В систему сферы услуг в сельской местности в первую очередь входят такие услуги, как коммунальные услуги, торговые услуги, образовательные услуги, социальные услуги.

Объектом исследования в настоящей работе являются предприятия сферы услуг в Южном Дагестане. Как показывает проведенное нами статистическое исследование на территории Южного Дагестана, в крупных сельских населенных пунктах, где более 500 хозяйств с численностью населения более 2500 человек, коммунальные, торговые, образовательные и социальные услуги можно организовать в достаточно полном объеме с точки зрения удовлетворения потребностей семьи из 5 человек. Здесь, в принципе, нет особых проблем с оказанием указанных услуг.

В небольших населенных пунктах, где менее 100 хозяйств с численностью населения менее 500 человек, строительство объектов сферы указанных услуг, как показывают наши расчеты, в 70% случаях экономически нецелесообразно. Это связано с различными условиями: места расположения населенного пункта, природно-климатическими условиями и начальными возможностями людей данной местности на самореализацию.

1. Особенности и требования к проектированию предприятий сферы услуг в сельской местности

По форме собственности предприятия сферы услуг в сельской местности можно отнести к государственным, включая региональную и муниципальную, кооперативным (потребительской кооперации), частным.

Предприятия сферы услуг любой формы собственности имеют особенности проектирования, отличные от проектирования промышленных предприятий, жилых домов и других объектов агропромышленного комплекса[1].

К числу особенностей проектирования предприятий сферы услуг в сельской местности можно отнести следующие:

- объекты сферы услуг в сельской местности относятся к объектам массового строительства. Поэтому при их проектировании преобладают разработки типовых проектов;
- существенные особенности, вытекающие из специализации и типизации объектов сферы услуг в сельской местности.

Как показывает анализ расположения объектов сферы услуг в сельской местности в Южном Дагестане, здания предприятий сферы услуг по их композиции можно разбить на три группы: на отдельно стоящие здания сферы услуг; здания комплексов сферы услуг; здания сферы услуг, пристроенные к жилым и общественным зданиям.

Согласно проведенному анализу, в основном развитие строительства зданий предприятий сферы услуг в Южном Дагестане идет по направлению сооружения отдельно стоящих зданий, а также комплексов сферы услуг, т. е. совмещенных в комплексе зданий. Это естественный процесс в рыночных условиях хозяйствования.

Строительство зданий сферы услуг в Южном Дагестане, да и на всей территории России, обязательно, на наш взгляд, должно проходить по проектам, где соблюдаются следующие требования:

1. Требования к прочности и устойчивости: здания сферы услуг должны быть прочными и устойчивыми к воздействиям как внутренним, например, нагрузки от находящихся в здании машин, оборудования и т.д., так и к внешним воздействиям, например, землетрясениям, что часто наблюдается в Республике Дагестан.

2. Архитектурные требования: здания сферы услуг в сельской местности должны быть привлекательным по своему внешнему виду, гармонично дополнять окружающую застройку и не теряться в ней.

3. Экономические требования: получение максимума полезной площади при минимальных затратах труда и средств на постройку здания и минимума эксплуатационных затрат в течение всего срока использования здания (расход на электроэнергию, газ и т.д.).

4. Эксплуатационные требования: обеспечение удобного размещения оборудования, условий для труда, повышения его производительности, определение этажности здания и условий для технологических процессов.

Опыт строительства и эксплуатации зданий сферы услуг в сельской местности в Южном Дагестане показывает, что почти половина зданий и сооружений предприятий сферы услуг используется нерационально и не по назначению.

Одним из важных направлений проектирования объектов сферы услуг в сельской местности является разработка и использование в Южном Дагестане типовых проектов. Типовое проектирование должно занимать ведущие позиции в системе обеспечения проектно-сметной документацией заинтересованные строительные фирмы.

2. Территориальное размещение предприятий сферы услуг в сельских районах Южного Дагестана

За последние 20 с лишним лет сеть сферы услуг в сельской местности в Южном Дагестане, как и во всей России, существенно уменьшилась, она изнасилась качественно и не стала удовлетворять потребности населения. Поэтому в настоящее время вновь возникла задача развития сети сферы услуг. По нашему мнению, сеть сферы услуг в сельских районах Южного Дагестана необходимо развивать по следующим направлениям:

- расширения сети сферы услуг количественно (парикмахерских, салонов красоты, магазинов, столовых, домов культуры, курсов по повышению образования, курортно-оздоровительных комплексов и т.д.) с учетом численности населения путем нового строительства, реконструкции и технического перевооружения существующих мощностей;

- улучшения предприятий сети сферы услуг качественно путем укрупнения типовых проектов, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий;

- рационального размещения предприятий сферы услуг в сельских районах Южного Дагестана.

Рациональным размещением предприятий сферы услуг в городах и в сельской местности научная общественность занимается как в России, так и за рубежом. Но работы, посвященные этой тематике, не в полной мере охватывают особенности конкретного региона, ориентированы на среднестатистический регион с мононациональным составом и однородными природно-климатическими условиями. Известные в научной литературе принципы рационального размещения предприятий сферы услуг в городах и сельских районах также верны и для такого региона, как Южный Дагестан, но с учетом определенных особенностей. В связи с этим ниже изложим некоторые теоретические суждения, которые могут быть учтены при разработке проектов размещения предприятий сферы услуг в Южном Дагестане.

Вся сеть предприятий сферы услуг формируется для того, чтобы создать наилучшие условия оказания услуг населению с учетом покупательного спроса. По признаку покупательного спроса все услуги (товары) могут быть разделены не на три группы, как это делается традиционно, а на четыре группы, т. е. услуги (товары) повседневного спроса, периодического, эпизодического спроса и услуги в чрезвычайных ситуациях. Эта группировка должна лежать в основе организации проектирования размещения предприятий сферы услуг в сельской местности в Южном Дагестане. В силу сказанного, основным принципом размещения сети сферы услуг в сельской местности в данном регионе нами предлагается в виде четырех ступеней (концентрическое размещение предприятий):

1. Предприятия сферы услуг первой ступени имеют небольшой радиус действия и имеют в своем ассортименте, как правило, услуги (товары) повседневного спроса. Эти предприятия должны быть максимально приближены к потребителям (покупателям). Все предприятия сферы услуг, оказывающие их повседневно (например, магазины, торгующие товарами повседневного спроса, в частности продовольственными и некоторыми промышленными), должны быть размещены в пределах пешеходной доступности (с радиусом обслуживания до 0,5 км на низменности и 0,2 км в горной местности);

2. Предприятия сферы услуг второй ступени осуществляют оказание услуг периодического спроса и более широкого перечня, чем на предприятиях первой ступени. Район их деятельности шире, он охватывает территорию, включая предприятия первой ступени;

3. Предприятия сферы услуг третьей ступени концентрируют широкий набор услуг. Это ремонтные мастерские, автозаправочные, образовательные учреждения, больницы, аптеки, универмаги, крупные специализированные магазины, торговые центры и т.д. Они должны охватить своей деятельностью весь обслуживаемый сельский район;

4. Предприятия сферы услуг четвертой ступени концентрируют широкий набор оказываемых услуг населению на случай возникновения чрезвычайных ситуаций (землетрясение, оползни, наводнение). Они должны охватить своей деятельностью весь Южный Дагестан.

При концентрическом размещении сети сферы услуг крупные и мелкие, специализированные и универсальные предприятия сферы услуг не подменяют, а дополняют друг друга, образуя определенную систему предприятий сферы услуг и общую зону обслуживания населения.

3. Экономическое обоснование реальных инвестиций в строительство объектов сферы услуг в сельской местности

Несмотря на накопленный в России значительный опыт исследования организационно-экономических механизмов управления экономическими процессами, анализ специальной литературы показывает, что большая часть предлагаемых методов формирования организационно-экономических механизмов повышения эффективности инвестиций в строительство объектов сферы услуг в сельской местности не носит системного характера и направлена преимущественно на определение основных характеристик и численных параметров собственно организационной структуры управления инвестициями.

В современных условиях состав и содержание механизмов повышения эффективности инвестиций в строительство объектов сферы услуг в сельской местности становятся неустойчивыми. Поэтому установление целей, направлений и характера взаимосвязи различных звеньев механизмов повышения эффективности инвестиций в строительство объектов сферы услуг в сельской местности приобретает зачастую более важное значение, чем строгое определение их функциональной специализации.

В настоящей работе под сущностью повышения экономической эффективности инвестиций в строительство объектов сферы услуг в сельской местности понимается то, что на каждую единицу затрат: трудовых, материальных, финансовых- необходимо добиться существенного увеличения объема оказываемых на селе услуг и прибыли.

Экономическое обоснование реальных инвестиций в сельскохозяйственное строительство здесь нами предлагается оценить, используя следующую систему показателей, связанных между собой (рис. 1).

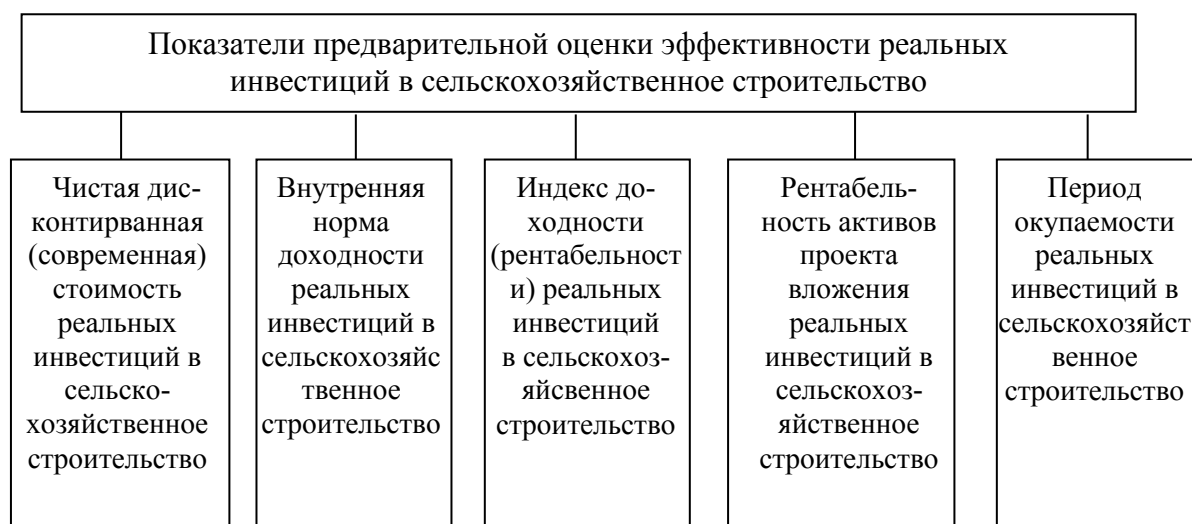


Рисунок 1 - Система взаимосвязанных показателей предварительной оценки эффективности реальных инвестиций

Анализ научных трудов по оценке инвестиционных проектов, которые опубликованы в работах как зарубежных, так и отечественных ученых позволяет сделать вывод о том, что самым эффективным способом обоснования инвестиций в экономическом плане можно считать метод использования современной (чистой) дисконтированной стоимости (NPV – NetPresentValue) и объема реальных инвестиций в нулевой период (K) [2]:

проект принимается к внедрению, если: $NPV > K > 0$;

проект требует дополнительных исследований и анализа, если $NPV = K = 0$;

проект не принимается к внедрению, если $NPV < K < 0$.

В сельскохозяйственном строительстве нами предлагается использовать в качестве одного из основных самостоятельных критериев оценки эффективного использования инвестиционных средств современную стоимость реальных инвестиций NPV .

Анализ показывает, что до сих пор не существует единого взгляда на понятие современной стоимости реальных инвестиций. Например, некоторые из известных авторов определяют современную стоимость реальных инвестиций, исходя из доходов в будущем, которые должны получить при внедрении проекта. Под доходами в будущем они имеют в виду чистую прибыль. По их мнению современную (чистую дисконтированную) стоимость реальных инвестиций в сельскохозяйственное строительство необходимо определить из следующего выражения:

$$NPV = -C_0 + \frac{P_1}{1+r} + \frac{P_2}{(1+r)^2} + \frac{P_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{P_n}{(1+r)^n}, \quad (1)$$

где C_0 – инвестиции в нулевой период, предназначенные для внедрения инвестиционного проекта;

$P_1, P_2, \dots, P_n$ – денежный приток – получаемая в будущем по годам от внедрения проекта чистая прибыль;

n – жизненный цикл проекта, т.е. количество лет, в течение которых рассчитывается чистая дисконтированная стоимость;

r – ставка дисконтирования.

Уравнение (3.1) позволяет описать чистую прибыль фирмы от вложенных инвестиций. Инвестор должен произвести вложение своего капитала здесь в том случае, если чистая текущая (дисконтированная) стоимость больше нуля.

Другие авторы предлагают определять будущий дисконтированный доход, используя чистую прибыль и амортизационные отчисления:

$$NPV = -C_0 + \frac{P_1 + A_1}{1+r} + \frac{P_2 + A_2}{(1+r)^2} + \frac{P_3 + A_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{P_n + A_n}{(1+r)^n}, \quad (2)$$

где $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ – поток амортизационных отчислений по рассматриваемым годам (периодам).

Индекс доходности (рентабельности) реальных инвестиций в сельскохозяйственное строительство. Этот показатель рассчитывается по следующей формуле (PI- ProfitabilityIndex):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_{INt}}{(1+r)^t}}{C_0}, \quad (3)$$

где CF_{INt} — денежный приток (доход) за период t (CashFlow).

В отличие от NPV индекс рентабельности инвестиций в сельскохозяйственное строительство является безразмерным параметром. Индекс доходности достаточно удобен при определении из набора альтернативных инвестиционных проектов, у которых современная стоимость реальных инвестиций имеют близкие значения, или для формирования портфеля инвестпроектов с наибольшей суммарной величиной NPV.

Показатель индекс доходности (рентабельности) инвестиций в сельскохозяйственное строительство также можно использовать в качестве критерия при принятии решения о внедрении инвестиционного проекта:

проект принимается к внедрению, если $1 < PI$;

проект не принимается к внедрению, если $PI < 1$;

проект требует дополнительных исследований, если $PI = 1$.

Чистая дисконтированная стоимость NPV и индекс доходности PI прямо зависят друг от друга: рост абсолютного значения современной стоимости реальных инвестиций в сельскохозяйственное строительство приводит к возрастанию индекса доходности и наоборот. Как видно, при нулевом значении чистого приведенного дохода (чистой текущей стоимости) индекс доходности имеет значение, равное единице. Из этого следует, что при принятии решения о внедрении инвестиционного проекта на строительство сельхозобъекта можно использовать только один из них в качестве критерия его выгодности. Если проводится сравнительная оценка инвестиционных проектов, то следует рассматривать оба показателя. Эти показатели дают возможность инвестору оценивать эффективность инвестиций в сельскохозяйственное строительство с разных сторон [2, 3, 4].

Внутренняя норма доходности реальных инвестиций в сельскохозяйственное строительство (IRR - InternalRateofReturn) представляет собой такое значение ставки дисконтирования, при котором чистая текущая стоимость проекта равняется нулю, т.е.:

$$IRR = r, \text{ при котором } NPV = f(r) = 0. \quad (4)$$

Суть вычисления внутренней нормы доходности IRR при исследовании целесообразности инвестирования проекта состоит в том, что этот коэффициент показывает допустимую величину расходов, связанных с реализацией данного конкретного проекта. Значение IRR, например, может означать максимальное значение банковской процентной ставки, на которое может идти сельхозпредприятие, если инвестиционный проект полностью финансируется за счет ссуды банка. Превышение IRR делает проект убыточным.

Рентабельность активов проекта (Return On Assets, ROA) вложения реальных инвестиций в сельскохозяйственное строительство. Формула расчета рентабельности

активов будет выглядеть следующим образом:

$$ROA = \frac{\dot{I}}{C_0} 100\%, \quad (5)$$

где $\dot{I}$ – чистая прибыль от реализации проекта строительства сельхозобъектов в течение периода времени, за которое предполагается окупить все затраты на него, C_0 – величина исходных инвестиций в начальный период. Проект, у которого этот коэффициент наибольший, тот и выбирается для реализации.

Срок окупаемости проекта. Здесь при строительстве сельхозобъектов под дисконтированным сроком окупаемости будем понимать отрезок времени, в течение которого вкладчик, т.е. инвестор, возвращает свои затраты. Срок окупаемости инвестиционного проекта в сельскохозяйственное строительство обычно измеряется в годах. Следует отметить, что срок окупаемости, например, в условиях Дагестана играет важную роль из-за наличия больших рисков и неопределенности, связанных с реализацией инвестиционных проектов в сельскохозяйственном строительстве. Проведенный нами анализ внедренных в производство инвестиционных проектов на территории Республики Дагестан (*птицефабрика в селении Какашюра Карабудахкентского района, молочно-товарная ферма в селении Согратль Гунибского района*) показывает, что эти проекты в основном были выбраны именно по этому критерию, т.е. по минимуму срока окупаемости.

Результат расчета дисконтированного периода окупаемости (PP - Payback Period) находится в прямой зависимости от характера распределения потока будущих доходов. Дисконтированный период окупаемости инвестпроекта в сельхозстроительстве нами предлагается рассчитывать в случае равномерного распределения дохода по годам как дробь, где в числителе начальные единовременные затраты, а в знаменателе – годовой доход.

В случае неравномерного распределения дохода по годам число лет (срок окупаемости проекта) для погашения инвестиционных затрат получаемым доходом определяется следующей формулой:

$$PP = n, \text{ при котором, } \sum_{t=1}^{PP} \frac{CF_{Int}}{(1+r)^t} = PV, \quad (6)$$

где PV (Present Value) — современная стоимость инвестиций;

n — это количество лет, необходимых для погашения инвестиций.

Формулы для срока окупаемости инвестиций просты при вычислениях, но они имеют некоторые недостатки, которые следует иметь в виду при исследовании эффективности инвестиционного проекта: срок окупаемости не учитывает влияния последних доходов, не обладает свойством аддитивности [92, 93, 94].

Реальный срок окупаемости инвестиций в сельскохозяйственное строительство $T_{окр}$ нами предлагается вычислить по следующей формуле:

$$T_{окр} = \frac{K}{\Delta\Pi_q + A}, \quad (7)$$

где K - капитальные вложения, произведенные для осуществления проекта;

$\Delta\Pi_q$ - прирост чистой прибыли в течение года при внедрении проекта;

A - годовая сумма амортизации основных производственных фондов, введенных при внедрении проекта.

«Простой» срок окупаемости (PP - *payback period*) определяется как продолжительность периода до момента окупаемости. Отсчет срока окупаемости производится от момента начала проекта, т.е. начала нулевого шага или от начала

операционной деятельности. Момент окупаемости – это тот момент времени, когда чистый доход после которого становится положительным.

Учет дисконтирования в сроке окупаемости (DPP - *discounted payback period*) определяется как продолжительность периода, предшествующего моменту окупаемости с учетом дисконтирования. Тогда моментом окупаемости с учетом дисконтирования можно назвать тот момент времени, после которого современная стоимость реальных инвестиций *NPV* становится положительной.

Если срок окупаемости с учетом дисконтирования находится в пределах жизненного цикла проекта, то проект считается эффективным.

Если реальный срок окупаемости меньше проектного срока окупаемости, то это свидетельствует о хороших условиях, созданных на сельхозпредприятии для внедрения инвестиционного проекта, и сам проект достаточно продуманный.

Если реальный срок окупаемости больше проектного срока окупаемости, то это говорит о плохих условиях для реализации инвестиционного проекта и о том, что сам проект недостаточно продуман и не учитывает всех факторов, влияющих на него. В таких случаях необходим анализ того, почему проектный срок окупаемости оказался ниже реального срока реализации проекта. Такой анализ позволит не повторять аналогичных ошибок в будущем.

Если же реальный срок окупаемости окажется равным проектному сроку окупаемости, что маловероятно на практике, то в этом случае проект никак нельзя оценить. Его нельзя отнести ни к эффективному, ни к неэффективному.

Библиографический список:

1. Нешиной А.С. Инвестиции: учебник. - 5-е изд., перераб. и испр. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2007. - 372 с.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: официальные издание (вторая ред.); Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ, ГК по стр-ву, архит. и жил.политике; рук. авт. кол. В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. М.: ОАО «НПО Изд-во «Экономика», 2000. - 421 с.
3. Абрамов С. И. Управление инвестициями в основной капитал/ С. И. Абрамов. М.: Экзамен, 2002. -544 с.
4. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика: учеб.пособие. М.: Дело, 2002.- 888 с.

УДК 338.24

Тагавердиева Д.С.

РАЗВИТИЕ ФОНДОВОГО РЫНКА КАК ИНСТРУМЕНТА ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РЕГИОНА

Tagaverdiyeva D. S.

DEVELOPMENT OF STOCK EXCHANGE AS TOOL ATTRACTION OF INVESTMENT OF REGION INDUSTRY

В данной статье рассматривается необходимость привлечения инвестиций в регион с целью преодоления промышленного спада и повышения качества жизни населения, посредством развития фондового рынка. Данная проблема возникла в связи с

неразвитостью финансовых рынков, что, в свою очередь, приводит к дефициту инвестиций в регионе.

Для решения задачи привлечения инвестиционных ресурсов необходима реализация комплекса мероприятий обеспечивающих приток инвестиционных ресурсов в промышленность региона.

Ключевые слова: *инвестиции; фондовый рынок; промышленность; финансовые институты; облигации.*

Development of stock market as instrument of attraction of investments into the industry
Development of stock market as instrument of attraction of investments into the region industry

In this article need of attraction of investments into the region for the purpose of overcoming of industrial recession and improvement of quality of life of the population, by means of development of stock market is considered. This problem arose in connection with backwardness of the financial markets that, in turn, results in deficiency of investments in the region.

Realization of a complex of actions of investment resources providing inflow to the region industry is necessary for the solution of a problem of attraction of investment resources.

Key words: *investments; stock market; industry; financial institutions; bonds.*

В силу того, что целью любой экономической системы является получение прибыли и любая деятельность направлена на накопление капитала, то любой рынок есть одновременно и рынок для привлечения финансовых ресурсов.

Область, где есть возможность накопить капитал, - есть финансовая сфера. А преобладающим большинством финансовых отношений являются: валютный рынок; фондовый рынок; страховой рынок; пенсионные фонды; инвестиционные институты и т.д.

По нашему мнению, для эффективной инвестиционной политики большое значение имеют развитие приоритетных отраслей народного хозяйства, укрепление его конкурентоспособности и развитие научно – исследовательских отраслей производства.

Сложившаяся в настоящее время ситуация в экономике Республики Дагестан требует ускоренного развития и расширения фондового рынка, а также повышение его роли в получении финансовых ресурсов и перераспределения капитала в экономике Дагестана.

Проведенное нами исследование позволило выявить проблему неразвитости финансовых рынков, которая тормозит привлечение внешних финансовых ресурсов на предприятиях республики.

Большое значение для экономики, в области привлечения инвестиций, играет оживление бизнеса финансовых институтов, что невозможно без технологической модернизации предприятий, обновление основных фондов (износ которых составляет 60-70%).

В области инвестиционного бизнеса в Республике дело обстоит сложнее. После 1998 г. ситуация в финансовой сфере значительно изменилась. Во – первых кардинально уменьшился интерес к Республике Дагестан со стороны иностранных инвесторов. Во-вторых, сегодня наблюдается повышение денежной платежеспособности банков.

На ряду с этим, возрастает потребность в эффективных методах финансирования реального сектора, т.е. формирования каналов поступления средств инвесторов к организациям, которые намерены эти средства использовать эффективно.

Таким образом, главным в технологии инвестирования является возможность создать инструмент, способный гарантировать безопасность его инвестиций. Здесь справедливо возникает вопрос о социально-экономическом потенциале региона, есть ли потребность в инвестициях?

Важным показателем оценки потенциала республики является валовой региональный продукт, который характеризует экономическое развитие региона, эффективность функционирования отдельных отраслей.

Основные показатели социально-экономического положения представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные показатели социально-экономического положения Северо-Кавказского федерального округа в 2012 г.

Показатели	<i>Республика Дагестан</i>	<i>Кабардино-Балкарская Республика</i>	<i>Республика Осетия-Алания</i>	<i>Ставропольский край</i>
Валовой региональный продукт, в расчете на душу населения, рублей	101296,5	79377,8	92881,5	96414,9
Выпуск продукции сельского хозяйства, в расчете на душу населения	53,892	38,919	24,254	55,4
Оборот розничной торговли, в расчете на душу населения	9,58	7,567	10,991	11,524
Денежные доход, в расчете на душу населения	19901,4	12700,6	15902,1	15118,2
Общая численность безработных, тыс. чел.	34,6	34,1	110	63,6
Потребительские расходы, в расчете на душу населения	15022,4	6465	7466,3	11377,4

В целом, можно сделать вывод, что Республика Дагестан обладает определенным потенциалом в плане социально - экономического развития. Центральной проблемой экономики республики является преобладающая доля сбережений, сконцентрированных, в основном, у населения и размещенных в валютных ценностях, что оказывает сдерживающее влияние на экономическое развитие республики.

Таким образом, можно сделать вывод, что Дагестан является республикой с достаточным промышленным потенциалом. На 01.01.2012 г. в республике Дагестан зарегистрировано 5,8 тыс. предприятий по производству и выпуску промышленной продукции.

Вместе с тем важнейшим условием устойчивого роста национальной экономики России является постоянный приток инвестиционных ресурсов (см. табл. 2).

Таблица 2 - Объем инвестиций, привлеченных российскими предприятиями на фондовом рынке (млрд. долл.)

Годы	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Всего	6,5	7,0	8,3	8,4	8,9	9,3	9,7	13,1

Источник: Материалы агентства инвестиций и внешнеэкономических связей РД за соответствующие годы

Как видно из данных, приведенных в таблице, за последние годы в России приток инвестиции увеличились, однако этих объемов инвестиций недостаточно для полномасштабной модернизации экономики.

Среди главных проблем развития промышленности можно выделить высокую степень изношенности производственных мощностей, дефицит квалифицированной рабочей силы, доступность кредитных ресурсов.

Проведенное исследование позволило сделать следующий вывод: в 2012 г. инвестиции в основной капитал выросли на 36, 8%, и их объем составил 30121,3 млн.руб. В структуре инвестиций в 2012 г. доля строительства составляет - 40,9 %, промышленность – 21, 4%, транспорт – 18,9%, ЖКХ – 35,4 %, с/х – 4,6%, медицина – 5,1%, образование – 4,1%.

Для решения проблем, в области фондового рынка, необходимо создать условия для привлечения инвестиций, одним из которых, по нашему мнению, является эффективность функционирования фондового рынка.

Фондовый рынок, по сути, не способствует притоку капитала в экономику. Фондовый рынок – это, в первую очередь, инструмент, обеспечивающий инвестирование наиболее конкурентоспособных отраслей.

Поэтом эффективное функционирование фондового рынка, в целом, отражает состояние экономики.

В государстве, которое нацелено на стабильную рыночную экономику, наличие эффективно функционирующего механизма обязательно.

С нашей точки зрения, эффективное функционирование фондового рынка зависит не только от налаженной работы банковской системы, но и от ряда других немаловажных факторов, к которым можно отнести:

- ускорение развития и расширение фондового рынка;
- повышение его роли в получении инвестиций;
- перераспределение капитала в региональной экономике;
- обеспечение развития корпоративных ценных бумаг.

В настоящее время на фондовом рынке в республике не наблюдается никакой активности. Исходя, из этого акции дагестанских предприятий не могут быть оценены рынком должным образом.

Большую роль при привлечении инвестиций могут сыграть создание градообразующих акционерных предприятий, способных положительно повлиять, в целом, на развитие фондового рынка и формирование стратегически квалифицированных инвесторов, которые могут явиться гарантом инвестиционного климата в республике.

На ряду с вышеизложенным, большое значение при привлечении внешних инвестиций может оказать использование современных рыночных методов. Целесообразным будет создание локального рынка корпоративных облигаций, который является гибким способом мобилизации капитала для эмитента и вложения средств для инвестора.

Облигации, в отличии от акций, относят к малорисковым ценным бумагам. Достаточно очевидно, что выпуск облигаций обладает рядом преимуществ перед кредитом банка, т.к. облигации являются альтернативным банковским вложением капитала. Поэтому доходность по облигациям сравниваются с процентами по банковскому вкладу, а не по кредиту.

Тем не менее, предприятия реального сектора экономики не торопятся их выпускать, не смотря на возможности рынка корпоративных облигаций.

Можно перечислить некоторые причины несостоятельности корпоративных облигаций:

- во-первых, это консерватизм управляющих акционерных обществ;
- во-вторых, не ориентированность Дагестана на активное использование потенциала рынка ценных бумаг;
- в-третьих, высокая стоимость облигационных заимствований.

В целом, все вышеперечисленные проблемы создают препятствия для развития рынка корпоративных облигаций, но несмотря на существующие ограничения, во многих

отраслях региона и субъектах РФ, объем размещенных корпоративных облигаций растет. (см. рис.1)



Рисунок 1 - Размещение корпоративных облигаций по отраслям

На наш взгляд, в настоящее время, Республике Дагестан обладает рядом положительных факторов, благоприятно влияющих на развитие рынка корпоративных облигаций:

- инфраструктура фондового рынка России, которая обеспечит приток финансовых ресурсов на предприятия;
- инвестиционный потенциал различных негосударственных фондов;
- положительные сдвиги, как в российской экономике, так и в региональной;
- развитие регионального инвестиционного законодательства.

Динамика объема размещенных корпоративных облигаций на внутреннем рынке региона представлен на рис. 2.

Эмиссия облигаций привлекательна для эмитента, т.к. открывает для предприятия прямой источник привлечения инвестиций, не затрагивая отношения собственности.

Положительное влияние на функционирование фондового рынка может сыграть налаженная его инфраструктура.

Эффективность инфраструктуры фондового рынка:

- оказывает большое значение на аккумуляцию средств физических и юридических лиц;
- влияет на привлечение иностранного капитала в экономику Дагестана;
- координирует имущественные интересы республики, институциональных и индивидуальных вкладчиков в процессе обращения ценных бумаг;
- улучшает взаиморасчеты предприятий и экономит на обращение финансовых инструментов;
- способствует повышению эффективности управления предприятием;

- создает предпосылки для слияния Республики Дагестан в мировую экономическую систему посредством введения общемировых принципов и стандартов жизнедеятельности рынка ценных бумаг

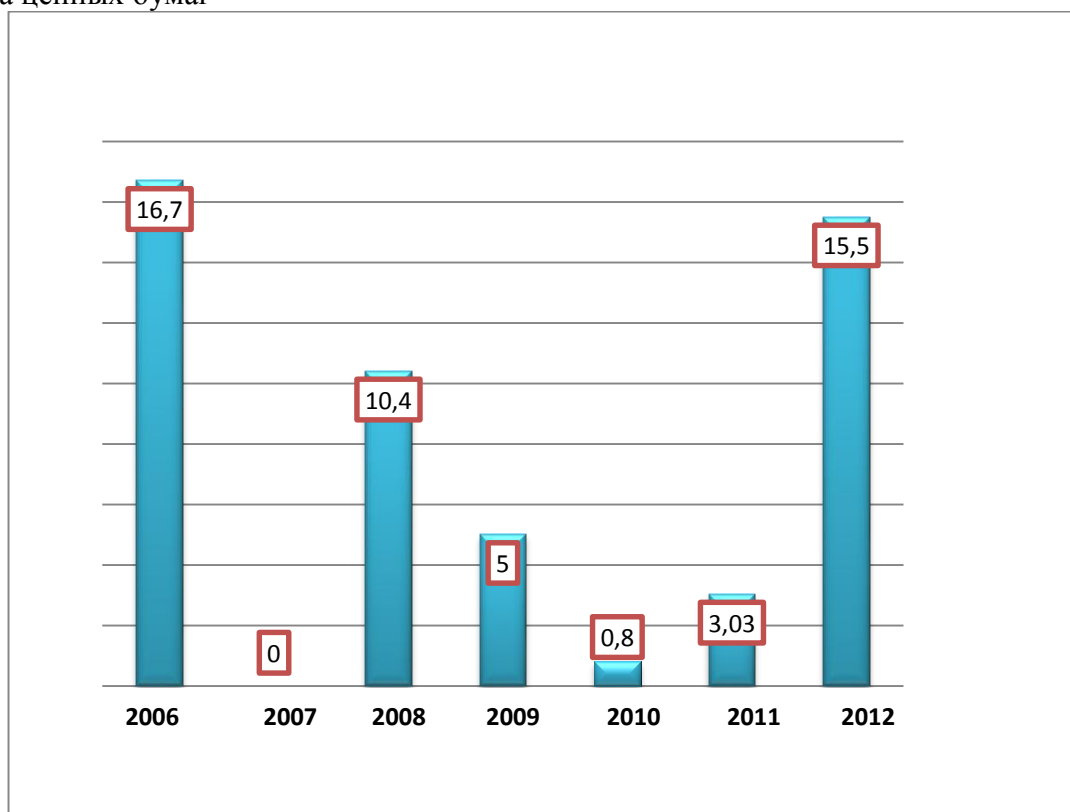


Рисунок 2 - Объем размещенных корпоративных облигаций (млрд.руб.)

Следующим направлением развития инфраструктуры фондового рынка могут стать инвестиционные институты. Инвестиционные институты являются одной из составляющих фондового рынка.

Целью развития и совершенствования инвестиционных институтов является решение следующих задач:

- повышение привлекательности инвестиционных ресурсов в регионе;
- способствование обеспечению платежеспособности ценных бумаг и надежности регионального фондового рынка;
- внедрение вексельных проектов;
- ориентированность региональных ценных бумаг на российский фондовый рынок;
- размещение и обслуживание вторичного рынка ценных бумаг.

На основе проведенного анализа, мы пришли к выводу, что создание корпоративных облигаций, совершенствование инфраструктуры фондового рынка и развитие инвестиционных институтов могут явиться эффективными инструментами привлечения инвесторов в сложившейся рыночной ситуации Республики Дагестан.

Таким образом, с целью развития фондового рынка, необходимо принять ряд мер, в числе которых:

- а) создание нормативно-правовой базы регулирования финансовых институтов;
- б) создание региональной ассоциации участников фондового рынка;
- в) стимулирование осуществления эмиссий акций промышленных предприятий, что приведет к увеличению количества обращающихся на рынке акций;
- г) предоставление льгот местными властями с целью поддержки инвестиций;
- д) формирование инвестиционной открытости и привлекательности региона;

е) формирование инвестиционной инфраструктуры. В последнее время, большое значение приобретают бизнес – центры, система связи, инвестиционные институты и т.д.;
ж) повышение роли негосударственных пенсионных фондов в качестве инвесторов;
з) создание инвестиционных схем, позволяющих населению вкладывать в ценные бумаги предприятий республики.

В целом, проведенное исследование позволило нам выработать инструменты, внедрение и использование которых позволит вывести промышленный сектор экономики на качественно новый уровень.

Библиографический список:

1. Галиева Г. Стратегия инвестирования зарубежных компаний в российскую экономику // Рынок ценных бумаг. – 2011. - №12(315)
2. Миркин Я.М., Лосев С.В., Рубцов Б.Б., Добашина И.В., Воробьева З.А. Руководство по организации эмиссии и обращения корпоративных облигаций. М.:Альпина Бизнес Букс, - 2004.
3. Сенчагов В.К. Формирование национальной финансовой стратегии России: путь к подъему и благостоянию. М.: Дело, 2004
4. Вьюгин О.В. Российский фондовый рынок. Современное состояние. Москва, - 2007.

РЕДАКЦИОННЫЙ ОТДЕЛ

НАШИ АВТОРЫ:

Абдурагимов Темирлан Тагирович - соискатель кафедры вычислительной техники кафедры факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета.

Абдулкадыров Арсен Саидович - зам. директора ООО “Геоэкопром”.

Агаханов Элифхан Керимханович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильные дороги, основания и фундаменты транспортного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Алхасова Юлдуз Алхасовна – кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой материаловедения и технологий конструкционных материалов архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Ахмедов Магомед Эминович - доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой товароведения и экспертизы технологического факультета Дагестанского государственного технического университета. Заслуженный изобретатель РД.

Ахмедова Милена Магомедовна - аспирант кафедры товароведения и экспертизы технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

Ахмедпашаев Алимхан Узайруевич - соискатель Дагестанского государственного технического университета по профилю «Технология машиностроения», директор ООО «Комбинат благоустройства» г. Махачкала.

Батманов Эдвард Загидинович - кандидат технических наук, доцент, и.о. декана транспортного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Белозерцева Юлия Владимировна - соискатель кафедры информационных технологий и прикладной информатики в экономике Дагестанского государственного технического университета. Ведущий экономист ОАО “Росселхозбанк”.

Бычков Михаил Владимирович - младший научный сотрудник кафедры ПСКиСМ ФСиУН Кубанского государственного технологического университета.

Вишталов Раджаб Исабекович – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Габитов Ильдар Азатович - старший преподаватель кафедры теоретической и общей электротехники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета.

Гаджиева Солтанат Магомедовна - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической и общей электротехники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета.

университета.

Даитбеков Абдурахман Магомедович - кандидат технических наук, доцент кафедры организации строительства, современных технологий и контроля качества архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Даитбеков Саид Абдурахманович – ассистент кафедры материаловедения и технологий конструкционных материалов архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Даудова Татьяна Николаевна - кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой технологии продукции и организации общественного питания технологического факультета Дагестанского государственного технического университета

Демирова Амият Фейзудиновна - доцент кафедры товароведения и экспертизы технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

Евдулов Олег Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и общей электротехники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета

Захарова Патимат Расуловна - старший преподаватель кафедры вычислительной техники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета

E-mail: zpatimat@bk.ru

Зербалиев Алихан Мамалиевич - кандидат технических наук, доцент кафедры мелиорации, землеустройства и кадастров факультета нефти, газа и природообустройства Дагестанского государственного технического университета.

Исмаилов Тагир Абдурашидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической и общей электротехники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики. Ректор Дагестанского государственного технического университета.

Казумов Ревшан Шихович- кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры теоретической и общей электротехники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики. Дагестанского государственного технического университета.

Калиева Мадина Халитовна - ассистент кафедры промышленного и гражданского строительства архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

E-mail: anidama@mail.ru

Магомедова Алла Витальевна - доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Магомедова Милада Руслановна - кандидат технических наук, докторант кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

E-mail: n-guseinova@mail.ru

Курбанова Зухра Адамовна – кандидат технических наук, доцент кафедры мелиорации, землеустройства и кадастра факультета нефти, газа и природообустройства Дагестанского государственного технического университета.

Санаев Надир Кельбиханович - кандидат технических наук, доцент, декан заочного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Султанов Юсуф Магомед-Агаевич – доктор химических наук, доцент кафедры химии технологического факультета Дагестанского государственного технического университета.

E-mail: yusultanov@mail.ru.

Тагавердиева Динара Сабировна- кандидат экономических наук, старший преподаватель Дагестанского государственного института народного хозяйства.

Тынянский Владимир Павлович - кандидат технических наук, доцент, зам. заведующего кафедрой технических комплексов и САПР филиала Дагестанского государственного технического университета в г. Каспийск.

Челушкин Дмитрий Алексеевич - аспирант кафедры теоретической и общей электротехники факультета компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики Дагестанского государственного технического университета.

Удолов Сергей Алексеевич - кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных конструкций и строительной механики ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет».

E-mail: udodov-tec@mail.ru

Устарханов Осман Магомедович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного Дагестанского государственного технического университета.

Устарханов Тагир Османович - инженер кафедры строительных конструкций и гидротехнических сооружений архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

Хаджишалапов Гаджимагомед Нурмагомедович – доктор технических наук, профессор кафедры организации строительства, современных технологий и контроля качества, декан архитектурно-строительного факультета Дагестанского государственного технического университета.

E-mail: yarus-x@mail.ru

Халилов Абдурахман Исмаилович – доктор технических наук, профессор Дагестанского государственного университета.

Шангереева Биике Алиевна – кандидат технических наук, старший преподаватель 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 «ВЕСТИК 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 MicrosoftWord. 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 MicrosoftWord 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 TimesNewRoman12 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 и по телефону 8(8722)62-39-64.

Министерство образования и науки РФ



ВЕСТНИК

**Дагестанского
государственного
технического
университета**

ТОМ 29 2 - 2013

Вестник Дагестанского государственного технического университета.
Технические науки. Махачкала, 2013. – Том 29 (2). – 138 с.

Верстка: Бутаева 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

Подписано в печать 20.05.2013г. Сдано в печать 25.05.2013г.
Формат 60*84 1/8. Гарнитура «Times». Бумага офсетная
Тираж 500. Усл. п.л. 17,5. Уч. изд.л. 17,5
Заказ № 0112
Отпечатано в ИПЦ ФГБОУ ВПО «ДГТУ»
367015, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, 70.