

## МУНДАРИЧА

*Физика*

З.Н. Ёдалиева, М.С. Сайдуллоева, М.М. Сафаров. Алоқамандии мутақобили гармигузаронӣ ва электрогузаронии системаи нимноқилии $CdSb-NiSb_2$ .....	3
С.К. Давлатшоев, М.М. Сафаров, Н.В. Леонидова. Хусусиятҳои гидрогеохимиявии мавзёи қабати намақдори зери сарбанди НОБ-и Роғун.....	9
М.А. Зарипова. Пешгӯӣ намудани хосиятҳои калорикии баъзе моеъҳои гидразиномехта ва карбогидридҳо.....	12
А.Г. Ғуломов, С.Э. Яқубов, Г.Б. Назриев. Хосиятҳои физикӣ-кимиёвӣ ва физикӣ-техникии ғузапоя.....	22

*Химия*

Н.Ш. Холов, В.Ҷ. Абулҳаев, И.Н. Ғаниев, Х.Х. Назаров. Синтез, хосиятҳои электрофизикӣ ва магнитии маҳлулҳои сахти системаи $Gd_4Bi_3-Pr_4Bi_3$ .....	25
З.С.С. Гулов, И.Н. Ғаниев, А.Э. Бердиев. Таъсири сурб ба кинетикаи оксидшавии хӯлаи АК7М2.....	30

*Мошинсозӣ ва технологияи масолеҳ*

Б.Н. Акрамов. Ду масъала дар сохтани лоиҳаи механизми дандонадори эписиклӣ.....	36
М. А. Белотсерковский, Р.О. Азизов, М.Ҷ. Саидов, З.Ш. Воҳидова. Таҳлили раванди гармшавии зарраҳои полимерӣ дар шӯълаи пошдиҳаки ҳароратӣ.....	39
Р.О. Азизов, М.Ҷ. Саидов, З.Ш. Воҳидова. Мукамалгардонии технологияи усулҳои фавравӣ-ҳароратии ташаккулёбии руйпӯшҳои муҳофизатии полимерӣ.....	44
С. Тилоев, Ф.Б. Шарипов, Ҷ. Садуллобеков, С.Д. Тошов. Муодилаи ҳаракати ба кор дарорандаи механизми воситаҳои техникии мошинҳои ҳосилгундор.....	48

*Информатика ва алоқа*

В.В.Шин, Р.Д. Ходжаев. Виртуалонии серверҳо.....	52
У.Х. Ҷалолов, Н.И. Юнусов. Синтези филтрҳои рақамӣ дар асоси табaddулоти субхатта.....	57

*Энергетика*

Д.С. Ҷӯраев, О.С. Раҳимов, А.А. Ҳоҷиев, Д.И. Шодиев. Арзёбии зарар ба ҳангоми маҳдудкунии таъминоти барқ (дар мисоли ШБШХ).....	62
---	----

*Технологияи химиявӣ ва металлургия*

М.М. Ҳақдодов. Оид ба масъалаҳои ирсият дар металлҳо ва хӯлаҳо.....	66
---	----

*Нақлиёт*

А.А. Турсунов, Ш.С. Алиев. Системаи тафриқавии ислоҳи меъёри сарфи сӯзишвории автомобилҳо дар шароити кӯҳсор.....	70
---	----

*Сохтмон ва меъморӣ*

С.Р. Муқимова. Рушди донишҳои меъморӣ дар Осиёи Қадим.....	74
Ҳ. Камол, Р. Муқимов. Меъмории Мовароуннаҳр дар садаи XVI.....	79

*Илмҳои иҷтимоӣ-гуманитарӣ*

М. Раҳимов. Мақоми инсон дар фалсафаи А.Ғаззоли.....	88
--	----

*Масъалаҳои муосири маориф*

Т. Қ. Ҷӯраев. Лексикаи касбу ҳунар дар ашъори Рӯдакӣ.....	92
---	----

## СОДЕРЖАНИЕ

*Физика*

З.Н. Ёдалиева, М.С. Сайдуллаева, М.М. Сафаров. Взаимосвязь между теплопроводностью и электропроводностью полупроводниковых систем CdSb—F iSb <sub>2</sub> .....	3
С.К. Давлатшоев, М.М. Сафаров, Н.В. Леонидова. Гидрогеохимические особенности зоны солевого пласта в основании Рогунской ГЭС.....	9
М.А. Зарипова. Прогнозирование калорических свойств некоторых гидразинзамещенных жидкостей и углеводов.....	12
А.Г. Гуломов, С.Э. Якубов, Г.Б. Назриев. Физико-химические и физико-технические свойства стеблей хлопчатника.....	22

*Химия*

Н.Ш. Холов, В.Д. Абулхаев, И.Н. Ганиев, Х.Х. Назаров. Синтез, электрофизические и магнитные свойства твердых растворов системы Gd <sub>4</sub> Bi <sub>3</sub> -Pr <sub>4</sub> Bi <sub>3</sub> .....	25
С.С. Гулов, И.Н. Ганиев, А.Э. Бердиев. Влияние свинца на кинетику окисления твёрдого сплава АК7М2.....	30

*Машиностроение и технология материалов*

Б.Н. Акрамов. Две проблемы в проектировании эпициклических зубчатых механизмов.....	36
М.А. Белоцерковский, Р.О. Азизов, М.Х. Саидов, З.Ш. Вохидова. Анализ процесса нагрева полимерной частицы в факеле термораспылителя.....	39
Р.О. Азизов, М.Х. Саидов, З.Ш. Вохидова. Улучшение технологии термоструйных методов формирования защитных полимерных покрытий.....	44
С. Тилоев, Ф.Б. Шарипов, Дж. Садуллобеков, С.Д. Тошов. Уравнения движения приводных механизмов технических средств для уборочных машин.....	48

*Информационно - коммуникационные технологии*

В.В.Шин, Р.Д.Ходжаев. Виртуализация серверов.....	52
У.Х. Джалолов, Н.И. Юнусов. Синтез цифровых фильтров на основе билинейного преобразования.....	57

*Энергетика*

Д.С. Джураев, О.С. Рахимов, А.А. Хаджиев, Д.И. Шодиев. Оценка ущерба от ограничения электроснабжения (на примере Худжанской ГЭС) .....	62
--	----

*Химическая технология и металлургия*

М.М. Хақдодов. О проблеме наследственности в металлах и сплавах.....	66
--	----

*Транспорт*

А.А. Турсунов, Ш.С. Алиев. Дифференцированная система корректирования норм расхода топлива автомобилей в горных местностях.....	70
---	----

*Строительство и архитектура*

С.Р. Мукимова. Развитие архитектурного образования на Древнем Востоке.....	74
Х.Камол, Р.Мукимов. Архитектура Мавераннахра XVI века.....	79

*Социально-гуманитарные науки*

М.Х. Рахимов. Положение человека в философии А. Газзоли.....	88
--	----

*Современные проблемы образования*

Т. К. Джураев. Лексика ремесленного производства в поэзии Рудаки.....	92
---	----

## ФИЗИКА

З.Н. Ёдалиева, М.С. Сайдуллаева, М.М. Сафаров

**ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И  
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ  
СИСТЕМ CdSb – NiSb<sub>2</sub>**

Необходимо изучить физико-химические закономерности твердофазных, газофазных, электрохимических, электрофизических, электронных и фотонных процессов, составляющих научные основы технологии формирования микронных и наноразмерных твердофазных структур из металлов, полупроводников и диэлектриков, а также изучить научные основы методов контроля функционирования, надежности и качества радиоэлектронных компонентов, дискретных полупроводниковых приборов, элементов интегральных микросхем и интегрированных систем обработки информации. Технологию изготовления различных видов твердотельных структур можно использовать для полупроводниковых приборов и интегральных схем, включая гибридные, различной степени интеграции и устройств функциональной электроники, а также сенсоров и актюаторов, в частности оптоэлектронных систем и устройств, приборов акустоэлектроники, в том числе на основе пьезоэлектрического эффекта, объемных и поверхностных акустических волн, приборов магнитоэлектроники, криоэлектроники и др. Полученные новые методы модификации поверхности твердотельных материалов (эпитаксия, имплантация, окисление, диффузия, травление, литография и т.п.), создания тонкопленочных структур по твердофазным реакциям и технологических процессов их реализации, а также способствуют проектированию радиоэлектронных компонентов для средств телекоммуникации (устройства цифровой обработки сигналов, приемопередающие интегральные устройства и т.п.). Моделирование, расчет, средства и методы проектирования интегральных радиоэлектронных устройств, электронных приборов и интегральных схем на их основе позволяют разработать физические и статистические методы их оценки и обеспечения надежности, прогнозирования качества и устойчивости, дают возможность проектировать технологическое и контрольно-измерительное оборудование и разрабатывать методы анализа и синтеза оборудования и его узлов. На основе этих материалов разрабатывается оборудование электрофизических, электрохимических, ионно-плазменных и плазмохимических методов обработки, вакуумное и теххимическое оборудование, а также оборудование для изготовления и контроля оригиналов топологии, оборудование для фотолитографии, оборудование для разделения полупроводниковых пластин, микромонтажа кристаллов, герметизации интегральных схем интегральных микросхем, для контроля интегральных микросхем и для механической обработки материалов электронной техники, делает возможным получение новых технологий производства оборудования для изготовления полупроводниковых материалов и приборов электронной техники, в том числе контрольно-измерительное и испытательное оборудование.

Основой современных нанотехнологий является формирование и развитие представлений об особом, тонкопленочном состоянии вещества. Многочисленные исследования последних лет показали, что физико-химические, электрофизические, оптические и полупроводниковые свойства веществ существенно различаются для массивных (трехмерных) образцов и тонко-пленочных (двумерных), к которым можно отнести мономолекулярные слои и слои с толщиной менее 100 нм. Это относится в полной мере и к органическим полупроводникам - перспективным материалам молекулярной

электроники.

Проблемы, относящиеся к созданию наноматериалов и развитию нанотехнологий, занимают в настоящее время доминирующее положение практически во всех областях науки и техники. В основе научно-технического прорыва на наноуровне, форсируемого промышленно развитыми странами, лежит использование новых, ранее не известных свойств и функциональных возможностей материальных систем при переходе к наномасштабам, определяемых особенностями процессов переноса и распределения зарядов, энергии, массы и информации при наноструктурировании. Применительно к индустрии наносистем границы геометрического фактора в отношении возникновения новых нетрадиционных свойств, не присущих макро- и микросистемам, формально определены от единиц до 100 нм. Многие из кардинально отличных свойств наноматериалов по отношению к объемным материалам того же химического состава обусловлены эффектами многократного увеличения доли поверхности нанозерен и нанокластеров (до сотен квадратных метров на грамм). С этим связаны новые свойства многих конструкционных и неорганических наноматериалов.

Наноматериалы — вещества и композиции веществ, представляющие собой искусственно или естественно упорядоченную или неупорядоченную систему базовых элементов с нанометрическими характеристическими размерами и особым проявлением физического и химического взаимодействий при кооперации наноразмерных элементов, обеспечивающих возникновение у материалов и систем совокупности ранее не известных механических, химических, электрофизических, оптических, теплофизических и других свойств, определяемых проявлением наномасштабных факторов.

Управляемость теплофизических свойств, в том числе теплопроводности полупроводников, посредством температуры, света, электрического поля, механических усилий положена в основу принципа действия соответственно терморезисторов (термисторов), фоторезисторов, нелинейных резисторов (варисторов), тензорезисторов и т.д.

Нанотехнология - совокупность методов и способов синтеза, сборки, структуро- и формообразования, нанесения, удаления и модифицирования материалов, включая систему знаний, навыков, умений, аппаратурное, материаловедческое, метрологическое, информационное обеспечение процессов и технологических операций, направленных на создание материалов и систем с новыми свойствами, обусловленными проявлением наномасштабных факторов.

Нанотехнологию можно также определить как науку и технику создания, изготовления, характеристики и реализации материалов и функциональных структур и устройств на атомном, молекулярном и нанометровом уровнях.

В последние годы особое значение приобрели рекомбинационные свечения при низком напряжении постоянного тока электронно-дырочных переходов, которые используются для создания сигнальных источников света и в устройствах вывода информации из вычислительных машин. Полупроводники могут служить также нагревательными элементами (силитовые стержни), индикаторами радиоактивных излучений, с их помощью также можно измерять напряженность магнитного поля и т.д.

Гибридные нанокompозиты типа металл-полимер получают, формируя наночастицы в присутствии специальным образом приготовленной полимерной матрицы [1]. Полимерные композиты с металлическими наночастицами используют как электропроводящие пленочные композиционные материалы, причем количество наполнителя в матрице может достигать 90 об.%. Введение ионов металлов в полимерные волокна позволяет получать окрашенные световоды, которые можно использовать в компьютерной технике. Интересны оптические свойства полимеров с наполнителями из наночастиц металлов, сплавов или полупроводников (CdS, CdSe, InP, InAs). Благодаря легкой механической обработке и возможности получения пленок, из этих полимерных нанокompозитов можно изготавливать оптические элементы и светофильтры.

Модифицирование (легирование) органических полупроводников в виде ТПС, прогнозирование свойств ТПС позволяет использовать их в качестве чувствительных элементов датчиков - преобразователей физической информации: газового состава окружающей среды и фотоприемников электромагнитного излучения различных диапазонов. Исследован ряд двухкомпонентных структур как двухслойных, так и смешанных. Однако экспериментальный материал, накопленный к настоящему времени как в области легирования молекулярных кристаллов (вплоть до больших концентраций), так и по созданию гетеропереходов ОПП-ОПП, не представлен в системном виде с позиций межмолекулярного взаимодействия, в частности с точки зрения образования комплексов с переносом заряда (КПЗ). Интерес к органическим полупроводникам постоянно растет. Свидетельством этому является быстро увеличивающееся число публикаций, посвященных физике и химии органических и неорганических полупроводников. Наиболее удобной и технологичной формой образцов, как для исследований, так и для практического использования, являются тонкие пленки. Их получают методом сублимации в вакууме.

Эти исследования проводятся такими организациями, как Университет Барселоны (Х.М. Рибо), Московский институт радиотехники электроники и автоматики (А.П. Лучников), Институт биоорганической химии РАН (В.Н. Спектор), Ивановский химико-технологический университет (Г.П. Шапошников). Сотрудничество физиков и химиков обеспечивает более широкий кругозор и позволяет решать возникающие вопросы с большей эффективностью.

В полупроводниковом приборостроении нашли широкое применение эвтектические композиции (направленно-закристаллизованные эвтектики) на основе полупроводника всех соединений. Они используются как материалы для магнеторезисторов, датчиков Холла и детекторов ИК-диапазонов [2]. Перспективно также их использование и как материалов для анизотропных термоэлементов.

В настоящее время изучаются также стеклообразные и жидкие полупроводники. Сложными полупроводниками являются соединения элементов различных групп таблицы Менделеева, соответствующие группы  $A^{II}B^V$  ( $CdSb$  и  $NiSb_2$ ), некоторые оксиды (например,  $Cu_2O$ ) и вещества сложного состава. К полупроводниковым композициям можно отнести материалы с полупроводящей или проводящей фазой из карбида кремния и графита, сцепленных керамической или другой связкой.

Для большинства полупроводниковых приборов используются примесные полупроводники. Поэтому в практике важное значение имеют такие полупроводниковые материалы, у которых ощутимая концентрация собственных носителей заряда появляется при возможно более высокой температуре, то есть полупроводники с достаточной запрещенной зоны. В рабочем интервале температур поставщиками свободных носителей заряда являются примеси. Кроме того, роль примесей играют всевозможные дефекты кристаллической решетки: пустые узлы, атомы или ионы, оказавшиеся в междоузлиях решетки, дислокации или сдвиги, возникающие при пластической деформации кристалла, микротрещины и т.д. Если примесные атомы находятся в узлах кристаллической решетки, то они называются примесями замещения, а если в междоузлиях – примесями внедрения. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводника есть результат изменения концентрации и подвижности носителей заряда. В области низких температур полупроводник характеризуется примесной электропроводностью, а в области высоких температур – собственной электропроводностью.

Анизотропные термоэлементы изготавливаются из монокристаллов полупроводниковых соединений со значительной анизотропией термо-э.д.с. и используются в ряде полупроводниковых приборов (приемники тепловых потоков, измерители мощности субмиллиметрового и миллиметрового диапазона и др.) [3-5]. Выбор таких полупроводников и оптимизация их свойств (теплопроводность и электропроводность) ограничены. Так, для

повышения быстродействия и чувствительности анизотропных термоэлементов необходимы материалы, сочетающие значительную анизотропию термо-э.д.с с высокой электропроводностью и хорошей теплопроводностью. Такое сочетание можно получить на композиционных материалах, например, на эвтектических композициях, состоящих из полупроводниковой матрицы с хорошими термоэлектрическими, теплофизическими свойствами и металлической фазой, повышающей общую электропроводность и теплопроводность. Примером такой композиции служит «классическая» эвтектика InSb–NiSb, CdSb–NiSb и CdSb–NiSb<sub>2</sub>, хорошо зарекомендовавшая себя в ряде приборов. Поиску, созданию подобных материалов и исследованию их теплопроводности и электропроводности посвящена данная работа. Надо отметить, что до настоящего времени теплопроводность и электропроводность компонентов исследуемых сплавов были измерены другими авторами (табл.1).

Таблица 1

**Некоторые сведения о существующих литературных данных по свойствам компонентов исследуемых сплавов**

	Теплопроводность	Электропроводность
Cd	[7],[8], [9]	[7]
Ni	[7],[8], [9]	[7]
CdSb	[7]	-

Впервые теплопроводность кристаллических полупроводниковых систем CdSb–NiSb<sub>2</sub>:(96%CdSb–4%NiSb<sub>2</sub>); (95%CdSb–5% NiSb<sub>2</sub>); (93%CdSb–7%NiSb<sub>2</sub>); (85% CdSb–15%NiSb<sub>2</sub>) и (10%CdSb–90%NiSb<sub>2</sub>) измерены нами в интервале температур 100-673 К на установках, разработанных Е.С. Платуновым, З.В.Курепиным и др. (ИТЛ-400) [6] (табл.2-4.). Подробная схема, методика измерения и расчет погрешности измеряемых величин приведены в работе [6].

Таблица 2

**Теплопроводность ( $\lambda$ , Вт/(мК)) системы CdSb в зависимости от температуры**

T, К	100	150	200	250	300	323	348
$\lambda$	4.92 <sup>x</sup>	3.03 <sup>x</sup>	2.50 <sup>x</sup>	2.11 <sup>x</sup>	1.90 <sup>x</sup>	1.80	1.68
T, К	373	398	423	448	473	498	523
$\lambda$	1.62	1.60	1.52	1.45	1.40	1.36	1.25
T, К	548	573	598	623	648	673	
$\lambda$	1.20	1.16	1.08	1.02	0.92	0.82	

<sup>x</sup> - работа [8]

Таблица 3

**Теплопроводность ( $\lambda$ , Вт/(мК)) системы NiSb<sub>2</sub> в зависимости от температуры**

T, К	100	150	200	250	300	323	348
$\lambda$	6.82	4.22	3.20	2.78	2.44	2.38	2.32
T, К	373	398	423	448	473	498	523
$\lambda$	2.24	2.18	2.12	2.03	1.97	1.90	1.80
T, К	548	573	598	623	648	673	
$\lambda$	1.75	1.70	1.60	1.52	1.45	1.40	

Таблица 4

Теплопроводность ( $\lambda$ , Вт/(м. К)) полупроводниковых систем (CdSb -NiSb<sub>2</sub>) в зависимости от температуры

Объекты T, К	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub>
100	4.99	5.02	5.05	5.23	6.63
150	3.08	3.09	3.11	3.21	4.10
200	2.53	2.54	2.55	2.61	3.13
250	2.14	2.15	2.16	2.21	2.71
300	1.92	1.93	1.94	1.98	2.39
323	1.82	1.83	1.84	1.89	2.32
348	1.71	1.72	1.73	1.78	2.26
373	1.65	1.65	1.66	1.71	2.18
398	1.62	1.63	1.64	1.69	2.12
423	1.54	1.55	1.56	1.61	2.06
448	1.47	1.48	1.49	1.54	1.97
473	1.42	1.43	1.44	1.49	1.91
498	1.38	1.39	1.40	1.44	1.85
523	1.27	1.28	1.29	1.33	1.75
548	1.22	1.23	1.24	1.28	1.69
573	1.18	1.19	1.20	1.24	1.65
598	1.10	1.11	1.12	1.16	1.55
623	1.04	1.05	1.06	1.09	1.47
648	0.94	0.95	0.96	1.01	1.40
673	0.84	0.85	0.86	0.91	1.34

N<sub>1</sub>-96% CdSb +4% NiSb<sub>2</sub>; N<sub>2</sub> – 95%CdSb+5%NiSb<sub>2</sub>; N<sub>3</sub> – 93%CdSb+7%NiSb<sub>2</sub>; N<sub>4</sub> – 85%CdSb+15%NiSb<sub>2</sub>; N<sub>5</sub> – 10%CdSb+90%NiSb<sub>2</sub>.

Как видно из табл. 2-4, теплопроводность кристаллических полупроводниковых сплавов с ростом температуры уменьшается. Согласно экспериментальному исследованию, рост концентраций второго компонента (NiSb<sub>2</sub>) приводит к увеличению теплопроводности исследуемых образцов. Такое увеличение теплопроводности исследуемых сплавов наблюдается во всех интервалах температур.

Для обработки экспериментальных данных по теплопроводности исследуемых сплавов нами использован закон соответствующего состояния, и на его основе получено следующее эмпирическое уравнение:

$$\lambda = \left[ 1.25 \left( \frac{T}{T_1} \right)^2 - 3.55 \left( \frac{T}{T_1} \right) + 3.2 \right] (5.75 \cdot 10^{-3} n_{NiSb_2} + 1.61), \quad \text{Вт/(м К)}$$

С помощью данного уравнения можно рассчитать теплопроводность неисследованных полупроводниковых систем с погрешностью до 6%.

**Литература**

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии.- М.,2005, 416 с.
2. Сомов А.И., Тихоновский М.А. Эвтектические композиции.–М.: Металлургиздат, 1975, 83 с.

3. Лазарев В.Б., Шевченко В.Я., Гинзбург Я.Х., Соболев В.В. Полупроводниковые соединения группы  $A^{\text{IV}}B^{\text{V}}$ . – М.: Наука, 1978, 40 с.
4. Лазарев В.Б., Шевченко В.Я., Маринкин С.Ф. и др. Авторское свид. № 92158.
5. Лазарев В.Б., Шевченко В.Я., Маринкин С.Ф. и др. Авторское свид. № 693782.
6. Платунов Е.С., Буравой С.Е., Курепин З.В. Теплофизические измерения и приборы.– Л.: Машиностроение, 1986, 256 с.
7. Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. Справочная книга. - Л.: Энергия, 1974, 264 с.
8. Физические величины: Справочник /А.П.Бабичев, Н.А.Бабушкина, А.М.Братковский и др.; Под.ред. И.С.Григорьева.У.З.Мейлихова.- М.: Энергоатомиздат, 1991, 1232 с.
9. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. Справочник. - М.: Металлургия, 1989, 384 с.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*

**З.Н. Ёдалиева, М.С. Сайдуллоева, М.М. Сафаров**

**АЛОҚАМАНДИИ МУТАҚОБИЛИ ГАРМИГУЗАРОНӢ ВА  
ЭЛЕКТРОГУЗАРОНИИ СИСТЕМАИ НИМНОҚИЛИИ  $Cd Sb - Ni Sb_2$**

Дар мақолаи мазкур натиҷаи таҷрибаҳои гармӣ ва электрогузаронии нимноқили системаҳои  $Cd Sb - Ni Sb_2$  дар ҳудудҳои ҳароратҳои 100-673 К таҳқиқ гардида, дар ин асос, бо истифодабарии қонуни мувофиқоварии ҳолати муодилаи эмпирики ҳосил шудааст.

**Z.N. Yadalieva, M.S. Saidullaeva, M.M. Safarov**

**INTERRELATION BETWEEN HEAT CONDUCTIVITY AND ELECTRO  
CONDUCTIVITY of SEMICONDUCTOR SYSTEMS  $Cd Sb - Ni Sb_2$**



С. К. Давлатшоев, М.М. Сафаров, Н.В. Леонидова\*

## ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОНЫ СОЛЕВОГО ПЛАСТА В ОСНОВАНИИ ПЛОТИНЫ РОГУНСКОЙ ГЭС

Для создания оптимальных гидрохимических и гидродинамических условий сохранности пласта соли в основании грунтовой плотины Рогунского гидроузла специально были исследованы гидрогеохимические особенности зоны солезащиты. Необходимость проведения специальных исследований по обоснованию фильтрационно-суффозионной прочности соленосных пород основания обоснована мировым опытом гидростроительства в сложных гидрогеохимических условиях.

Целью данной работы явилось проведение физико-химических исследований гидрогеохимических особенностей участка солезащиты и уточнение состава рассола для солевой завесы, а также изучение взаимодействия различных рассолов с соленосными породами.

Участок створа Рогунской ГЭС сложен переслаивающимися алевролитами и песчаниками нижнемелового возраста, слои которых падают в сторону нижнего бьефа под углом 65-75 градусов. Песчаники и алевролиты представляют собой крепкие скальные грунты, неразмокаемые, характеризующиеся величиной сжатия  $R=80-10$  МПа. Трещиноватость пород преимущественно средняя: преобладающий размер блока 20-35 см, количество развитых в массиве систем трещин - 3-5 [1].

Крупнейшими тектоническими нарушениями зоны является Ионахшский взброс 2-го порядка с амплитудой смещения до 2 км, и 3-го порядка № 35, амплитуда смещения по которому достигает 200 м. Вертикальная составляющая скорости смещения по этим нарушениям составляет 1.5-2.0 мм/год.

Ионахшский разлом косо пересекает р. Вахш в основании верхового клина плотины на расстоянии 400-450 м от ядра. В верхнем бьефе он прослеживается вдоль левого берега реки, в нижнем - трассируется в глубину правого берега. Разлом падает более круто ( $80^\circ$ ), чем слои пород, срезая верхнеюрские отложения, представленные пачкой аргиллитов мощностью 15-200 м и галитом (каменной солью).

В 500 м выше створа плотины вдоль Ионахшского разлома прослеживается пласт соляной породы мощностью 20 м вверху, а на глубине около 1.5 км мощностью 100 м. Пласт соляной породы висячем крыле контактирует с верхнеюрскими аргиллитами и алевролитами, которые характеризуются повышенной раздробленностью, а трещины выполнены глиной или гипсом. Вблизи пласта аргиллиты загипсованы (до 20%). Гипс заполняет микротрещины и мелкие пустоты, как бы цементируя породу. В лежащем крыле пласт соли контактирует с материалом дробления или с песчаниками и аргиллитами мела. При этом у песчаников преобладает карбонатный или карбонатно-глинистый цемент, а у алевролитов и аргиллитов - глинистый.

Водопроницаемость пород, вмещающих пласт соляной породы, составляет 0.06-0.2 м/с. Пласт соляной породы имеет плотное сложение (видимых трещин в нем не обнаружено), включает мелкие угловатые обломки алевролитов и аргиллитов, ангидрит, прослой и линзы гипса. В шлифах соляной породы видны микротрещины, заполненные гидроокислами железа и кальцитом. В течение трехлетнего периода (с 1987-1989 г.) исследованием было определено среднее значение минералогического состава породы, которая включает следующие соли:

СОЛИ	NaCl	MgCl <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCl <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	CaHCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O
%	79.32	0.05	0.08	1.08	0.03	11.1	1.69	0.03	6.62

На глубине пласта соли находится в напряженном состоянии, о чем свидетельствует расслоение керна после его подъема на пластинки мощностью до 1-2 см.

Над верхом пласта соли свободное пространство, образовавшееся в результате выщелачивания соли, заполнялось брекчией, представленной красновато-коричневой песчаносуглинистой массой, плотной, загипсованной, с обломками аргиллита. На расстоянии 25-30 м над оголовком пласта брекчия находится в рыхлом, еще недостаточно уплотненном состоянии; там же отмечены сильно разуплотненные и прилегающие к брекчии аргиллиты.

В породах, вмещающих соляной пласт, развиты грунтовые трещинные воды, дренируемые р.Вахш. Химический состав подземных вод изменяется с возрастанием минерализации от сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевого (с сухим остатком менее 5 г/л) до хлоридно-натриевого (с сухим остатком более 100 г/л). С глубиной принципиально меняется гидрогеохимическая характеристика подземных вод. Наряду с закономерным возрастанием общей минерализации, ионов хлора и натрия, начинают увеличиваться концентрации кальция, стронция, редких щелочей. Рассолы становятся кислыми. Отношения Ca/St падают до 33-40, что явно указывает на подток вод седиментационного генезиса. Это связывается с действием неотектонических трещин, раскрытость которых позволяет подниматься глубинным хлоридным натриево-кальциевым рассолам в зону Ионахшского разлома.

На основании изучения формирования и разгрузки бытового потока и прогноза влияния вод водохранилища Научно-исследовательским институтом Средне-азиатского отделения Гидропроекта (НИИСаО Гидропроект в (1987-1993 гг.) установлено, что опасная зона для размыва пласта соляной породы может быть ограничена участками на левом берегу в 500 м, а на правом – 600 м. При этом во внимание принималось следующее:

- общая фильтрационная картина на левом берегу с резким изменением градиентов потока у оголовка и низовой грани пласта от 30-40% у реки, до 10% и менее на расстоянии 500 м от реки;
- зона Ионахшского разлома в этих пределах ориентирована субпараллельно реке и заложена в пределах террасы, где коренные отложения располагаются всего на 5-8 м выше уреза воды в реке.

В пределах указанных границ (1100 м) направление фильтрационного потока должно измениться на противоположное бытовому. При этом фильтрационный поток будет двигаться из водохранилища через разуплотненное надсолевое пространство и, контактируя с оголовком, разгружаться в нижний бьеф.

Предполагается, что в зоне верхней грани пласта соли полностью сохранятся бытовые гидрохимические условия, чему должно способствовать влияние разгрузки высокоминерализованных вод реки Пассимурахо.

Наиболее опасными для размыва ожидаются оголовки и низовая грань пласта соляной породы, так как последние, по данным исследований Государственного научного центра Российской Федерации «Открытое акционерное общество «НИИ ВОДГЕО» (ГНЦ РФ ОАО «НИИ ВОДГЕО»), будут полностью находиться под воздействием пресного потока до глубины отжатия бытовых минерализованных вод, равной 500 м, уже через 5 лет.

От размыва пласта соляной породы проектом предусматриваются защитные мероприятия, включающие:

- цементацию пород над оголовком пласта соли;
- устройство с низовой стороны пласта соли напорных рядов, гидравлической и солевой завес.

Солевая завеса представляет собой ряд напорных скважин, устраиваемых в юрских аргиллитах нагнетанием в них высокоминерализованного рассола. Гидравлическая завеса устраивается за солевой завесой и состоит из напорных скважин, в которые нагнетается пресная вода.

Выбор химического состава рассола для солевой завесы должен выполняться из условия его неагрессивности как к соляной породе, так и к загипсованной вмещающей пласт соли породе. При этом необходимо учитывать такие факторы, как:

- проницаемость породы, вмещающей солевую завесу;
- наличие гипсово-глинистого цемента в соляной и вмещающей породе;
- наличие зон цементации в оголовке соли;
- подток хлоридно-кальциевых рассолов;
- скорость фильтрации;
- напряженное состояние.

Фильтрационная способность выщелачиваемых соленосных пород в условиях сжатия нормальными силами значительно снижается по сравнению с необжатными породами [1]. Так, исследования породы, содержащей NaCl, показали, что при увеличении сжимающей нагрузки до 1 МПа интенсивность растворения пресным фильтратом снизилась в 3 раза, а в сочетании нагрузки, равной 0.07 МПа, и рассола концентрацией 200 г/л интенсивность растворения снизилась в 10 раз.

При исследовании фильтрационно-суффозионной прочности образцов (кернов) соляной породы было установлено, что минимальная (близкая к естественной) интенсивность выщелачивания достигается при действии сжимающей нагрузки не менее 0.25 МПа, градиенте фильтрационного напора менее 0.5, или скорости фильтрации не более 0.0001 м/с, концентрации рассола (по NaCl) в пределах 70-100 г/л.

Исследование по определению гидрогеохимических особенностей зоны солевого пласта в основании плотины Рогунской ГЭС позволяет уточнить состав искусственного рассола для солевой завесы, с учетом взаимодействия искусственного рассола с соленосными породами в основании.

### Литература

1. Количко А. В. Филь В.Н. - Гидротехническое строительство, 1981, № 10, 160 с.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*

*\*Проектно-изыскательный институт "Нурофар"*

**С.К. Давлатшоев, М.М. Сафаров, Н.В. Леонидова**

### **ХУСУСИЯТҲОИ ГИДРОГЕОХИМИЯВИИ МАВЗЕЪИ ҚАБАТИ НАМАҚДОРИ ЗЕРИ САРБАНДИ НОБ-и РОҒУН**

Дар мақолаи мазкур хусусиятҳои гидрогеохимиявии мавзеъи қабати намақдори зери сарбанди НОБ-и Роғун мавриди таҳлил қарор гирифтааст. Чи гуна бояд маҳлули сунъии намақоб тайёр кард, ки ҳамчун парда барои маҳлули нашудани қабати намақсанг ва чинсҳои маҳлулшавандаи кӯҳӣ хизмат кунад.

Инчунин дар мақолаи мазкур маълумоти умумӣ дар бораи шароити муҳандисӣ-геологӣ чойгиршавии қабати намақсанг, таркиби он ва чинсҳои кӯҳӣ баррасӣ шудааст.

**S.K. Davlatshoev, M.M. Safarov, N.V. Leonidova**

### **GIDROGEOCHEMICAL PARTICULARITIES OF THE ZONE THE SALINE LAYER IN OF THE DAM ROGUNSKOY GES**

М.А. Зарипова

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЛОРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕКОТОРЫХ ГИДРАЗИНЗАМЕЩЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ И УГЛЕВОДОРОДОВ**

Несмотря на широкое использование калорических свойств гидразинзамещенных жидкостей в различного вида расчетах, в литературе отсутствуют проверенные методики прогнозирования этих свойств в широком диапазоне параметров состояния. Одной из причин явилось отсутствие надежных данных о калорических свойствах гидразинзамещенных жидкостей. За последние 40-45 лет ситуация изменилась в связи с проведением в ряде лабораторий комплексных исследований теплофизических свойств технически важных веществ. Не уменьшая роли других исследований, здесь прежде всего следует отметить исследования свойств ароматических углеводородов и их смесей, выполненные в Азербайджанской нефтяной академии, и исследования нормальных алканов и нефтепродуктов, проведенные в Грозненском нефтяном институте [1]. Результаты этих исследований совместно с другими литературными данными составили необходимую экспериментальную базу для анализа и разработки методов расчета калорических свойств.

Методы расчета теплофизических свойств, построенные на принципах термодинамического подобия, можно разделить на две группы. К первой следует отнести аппроксимационные локальные уравнения, предназначенные для расчета какого-либо одного свойства в узком диапазоне параметров состояния. Наиболее широко и плодотворно такой подход реализован в работах Л.П. Филиппова [2,3]. В частности, в [1] предлагается уравнение для расчета конфигурационной теплоемкости  $\Delta C_p$  жидкой фазы, которое имеет вид

$$\frac{\Delta C_p}{R} = 7.77 - 10.33 \cdot \lg(A) + \frac{37(\chi - 0.17)}{1 - 1.45\chi}, \quad (1)$$

где  $\Delta C_p = C_p - C_p^o$ ;  $\chi = \rho_{кр} / \rho - 0,31\tau$ ;  $\tau = T / T_{кр}$ ;  $A$  – критерий подобия Филиппова [2,3].

Широкая проверка этого уравнения не проводилась, а в [1] приведен только малоинформативный график для *n*-гексана.

Вторая группа методов связана с построением фундаментальных обобщенных уравнений состояния (УС), формально пригодных для расчета всех термодинамических свойств. Безусловно, такой подход методически выглядит более привлекательным, хотя точность прогноза некоторых свойств может быть несколько ниже, чем при использовании индивидуальных эмпирических корреляций.

При выборе метода обобщения авторы отдавали предпочтение второму подходу, так как только для проверки уравнения (1) необходимо сразу решать проблему прогноза плотности. Выполнить же обобщение  $C_p$ -данных в переменных  $\pi$ ,  $\tau$  весьма затруднительно. В то же время второй подход при удовлетворительном описании  $C_p$ ,  $P$ ,  $T$ -поверхности обеспечивает достаточно надежный прогноз энтальпии, энтропии и энергии Гиббса. Из известных в литературе обобщенных УС, кроме уравнения Ван-дер-Ваальса, прежде всего следует отметить уравнение Редлиха-Квонга и его многочисленные модификации (Вильсона, Соава и др.), уравнение Пенга-Робинсона, уравнение Ли и Кеслера. Мы не приводим здесь вид этих уравнений, так как они хорошо известны, по ним имеется обширная специальная литература и справочные рекомендации, в частности [4,5].

Наиболее изученным является уравнение Редлиха-Квонга и его модификации. В обзоре литературы за 1974 г., посвященном уравнению Редлиха-Квонга [6], приведено 112 публикаций, и значительное число таких работ появилось уже после издания данного обзора. Подробный анализ различных индивидуальных и обобщенных УС выполнен в монографии Уэйлеса [5]. Анализируя рекомендации [5], а также весьма авторитетного справочного

издания Рида, Праусница и Шервуда [4], можно прийти к выводу, что для расчета отклонений энтальпии и энтропии от идеальности наилучшие результаты дает уравнение Ли и Кеслера [7]. В [4] имеется также ссылка на частное сообщение Дюберта о том, что хорошие результаты для расчета  $C_p$  жидких углеводородов можно получить, используя аналитическую форму уравнения Ли и Кеслера [7]. Однако широкая проверка этого уравнения по точности прогноза  $C_p$  не проводилась и количественные результаты не известны. Поэтому ниже приводятся результаты подробного сравнения уравнения состояния Ли и Кеслера [7] с экспериментальными  $C_p$ ,  $P$ ,  $T$  – данными углеводородов и нефтепродуктов.

Обобщенное уравнение состояния Ли и Кеслера [7] построено на основе принципа соответственных состояний в форме разложения Питцера-Керля [8]. Ограничиваясь линейным членом разложения, для коэффициента сжимаемости  $z$  можем записать

$$z = z^{(0)} + \omega z^{(1)}, \quad (2)$$

где:  $z = P/(\rho RT)$ ;  $z^{(0)}$  – функция, характеризующая поведение вещества со сферическими молекулами (простое вещество);  $z^{(1)}$  – функция отклонения.

Ли и Кеслер соотносили свойства всех веществ с двумя жидкостями – простой и эталонной. Записывая уравнение (2) для простого вещества с  $\omega = 0$  и для некоторого эталонного вещества с  $\omega = \omega^{(R)}$ , получаем коэффициент сжимаемости интересующего нас реального вещества [7]:

$$z(\pi, \tau) = z^{(0)}(\pi, \tau) + \frac{\omega^4}{\omega^{(R)}} [z^{(R)} - z^{(0)}], \quad (3)$$

где:  $z^{(0)}$  и  $z^{(R)}$  – коэффициенты сжимаемости простого и эталонного веществ, соответственно;  $\pi = P/P_{кр}$ .

При получении корреляции для  $z^{(0)}$  привлекались  $P$ ,  $\rho$ ,  $T$  – данные метана, аргона и криптона, а в качестве эталонного вещества был выбран н-октан – достаточно тяжелый и хорошо изученный углеводород с  $\omega^{(R)} = 0.3978$ . Ли и Кеслер выполнили обобщение на базе уравнения состояния Бенедикта – Вебба – Рубина

$$Z = \frac{\pi\varphi}{\tau} = 1 + \frac{B}{\varphi} + \frac{C}{\varphi^2} + \frac{D}{\varphi^5} + \frac{c_4}{\tau^3\varphi^2} \left[ \beta + \frac{\gamma}{\varphi^2} \right] \exp\left(\frac{\gamma}{\varphi^2}\right), \quad (4)$$

где  $B = b_1 - \frac{b_2}{\tau} - \frac{b_3}{\tau^2} - \frac{b_4}{\tau^3}$ ;  $C = c_1 - \frac{c_2}{\tau} - \frac{c_3}{\tau^2} - \frac{c_4}{\tau^3}$ ;

$$D = d_1 + \frac{d_2}{\tau}; \quad Z^{(0)} = \frac{\pi\varphi^{(0)}}{\tau}; \quad Z^{(R)} = \frac{\pi\varphi^{(R)}}{\tau}; \quad \varphi^{(0)} = \frac{P_{кр} \nu^{(0)}}{RT_{кр}};$$

$$\varphi^{(R)} = \frac{P_{кр} \nu^{(R)}}{RT_{кр}}; \quad \nu^{(0)}, \nu^{(R)} - \text{молярный объем простого и эталонного веществ,}$$

соответственно.

Методика расчета термодинамических свойств по уравнению (3) заключается в следующем. Первоначально при известных  $\pi$  и  $\tau$  определяют из уравнения (4) величину  $\varphi^{(0)}$  и рассчитывают коэффициент сжимаемости простого вещества  $z^{(0)}$ . Далее, используя те же приведенные параметры, снова решают уравнение (4) относительно  $\varphi^{(R)}$ , но уже с константами для эталонного вещества и рассчитывают коэффициент сжимаемости  $z^{(R)}$ . Коэффициент сжимаемости интересующего нас вещества рассчитывается по уравнению (3). Константы уравнения состояния (4) приведены в табл.1.

Таблица 1

Константы уравнения (4)

Константа	Простое вещество	Эталонное вещество	Константа	Простое вещество	Эталонное вещество
b <sub>1</sub>	0.1181193	0.2026579	c <sub>3</sub>	0.0	0.016901
b <sub>2</sub>	0.265728	0.331511	c <sub>4</sub>	0.042724	0.041577
b <sub>3</sub>	0.154790	0.027655	d <sub>1</sub> ·10 <sup>4</sup>	0.155488	0.48736
b <sub>4</sub>	0.030323	0.203488	d <sub>2</sub> ·10 <sup>4</sup>	0.623689	0.0740336
c <sub>1</sub>	0.0236744	0.0313385	β	0.65392	1.226
c <sub>2</sub>	0.186984	0.0503618	α	0.060167	0.03754

Из уравнения (4), используя дифференциальные уравнения термодинамики, получают расчетные соотношения для вычисления конфигурационной энтальпии, энтропии, энергии Гиббса и др. Эти формулы приведены в [4,5,7]. Расчетное соотношение для конфигурационной теплоемкости ΔC<sub>p</sub>, отсутствующее в [1,4,5], имеет вид:

$$\frac{C_p - C_p^0}{R} = \frac{2(b_3 + 3b_4/\tau)}{\tau^2 \varphi} - \frac{3c_3}{\tau^3 \varphi^2} - 6E - 1 - \frac{\tau(\partial\pi/\partial\tau)_\varphi^2}{(\partial\pi/\partial\varphi)_\tau}, \quad (5)$$

где

$$\left(\frac{\partial\pi}{\partial\tau}\right)_\varphi = \frac{1}{\varphi} \left\{ 1 + \frac{b_1 + b_3/(\tau^2 + 2b_4/\tau^3)}{\varphi} + \frac{c_1 - 2c_3/\tau^3}{\varphi^2} + \frac{d_1}{\varphi^5} - \frac{2c_4}{\tau^3 \varphi^2} \left[ \left( \beta + \frac{\gamma}{\varphi^2} \right) \exp\left(-\frac{\gamma}{\varphi^2}\right) \right] \right\},$$

$$\left(\frac{\partial\pi}{\partial\varphi}\right)_\tau = -\frac{\tau}{\varphi^2} \left\{ 1 + \frac{2B}{\varphi} + \frac{3C}{\varphi^2} + \frac{6D}{\varphi^5} + \frac{c_4}{\tau^3 \varphi^2} \left[ 3\beta + \left\{ 5 - 2\left( \beta + \frac{\gamma}{\varphi^2} \right) \right\} \frac{\gamma}{\varphi^3} \right] \exp\left(-\frac{\gamma}{\varphi^2}\right) \right\},$$

$$E = \frac{c_4}{2\tau^3 \gamma} \left[ \beta + 1 - \left( \beta + 1 + \frac{\gamma}{\varphi^2} \right) \exp\left(-\frac{\gamma}{\varphi^2}\right) \right].$$

Вычислив значения ΔC<sub>p</sub><sup>(0)</sup> и ΔC<sub>p</sub><sup>(R)</sup> по уравнению (5), величину ΔC<sub>p</sub>(π, τ) интересующего нас вещества рассчитывают по соотношению

$$\Delta C_p = \Delta C_p^{(0)} + \frac{\omega}{\omega^{(R)}} [\Delta C_p^{(R)} - \Delta C_p^{(0)}]. \quad (6)$$

Таблица 2

Результаты сравнения экспериментальных C<sub>p</sub> данных углеводородов с вычисленными по уравнению состояния Ли и Кеслера [1]

Вещество	Диапазон параметров		Средние квадратические отклонения, % в области сравнения*
	по давлению P/P <sub>кр</sub>	по температуре T/T <sub>кр</sub>	
Метан	0.22 – 3.0	0.61 – 1.49	1.44/3.03/2.50
Этан	0.35 – 2.83	0.32 – 1.23	1.52/2.90/3.08
Н-гексан	0.16 – 19.75	0.58 – 1.23	1.26/1.52/1.58
Н-декан	0.24 – 28.63	0.47 – 1.02	1.87/2.74/1.81
Бензол	0.53 – 5.09	0.53 – 1.19	3.25/2.79/2.40
Толуол	0.12 – 6.08	0.51 – 1.14	4.32/2.10/1.85
О-ксилол	0.13 – 6.68	0.48 – 1.10	3.85/3.13/2.48

\*) – Первое число – для области I, второе – II, третье – III (см.рис.1).

По уравнениям (3) и (6) проведен расчет плотности и изобарной теплоемкости n-алканов, циклогексана и ряда ароматических углеводородов и выполнено сравнение с имеющимися экспериментальными  $C_p$ ,  $P$ ,  $T$  – данными. Вся область сравнения была условно разбита на три подобласти, показанные на рис.1. Перечень веществ и среднеквадратические отклонения приведены в табл.2. Характерная картина отклонений показана на рис.2 и 3. Анализ отклонений показывает, что уравнение Ли и Кеслера достаточно надежно передает значение  $C_p$  в жидкой и газовой фазах и в сверхкритической области  $\pi > 1.8$ . Среднеквадратические отклонения, как правило, намного выше величин, получаемых при использовании индивидуальных уравнений состояния.

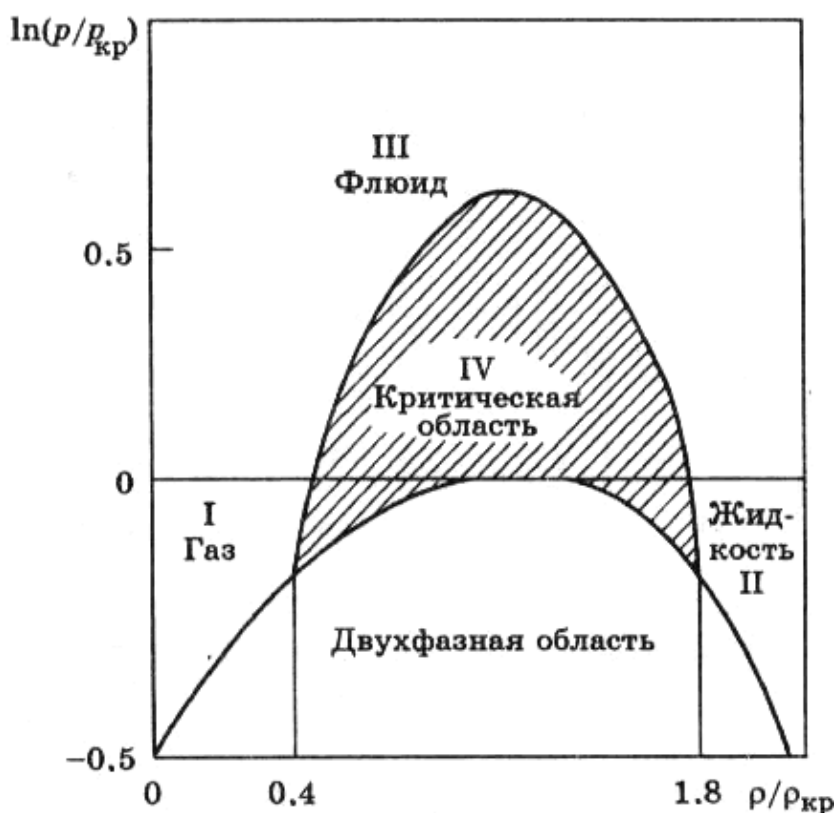


Рис.1. Область сравнения экспериментальных  $C_p$ ,  $P$ ,  $T$ - данных с расчетными значениями, полученными по уравнению состояния Ли и Кеслера [7]

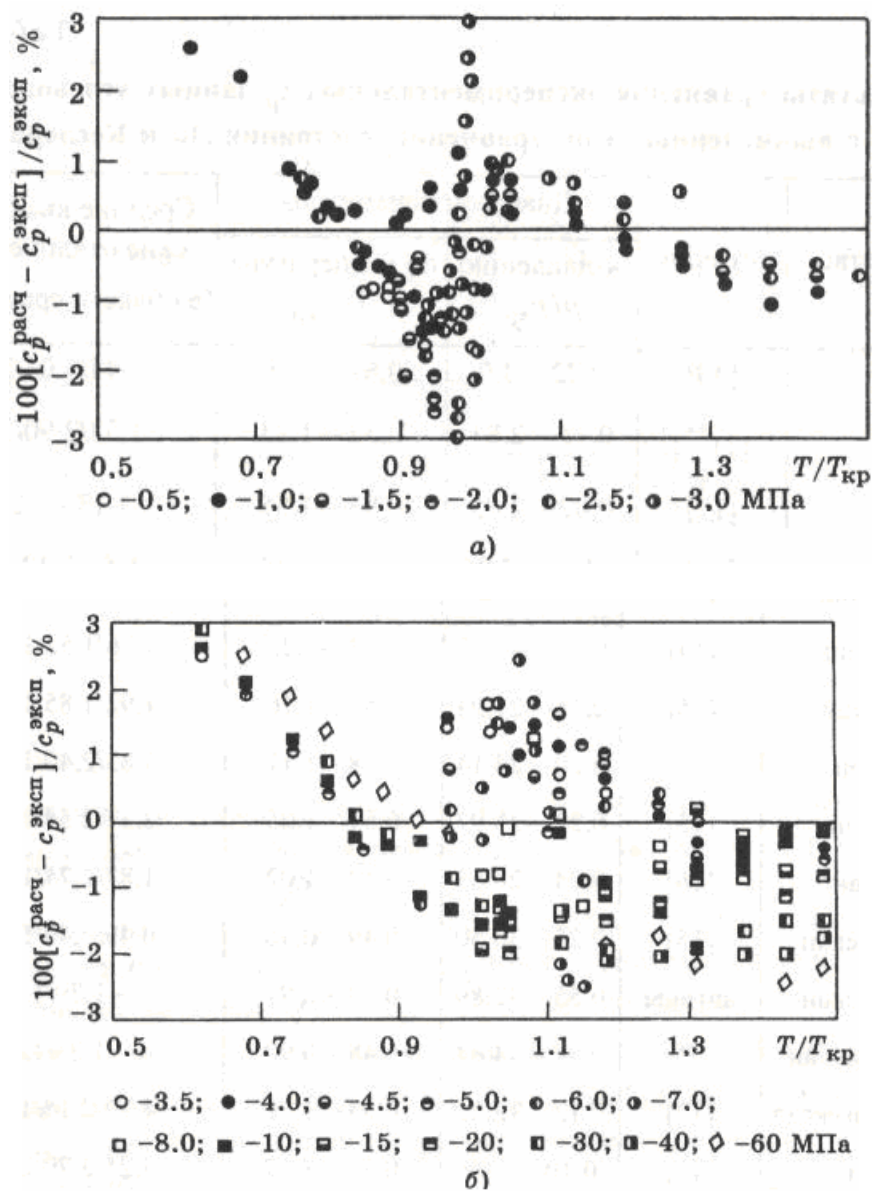


Рис.2. Отклонения экспериментальных значений теплоемкости  $C_p$  н-гептана от рассчитанных по уравнению (5) на изобарах: а) при докритических давлениях; б) при сверхкритических давлениях.



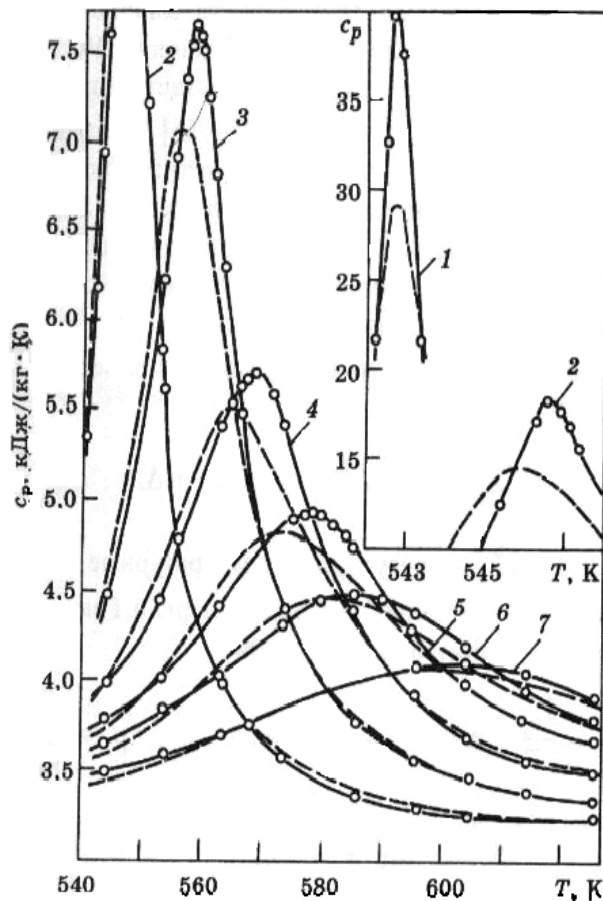


Рис.3. Теплоемкость n-гептана в области максимумов на изобарах: 1-при давлении 2.85; 2 – 3.0; 3 – 3.5; 4 – 4.0; 5 – 4.5; 6 – 5.0 МПа; пунктирные линии – расчет по (5).

Однако в диапазоне приведенных давлений, ограниченном снизу давлением насыщения, а сверху изобарой  $\pi=1.8$ , существует область, внутри которой отклонения становятся значительными и носят систематический характер – расчетные максимумы  $C_p$  как правило занижены, и значения  $C_p$  вблизи линии насыщения. Область, внутри которой отклонения превышают 3-5%, на рис.1 условно названа критической. Границы области традиционны для уравнений вириального вида [9] и близких к ним.

Следует сделать замечание по поводу сравнительно высоких отклонений для некоторых ароматических углеводородов в газовой фазе. Сопоставление расчетных значений с экспериментальными данными показывает, что большие ошибки наблюдаются только вблизи линии насыщения. Вклад этих точек в общее среднеквадратичное отклонение оказался значительным, так как в работах [10,11] измерения вблизи пограничной кривой проведены очень подробно.

Известны различные подходы к построению обобщенных УС. В частности, для критической области в работах [12,13] предложены обобщенные масштабные УС, в которых реализован принцип корреляции коэффициентов уравнения с каким-либо параметром подобия. В.Ф.Лысенков [12] проводит обобщение двенадцати коэффициентов асимметричного параметрического УС, разработанного для индивидуальных веществ Зенгерсом с сотрудниками [14, 15], которые использовали формулировку Лей-Ку и Грина [16] для вейнеровского разложения термодинамического потенциала. В качестве определяющего критерия подобия использован критический коэффициент сжимаемости. В работе Д.С.Курумова и Б.А.Григорьева [13] обобщены семь коэффициентов параметрического УС в форме линейной модели с учетом неасимптотического члена разложения [17]. В качестве

критерия подобия использован фактор ацентричности Питцера  $\omega$ . Диапазон применимости этих уравнений по плотности практически одинаков и составляет  $0.7 \leq \rho / \rho_{кр} \leq 1.3$ . Температурный диапазон отличается значительно – уравнение Лысенкова [12] рекомендуется от линии насыщения и до  $1.07 T_{кр}$ , уравнение из работы [13] соответственно до  $1.2 T_{кр}$ .

Авторы [12,13] не анализируют здесь подробно эти уравнения, следует только заметить, что заложенная в обобщение форма исходных УС не позволяет проводить расчеты в широкой окрестности критической точки. К тому же УС в работе [12] является только термическим, а уравнение из [13] также не является фундаментальным, так как не обобщены два первых калорических коэффициента, связанных со значениями энтальпии и энтропии в критической точке.

Удельная свободная энергия Гельмгольца  $\bar{A}$  определяется из соотношения:

$$\bar{A} = \bar{\rho} \bar{\mu}_o(\Delta\bar{T}) + \bar{A}_o(\Delta\bar{T}) + \Delta\bar{A} \quad , \quad (7)$$

где  $\bar{\mu}_o(\Delta\bar{T})$ ,  $\bar{A}_o(\Delta\bar{T})$  - регулярные температурные функции;  $\Delta\bar{A}$  - сингулярная часть удельной свободной энергии Гельмгольца реальной жидкости,  $\mu$  - химических потенциал.

Асимметрия реальной жидкости учитывается при переходе от модельных переменных параметра порядка  $M$  и поля  $t$  к физическим переменным – отклонению безразмерной плотности от критической  $\Delta\bar{\rho}$  и отклонению безразмерной температуры от критической  $\Delta\bar{T}$  :

$$M = C_p (\Delta\bar{\rho} - B_3 \Delta\bar{T}) + c \left( \frac{\partial \Delta\bar{A}_r}{\partial t} \right)_M \quad , \quad (8)$$

$$t = c_t \Delta\bar{T} + c \left( \frac{\partial \Delta\bar{A}_r}{\partial M} \right)_t \quad , \quad (9)$$

$$\Delta\bar{A}(\Delta\bar{\rho}, \Delta\bar{T}) = \Delta\bar{A}_t(M, t) - c \left( \frac{\partial \Delta\bar{A}_r}{\partial M} \right)_t \left( \frac{\partial \Delta\bar{A}_r}{\partial t} \right)_M \quad , \quad (10)$$

где  $\Delta\bar{A}_r$  - сингулярная часть термодинамического потенциала Гельмгольца, соответствующая модельному гамильтониану Ландау-Гинзбурга-Вильсона.

Формула для безразмерного давления имеет вид:

$$\bar{P} = [C_p (1 + B_3 \Delta\bar{T}) M] \left( \frac{\partial \Delta\bar{A}_r}{\partial M} \right)_t - \bar{A}_o(\Delta\bar{T}) \quad . \quad (11)$$

Как отмечалось выше, для построения обобщенного УС авторы работы [1] использовали фундаментальное кроссоверное УС (7), (8) - (11), которое в индивидуальном варианте позволяет надежно описывать термические и калорические свойства веществ в широком диапазоне параметров. Диапазон по плотности  $0.35 \leq \rho / \rho_{кр} \leq 1.70$ , а по температуре от насыщения до  $(1.25 - 1.3) T_{кр}$ . В это уравнение входит до 12 неуниверсальных констант. Так как неуниверсальные коэффициенты индивидуальных УС определяются статическими методами, то они, вообще говоря, являются случайными величинами, несмотря на то, что некоторым из них приписывается вполне определенный физический смысл. Именно поэтому, как правило, обнаруживается весьма сложная зависимость коэффициентов от критериев подобия. Наиболее ярко это проявилось в работе [13], где для аппроксимации девяти точек использовались уравнения от третьего до пятого порядков. Ввиду этого, на наш взгляд, обобщение многоконстантного уравнения лучше проводить, используя разложение Питцера-Керля [8]. В этом случае сжимаемость интересующего нас вещества рассчитывается по уравнению (3), а функции  $z^{(0)}$  и  $z^{(R)}$ , при данных  $\bar{P}$  и  $\bar{T}$ , рассчитываются по кроссоверному УС и соотношениями:

$$z^{(0)} = z_{кр}^{(0)} [\tilde{P} / \tilde{\rho}]^{(0)}, \tag{12}$$

$$z^{(R)} = z_{кр}^{(R)} [\tilde{P} / \tilde{\rho}]^{(R)}, \tag{13}$$

где  $z_{кр}^{(0)}$  и  $z_{кр}^{(R)}$  - соответственно критические коэффициенты сжимаемости простого и эталонного веществ. Плотность реального вещества рассчитывается по очевидному соотношению

$$\rho = P / (zRT). \tag{14}$$

Методика определения констант термической и калорической части обобщенного кроссоверного уравнения состояния (ОКУС) описана в работе [18]. Константы для простого и эталонного веществ приведены в табл.3.

Таблица 3

Параметры обобщенного кроссоверного уравнения состояния

Наименование параметра	Обозначение	Значение для вещества	
		простого	эталонного
Критические параметры	$T_{кр}$ , К	150.66	507.20
	$P_{кр}$ , МПа	4.860	3.025
	$\rho_{кр}$ , кг/м <sup>3</sup>	530.9	233.5
Параметры кроссоверной функции	$\bar{u}$	0.549	0.448
	$\Lambda$	1.9799	1.301
Параметры, учитывающие асимметрию реальной жидкости	$c$	- 0.04741	- 0.0150
	$c_t$	1.9996	2.189
	$c_p$	2.35231	2.360
	$B_3$	- 0.2641	- 0.320
Коэффициенты разложения Ландау	$a_{05}$	- 0.45710665	- 0.412673
	$a_{06}$	0.50481024	1.476329
	$a_{14}$	0.1504220	0.446138
	$a_{22}$	- 0.02229074	0.359876
Коэффициенты регулярной термической функции $\Delta \bar{A}_0(\Delta T)$	$A_0$	-1	-1
	$A_1$	- 4.8228248	- 6.524805
	$A_2$	3.9067660	2.324301
	$A_3$	- 5.9100274	16.758295
	$A_4$	16.424060	- 50.84695
Коэффициенты регулярной калорической функции $\bar{\mu}_0(\Delta T)$	$m_0$	6.2675	-104.093
	$m_1$	- 37.462	- 84.527
	$m_2$	- 6.62385	- 55.0411
	$m_3$	2/21443	- 46.1598
	$m_4$	- 15.58372	- 29.8779
Значения критических индексов и констант: $\nu=0.630$ ; $\eta=0.0333$ ; $\alpha=2-3\nu=0.110$ ; $\Delta=0.51$ ; $\omega=\Delta/\nu=0.80952$ ; $\omega_a=2.1$ ; $u^*=0.472$			

Расчет калорических свойств по ОКУС проводится в следующем порядке.

При заданных P и T реального вещества вычисляются  $\tilde{P}$  и  $\tilde{T}$ , и рассчитывают функции  $z^{(0)}$  и  $z^{(R)}$  по кроссоверному УС и соотношениям (12) и (13). Затем определяют  $z$  по уравнению (3) и плотность – по (14). После этого вычисляют  $\tilde{\rho}$ , и при известных  $\tilde{\rho}$ ,  $\tilde{T}$  реального вещества рассчитывают калорические функции  $\tilde{X}^{(0)}$  и  $\tilde{X}^{(R)}$  по кроссоверному УС. Однако следует иметь ввиду, что по кроссоверному УС определяют полные калорические функции простого  $\tilde{X}^{(0)}$  и эталонного  $\tilde{X}^{(R)}$  вещества, а расширенный принцип

соответственных состояний справедлив для отклонений этих функций от идеальноегазовых значений, то есть расчет энтальпии, энтропии и теплоемкостей проводят по универсальную соотношению

$$\Delta\tilde{X} = \Delta\tilde{X}^{(0)} + \frac{\omega}{\omega^{(R)}} [\Delta\tilde{X}^{(0)} - \Delta\tilde{X}^{(R)}], \quad (15)$$

где величина  $\Delta\tilde{X}$  при расчете энтальпии, энтропии и теплоемкостей соответственно будет равна

$$\Delta\tilde{X} = \frac{H^0 - H}{RT_{кр}}, \quad \Delta\tilde{X} = \frac{S^0 - S}{R}, \quad \Delta\tilde{X} = \frac{C_p - C_p^0}{R}, \quad \Delta\tilde{X} = \frac{C_v - C_v^\infty}{R}. \quad (16)$$

Поэтому после расчета  $\tilde{X}^{(0)}$  и  $\tilde{X}^{(R)}$  вычисляют избыточные функции  $\Delta\tilde{X}^{(0)}$  и  $\Delta\tilde{X}^{(R)}$  (15). Например, для изобарной теплоемкости будем иметь

$$\Delta\tilde{X}^{(0)} = \Delta\tilde{C}_p^{(0)}(\tilde{\rho}, \tilde{T}) = [C_p^{(0)}(\tilde{\rho}, \tilde{T}) - C_p^{0(0)}(T^{(0)})] / R,$$

$$\Delta\tilde{X}^{(R)} = \Delta\tilde{C}_p^{(R)}(\tilde{\rho}, \tilde{T}) = [C_p^{(R)}(\tilde{\rho}, \tilde{T}) - C_p^{0(R)}(T^{(R)})] / R,$$

где  $T^{(0)} = -T_{кр}^{(0)} / \tilde{T}$ ,  $T_{кр}^{(0)} = 150.663$  К - критическая температура простого вещества,  $T^{(R)} = -T_{кр}^{(R)} / \tilde{T}$ ,  $T_{кр}^{(R)} = 507.20$  К - критическая температура эталонного вещества.

Используя теории прогнозирования, нами рассчитаны термодинамические свойства гидразинзамещенных безводных жидкостей и растворов в широком диапазоне параметров состояния, результаты будут представлены в последующих публикациях.

### Литература

1. Григорьев Б.А., Герасимов А.А. - Теплоэнергетика и теплофизика. Сборник докладов юбилейной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора М.П.Вукаловича. - М., 1998, с.39-69.
2. Филиппов Л.П. Подобие свойства веществ. - М.: Изд-во МГУ, 1978, 256 с.
3. Филиппов Л.П. Методы расчета и прогнозирования свойств веществ. - М.: Изд-во МГУ, 1988, 225 с.
4. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. - Л.: Химия, 1982, 592 с.
5. Уэйлес С. Фазовые равновесия в химической технологии/ Пер. с англ. в 2-х частях. Ч.1. М.: Мир, 1989. 304 с., Ч.2. - М.: Мир, 1989. 360 с.
6. Horvath A.L. Redlich - Chem.Eng.Science., 1974, v.29, p.1334-1340.
7. Lee B.I., Kesler M.G. - AIChE Journal, 1975, v. 21, №3, p.510-527.
8. Pitzer K.S., Lippmann D.Z., Curl R.F., Huggins Ch.M., Petersen D.F. - J.Am. Chem.Soc., 1955, v.77. №13. p. 3433-3440.
9. Анисимов М.А., Рабинович В.А., Сычев В.В. Термодинамика критического состояния индивидуальных веществ. - М.: Энергоатомиздат, 1990, 190 с.
10. Султанов Ч.И. Экспериментальное исследование изобарной теплоемкости пяти ароматических углеводородов в интервале температур 25 – 400°C и давлений до 250 бар.- Дис. канд.техн.наук. Баку, 1976, 273 с.
11. Ахундов Т.С. Исследование теплофизических свойств углеводородов ароматического ряда: - Дис. докт.техн.наук. Баку, 1975, 649 с.
12. Лысенков В.Ф. - Инженерно-физический журнал, 1990, т.59, №6, с.1030.
13. Kurumov D.S., Grigoryev B.A. - Int. J. Thermophys, 1991, v.12, №3, p.549-562.
14. Albright P.C., Edwards T.J., Chen Z.Y., Sengers J.V. - J.Chem.Phys, 1987, v.87, №3, p.1717-1725.
15. Sengers J.V. Levelt Sengers J.M.H. - Int. Thermophys., 1984, v.5, №2, p.195-207.
16. Ley-Koo M., Green M.S. - Phys. Rev., 1981, v.A23, №5, p.2650-2659.
17. Киселев С.Б. - Теплофизика высоких температур, 1988, т.26, №3, с.466-471.
18. Герасимов А.А., Григорьев Б.А. - Теплофизика высоких температур, 1993, т.31, №2, с.197-206.

*Таджикский технический университет им.акад. М.С.Осими*

**М.А. Зарипова**

**ПЕШГУЌ НАМУДАНИ ХОСИЯТҲОИ КАЛОРИКИИ БАЪЗЕ МОЕЪҲОИ  
ГИДРАЗИНОМЕХТА ВА КАРБОГИДРИДҲО**

Дар мақолаи мазкур баъзе хосиятҳои калорикии моеъҳои гидразиномехтаро вобаста бо ҳарорат ва фишорҳои гуногун оварда шудааст. Барои ҳисоб кардани гармиғунҷоиши моеъҳо усулҳои Л.П.Филиппов, Ли-Кеслера ва Питцера-Керля истифода шудааст.

**M.A. Zaripova**

**FORECASTING CALORIC of PROPERTIES SOME  
HYDRAZINE-SUBMITIONS of LIQUIDS AND CARBOHYDRETE**

А.Г. Гуломов, С.Э. Якубов, Г.Б. Назриев

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕБЛЕЙ ХЛОПЧАТНИКА

Хлопчатник, как растительная ткань, представляет собой сложный комплекс резко отличающихся по свойствам веществ, которые необходимо знать при химической переработке, а также при производстве строительных материалов, изделий и конструкций на его основе. Поэтому и большинство исследований, проведенных в течение более 50 лет, сводились к изучению физико-химических свойств гуза-паи [1-3].

По результатам наших исследований, влажность гуза-паи, хранившейся на воздухе в пакетированном состоянии в течение года, в среднем составила (в %): ноябрь – 65.1, декабрь – 50.3, январь – 50.1, февраль – 41.0, март – 36.8, апрель – 30.7, май – 16.3, июнь – 16.5, июль – 9.2, август – 8.9, сентябрь – 9.3, октябрь – 12.7. Как видно из данных, наивысшая влажность исследованных образцов наблюдается в зимний период, а наименьшая – в летний. Начиная с мая месяца, влажность гуза-паи быстро падает, достигая в последующем постоянной величины (9%), и затем снова повышается, хотя и незначительно, с наступлением осени. В среднем влажность воздушно-сухой гуза-паи составляет 10 - 12%, а комнатно-сухой - 8-10%.

Средние значения насыпного веса могут колебаться, что зависит от влажности воздуха, от степени измельчения, а также от условий развития растений, от правильного составления проб и т.д. Насыпной вес различных фракций измельчения (от 0.5 до 1 мм) в лабораторных условиях составлял от 224 до 196 кг/м<sup>3</sup> (при 10% влажности). В производственных условиях насыпной вес гуза-паи различного гранулометрического состава, полученной с измельчительных машин опытной конструкции, на Вахдатском хлопзаводе колебался от 102 до 114 кг/м<sup>3</sup> (при 20—24.5% влажности), то есть в 1.5 раза меньше, чем хлопковой шелухи.

В таблице для сравнения приведены данные о некоторых физических свойствах гуза-паи и хлопковой шелухи. Из них видно, что гуза-пая и хлопковая шелуха по физическим свойствам (сжимаемости, упругости, фильтруемости и т.д.) существенно отличаются. Гуза-пая почти не сжимаема и менее упруга, обладает высокой скоростью фильтрации и удерживает меньше влаги. Этими свойствами обусловлено и различное поведение сырья при гидролизе и при производстве арболита на его основе.

*Таблица*

**Физические свойства гуза-паи и хлопковой шелухи**

Сырье	Спрес-совываемость, %	Упругость, %	Фильтруемость, мин.	Влагоемкость, мл/75г
Гуза-пая (фр. от 0.5 до 1 мм)	96.0	1.6	1.0	150
Хлопковая шелуха (смесь серой и желтой)	47.0	4.76	3.3	162

Что касается химического состава стеблей хлопчатника, то его определение сопряжено с известными трудностями, так как составляющие компоненты структурно связаны между собой и для их разделения и очистки еще не найдено удовлетворительных методов.

Наиболее детальные исследования химического состава различных вегетативных органов гуза-паи нами были проведены на образцах сырья урожая 1997 г., взятых из Гиссарского района Республики Таджикистан. При определении соотношения отдельных

составных частей в сырье установлено, что древесина стебля составляет 44%, коробочки - 27%, кора - 17% и корневище - 12% от веса растения.

При изучении химического состава определено, что содержание целлюлозы во всех вегетативных органах почти одинаково и составляет 33 - 36%. Наибольшее количество пентозанов находится в древесине стебля и коробочке хлопчатника (от 13.7 до 17.6%). В коре стебля и коробочке хлопчатника имеется значительное количество золы, водно-растворимых веществ, уроновых кислот и т.д. Общий выход сахаров при количественном гидролизе надземной части гуза-паи составил 65.4%.

Значительные различия в химическом составе отмечены в отдельных частях растения, особенно в содержании зольных, водно-растворимых веществ, уроновых кислот и т.д. Так, при определении зольных элементов в различных вегетативных органах гуза-паи (стебле, коробочке, корневище и коре) было установлено, что наибольшее количество золы содержат кора (6.7%), коробочка (5.9%) и корень (4.2%), а наименьшее - древесина стебля (2.8% с корой). После удаления коры зольность стебля снижается до 1.5%. Из общего количества золы около 20% приходится на зольные элементы, которые вносятся при уборке гуза-паи. Содержание истинной золы колеблется в общей пробе гуза-паи от 3.5 до 4.5%. Состав истинной золы следующий (в %):  $K_2O$  - 28.83,  $Na_2O$  - 2.42,  $CaO$  - 20.8,  $MgO$  - 9.04,  $P_2O_5$  - 4.55,  $SO_3$  - 2.76.

Содержание золы заметно снижается (на 10-15%) при хранении гуза-паи в пакетированном состоянии на воздухе. Это происходит за счет растворения зольных элементов атмосферными осадками, но и при этих условиях количество золы остается высоким.

Содержание полисахаридов в различных вегетативных органах хлопчатника (образцы которого собраны в разные годы) почти одинаково. Значительные различия по этому показателю наблюдаются в отдельных частях растения (стебель, коробочка, корень, кора). Древесина стебля характеризуется относительно более высоким содержанием пентозанов (до 25.3%), целлюлозы (до 50.4%), общий выход сахаров при гидролизе гуза-паи составляет от 48 до 60%, а в хлопковой шелухе - до 75%. Теоретический выход фурфурола в гуза-пае равен 12%, в хлопковой шелухе - 16%.

В стебле хлопчатника найдено меньшее количество пентозанов (18% по сравнению с 26% в хлопковой шелухе), полиуроновых же кислот, дающих при гидролизе фурфурол (хотя с меньшим выходом, чем пентозанов), находится в два раза больше.

Содержание целлюлозы в гуза-пае колеблется в среднем от 35 до 45%, в хлопковой шелухе - от 45 до 55%, но целлюлоза стеблей более однородна по составу, чем целлюлоза хлопковой шелухи, состоящая наполовину из целлюлозы подпушка, плотно упакованной с прочными водородными связями (трудногидролизуемая), и наполовину из целлюлозы скорлупы лузги (легкогидролизуемая).

При определении функциональных групп установлено, что стебли хлопчатника содержат небольшое количество метоксидов (до 2.6%) и ацетидов (до 4.3%) по сравнению с древесиной хвойных и лиственных пород.

Изучение углеводного состава сырья показало, что в гидролизатах легко- и трудногидролизуемых полисахаридов в преобладающем количестве находятся ксилоза (12.5%), глюкоза (42.9%) и небольшое количество арабинозы и галактозы - 2.51% от веса сырья.

Таким образом, исследования физических свойств и химического состава стеблей хлопчатника позволяют определять физико-химические основы структурообразования материалов, изделий и конструкций с его использованием.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Батырбаев Г.А. - Строительные материалы, 1971, № 6, с. 12-14.
2. Кобулиев З.В., Якубов С.Э. Энерго- и ресурсосберегающие материалы на основе минерального и растительного сырья / Под ред. А.Шарифова. – Душанбе: Ирфон, 2006, 206 с.
3. Усманов Х.У., Разиков К.Х. Атлас морфологических структур хлопка. – Ташкент: Фан, 1978, 120 с.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*

**А.Г. Гуломов, С.Э. Якубов, Г.Б. Назриев**

**ХОСИЯТҶОИ ФИЗИКӢ-КИМИЁВӢ ВА ФИЗИКӢ-ТЕХНИКӢИ ҶУЗАПОЯ**

Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқи хусусиятҳои физикӣ ва кимиёвии таркиби ҷузапоя муайян шудааст. Тадқиқоти гузаронидашуда собит месозад, ки барои сохторбандии масолах, маснуот ва конструкторияҳо ҷузапоя асоси шуда метавонад.

**A.G.Gulomov, S.E.Yakubov, G.B.Nazriev**

**PHYSICAL AND CHEMICAL AND PHYSICOTECHNICAL PROPERTIES  
OF STALKS OF THE COTTON**



## ХИМИЯ

Н.Ш. Холов\*, В.Д. Абулхаев\*, И.Н. Ганиев, Х.Х. Назаров\*\*

### СИНТЕЗ, ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$

В настоящее время редкоземельные элементы (РЗЭ) и их сплавы с другими элементами широко применяются в электровакуумной, электронной, атомной, авиационной, машиностроительной и металлургической промышленности. Применение сплавов и соединений в указанных областях основано на их особых физических свойствах – электрофизических, магнитных, оптических и т.д.

В этом плане существенное значение имеют исследования сплавов и соединений редкоземельных элементов (РЗЭ) с элементами пятой группы Периодической системы Д.И. Менделеева, в частности с висмутом, на основе которых возможно создание новых полезных материалов.

Согласно литературным данным,  $Gd_4Bi_3$  при комнатной температуре, являясь сильным парамагнетиком, среди всех известных сплавов и соединений РЗЭ с висмутом проявляет самую высокую парамагнитную температуру Кюри, равную 340 К. Исходя из этого, актуальной задачей представляется получение и исследование физико-химических свойств твердых растворов, образующихся в системах  $Gd_4Bi_3 - Ln_4Bi_3$ .

Целью настоящей работы явилось исследование диаграммы состояния системы  $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$ , а также электрофизических (удельное электросопротивление, термо-э.д.с.) и магнитных свойств твердых растворов, образующихся в этих системах в диапазоне температур 298-773 К.

Ранее в [1, 2] в полном диапазоне концентраций были исследованы диаграммы состояния систем  $Ln - Bi$  ( $Ln = Pr, Gd$ ). В системах установлено образование соединений  $Pr_2Bi$ ,  $Pr_5Bi_3$ ,  $Pr_4Bi_3$ ,  $PrBi$ ,  $PrBi_2$  и  $Gd_5Bi_3$ ,  $Gd_4Bi_3$ ,  $GdBi$ . Соединения  $Pr_2Bi$ ,  $Pr_5Bi_3$ ,  $Pr_4Bi_3$ ,  $PrBi_2$  и  $Gd_5Bi_3$ ,  $Gd_4Bi_3$  при  $1408 \pm 10$ ,  $1663 \pm 15$ ,  $1908 \pm 15$ ,  $1083 \pm 10$  и  $1753 \pm 10$ ,  $1853 \pm 15$  К соответственно плавятся инконгруэнтно. Самыми тугоплавкими соединениями указанных систем являются  $PrBi$  и  $GdBi$ , которые при  $2093 \pm 20$  и  $2043 \pm 20$  К соответственно плавятся с открытым максимумом.

Твердые растворы системы  $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$ , отвечающие конкретному химическому составу твердого раствора  $Gd_{4-x}Pr_xBi_3$  ( $x=0,4-3,6$ ), получали отжигом исходной навески, состоящей из предварительно синтезированных  $Gd_4Bi_3$  и  $Pr_4Bi_3$ , в герметизированных молибденовых тиглях при  $1573 \pm 50$  К и времени выдержки при этой температуре 2-3 ч. Было приготовлено более 20 сплавов, через каждые 10 мол.%  $Pr_4Bi_3$ .

Диаграмму состояния системы  $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$  изучали методами дифференциального термического (ДТА), рентгенофазового (РФА) и металлографического анализов.

ДТА твердых растворов проводили на установке ВДТА-8МЗ в среде гелия марки "ВЧ" при скоростях нагревания и охлаждения 30-80 град/мин. Погрешность в определении температур термических эффектов не превышала  $\pm 1\%$  от измеряемой величины.

РФА твердых проводили на дифрактометре «ДРОН-2» с использованием отфильтрованного  $CuK_\alpha$ -излучения (Ni – фильтр). Погрешность в определении параметров элементарной ячейки сплавов составляла  $\pm 0.0005$  нм.

Металлографический анализ твердых растворов выполняли на приборе «Neophot-21». Шлифы полировали алмазной пастой, нанесенной на нейлоновую ткань. Микротвердость кристаллов измеряли на микротвердомере ПМТ-2.

Плотность твердых растворов определяли по стандартной методике.

Удельное электросопротивление и термо-э.д.с. твердых растворов измеряли четырехзондовым методом при постоянном токе. Относительная погрешность при измерении удельного электросопротивления составляла  $\pm 2.5\%$ , а термо-э.д.с.  $\pm 2\%$ .

Молярную магнитную восприимчивость ( $\chi_m$ ) твердых растворов измеряли в диапазоне температур 298-773 К по методике, приведенной в [3]. Относительная погрешность измерений составляла  $\pm 3\%$ .

Диаграмма состояния системы  $Gd_4Bi_3-Pr_4Bi_3$ , построенная по совокупности экспериментальных данных, приведена на рис. 1.

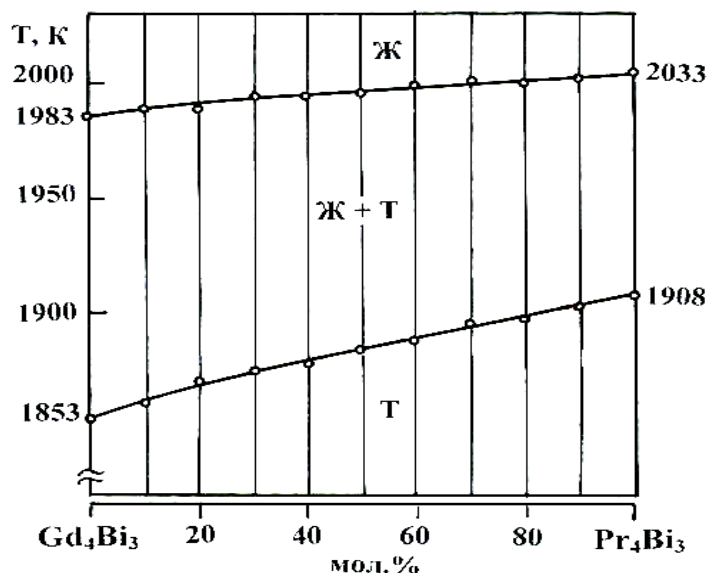


Рис. 1. Диаграмма состояния системы  $Gd_4Bi_3-Pr_4Bi_3$ .

Из рисунка видно, что данная диаграмма свидетельствует о неограниченной взаимной растворимости компонентов –  $Gd_4Bi_3$  и  $Pr_4Bi_3$  как в жидком, так и в твердом состоянии. При этом РФА и металлографический анализ сплавов указывают на образование во всем исследованном диапазоне концентраций твердых растворов  $Gd_{4-x}Pr_xBi_3$  ( $x = 0.4-3.6$ ), кристаллизующихся как и исходные компоненты –  $Gd_4Bi_3$ ,  $Pr_4Bi_3$ , в кубической сингонии типа  $anti-Th_3P_4$  с пространственной группой  $\epsilon 43d$  (табл.1).

Таблица 1

**Кристаллохимические характеристики твердых растворов системы  $Gd_4Bi_3-Pr_4Bi_3$**

Твердые растворы	Параметр элементарной ячейки, $\pm 0.0005$ нм a	Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Микротвердость, МПа
		эксперимент.	расчет.	
$Gd_{3.6}Pr_{0.4}Bi_3$	0.9406	9824	9850	3950
$Gd_{3.2}Pr_{0.8}Bi_3$	0.9430	9686	9722	4050
$Gd_{2.8}Pr_{1.2}Bi_3$	0.9454	9548	9598	4100
$Gd_{2.4}Pr_{1.6}Bi_3$	0.9478	9402	9464	4090
$Gd_2Pr_2Bi_3$	0.9502	9348	9353	4070
$Gd_{1.6}Pr_{2.4}Bi_3$	0.9526	9202	9233	4050
$Gd_{1.2}Pr_{2.8}Bi_3$	0.9548	9108	9120	4050
$Gd_{0.8}Pr_{3.2}Bi_3$	0.9574	8984	8997	4030
$Gd_{0.4}Pr_{3.6}Bi_3$	0.9598	8876	8881	4000

Установлено, что в диапазоне концентраций 0-100 мол.%  $\text{Pr}_4\text{Bi}_3$  электросопротивление и термо-э.д.с. твердых растворов  $\text{Gd}_{4-x}\text{Pr}_x\text{Bi}_3$  ( $x = 0.4-3.6$ ) изменяются в пределах  $(2.3-7.2) \cdot 10^{-6}$  Ом·м и  $(-5.4)-(-6.8)$  мкВ/К, что свидетельствует об их металлической проводимости. Кроме того, о металлической природе твердых растворов  $\text{Gd}_{4-x}\text{Pr}_x\text{Bi}_3$  свидетельствует и их концентрационная зависимость микротвердости, которая описывается кривой с максимумом, приходящемся на твердый раствор, содержащий 30 мол.%  $\text{Pr}_4\text{Bi}_3$ , (рис. 2 в).

Указанный характер изменения микротвердости свойствен всем металлическим системам [4], где образуются непрерывные твердые растворы, что объясняется усилением жесткости кристаллической решетки твердых растворов за счет сокращения межатомных расстояний в их кристаллической решетке. Если в  $\text{Pr}_4\text{Bi}_3$  длина связи Pr-Pr составляет 0.3662 нм соответственно, то в структуре твердых растворов  $\text{Gd}_{4-x}\text{Pr}_x\text{Bi}_3$  дисперсия длины этих связей составляет 2-3 процента. Добавим, что жесткость кристаллической решетке твердых растворов может придать и связь Pr-Bi, длина которой в среднем составляет 0.3508 нм. Поэтому не исключено, что максимальное влияние этой связи на жесткость кристаллической решетки твердых растворов приходится именно на твердый раствор, содержащий 30 мол.%  $\text{Pr}_4\text{Bi}_3$ . При этом концентрационные зависимости удельного электросопротивления и термо-э.д.с. твердых растворов  $\text{Gd}_{4-x}\text{Ln}_x\text{Bi}_3$  ( $x = 0.4-3.6$ ) при комнатной температуре (рис. 2 а, б) изменяются почти линейно. Это указывает на их корреляцию с диаграммой состояния системы  $\text{Gd}_4\text{Bi}_3 - \text{Pr}_4\text{Bi}_3$ .

Исследование магнитных свойств показало, что обратная величина молярной магнитной восприимчивости твердых растворов в диапазоне температур 298-773 К следует закону Кюри-Вейсса (рис. 3 а, б). Это свидетельствует о том, что твердые растворы  $\text{Gd}_{4-x}\text{Pr}_x\text{Bi}_3$  ( $x = 0.4-3.6$ ) в исследованном диапазоне температур являются парамагнетиками. Значения молярной магнитной восприимчивости при комнатной температуре, парамагнитной температуры Кюри ( $\theta_p$ ) и рассчитанных значений эффективных магнитных моментов ( $\mu_{\text{эфф}}$ ) ионов РЗЭ твердых растворов представлены в табл. 2.

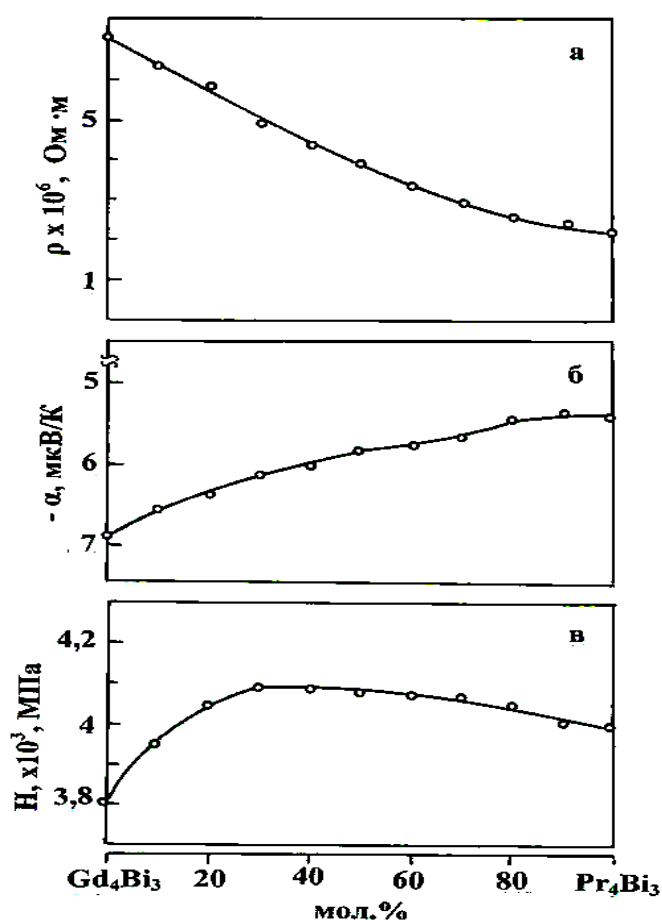


Рис. 2. Концентрационные зависимости удельного электросопротивления (а), термо-э.д.с (б) и микротвердости (в) твердых растворов системы  $\text{Gd}_4\text{Bi}_3 - \text{Pr}_4\text{Bi}_3$ .

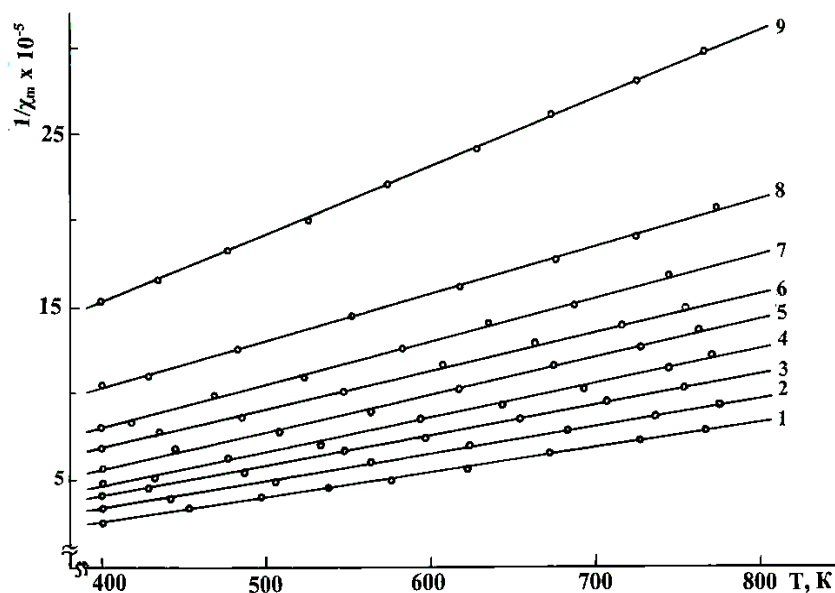
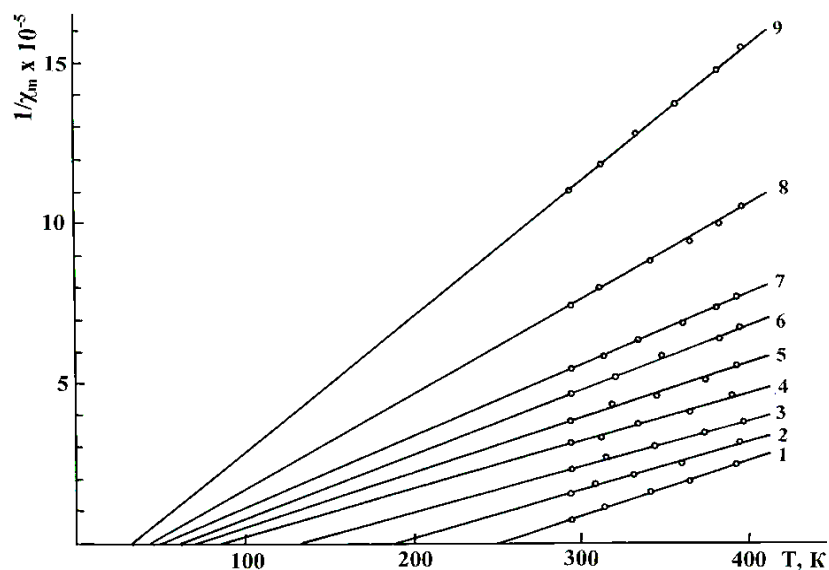


Рис. 3. Температурная зависимость обратной величины молярной магнитной восприимчивости твердых растворов  $Gd_{4-x}Pr_xBi_3$ , содержащих 1- 10, 2-20, 3-30, 4-40, 5-50, 6-60, 70, 8-80 и 9-90 мол.%  $Pr_4Bi_3$  (а, б) , в диапазоне 298-773 К.

Установлено, что с ростом концентрации  $Gd_4Bi_3$  в твердых растворах  $Gd_{4-x}Pr_xBi_3$  ( $x = 0.4-3.6$ ) наблюдается увеличение значений парамагнитных температур Кюри. При этом парамагнитная температура Кюри всех твердых растворов во всем диапазоне концентраций выше, чем  $\theta_p Pr_4Bi_3$  (11 К). Это объясняется усилением магнитного обменного взаимодействия ионов в структуре твердых растворов по линии связи Gd – Gd.

Таблица 2

Магнитные характеристики твердых растворов системы  $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$ 

Твердые растворы	$\chi_m \times 10^6$ при 298 К	$\theta_p$ , К	$\mu_{эфф.} \times 10^{24}$ , А·м <sup>2</sup>
$Gd_{3,6}Pr_{0,4}Bi_3$	106363.6	232	69.55
$Gd_{3,2}Pr_{0,8}Bi_3$	64717.0	192	68.7
$Gd_{2,8}Pr_{1,2}Bi_3$	41728.3	136	68.2
$Gd_{2,4}Pr_{1,6}Bi_3$	31340.0	89	67.1
$Gd_2Pr_2Bi_3$	25770.0	72	63.24
$Gd_{1,6}Pr_{2,4}Bi_3$	21025.6	64	58.14
$Gd_{1,2}Pr_{2,8}Bi_3$	18252.0	52	55.6
$Gd_{0,8}Pr_{3,2}Bi_3$	13254.0	46	47.94
$Gd_{0,4}Pr_{3,6}Bi_3$	8816.7	36	39.8

Проведенные исследования магнитных свойств твердых растворов систем  $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$  указывают на то, что магнитный порядок в них, как и в редкоземельных элементах, устанавливается благодаря косвенному обмену 4f-электронов через электроны проводимости, так называемым взаимодействием Рудермана-Киттеля - Касуи-Иосиды (РККИ) [5].

Таким образом, результаты данной работы указывают на возможность получения на основе висмутидов  $Gd_4Bi_3$  и  $Tb_4Bi_3$  сплавов с повышенными магнитными свойствами.

## Л и т е р а т у р а

1. Абулхаев В.Д. – Неорганические материалы, 1997, т. 33, №5, с. 524-527.
2. Абулхаев В.Д. - Изв. РАН. Металлы, 1993, №1, с. 187-190.
3. Чечерников В.И. - Магнитные измерения. - М.: МГУ, 1963, с. 92-95.
4. Глазов В.М., Вигдорович В.Н. Микротвердость металлов и полупроводников. - М.: Металлургия, 1969, 248 с.
5. Вонсовский С.В. Магнетизм. - М.: Наука, 1984, 207 с.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими,  
\*Институт химии им. В.И.Никитина АН Республики Таджикистан,  
\*\*Энергетический институт Таджикистана*

**Н.Ш. Холов, В.Ф. Абулхаев, И.Н.Фаниев, Х.Х. Назаров**

**СИНТЕЗ, ХОСИЯТҶОИ ЭЛЕКТРОФИЗИКӢ ВА МАГНИТИИ  
МАҲЛӢЛҶОИ САХТИ СИСТЕМАИ  $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$**

Дар мақолаи мазкур натиҷаи таҳқиқоти хосиятҳои электрофизикӣ ва магнитии маҳлӯҳои сахти системаи  $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$  оварда шудааст. Таҳлили кристаллохимиявӣ нишон дод, ки маҳлӯи сахт -  $Gd_{4-x}Pr_xBi_3$  ( $x = 0.4-3.6$ ) дпр структураи кубии намуди anti -  $Th_3P_4$  кристаллизатсия мешаванд. Таъсирпазирии магнитӣ, ҳарорати парамагнетии Кюри ва моменти магнитии ионҳои  $Gd^{+3}$  ва  $Pr^{+3}$  муайян шудааст

**N.Sh. Kholov, V.D. Abulkhaev, I.N. Ganiev, Kh.Kh. Nazarov**

**SYNTHESIS, ELECTROPHYSICAL AND MAGNETIC PROPERTIES OF SOLID  
SOLUTIONS OF  $Gd_4Bi_3 - Pr_4Bi_3$  SYSTEM**

С.С.Гулов, И.Н.Ганиев, А.Э.Бердиев\*

## ВЛИЯНИЕ СВИНЦА НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ ТВЁРДОГО СПЛАВА АК7М2

Сплавы системы алюминий-кремний (силумины) служат основой большинства литейных алюминиевых композиций, широко применяемых в качестве конструкционных материалов для фасонного литья в автотракторной отрасли и авиастроении, строительстве, машиностроении и других областях промышленности. В связи со структурными особенностями литых сплавов (грубыми хрупкими включениями кремния и интерметаллических фаз) прочностные характеристики силуминов невысокие, особенно низка пластичность. Для улучшения структуры и механических свойств литейных промышленных сплавов алюминия регулируют режимы плавки и литья, условия кристаллизации отливок (литья в песчаные и металлические формы, под давлением и т.д.).

Структура бинарного сплава системы Al-Si при обычных условиях кристаллизации состоит из двух фаз твердого раствора кремния в алюминии ( $\alpha$ -Al) и твердого раствора алюминия в кремнии, кристаллы которого в силу очень низкой растворимости алюминия в кремнии принято называть просто кристаллами кремния [1,2]. Твердый раствор на основе алюминия представляет собой сравнительно мягкую и пластичную фазу, а кремний характеризуется высокой твердостью и хрупок. Поэтому функцию фазы упрочнителя в бинарных силуминах выполняет кремний.

Для изучения кинетики окисления алюминиевого сплава АК7М2, легированного свинцом, в изотермических условиях использовали термогравиметрический метод, основанный на непрерывном взвешивании твердого сплава [3].

Для исследования влияния свинца на кинетику окисления твердого сплава АК7М2 была синтезирована серия сплавов с содержанием свинца от 0.05% до 1.0% по массе. Исследования проводили в атмосфере воздуха при температурах 773 и 823 К. Результаты исследования представлены на рис. 1,2,3 и в таблице.

Кинетические кривые окисления твердого сплава АК7М2 (рис 1а) характеризуются более растянутым процессом формирования оксидной плёнки на начальном этапе окисления. Скорость окисления данного сплава в зависимости от времени и температуры незначительно увеличивается. Однако рост удельной массы образца к 15 минутам приобретает постоянное значение, равное 11 мг/см<sup>2</sup> при 823 К. Истинная скорость окисления, вычисленная по касательным, проведённым от начала координат к кривым, и рассчитанная по формуле

$K = \frac{g}{s} \cdot \Delta t$ , составляет  $5.0 \times 10^{-4}$  и  $5.8 \times 10^{-4}$  кг·м<sup>-4</sup>·сек<sup>-1</sup>, соответственно при температурах 773 и 823 К. Кажущаяся энергия активации окисления, вычисленная по тангенсу угла наклона прямой зависимости  $\lg K - 1/T$ , составляет 13.72 кДж/моль (табл).

При температурах 773 и 823 К значение истинной скорости окисления сплава, содержащего 0.05 мас.% свинца, изменяется от  $3.9 \times 10^{-4}$  до  $4.2 \times 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup> (рис.1б). Кажущаяся энергия активации при этом составляет 15.49 кДж/моль.

Кинетические кривые процесса окисления сплава АК7М2, содержащего 0.3 мас.% свинца, приведены на рис. 2а. Данный сплав подвергался окислению при температурах 773 и 823 К. Кинетические кривые подчиняются параболическому закону. Истинная скорость окисления составляет величину  $3.5 \times 10^{-4}$  и  $3.9 \times 10^{-4}$  кг·м<sup>-2</sup>·сек<sup>-1</sup>. Кажущаяся энергия активации при этом составляет 19.26 кДж/моль.

Таблица

**Влияние добавок свинца на кинетические и энергетические параметры процесса окисления сплава АК7М2**

Содержание Pb в сплаве АК7М2, масс. %	Температура окисления, К	Истинная скорость окисления, $K \cdot 10^{-4}, \text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	Кажущаяся энергия активации окисления, кДж/моль
0.0	773	5.00	13.72
	823	5.80	
0.05	773	3.91	15.49
	823	4.24	
0.3	773	3.52	19.26
	823	3.63	
0.6	773	3.21	21.35
	823	3.66	
1.0	773	3.00	25.50
	823	3.35	

Кинетические кривые окисления сплава АК7М2 с содержанием свинца 0.6 мас.% приведены на рис.2б. Исследования проведены при температурах 773 и 823 К. Значения истинной скорости окисления данного сплава при исследованных температурах имеют величину  $3.21 \times 10^{-4}$  и  $3.66 \times 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$ . При этом значение кажущейся энергии активации составляет 21.35 кДж/моль (табл.).

На рис.2в приведены кинетические кривые окисления сплава АК7М2, содержащего 1.0 мас.% свинца, полученные при температурах 773 и 823 К. Характер кривых показывает, что окисление сплава протекает по параболическому закону с диффузионными затруднениями, процесс заканчивается на 10-й минуте. Истинная скорость окисления изменяется от  $3.00 \times 10^{-4}$  до  $3.35 \times 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$ , кажущаяся энергия активации достигает величины 25.50 кДж/моль.

На рис.3 изображены логарифмические зависимости  $\lg K - 1/T$  для сплава АК7М2, содержащего 0.05, 0.3, 0.6, 1.0 мас.% свинца, которые имеют прямолинейный характер. Последний указывает о соответствии процесса окисления исследованных сплавов параболическому закону.

Изохроны окисления сплавов, легированных свинцом, представлены на рис.4. Видно, что с увеличением концентрации свинца скорость окисления уменьшается, как при 10 - минутной выдержке сплавов в окислительной атмосфере (кривая 1), так и при 20-минутной выдержке (кривая 2). Эта закономерность более четко выражается при 823 К, о чем также свидетельствует увеличения кажущейся энергия активации с ростом концентрации свинца.

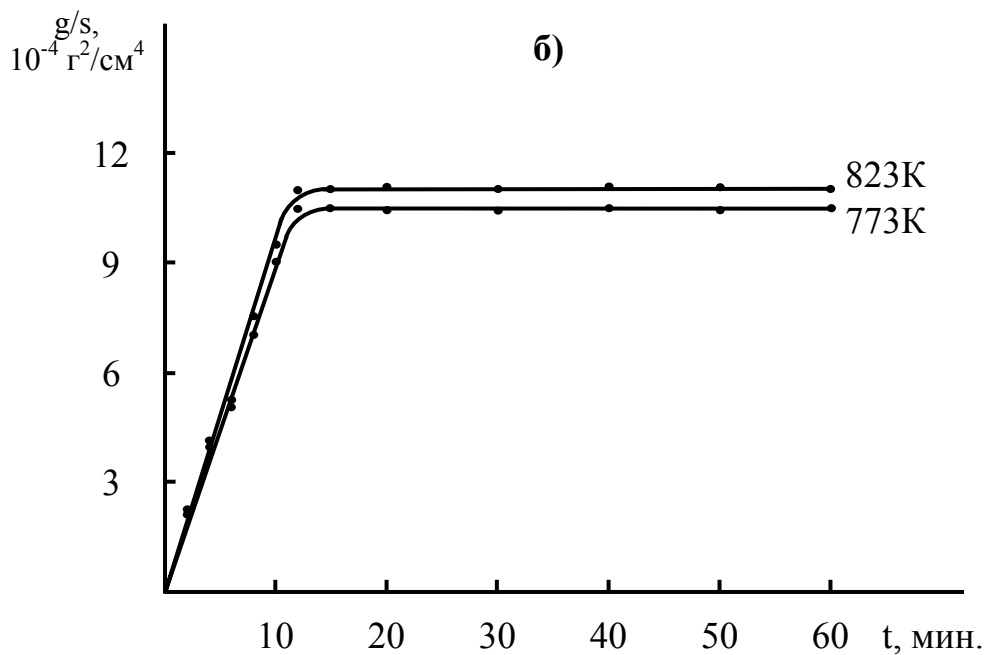
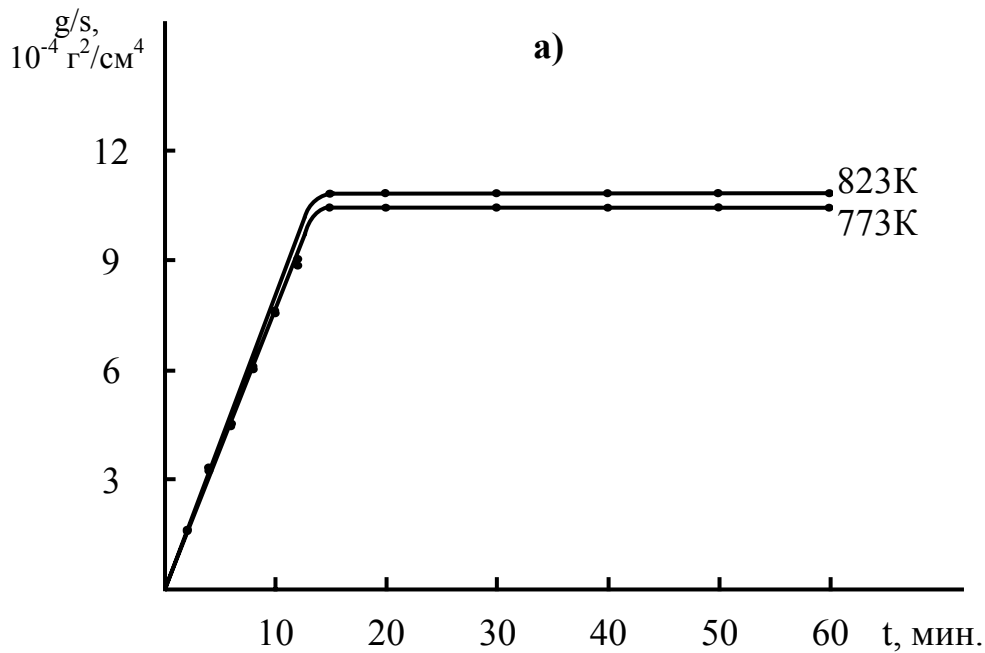


Рис. 1. Кинетические кривые окисления сплава АК7М2 (а), содержащего 0.05 % масс свинца: (б).



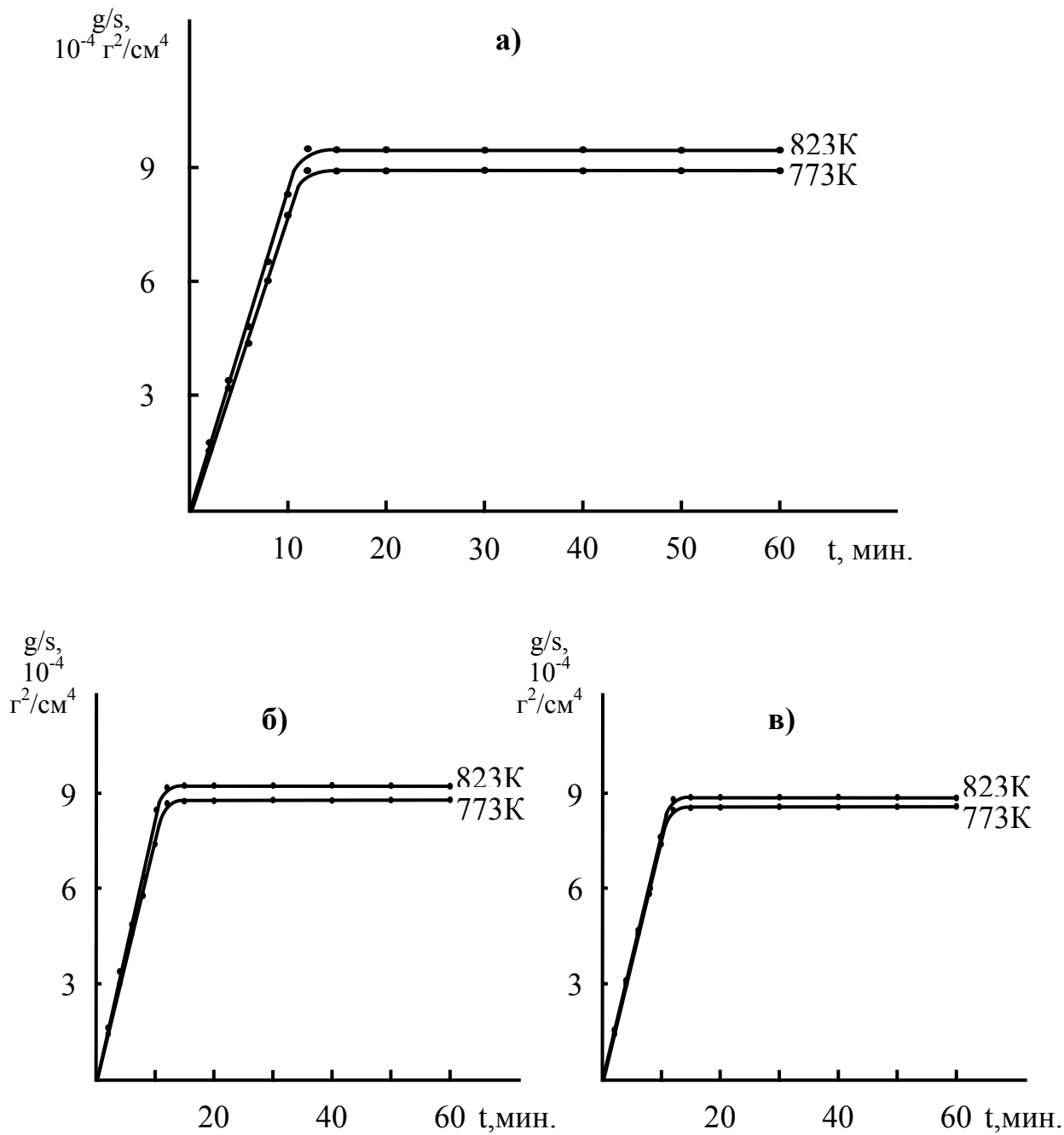


Рис. 2. Кинетические кривые окисления твердого сплава АК7М2, легированного свинцом, мас. %: 0.3 (а); 0.6 (б); 1.0 (в).

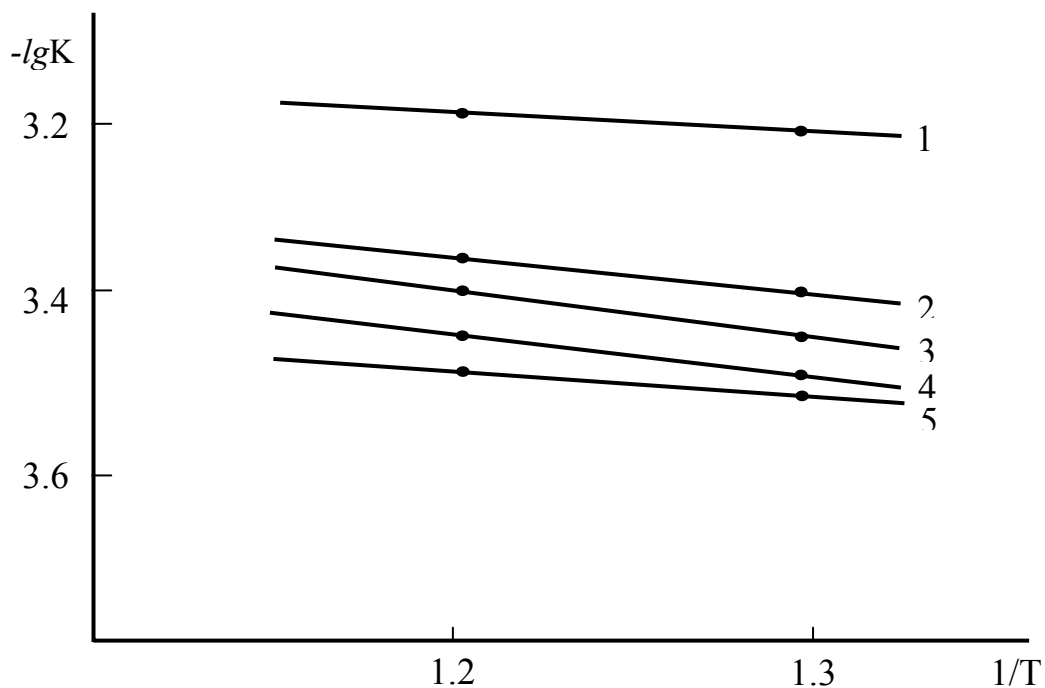


Рис. 3. Зависимость  $\lg K$  от  $1/T$  для сплава АК7М2 (1), легированного свинцом, мас.% : 0.05 (2), 0.3 (3), 0.6 (4), 1.0 (5).

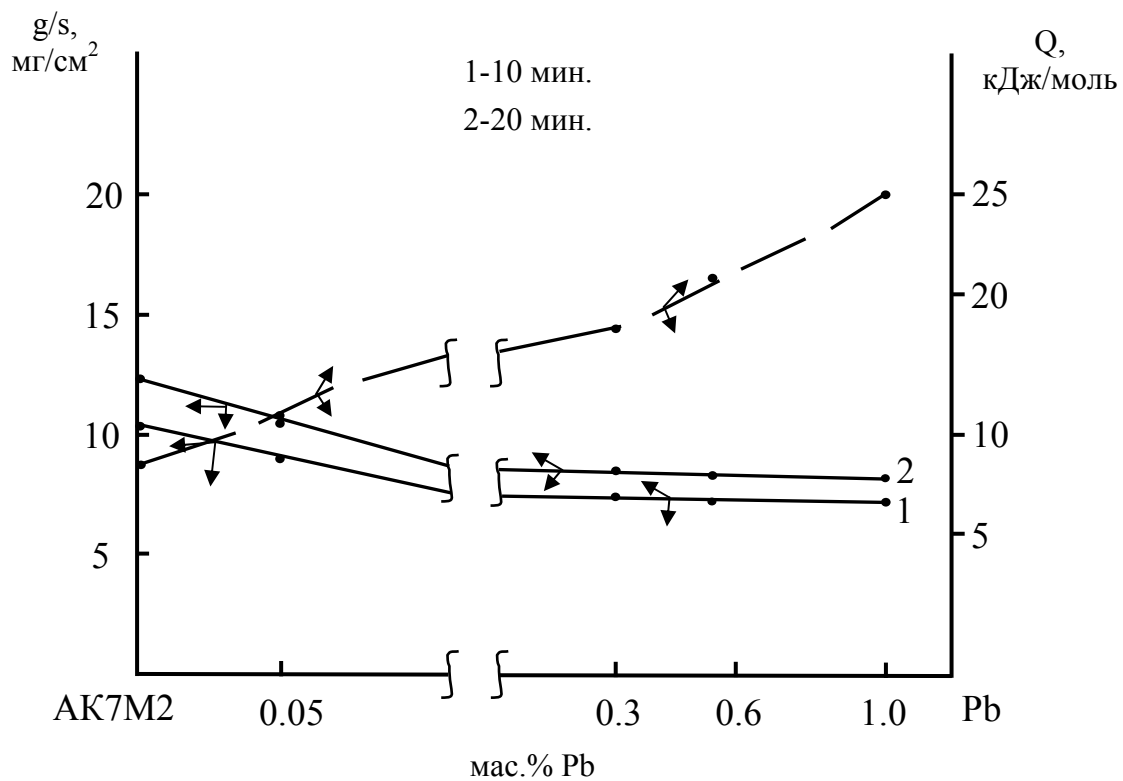


Рис. 4. Изохроны окисления сплава АК7М2, легированного свинцом.

**Литература**

1. Мондальфо Л.Ф. Структура и свойства алюминиевых сплавов .- М.: Металлургия, 1979, 640 с.
2. Строганов Г.Б., Ротенберг В.А., Гершман Г.Б. Сплавы алюминия с кремнием. - М.: Металлургия, 1977, 271 с.
3. Лепинских Б.М., Киселёв В.И. - Изв. АН СССР. Металлы, 1974, №5, с.51-54.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими,  
\*Институт химии им. В.И.Никитина АН Республики Таджикистан*

**С.С.Гулов, И.Н.Ғаниев, А.Э.Бердиев**

**ТАЪСИРИ СУРБ БА КИНЕТИКАИ ОКСИДШАВИИ ХҶЛАИ АК7М2**

Бо усули термогравиметрӣ нишон дода шудааст, ки механизми оксидшавии хӯлаи АК7М2, ки бо сурб модификатсия шудааст, пароболӣ буда, бо зиёдшавии миқдори сурб дар таркиби он устувориаш ба оксидшавӣ меафзояд.

**S.S. Gulov, I.N.Ganiev, A.E.Berdiev**

**IN FLUENCE LEAD IN KINETIK OF OXYDATION  
OF SOLIG ALLOWS OF AK7M2**

## МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Б.Н. Акрамов

ДВЕ ПРОБЛЕМЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭПИЦИКЛИЧЕСКИХ  
ЗУБЧАТЫХ МЕХАНИЗМОВ

Приводы машин почти обязательно включают в себя зубчатые механизмы (вращательное движение легко получить, преобразовать и передавать в нужное место). К сожалению, в основном это простые передачи и рядовые зубчатые механизмы, и редко эпициклические зубчатые механизмы (ЭЗМ). По-видимому, причина этого кроется в таких причинах, как большая сложность изготовления и стоимость, недостаточное знание особенностей проектирования и свойств этих механизмов. В данном сообщении рассмотрены 2 частных вопроса проектирования ЭЗМ, которые слабо освещены в соответствующей литературе (вызывают наибольшие трудности в проектировании).

**Задача 1.** Выбор схемы механизма часто определяется возможностью получить заданное значение передаточного числа  $U$ . В простых передачах и рядовых механизмах это довольно просто (общеизвестно). В ЭЗМ, из-за особенностей их структуры, существуют ряд дополнительных условий (применение нулевых колес для обеспечения точности сборки, условие соосности входного и выходного звеньев, взаимозависимость чисел зубьев между собой и т.д.), которые резко усложняют эту задачу. Обычно расчет ведется методом подбора (перебора случайных значений) по передаточному числу обращенного механизма, получаемому из ЭЗМ методом обращенного движения. Даже с использованием ЭВМ это довольно сложно и ненадежно (результат часто неудовлетворителен). В данной статье предлагается использование для решения данной задачи теории цепных дробей. Цепные дроби применяют в математике для замены десятичной дроби близкой по значению простой (рациональной) дробью. Передаточное число обращенного механизма  $U_{ab}$  связано с передаточным числом ЭЗМ  $U_{ah}$  (для планетарного, волнового или замкнутого дифференциального механизмов) или частотами вращения  $N_a$ ,  $N_b$ ,  $N_h$  (для дифференциального механизма). Для расчета применяются формулы тождества и Виллиса соответственно. Для проектирования (подбора чисел зубьев) надо представить  $U_{ab}$  в виде дроби, числитель и знаменатель которой представляют собой произведение нескольких целых чисел. Например, для простейших 2-ступенчатых ЭЗМ это выражение должно иметь вид:  $U_{ab} = (A*B)/(C*D)$ . Зная значения целых чисел  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ , можно по методу сомножителей получить число зубьев колес, удовлетворяющее все необходимые требования (каждый сомножитель учитывает (обеспечивает выполнение) одно или несколько требований).

Предлагаемая процедура подбора чисел зубьев включает в себя 4 шага (возможности удовлетворения заданным требованиям):

1) согласно стандартам на зубчатые механизмы, в приводах технологических машин разрешается отклонение передаточного числа от заданного значения в пределах  $\pm 0.5\%$ ;

2) применив теорию цепных дробей (алгоритм Евклида), можно получить первоначальный ряд близких (заданному значению передаточного числа обращенного механизма) дробей;

3) применив правило построения рядов Фарея (дроби, близкие по значению друг к другу), можно расширить полученный выше ряд возможных значений расчетной дроби (это правило можно применять несколько раз, получая из первоначального ряда расширенный ряд);

4) применив правило «малых шевелений», можно конкретно получать на основе найденных дробей «хорошие» числа для расчета чисел зубьев колес ЭЗМ. Правило это заключается в следующем: для крупных чисел, уменьшая (увеличивая) значение знаменателя

или числителя на несколько единиц (обычно на единицу), можно получить дробь, близкую исходной дроби.

Пример.  $\mu/\beta = \alpha = 3.71245\dots$

- согласно стандартам, мы можем рассматривать как допустимые следующие значения  $\alpha = 3.71, 3.712, 3.7124, 3.71245$ . При этом максимальное отклонение не превысит 0.066%.

- построим ряд близких дробей:

$$\mu_0/\beta_0, \mu_1/\beta_1, \dots, \mu_k/\beta_k$$

Для расчета этих дробей применим алгоритм Евклида:

$$\mu = \beta * a_0 + \beta_1, \beta = \beta_1 * a_1 + \beta_2, \beta_1 = \beta_2 * a_2 + \beta_3 \text{ и т.д.}$$

Получив  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_k$  (для рациональных чисел  $a_k = 0$ , а для иррациональных чисел  $a_k \neq 0$ ), строим близкие дроби.

Значения дробей получим с помощью рекуррентных формул:  $\mu_0 = a_0, \beta_0 = 1, \mu_1 = a_0 * a_1 + 1, \mu_{k+1} = a_{k+1} * \mu_k + \mu_{k-1}, \beta_1 = a_1, \beta_{k+1} = a_{k+1} * \beta_k + \beta_{k-1}$

$$\text{Для } \alpha = 3.71 \text{ получим: } 3/1 : 4/1 : 11/3 : 37/10 : 159/43 : 514/139 \tag{1}$$

- Применим правило построения рядов Фарея к полученному ряду. Если две дроби  $a/v$  и  $c/d$  являются близкими друг другу, то дробь  $(a+c)/(v+d)$  также будет близкой дробью:  $a/v < (a+c)/(v+d) < c/d$ . Применив для ряда (1) несколько раз это правило, получим ряд:  $3/1 : 4/1 : 7/2 : 11/3 : 15/4 : 18/5 : 26/7 : 37/10 : 48/13 : 59/16 : 63/17 : 70/19 : 81/25 : 85/23 : 92/25 : 111/30 : 122/33 : 159/43 : 196/53 : 207/56 : 281/76 : 307/83 : 355/96 : 403/109 : 503/136 : \dots$  (2)

- Для подбора чисел зубьев можно использовать любые значения из этого набора дробей, «корректируя» их для конкретного случая по правилу «малых шевелений». Например:  $403/109, 402/109, 404/109, 403/108, 403/110$  и т.д.

Таким образом, предложенная технология позволяет избежать метода «случайного тыка» и систематически получать нужные значения дробей для подбора чисел зубьев ЭЗМ.

**Задача 2.** Для подбора числа сателлитных блоков  $K_C$  используются два условия: из условия соседства находят максимально допустимое значение  $(K_C)_{\max}$  из возможности геометрического размещения блоков, а затем, по условию сборки, находят расчетное число  $K_C$  (необходимо, чтобы выступы зубьев одних колес попадали во впадины зубьев сопряженных колес). Формула (наиболее широко применяемая) имеет вид:

$$(Z_a * U_{ah} / K_C) / (1 + K_C * N) = Q, \tag{3}$$

где  $N$  и  $Q$  – целые числа,  $Z_a$  – число зубьев входного колеса. Особенность дифференциального ЭЗМ в том, что у него степень свободы  $W = 2$ , то есть у него два входных звена и формула (3) должна быть выполнена дважды:

$$(Z_a * U_{ah} / K_C) / (1 + K_C * N) = Q_1 \quad (Z_b * U_{bh} / K_C) / (1 + K_C * N) = Q_2, \tag{4}$$

где  $Q_1$  и  $Q_2$  – целые числа, а  $N$  – должно быть единым для обеих частей системы (4).

Здесь возможны два подхода. Подход 1 – технологический: использование отдельной сборки сателлитных колес каждого блока независимо друг от друга. Для этого достаточно сателлитные колеса определенного блока сначала вводить в соединение с сопряженными им колесами, а затем крепить их на валу водила; собрав этот блок, надо повернуть вал водила на расчетный угол и затем собирать колеса следующего по счету блока. Нам представляется, что сборка механизма усложнится незначительно по сравнению с существующей схемой сборки. Подход 2 – проектировочный: вернуться к рассмотренному выше способу уточнения  $U_{ав}$  на основе использования свойств цепных дробей.

Итак, небольшие изменения в методике проектирования и сборки ЭЗМ могут привести к более успешному их проектированию, и следовательно, к более широкому их применению в приводах машин.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*

**Б.Н. Акрамов**

**ДУ МАСЪАЛА ДАР СОХТАНИ ЛОИҶАИ МЕХАНИЗМИ  
ДАНДОАДОРИ ЭПИСИКЛӢ**

Масъалаи асосӣ – ёфтани миқдори дандонаҳо барои механизме, ки ба бузургии коэффиенти ҳаракатгузаронӣ бо дараҷаи зарурӣ итоат мекунад. Масъалаи дигар – иҷрошудани шартӣ «чинданӣ», ки метавонад бо ду роҳ ҳалли худро ёбад. Ҳар ду масъала бо васеъ кардани маҷмӯи рақамҳои имконпазир барои миқдори дандонаҳои чарх метавонанд мусоидат кунанд.

**B.N. Akramov**

**TWO PROBLEMS IN DESIGNING EPICYCLIC GEAR TRAINS**

М.А. Белоцерковский\*, Р.О. Азизов\*\*, М.Х. Саидов, З.Ш. Вохидова

## АНАЛИЗ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ПОЛИМЕРНОЙ ЧАСТИЦЫ В ФАКЕЛЕ ТЕРМОРАСПЫЛИТЕЛЯ

В технологии газопламенного напыления (ГПН) покрытий практический интерес представляет процесс горения горючего газа в смеси с окислителем с образованием факела пламени, так как условия термической активации напыляемого материала оказывают основное влияние на свойства получаемых покрытий [1-3]. Использование при напылении в качестве горючего газа пропана, а в качестве окислителя – воздуха является наиболее экономичным способом газопламенного напыления, однако в этом случае возникает проблема создания факела пламени с теплофизическими параметрами (температурой и плотностью теплового потока), достаточными для эффективного напыления частиц с различными теплофизическими характеристиками. Эффективное использование энергии, выделяющейся при сгорании горючей смеси, является важнейшей задачей оптимизации процесса горения факела.

Важным условием для расчета температуры пламени является полное обеспечение реакции горения пропана первичным воздухом в стехиометрическом объеме. Внутрикамерный процесс горения допускает в широких пределах изменение состава горючей смеси и продуктов горения, вытекающих из сопла горелки с дозвуковыми и сверхзвуковыми скоростями.

Скорость истечения струи, подсчитанная по формуле гидравлики

$$\omega = \sqrt{\frac{2gh}{\gamma}},$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести в м/с<sup>2</sup>,  $h$  – высота напора в мм вод. ст.,  $\gamma$  – удельный вес газа в кг/м<sup>3</sup>, составляет 250-350 м/с. При таких больших скоростях истечения время прохождения молекул газа рабочей зоны камеры сгорания составит ~0.0001 с, поэтому можно допустить, что на некотором участке длины факела пламени от среза сопла камеры сгорания состав продуктов сгорания, величина колебательной энергии и температура пламени остаются постоянными.

Основными тепловыми характеристиками газового пламени являются его температура  $T_c$  (К) и плотность теплового потока (количество теплоты, проходящее через поверхность частицы)  $q$  (Вт/м<sup>2</sup>). Эти параметры определяют процесс теплообмена между частицей напыляемого материала и потоком горящего газа согласно соотношения

$$q = \alpha \cdot [T_c - T_n], \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплообмена, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $T_n$  – температура поверхности частицы, К.

При расчете максимальной температуры пламени считается, что процесс горения происходит адиабатически. При этом принимается, что весь кислород воздуха участвует в реакции горения. Температура пламени зависит также от соотношения в смеси окислителя и горючего газа.

Характер изменения зависимости температуры пламени от соотношения в смеси газа-окислителя и горючего газа представлен на рис. 1.

С увеличением содержания воздуха в смеси (увеличением  $\beta$ ) максимальная температура пламени возрастает, а при дальнейшем повышении концентрации воздуха в смеси наблюдается постепенное снижение температуры пламени. В то же время из представленных данных очевидно, что, варьируя только содержанием окислителя и горючего газа, изменять температуру пламени можно только в пределах  $\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = (100 \div 350)$  К.

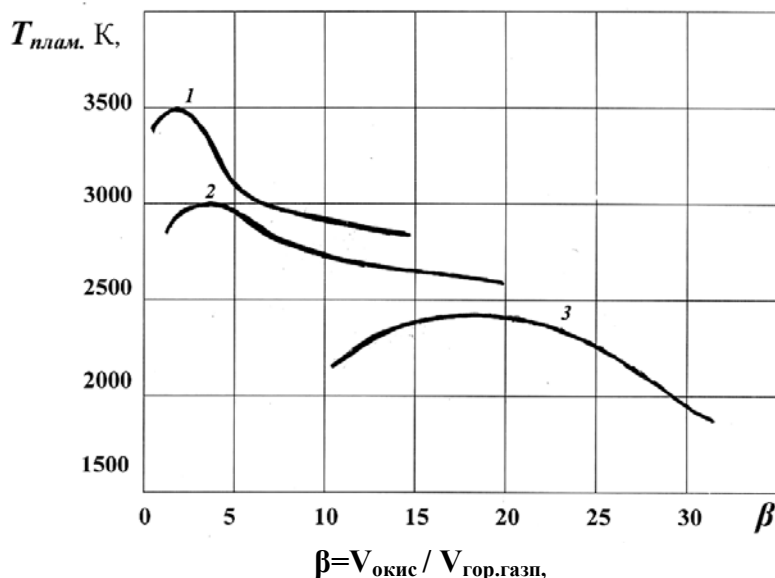


Рис. 1. Зависимость температуры пламени от соотношения окислителя и горючего газа в смеси «кислород-ацетилен» (1), «кислород –пропан» (2), «воздух-пропан» (3).

Характер изменения температуры вдоль оси пламени представлен на рис. 2.

Средняя зона пламени, окружающая ядро и содержащая продукты неполного сгорания углерода (СО), обладает наиболее высокой температурой, именно в эту зону пламени или до нее необходимо транспортировать напыляемые частицы для повышения эффективности процесса напыления с точки зрения оптимального использования энергии сгорания горючей смеси.

Крутизна кривой изменения температуры вдоль оси пламени зависит от скорости воспламенения. Чем выше эта скорость, тем быстрее достигается максимальная температура пламени и тем больше крутизна кривой изменения температуры. Длина ядра пламени, возникающем при горении пропана с воздухом, составляет (0.04÷0.08) м, так как данная смесь обладает относительно небольшой скоростью воспламенения.

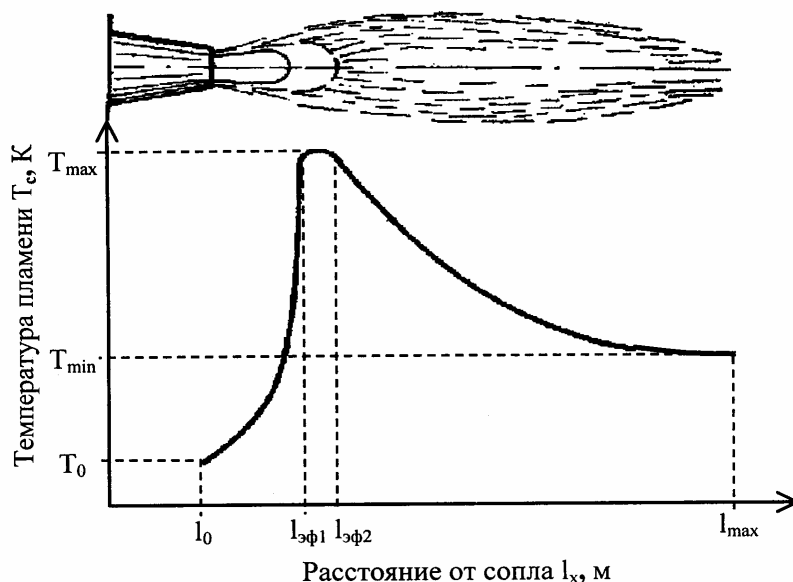


Рис. 2. Характер распределения температуры вдоль оси пламени.

$T_0$  - начальная температура пламени,  $T_{\min}$  - температура пламени на конце факела,  $T_{\max}$  - максимальная температура пламени,  $l_0$  - место выхода смеси горючих газов из сопла ( $l_0 = 0$ ),  $l_{\text{эф1}}$  - длина ядра пламени,  $l_{\text{эф2}}$  - длина средней зоны пламени,  $l_{\max}$  - длина внешней зоны пламени.



Нагрев дисперсного материала при его газопламенном напылении определяется процессом теплообмена частицы порошка с набегающим на неё потоком газа. Одной из главных задач при напылении полимерных материалов является определение образующегося при взаимодействии частицы и пламени удельного потока конвективной теплоотдачи, достаточного для проплавления частиц порошка, но не перегревающего их выше  $1,5T_{пл}$  ( $T_{пл}$  – температура плавления материала напыляемой частицы, К), то есть должно соблюдаться следующее неравенство [4]

$$T_{пл} \leq T_n \leq 1,5T_{пл}. \tag{2}$$

На рис.3 графически представлено характерное изменение температуры частицы  $T(r)$  в зависимости от времени нахождения  $\tau$  в активной зоне факела пропано-воздушного пламени.

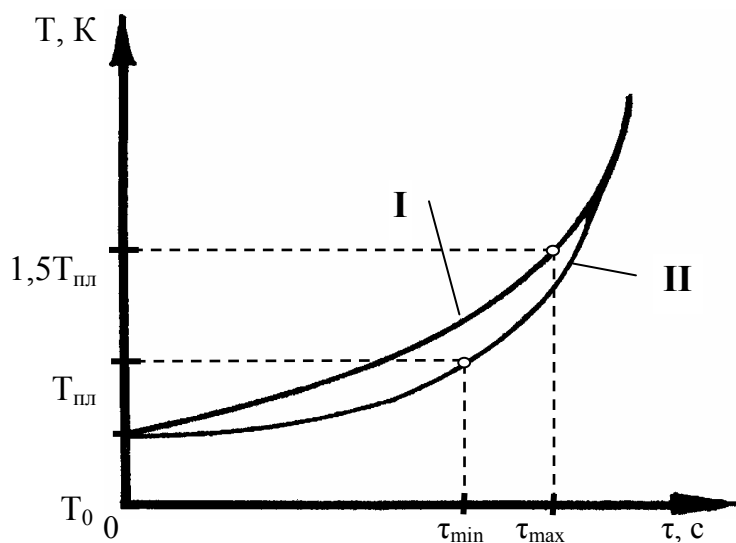


Рис. 3. Зависимость температуры частицы от времени нахождения в активной зоне факела.

Кривая I характеризует изменение температуры на поверхности частицы в процессе напыления, кривая II – изменение температуры внутри частицы. Выполнение условия (2) будет соблюдаться при  $\tau_{min} < \tau_{пол} < \tau_{max}$ . В свою очередь время нахождения частицы в активной зоне факела определяется из следующего выражения

$$\tau_{пол} = (L - l_n) / V.$$

Здесь  $L$  – длина активной зоны факела, м;  $l_n$  – расстояние от сопла термораспылителя до точки попадания частицы в активную зону факела, м;  $V$  – средняя скорость полета частицы в факеле, м/с.

Формальный характер выражения (1) заключается в том, что коэффициент теплообмена зависит от температур пламени и нагреваемой поверхности. Одной из основных задач конвективного теплообмена является определение в конкретных условиях коэффициента теплообмена, аналитический расчет которого затруднен ввиду того, что его величина зависит от многих переменных (параметров процесса, физических констант, геометрических размеров и граничных условий) [4]:

$$\alpha = f(\omega, T, \lambda, c, \rho, \mu, \Phi, l_1, l_2, l_3),$$

где  $\omega$  – скорость газа, м/с;  $T$  – фактор температуры, К;  $\lambda$  – удельная теплота плавления материала частицы, Дж/кг;  $\rho$  – плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости среды, Н·с/м<sup>2</sup>;  $\Phi$  – фактор формы поверхности тела;  $l_1, l_2, l_3$  – размеры, м.

Определим коэффициент теплообмена из уравнения теплового баланса. Для этого примем следующие допущения: температура среды  $T_c$ , коэффициент теплообмена  $\alpha$ , теплоемкость  $c$  и удельная теплота плавления  $\lambda$  материала частицы постоянны и не изменяются в процессе движения частицы в пламени, а температура поверхности частицы  $T_n = 1.5T_{пл}$ .

Количество перенесенного тепла при конвективном теплообмене через поверхность сферической частицы полимера площадью  $F$ , движущейся в факеле пламени, определяется по закону Ньютона-Рихмана [4,5]:

$$Q = \alpha \cdot (T_c - T_n) \cdot F \cdot \tau_{пол},$$

где  $F$  – площадь поверхности частицы,  $m^2$ :  $F = 4\pi R^2$ ;  $R$  – радиус частицы, м;  $\tau_{пол}$  – время полета частицы до столкновения с подложкой, с.

С другой стороны, количество тепла, полученное частицей при движении в факеле пламени, определяется по формуле термодинамики

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3,$$

где  $Q_1$  – количество теплоты, необходимое для нагрева частицы от начальной температуры  $T_0 = 293$  К до температуры плавления материала  $T_{пл}$

$$Q_1 = m \cdot c \cdot (T_{пл} - T_0) = m \cdot c \cdot (T_{пл} - 293),$$

$Q_2$  – количество теплоты, необходимое для плавления частицы

$$Q_2 = m \cdot \lambda,$$

$Q_3$  – количество теплоты, необходимое для нагрева частицы от температуры плавления  $T_{пл}$  до максимальной температуры на поверхности частицы  $T_n = 1.5T_{пл}$

$$Q_3 = m \cdot c \cdot (T_n - T_{пл}) = 0,5 \cdot m \cdot c \cdot T_{пл},$$

где  $c$  – удельная теплоемкость материала частицы, Дж/(кг·К);  $\lambda$  – удельная теплота плавления материала частицы, Дж/кг;  $m$  – масса частицы, кг.

$$m = \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot \rho,$$

где  $\rho$  – плотность материала частицы, кг/м<sup>3</sup>.

Уравнение теплового баланса примет вид

$$\alpha \cdot (T_c - T_n) \cdot F \cdot \tau_{пол} = m \cdot (c \cdot (T_{пл} - T_0) + \lambda + c \cdot (T_n - T_{пл})).$$

После преобразований получаем выражение для расчета коэффициента теплообмена

$$\alpha = \frac{V \cdot R \cdot \rho \cdot (c \cdot (1,5T_{пл} - 293) + \lambda)}{3 \cdot (L - l_n) \cdot (T_c - 1,5T_{пл})},$$

Используя полученное выражение, можно определить коэффициент теплообмена, возникающий при ГПН между поверхностью напыляемой частицы и высокотемпературной средой. Для этого необходимо знать следующие параметры: радиус  $R$  и плотность материала напыляемой частицы  $\rho$ , удельную теплоту плавления  $\lambda$  и удельную теплоемкость материала частицы при нагреве  $c$ , температуру плавления частицы  $T_{пл}$ , среднюю температуру пламени  $T_c$ , скорость полета частицы  $V$  и расстояние от сопла до напыляемой поверхности  $(L - l_n)$ .

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что коэффициент теплообмена является основной величиной, влияющей на удельный поток конвективной теплоотдачи.

### Литература

1. Борисов Ю.С., Харламов Ю.А., Сидоренко С.Л., Ардатовская Е.Н. Газотермические покрытия из порошковых материалов. - Киев: Наукова думка, 1987, 544 с.
2. Куприянов И.Л., Геллер М.А. Газотермические покрытия с повышенной прочностью сцепления. - Минск.: Навука і тэхніка, 1990, 176 с.
3. Thermal spraying // Welding Design and Fabrication. – 2003, April, p. 41-42.

4. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – Изд. 5-е перераб. и доп. — М.: Атомиздат, 1979, 416 с.
5. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1969, 440 с.

*Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими,*

*\*Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск,*

*\*\*Горно-металлургический институт Таджикистана*

**М. А. Белотсерковский, Р.О. Азизов, М.Х. Саидов, З.Ш. Вохидова**

### **ТАҲЛИЛИ РАВАНДИ ГАРМШАВИИ ЗАРРАҶОИ ПОЛИМЕРӢ ДАР ШӮЪЛАИ ПОШДИҶАКИ ҶАРОРАТӢ**

Дар мақола тағирёбии ҳарорат дар тири шӯъла ҳангоми пошдиҳӣ вобаста ба суръати аланга гирифтани оташ нишон дода шудааст. Суръати алангагирӣ ҳар қадар баланд бошад, ҳарорати шӯъла ҳамон қадар тезтар қимати максималиро мегирад. Гармшавии масолах ҳангоми пошхӯрӣ аз рӯи раванди гармиивазкунии зарраҳои ордмаида бо сели гази бо он равона буда муайян карда шуда, коэффисиенти гармиивазкунӣ башад, аз ҳарорати шӯъла ва сатҳи гармшаванда вобастагӣ дорад.

**M.A. Belotserkovsky, R.O. Azizov, M.Kh. Saidov, Z.Sh. Vokhidova**

### **ANALYSIS OF HEATING PROCESS OF POLYMERIC PARTICLE IN THERMOSPRAY TORCH**

Р.О. Азизов\*, М.Х. Саидов, З.Ш. Вохидова

## УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОСТРУЙНЫХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Разработка технологии создания композиционных материалов на основе полимеров и методов нанесения покрытий из них является одной из важных задач в области технологии машиностроения. Полимерные покрытия используются для защиты деталей от коррозии и изнашивания, электрической изоляции и герметизации соединений. Их способность гасить колебания и малая удельная масса используются при конструировании широкого спектра механических систем. Выбор методов нанесения полимерных покрытий определяется геометрическими параметрами покрываемых деталей и изделий, их конструктивными и технологическими особенностями, условиями будущей эксплуатации, а также необходимой толщиной функционального полимерного слоя. Единственным фактором, объединяющим все имеющиеся способы, является термообработка (или термическое воздействие в процессе нанесения) полимерного слоя, необходимая для образования устойчивой адгезионной связи полимера с подложкой [1-2].

Анализ проведенных работ в области нанесения полимерных покрытий показывает, что методы нанесения порошкообразных полимеров позволяют наносить покрытия практически любой толщины. Это обуславливает их широкое использование в машиностроении при создании и ремонте различных механических систем, для защиты от коррозии. Основные методы нанесения полимерных покрытий можно классифицировать исходя из толщины наносимых этими методами слоев. Наибольшее распространение в промышленности на сегодняшний день получили следующие способы нанесения покрытий из полимерных порошковых материалов: нанесение полимерного покрытия из псевдооживленного слоя; электростатическое нанесение; термоструйное напыление [3].

Методы нанесения покрытий полимерными порошками имеют следующие преимущества перед другими способами: наносимый порошковый материал находится в твердом состоянии, благодаря чему улучшаются санитарно-гигиенические условия труда и уменьшается пожароопасность процесса; возможно получение покрытий из широкого спектра полимерных материалов; обеспечивается достаточно высокая прочность сцепления покрытия с подложкой; покрытия не требуют сушки и по окончании процесса нанесения могут сразу же подвергаться дополнительной термообработке; покрытия из порошков можно наносить на изделия любой конфигурации [3].

Каждый из перечисленных выше методов обладает своими преимуществами и недостатками, определяющими его эффективную область применения, однако первые два способа могут быть реализованы только при изготовлении изделий и при наличии специальных камер, ванн и печей. Причём их применение ограничивается также энергетическими проблемами, возникающими при нагреве крупногабаритных деталей, поскольку требуемая плотность и адгезия достигаются последующей термообработкой сформированного слоя. Поэтому одними из наиболее экономичных и простых в реализации методов нанесения полимерных покрытий являются методы термоструйного (газотермического) напыления, позволяющие формировать и оплавливать слой в одной операции. Термоструйные методы основаны на обработке поверхностей покрываемых изделий струёй нагретого до высокопластичного состояния или плавления дисперсного полимерного материала. К таким методам относятся: теплоточное напыление, распыление расплава (пневмоэжестризионный), газопламенное напыление, плазменное напыление.

Для получения покрытий *теплоточным методом* предварительно прогревают поверхность изделия до температур, превышающих значения температур плавления

используемых полимеров на 370...420 К с последующим обдувом нагретого участка струёй частиц. При остывании за счёт большей отдачи тепла менее нагретым участкам и за счёт теплопроводности происходит выравнивание температур. Этот приём позволяет получать покрытия высокого качества, однако он связан с дополнительными энергетическими затратами и удлиняет процесс нанесения. Определённые трудности возникают в использовании теплотречевого метода при нанесении покрытий на тонкостенные изделия из-за сложности получения равномерной температуры всей покрываемой поверхности. Для нанесения покрытий в этих случаях применяют дозированную подачу дисперсного материала на площадку, разность температур в центре и на краях которой лежит в допусках для данного полимера пределах. Такой приём довольно сложен в применении, так как при попадании материала на недостаточно прогретый участок изделия последующее его оплавление затруднительно.

Нанесение полимерного слоя на большие поверхности может быть осуществлено *пневмоэкструзионным методом*, основанном на распылении расплава горячим газом. Расплавление полимеров осуществляют в экструдерах или червячных (шнековых) прессах (это позволяет легко вводить в перерабатываемые материалы различные модификаторы), оснащенных газовыми форсунками. Распыление (диспергирование) расплава и транспортировку получаемых частиц производят горячим газом.

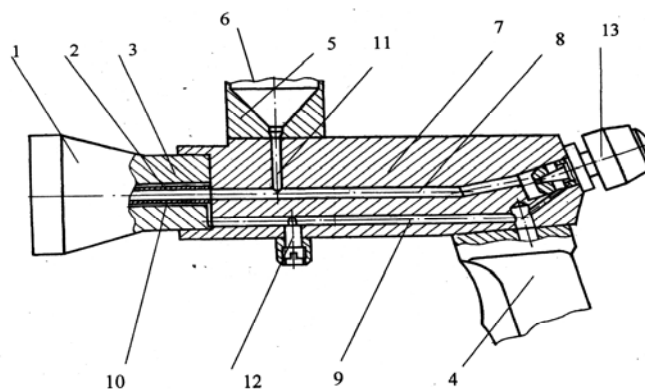
*Газотермическое (газопламенное, плазменное) напыление* широко применяется в технологии создания полимерных покрытий и представляет собой процесс, основанный на нагреве полимерного (как правило, диспергированного) материала до пластического состояния и распыления его на изделие-подложку с помощью газовой струи. Термоактивированные частицы с большой скоростью ударяются о поверхность, сцепляются с ней и друг с другом, образуя полимерный слой. Напыление - наиболее удобный способ формирования покрытий на поверхностях деталей, имеющих различную конфигурацию. Полимерные материалы успешно используются в плазменных процессах. Сущность процесса газопламенного напыления заключается в формировании на поверхности изделия слоя из частиц напыляемого материала, обладающих достаточным запасом тепловой и кинетической энергии в результате взаимодействия со струёй газового пламени. Струя пламени образуется в результате сгорания горючей смеси «окислитель – горючий газ», вытекающей из сопловых отверстий горелки с большой скоростью. Напыляемый материал подается в высокотемпературную зону пламени в виде полимерного порошка.

К основным достоинствам газопламенного напыления покрытий относятся: возможность получения покрытий из большинства полимерных материалов; возможность регулирования газового режима работы горелки позволяет управлять химическим составом среды (восстановительная, нейтральная, окислительная); низкий уровень шума и излучений; легкость и простота обслуживания оборудования; гибкость технологии и мобильность оборудования, что позволяет производить напыление на месте без демонтажа изделий.

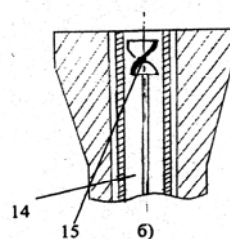
Для газопламенного напыления порошков полимерных материалов были разработаны установки, в которых в качестве окислителя использовался как кислород, так и воздух [4-5]. Основным недостатком всех известных пропано-воздушных термораспылителей является большой угол конуса распыла (более 30°) полимерного порошка, истекающего из соплового наконечника, что отрицательно сказывается как на процессе напыления, так и на физико-механических характеристиках формируемых покрытий. Часть порошка, летящая по периферии конуса факела, не прогревается в пламени, и для ее прогрева необходимо увеличивать плотность теплового потока пламени. Качество формируемых покрытий при газопламенном напылении во многом зависит от размера и формы частиц полимеров, их плотности и влажности, теплофизических и электрофизических свойств, однако работоспособность покрытий во многом определяется их адгезией, обусловленной качеством подготовки покрываемой поверхности. Цель подготовки – очистить поверхность от жиров,

ржавчины, окислы и других загрязнений, придать поверхности дополнительную шероховатость, активировать поверхность или создать на ней промежуточный защитный слой.

Для нанесения покрытий из порошковых полимеров методом напыления нами было разработано и запатентовано НПИЦентром Минэкономразвития и торговли РТ устройство, которое позволяет увеличить производительность процесса [6]. Принципиальная схема конструкции приведена на рисунке.



Фиг. 1.



Фиг. 2

Рис. Устройство для газопламенного напыления.

1 - распылительная головка, 2 - мундштук, 3 - сопловой наконечник, 4 – рукоятка, 5 - порошковый питатель, 6 – емкость для полимерных порошков, 7 – корпус, 8, 9 - осевые каналы подачи воздуха, 10 - кольцевой зазор, 11 – канал подачи порошка, 12, 13 – вентили, регулирующие подачу воздуха в кольцевой зазор и осевой канал, 14 - канал для истечения газопорошковой смеси, 15 – турбулятор.

Предложенная конструкция обеспечивает качественное напыление полимерных материалов за счет уменьшения угла конуса распыла порошка, истекающего из сопла. Уменьшение угла конуса распыла порошка достигается тем, что установленная в канале пластина, свернутая в виде пропеллера, обеспечивает закручивание газопорошкового потока и не дает ему расходиться (образовывать конус) на всем протяжении факела пламени. Подобные устройства, называемые турбуляторами, используются в установках распыления воды для формирования тонкой протяженной струи.

### Литература

1. Довгяло А.В., Юркевич О.Р. Композиционные материалы и покрытия на основе дисперсных полимеров. Технологические процессы. – Минск.: Навука і тэхніка, 1992, 256 с.
2. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А.Витязь, В.С.Ивашко, А.Ф.Ильющенко, А.И.Шевцов, Е.Д.Манойло. – Минск: Беларуская навука, 1998, 583 с.
3. Дорожкин Н.Н., Сахнович В.Т., Белоцерковский М.А, Полупан Ю.В., Шипай А.К. - Вестник машиностроения, 1986, № 10, с. 63-65.
4. Горелка для газопламенного напыления легкоплавких порошковых материалов /

Белоцерковский М.А., Пунтус И.Л., Федаравичус А. В. // Патент РБ № 223, кл. МПК 6 В 05В 7/ 20.

5. Устройство для газопламенного напыления порошковых полимерных материалов / Белоцерковский М.А., Пунтус И.Л., Федаравичус А.В. // Патент РБ № 477, кл. МПК 6 В 05В 7/ 20.

6. Азизов Р.О., Саидов М.Х., Белоцерковский М.А., Вохидова З.Ш., Мирзоев А. Малый патент № ТЈ 89 «Устройство для газопламенного напыления порошковых полимеров» от 16.10.2007 г.

*Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими,  
\*Горно-металлургический институт Таджикистана.*

**Р.О.Азизов, М.Х.Саидов, З.Ш.Вохидова**

**МУКАММАЛГАРДОНИИ ТЕХНОЛОГИЯИ УСУЛҲОИ ФАВРАВЌ-  
ҲАРОРАТИИ ТАШАККУЛЌБИИ РУЙПЌШҲОИ МУҲОФИЗАТИИ  
ПОЛИМЕРЌ**

Дар ин мақола бартарЌ ва нуқсони усулҳои руйпЌшкунии руйпЌшҳои муҳофизатЌ баррасЌ шуда, таҷҳизоти нав барои руйпЌшкунии руйпЌшҳои полимерЌ пешниҳод шудааст.

**R.O. Azizov, M. Kh. Saidov, Z. Sh. Vokhidova**

**IMPROVEMENT OF THERMOJET METHODS TECHNOLOGY  
FORMATION OF PROTECTIVE POLYMERIC COATING**

С.Тилоев\*, Ф.Б. Шарипов, Дж.Садуллобеков\*, С.Д. Тошов\*

## УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПРИВОДНЫХ МЕХАНИЗМОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УБОРОЧНЫХ МАШИН

Правительство Республики Таджикистан решающую роль в повышении уровня сельскохозяйственного производства отводит научно-техническому перевооружению.

В связи с этим целью настоящей работы является снижение потерь хлопка-сырца, улучшение качества волокна, снижение потерь зерна и кормовых культур при уборке хлопчатника и зерновых культур за счет применения наиболее совершенных механизмов привода.

Эти требования обуславливаются тем, что в настоящее время постоянно растет потребность страны в сельскохозяйственных продуктах в том числе хлопковых, зерновых и зернобобовых культурах. Поэтому возникает необходимость в использовании перспективных высоко производительных (выработка с одного гектара за час работы) хлопкоуборочных машин с производительностью 1.5 га/ч и пропускной способностью зерноуборочного комбайна до 12 кг/с.

В существующих хлопкоуборочных машинах производительность и пропускная способность лимитируются производительностью шпинделей уборочных аппаратов, а в зерноуборочных машинах производительность зависит от молотильно - сепарирующих устройств и эффективности воздушно-решетной очистки и соломотряса.

Существующие приводные устройства шпинделей хлопкоуборочных машин, очисток зерновых комбайнов, режущих аппаратов зерновых комбайнов и сенокосилок представляют собою либо многосателлитные планетарные механизмы, либо кривошипно-шатунные механизмы.

При помощи существующих планетарных механизмов привода шпинделей и кривошипно-шатунных механизмов невозможно получить переменные скоростные характеристики, переменные передаточные отношения рабочих органов шпинделей, режущих аппаратов и очисток, которые требуются для качественного выполнения технологических процессов.

Использование в качестве привода в виде планетарного механизма машин с составным телескопическим водилом и кривошипно-кулисно-шатунного механизма с вращающейся кулисой позволяет получить переменные скоростные характеристики рабочих органов данных машин.

Исходя из вышеизложенного, возникает насущная необходимость использования научного подхода при создании новых и реконструкции существующих комбайнов, которые бы учитывали совершенствование технологии уборки хлопчатника и зерновых культур и приводных механизмов технологических средств, способных обеспечить интенсификацию производства.

Экономический эффект от внедрения приводных механизмов уборочных аппаратов хлопкоуборочной машины составляет 54 млн.рублей РФ, (7 млн.сомони), а для приводных механизмов режущих аппаратов и очисток зерноуборочного комбайна составляет 11.2 млн.рублей РФ (1.4 млн. сомони) из расчета на тысячу уборочных машин в год.

В результате теоретических исследований, проведенных в Таджикском аграрном университете, получена система нелинейных уравнений движения приводных механизмов уборочных машин.

Уравнения механизма с составным водилом на основе уравнения Лагранжа II рода [1] имеют следующий вид:



$$\begin{aligned} \ddot{\rho} - a_1 \dot{\psi} \dot{\rho} + (a_2 \rho + a_3 l) \dot{\psi}^2 &= 0, \\ \ddot{\psi} + C \dot{\psi}^2 &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Значение уравнения движения планетарного механизма с двойным сателлитом применительно к ножам (роторам) корчевателей и роторных сенокосилок найдено по формулам из [1, 2].

$$\begin{aligned} a \ddot{\psi} + \epsilon \dot{\psi} \dot{\rho}_1 + c \dot{\psi} \dot{\rho}_2 &= d(N_1 \rho_1 + N_2 \rho_2), \\ a_1 \ddot{\rho}_1 + a_2 \ddot{\rho}_2 - a_3 \dot{\psi}^2 &= a_4(N_1 + N_2) + a_5(F_2 - F_1). \end{aligned} \quad (2)$$

Определены уравнения движения планетарного механизма привода с роторными рабочими органами, в частности роторных сенокосилок и чеканочных машин

$$\begin{aligned} a \dot{\psi} + b \dot{\psi} \dot{\rho} + c \ddot{\rho} + d \rho^2 &= N \rho \cos 2\psi, \\ K_1 \ddot{\rho} + K_2 \ddot{\psi} + K_3 \dot{\psi} \dot{\rho} &= N \sin \psi - F \cos 2\psi. \end{aligned} \quad (3)$$

Дальнейшие исследования посвящены многосателлитному приводу шпинделей хлопкоуборочных машин, уравнения движения которых имеют вид:

$$\begin{cases} \dot{\phi}_c = C_1 \phi_1^2 - C_2 - 0,5a \phi_1^2 u_{сн}^2, \\ \dot{\phi}_c = d_1 \phi_c^2 - d_2 - 0,5b \psi^2 u_{сн}^2. \end{cases} \quad (4)$$

Применение планетарных приводов синусных механизмов в качестве привода ножей чеканочных машин и составление уравнений движения этих приводов определены системами нелинейных уравнений движения для одно и двухсателлитных и двухкулисных механизмов равно [3].

$$\begin{cases} \dot{\phi}_1 - a \phi^2 = \epsilon F, \\ \dot{\phi}_1 - a_1 \phi^2 = \epsilon_1 F. \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \dot{\phi}_1 + a \phi_1^2 &= \epsilon(F_1 + F_2), \\ \dot{\phi} &= \epsilon(F_1 + F_2), \\ \dot{\phi}_1 + a \phi_1^2 &= a_2 F. \end{aligned}$$

Получено уравнение движения привода режущего аппарата зерноуборочного комбайна: [3]

$$\ddot{\rho} + b_1 \dot{\psi} \dot{\rho} + b_2 \dot{\psi}^2 \rho + b_3 l \dot{\psi}^2 - b_4 \frac{\rho}{\sqrt{l_1^2 - \rho^2 \sin^2 \psi}} + b_5 = 0. \quad (6)$$

Уравнения движения режущего аппарата сенокосилок с двойным сателлитом имеют вид:

$$\begin{aligned} \ddot{\psi} \rho_1 \sin \psi + \dot{\psi} \dot{\rho}_1 \sin \psi + \dot{\psi}^2 \rho_1 \cos \phi - \ddot{\rho}_1 \cos \psi + \dot{\rho}_1 \dot{\psi} \sin \psi + \\ + l_1 \dot{\beta}_1 \sin \beta_1 + l_1 \dot{\beta}_1^2 \cos \beta_1 &= \frac{F_1}{m_{12}}, \\ \ddot{\psi} \rho_2 \sin \psi + \dot{\psi} \dot{\rho}_2 \sin \psi + \dot{\psi}^2 \rho_2 \cos \psi - \ddot{\rho}_2 \cos \psi + \dot{\rho}_2 \dot{\psi} \sin \psi + \\ + l_2 \dot{\beta}_2 \sin \beta_2 + l_2 \dot{\beta}_2^2 \cos \beta_2 &= \frac{F_2}{m_{14}}. \end{aligned} \quad (7)$$

Уравнения движения привода режущего аппарата сенокосилок с кулисным водилом представляет собой

$$\begin{aligned} \dot{\rho} - a\dot{\psi}^2 \rho - b\dot{\psi}(\rho - l) - c\dot{\psi}^2(\rho - l) + \dots \\ \dots + d(\dot{\psi}^2 \rho + \dot{\psi}\dot{\rho} - l_1\dot{\psi}^2) = a_1 F_1 - a_2 F. \end{aligned} \quad (8)$$

Для привода очистки комбайна СК-5 использован планетарный механизм, для которого получены системы нелинейных уравнений движения:

$$\begin{aligned} \phi_1 + a\phi_1^2 = bM_{nc} - cM_{вр.с}, \\ \dot{\rho} + \dot{\psi}_n^2 + a_1\dot{\psi}_n^2 l = b_1(F_{nc} - F_{вр.с}). \end{aligned} \quad (9)$$

Составлены уравнения движения машинного агрегата хлопкоуборочной машины, имеющие вид:

$$\begin{aligned} \dot{X} = \left[ \frac{F}{M} - g(f + i) \right] t + V_0, \\ X = 0.5 \left[ \frac{F}{M} - g(f + i) \right] t^2 + V_0 t + X_0. \end{aligned} \quad (10)$$

Для корчевателя стеблей хлопчатника уравнения движения определяются выражениями

$$\begin{aligned} \dot{X} = \left[ \frac{F}{M} - (f + i)g - \frac{2F_1 \cos \beta}{M} \right] t + V_0, \\ X = 0.5 \left( \frac{F}{M} - (f + i)g - \frac{2F_1 \cos \beta}{M} \right) t^2 + V_0 t + X_0. \end{aligned} \quad (11)$$

Получено аналитическое решение уравнения относительного движения частиц гуза-пая по наклонному транспортеру

$$\begin{aligned} \dot{X}_1 = \left[ -g(\sin \beta + f \cos \beta) + a_m \cos \beta + \frac{2F_1}{m} \right] t + V_{10}, \\ X_1 = 0,5 \left[ a_m \cos \beta + \frac{2F_1}{m} - g(\sin \beta + f \cos \beta) \right] t^2 + V_{10} t + X_{10}. \end{aligned} \quad (12)$$

Уравнения (1)-(9) являются нелинейными уравнениями движения приводных механизмов технических средств уборочных машин, решение которых дает возможность проектировать машинный агрегат с планетарным приводом рабочих органов (решены методом Рунге-Кутты) [4, 5].

Системы уравнений (10), (11) и (12) являются аналитическими решениями уравнений движения машинных агрегатов и относительного движения частиц стеблей хлопчатника по наклонному транспортёру.

### Литература

1. Тилоев С. - Материалы I международной конференции «Механика-94», Вильнюс, 1994, с. 315-326.
2. Яблонский С.А. Курс теоретической механики. Ч. II. - М., 1975. 462 с.
3. Артоболовский И.И. Теория механизмов и машин. - М.: Машиностроение, 1975. 567 с.
4. Тилоев С. и др. Малый патент РТ Тj 157 от 18. 06. 2008 г. Планетарный механизм с двойным сателлитом.
5. Тилоев С. и др. Малый патент РТ Тj № 158 от 18. 06. 2008 г. Эпициклический механизм привода шпинделей.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими,  
\*Таджикский аграрный университет*

**С.Тилоев, Ф.Б. Шарипов, Ч.Садуллобеков, С.Д. Тошов**

**МУОДИЛАИ ҲАРАКАТИ БА КОР ДАРОРАНДАИ МЕХАНИЗМИ  
ВОСИТАҲОИ ТЕХНИКИИ МОШИНҲОИ ҲОСИЛҒУНДОР**

Дар ин мақола дар асоси муодилаи дараҷаи 2-уми Лагранж системаи ғайрихатии ба кор дарории механизми воситаҳои техникӣ барои чамъоварии пахта ва зироатҳои ғалладонагӣ бо усули Рунге-Куте оварда шудааст.

**S.Tiloev, F. B. Sharipov, Dj. Sadullobekov, S. Toshov**

**THE EQUATIONS OF MOVEMENT DRIVE OF MECHANISMS  
OF MEANS FOR MECHANISMS OF MEANS FOR CLEANING  
THE COTTON AND GRAIN CROPS**

## ИНФОРМАТИКА И СВЯЗЬ

В.В.Шин, Р.Д.Ходжаев

### ВИРТУАЛИЗАЦИЯ СЕРВЕРОВ

Современные банки имеют сложную структуру, так как предоставляют большой спектр услуг, и имеют большое количество филиалов. ИТ-структуры банков используют разные приложения для поддержки полноценного функционирования банков с такими структурами. Системные администраторы, как правило, назначают отдельный сервер для определенных приложений. Многие задачи не могут выполняться совместно с другими – каждой нужна собственная выделенная машина. Система организации «одно приложение – один сервер» также облегчает нахождение источника проблем, если таковые возникнут. Этот подход с технической точки зрения является простым способом упорядочения компьютерной сети.

Но такой способ рационализации порождает ряд проблем. Одна из них состоит в том, что при этом не используется в полной мере вычислительная мощность современных серверных компьютеров. В большинстве серверов используется лишь малая часть их потенциальных возможностей обработки информации. Другая проблема заключается в необходимости выделения значительного физического пространства для размещения серверов по мере увеличения и усложнения компьютерной сети. В конечном итоге центр обработки данных может оказаться переполненным серверными стойками, греющимися и потребляющими большое количество электроэнергии. Для решения вышеупомянутых проблем будет целесообразно в банковских ИТ-структурах использовать технологию «виртуализация серверов».

Виртуализация серверов – попытка одновременно решить эти две проблемы. Согласно предложенному методу, администратор, применяя специальное программное обеспечение, может преобразовать один физический сервер в множество виртуальных машин. Каждый виртуальный сервер действует как отдельное физическое устройство со своей операционной системой (ОС). Теоретически можно создать достаточное количество виртуальных серверов, чтобы использовались все вычислительные мощности машины, однако на практике такой подход не всегда оправдан.

Концепция виртуализации не нова. Ученые-компьютерщики уже на протяжении десятилетий создают виртуальные машины на суперкомпьютерах. Однако лишь в последние годы появилась возможность осуществления виртуализации серверов. Современные технологии виртуализации позволяют значительно (до 65-70%) увеличить коэффициент использования ресурсов (Utilization). По статистике, средняя загрузка серверов составляет не более 20-25 процентов, а специфика многих информационных систем не позволяет использовать их совместно с другими системами в одной операционной среде. Виртуализация серверов позволяет решить эту проблему путем размещения нескольких изолированных друг от друга виртуальных систем на одном компьютере (рис.1). При этом обеспечивается надежность работы, безопасность, удобство и простота администрирования. Помимо снижения прямых затрат (капитальные вложения в приобретение серверов), применение виртуализации имеет своей целью снижение затрат на электроэнергию, аренду площадей (или места в стойках), лицензирование и администрирование.

Имеется много причин, по которым компании и организации вкладывают средства в виртуализацию серверов. Некоторые причины имеют финансовую подоплеку, тогда как корни других лежат в технической плоскости.

Виртуализация сервера позволяет за счет объединения серверов сэкономить место. Обычная практика состоит в выделении для каждого приложения отдельного сервера. Если

для нескольких приложений используется лишь небольшая часть вычислительной мощности, то системный администратор может объединить несколько машин в один сервер со многими виртуальными средами. Для компаний, имеющих в своем распоряжении десятки или сотни серверов, такое объединение может существенно уменьшить потребность в физическом пространстве для размещения серверов.

Благодаря виртуализации, компании получают возможность более полно использовать резервирование, не покупая дополнительное оборудование. Резервирование – способ организации, при котором одно и то же приложение работает на нескольких серверах. Такой подход продиктован соображениями безопасности – если по какой-либо причине произойдет отказ сервера, его заменит другой сервер, на котором работает то же приложение. Это позволяет свести к минимуму возможные перерывы в предоставлении услуг. Было бы бессмысленно создавать два виртуальных сервера с одинаковым приложением на одном и том же физическом сервере. Если произойдет авария этого физического сервера, оба таких виртуальных сервера также перестанут работать. В большинстве случаев системные администраторы создают резервные виртуальные серверы на разных физических машинах.

Виртуальные серверы предоставляют программистам изолированные независимые системы, в которых они могут тестировать новые приложения или операционные системы. Вместо покупки специальной физической машины системный администратор может создать виртуальный сервер на существующей машине. Поскольку каждый виртуальный сервер является независимым по отношению ко всем другим серверам, программисты могут запускать на нем программы без опасений нанести вред другим приложениям.

Со временем аппаратные средства сервера устаревают, а переключение с одной системы на другую может оказаться сложным делом. Чтобы эти устаревшие системы, которые иногда называют унаследованными системами, смогли продолжить оказание услуг, системный администратор может создать на современных серверах виртуальную версию старых аппаратных средств. С точки зрения приложения, никаких изменений при этом не происходит. Программы будут функционировать так, будто бы они по-прежнему работают на старом оборудовании. Благодаря этому компания может получить время, необходимое для перехода на новые процессы, без опасений, что аппаратура выйдет из строя. В особенности в тех случаях, когда компания, выпускавшая ранее данное оборудование, больше не существует и не может починить оборудование, вышедшее из строя.

Растущую тенденцию перехода к виртуализации называют миграцией. Миграция – это перенос серверного окружения из одного места в другое. Имея в своем распоряжении соответствующие аппаратные средства и программное обеспечение, можно перенести виртуальный сервер с одной физической машины сети на другую. Ранее такое было возможно лишь в том случае, когда в обеих физических машинах использовались одинаковые операционные системы, процессоры и остальное оборудование. В настоящее время миграция виртуальных серверов с одной физической машины на другую возможна даже тогда, когда на машинах разные процессоры, нужно только, чтобы они были изготовлены одним производителем.

Существует три способа создания виртуальных серверов: полная виртуализация, паравиртуализация и виртуализация на уровне ОС. Каждый метод отличается друг от друга. Физический сервер называют хостом. Виртуальные серверы называют гостевыми. Виртуальные серверы ведут себя так же, как и физические машины. В каждой системе используется свой, непохожий на другие, подход к распределению ресурсов физического сервера в соответствии с потребностями виртуальных серверов.

При полной виртуализации используется специальное программное обеспечение, называемое гипервизором. Гипервизор непосредственно взаимодействует с физическим центральным процессором сервера и с дисковым пространством. Он служит платформой для операционных систем виртуальных серверов. Гипервизор обеспечивает полную

независимость и автономность каждого виртуального сервера по отношению к другим виртуальным серверам, работающим на этой же физической машине. Каждый гостевой сервер имеет свою собственную операционную систему – может даже так получиться, что один гостевой сервер работает на Linux, а другой на Windows.

Гипервизор осуществляет мониторинг ресурсов физического сервера. В процессе работы приложений виртуальных серверов, гипервизор перераспределяет ресурсы физической машины между соответствующими виртуальными серверами. Для работы гипервизоров нужна обработка данных, а это значит, что часть вычислительной мощности физического сервера и соответствующие ресурсы должны быть зарезервированы для работы программы гипервизора. Это может оказать отрицательное влияние на общую производительность сервера и замедлить работу приложений.

При паравиртуализации используется несколько иной подход. В отличие от метода полной виртуализации, гостевые серверы системы с паравиртуализацией ощущают присутствие друг друга. Гипервизор паравиртуализации для управления гостевыми операционными системами не нуждается в больших вычислительных ресурсах, поскольку каждая ОС получает информацию о потребностях других операционных систем, размещенных на этом же физическом сервере. Вся система функционирует как единое целое.

Метод, использующий виртуализацию на уровне ОС, вообще не предусматривает использования гипервизора. Вместо этого возможности виртуализации являются составной частью операционной системы хоста, которая выполняет все функции гипервизора с полной виртуализацией. Основным ограничением этого подхода является то, что все гостевые серверы должны работать на одинаковой операционной системе. Каждый виртуальный сервер остается независимым от всех других, однако при этом нельзя использовать в этих серверах разные операционные системы и согласовывать их. Поскольку все гостевые операционные системы должны быть одинаковыми, такое окружение называется гомогенным.

Выбор того или иного метода в первую очередь зависит от потребностей системного администратора. Если все физические серверы системного администратора работают на одинаковой операционной системе, лучше всего могла бы работать виртуализация на уровне ОС. По сравнению с другими методами, виртуализация на уровне ОС более быстрый и эффективный. С другой стороны, если администратор использует серверы с несколькими разными операционными системами, лучше всего выбрать паравиртуализацию. Один из потенциальных недостатков систем с паравиртуализацией – ограниченная программная поддержка. Данный метод относительно новый и лишь несколько компаний могут предложить программное обеспечение для его реализации. Многие компании применяют полную виртуализацию, однако сейчас растет интерес к паравиртуализации и со временем последняя может вытеснить полную виртуализацию.

Кроме вышеперечисленных преимуществ виртуализации сервера, у него есть так же ряд ограничений. Системному администратору, прежде чем пытаться проектировать решение, следует детально ознакомиться с особенностями методов виртуализации сервера, а также с архитектурой и потребностями собственной сети.

Серверам, предназначенным для приложений с высокими требованиями к вычислительной мощности, виртуализация противопоказана. Объясняется это тем, что виртуализация фактически делит вычислительную мощность сервера между виртуальными серверами. Если вычислительной мощности сервера не хватает для нормального функционирования приложения, все процессы замедляются. Тогда задачи, на выполнение которых при других обстоятельствах не требовалось много времени, могут выполняться часами. Более того, когда сервер не удовлетворяет требованиям, выдвигаемым к обработке информации, существует опасность краха системы. Перед делением физического сервера на несколько виртуальных машин системные администраторы должны обратить особое

внимание на уровень использования вычислительной мощности центрального процессора.

Будет ненадежно перегружать центральный процессор сервера, создавая чрезмерно большое количество виртуальных серверов на одной машине. Чем больше виртуальных машин должен поддерживать физический сервер, тем меньше вычислительной мощности достанется каждому виртуальному серверу. Кроме того, нужно учитывать, что на физических серверах имеется ограниченное дисковое пространство. Слишком большое количество виртуальных серверов может отрицательно повлиять на возможности серверов сохранять требуемое количество данных.

Другим ограничением виртуализации сервера является миграция. В наши дни возможна миграция виртуального сервера с одной физической машины на другую лишь в том случае, когда в обеих физических машинах используется процессор одного и того же производителя. Если в сети используется один сервер на процессоре Intel и другой, использующий процессор AMD, то невозможно перевести виртуальный сервер с одной машины на другую.

В ситуациях, когда физический сервер нуждается в техническом обслуживании, перевод виртуальных серверов на другие машины может сократить время простоя соответствующих приложений. Если миграция невозможна, все приложения, работающие на виртуальных серверах, которые размещены на данной физической машине, будут недоступны в течение всего времени выполнения процедур технического обслуживания.

В случае применения технологии «виртуализация серверов» увеличится коэффициент использования имеющихся аппаратных ресурсов банка, кроме того, уменьшится потребность в больших центрах обработки данных. Сократится также потребление электроэнергии и тепловыделение, что сделает использование виртуальных серверов привлекательным не только в финансовом отношении, но и с точки зрения защиты окружающей среды. Если в банковских ИТ-структурах серверы будут использоваться на уровне, близком к их потенциальным возможностям, то можно ожидать появления больших, более эффективных компьютерных сетей. Можно утверждать, что в ближайшее время интерес банков к технологиям виртуализации будет расти.

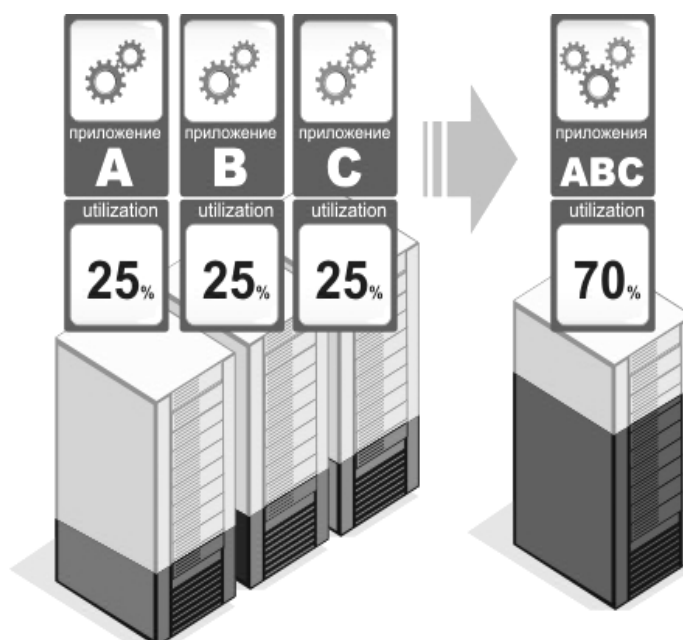


Рис 1. Увеличение коэффициента использования ресурсов

**В.В. Шин, Р.Д. Ходжаев**

## **ВИРТУАЛОНИИ СЕРВЕРҶО**

Дар ин мақола масъалаҳои виртуалонии воситаҳои техникӣ ва барномавии таркиби-ТИ, аз ҷумла виртуалонии серверҳо баррасӣ шудааст. Таҳлили усулҳои асосии бунёди серверҳои виртуалӣ, инчунин бартарӣ ва камбудихои технологияи мазкур дар таркибҳои ТИ бонки гузаронида шудааст.

**V.V. Shin, R.D. Khodjaev**

## **SERVERS VIRTUALIZATION**



У.Х. Джалолов, Н.И. Юнусов

## СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ БИЛИНЕЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Применение методов цифровой фильтрации сигналов широко распространено и используется во многих важных областях исследований. Причин этому несколько: во-первых, использование в обрабатываемых и передающих системах цифрового представления сигналов и изображений является более эффективным средством представления, чем аналоговая форма. Эта эффективность связана, главным образом, с точностью, помехозащищенностью и другими положительными качествами метода.

Во-вторых, при цифровой фильтрации можно с большой эффективностью удовлетворить все требования на частотные характеристики, сочетая высокую гибкость и адаптивность таких фильтров.

Простой метод построения цифрового фильтра из аналогового основан на билинейном преобразовании. Суть данного метода заключается в преобразовании известной частотной характеристики аналогового фильтра с его максимальной неравномерностью в полосе пропускания частот и минимального затухания в полосе задерживания. Для этого определяются характеристические частоты аналогового фильтра с помощью

$$\Omega = k \operatorname{tg} (\varpi T / 2) .$$

Это выражение представляет собой отображение оси частот, получаемое при билинейном преобразовании. С помощью таблиц [1] решается задача построения исходного аналогового фильтра, а также расположения полюсов и нулей фильтра. Зная расположение полюсов и нулей, можно определить передаточную функцию прототипа фильтра в S – плоскости, а затем получить передаточную функцию цифрового фильтра с помощью подстановки

$$S \rightarrow K(1-Z^{-1}) / (1+Z^{-1}).$$

Рассмотрим на примере фильтра Баттерворта, что определенной в S плоскости

$$H(S) * H(-S) = 1 / [1 + (-S^2)^N] ,$$

Применяя билинейные преобразования, можно получить передаточную функцию от переменной Z

$$H(Z) * (Z^{-1}) = 1 / \{ 1 + [K(1+Z^{-1}/1+Z^{-1})^2]^N \} .$$

Откуда, подставляя  $Z^{-1} = e^{-j\omega}$ , получаем

$$[H(e^{-j\omega})]^2 = 1 / \{ 1 + [k^2 \operatorname{tg}^2 (\omega / 2)]^N \} .$$

Для нахождения неизвестного коэффициента согласования обычно используется метод, основанный на определённых соотношениях, которые дают приближенные значения k.

В работе предлагается определение коэффициента преобразования – k с помощью оптимизированного метода, основанного на рекуррентном способе наискорейшего спуска в смысле минимума нормы [2].

$$U // \mu // n = \frac{1}{\omega_s} \int_0^{\omega_s} [H_{\text{жс}}(e^{j\omega}) - H(e^{j\omega})]^2 d\omega .$$

Здесь  $H_{\text{жс}}(e^{j\omega})$  - желаемая частотная характеристика фильтра Баттерворта [3], в результате которого получено:

$$[H(e^{j\omega})]^2 = 1 / \{ 1 + [(\operatorname{tg} \omega / 2) / (\operatorname{tg} \omega_s / 2)]^{2N} \} .$$

Полюсы цифровых фильтров можно выразить и вычислить в виде

$$Z_m = (1 - X_m^2 - Y_m^2) / (1 - X_m^2) + Y_m^2,$$

$$V_m = 2 Y_m / [(1 - X_m^2) + Y_m^2],$$

где  $X_m^2 = a \operatorname{tg}(\omega_c/2) \cos(m\pi/N)$   $m=0, 1 \dots 2N-1$ ,

$$Y_m^2 = a \operatorname{tg}(\omega_c/2) \sin(m\pi/N) \text{ при четном } N,$$

при нечетном  $N_m$

$$X_m = a \operatorname{tg} \omega_c/2 \cos 2m+1/2N * \pi,$$

$$Y_m = b \operatorname{tg} \omega_c/2 \cos 2m+1/2n * \pi.$$

При четном  $N$  коэффициенты  $a, b$  в случае фильтра Баттерворта равны 1.

Для цифрового фильтра второго порядка с двумя полюсами и без нулей, с несколькими источниками шума, по одному в каждом узле умножения

$$Y_m = X(nT) - b_1 Y((n-1)T) - b_2 Y((n-2)T),$$

полюсы которого  $Z = re^{(j\theta)}$ , где  $r = \sqrt{b_2}$ , а  $\cos \theta = b_1/2\sqrt{b_2}$ , тогда

$$\sigma_0^2 = \sigma_e^2 (1+r^2)/(1-r^2)(r^4+1-2r^2 \cos \theta).$$

И если  $k=1$ , после замены  $\rho = 1-r$  можно записать

$$\sigma_0 = \sigma_e/4 \rho \sin^2 \theta.$$

Из этого выражения следует, что выходной шум зависит от расстояния полюсов до единичной окружности и от их углового положения, то есть низкочастотные полюсы вносят намного больше шума, чем высокочастотные.

В работе рассмотрены вопросы точности преобразования аналогового фильтра второго порядка с двумя видами билинейного преобразования

$$S = f(z) = k(1-z^{-1})/(1+z^{-1}),$$

$$S = f(z) = (2/T)[(1-z^{-1})/(1+z^{-1})]$$

В результате имеем частотную характеристику для первого и второго цифрового фильтра:

$$H_1^*(e^{j\theta}) = T^2(1+2e^{-j\theta} + e^{-2j\theta}) / (4+2T+T^2) e^{j\theta} - (8-2T^2) - (8-2T^2),$$

$$H_2^*(e^{j\theta}) = 2T^2(1+\cos \theta) / [\cos \theta (8+2T^2) - (8-2T^2)] + [4T \sin \theta]^2,$$

где  $\theta = \omega T$

Частотные характеристики фильтров приведены на рис. 1.

Рекурсивная бесконечная импульсная характеристика (БИХ) фильтра может быть реализована на основе расчетов в домене частот

$$Y(k) = \text{IDFT}[Y(\omega)] = \text{ODFT}[X(\omega)H_b(\omega)/H_a(\omega)],$$

где IDFT - операция обратного дискретного преобразования Фурье (ОДПФ), а  $X(\omega)$ ,  $Y(\omega)$  - прямое дискретное преобразование Фурье - (ДПФ) входной и выходной величин соответственно  $H_b(\omega)$  и  $H_a(\omega)$  - ДПФ коэффициентов разностного уравнения

$$Y(k) = [\sum_{i=0}^m b_i x(k-i) - \sum_{j=1}^n a_j Y(k-j)] / a_0.$$

При выборе фильтра Баттерворта расчет коэффициентов полиномов ведется из стремления аппроксимировать максимально плоскую АЧХ фильтра, которая при нормировании описывается функцией

$$|W(j\omega)| = 1/(\omega_i^2 - 1)^{1/2},$$

где  $\omega = \omega / \omega_{cp}$  - относительная частота среза,  $n$  - порядок фильтра.

Все производные аппроксимирующей функции по частоте от первой до  $(2n-1)$ -ой включительно в точке  $\omega = 0$  равны нулю (то есть АЧХ плоская).

Моделирование исследуемого фильтра произведена в среде программирования Vissim. Структурная схема моделирования фильтра приведено на рис.1.

В работе в качестве входного сигнала использовался случайный сигнал с аддитивно наложенной помехой в виде «белого шума» (рис.2).

Результаты исследования показали, что фильтры Баттерворта, построенные на основе аппроксимации частотной характеристики непрерывного фильтра с помощью билинейного преобразования (рис.3), позволяют достаточно эффективно восстанавливать исходный полезный сигнал (рис.4).

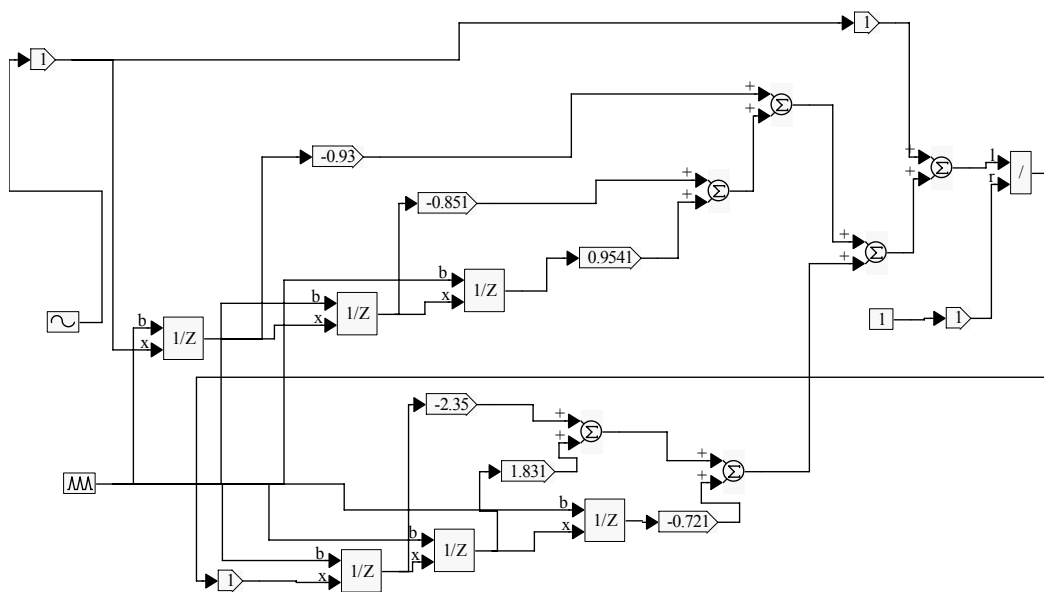


Рис.1. Структурная схема моделирования цифрового фильтра.

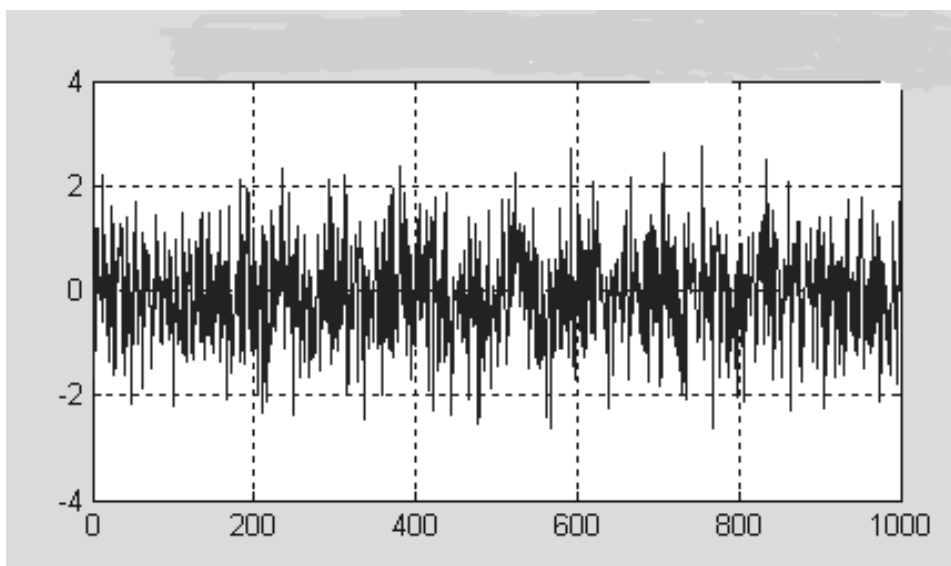


Рис. 2. Входной зашумленный сигнал цифрового фильтра.

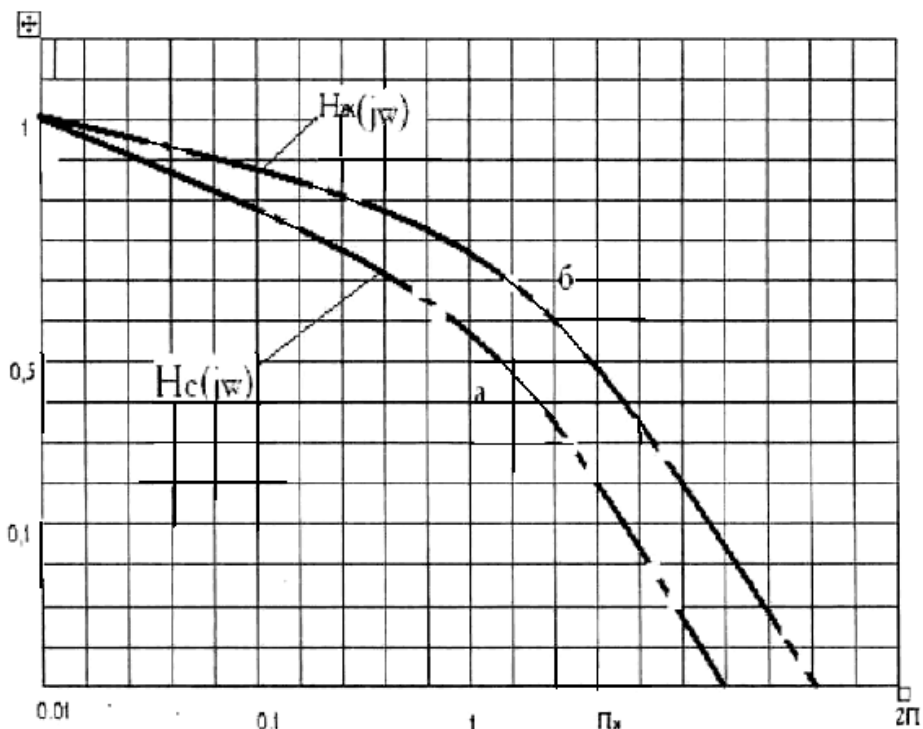


Рис 3. Графики частотных характеристик фильтров: а) АЧХ - (амплитудно-частотная характеристика) аналогового фильтра; б) АЧХ цифрового фильтра.

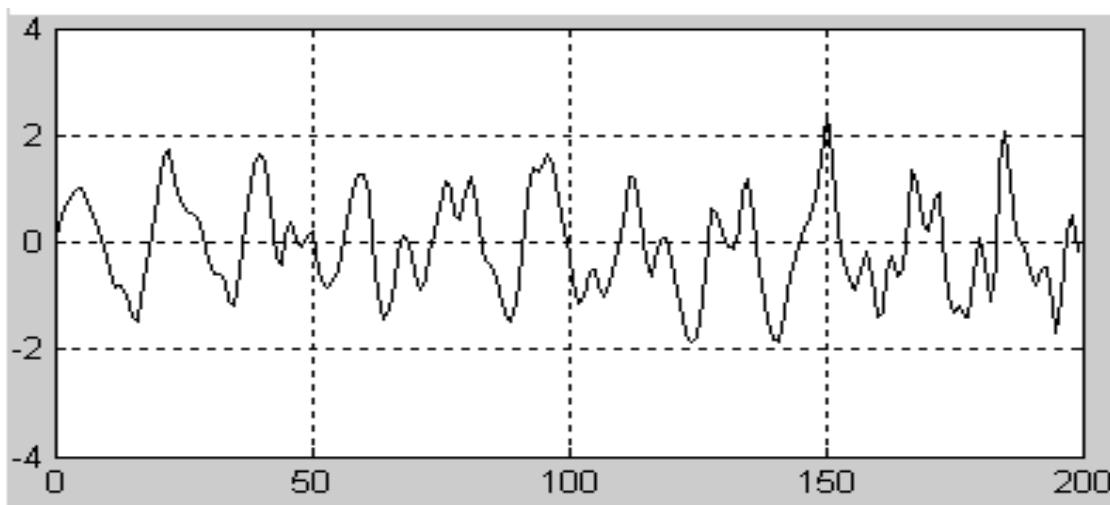


Рис.4. Входной сигнал, восстановленный с помощью цифрового фильтра.

**Литература**

1. Гольденберг А.Н., Натюшкин В.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов.- М.: Радио и связь, 1985.
2. А.А. Растрин. Системы экстремального управления. - М.: Наука, 1974.
3. Хаусли Т. Системы передачи и обработки данных. – М.: Радио и связь, 1994.

*Таджикский технический университет им.акад. М.С. Осими*

**У.Х. Чалолов, Н.И. Юнусов**

**СИНТЕЗИ ФИЛТРҲОИ РАҚАМӢ ДАР АСОСИ ТАБАДУЛЛОТИ  
СУБХАТТА**

Дар кори пешниҳодшуда масъалаи синтези филтрҳои рақамӣ дар асоси табдил додани субхаттии хусусияти басомадии маълуми филтри аналогие, ки дар соҳаи иҷозати нобаробарии максималӣ дошта ва дар соҳаи таъхир хомушшавии минималӣ дорад гузаронида шудааст. Усули мазкур барои синтези филтрҳои дараҷаи як ва ду тадбиқ шудааст.

**У.Х. Jalolov, N.I. Unusov**

**SYNTHESIS OF DIGITAL FILTERS ON THE BASIS OF BILINEAR  
TRANSFORMATION.**

**ЭНЕРГЕТИКА**

Д.С. Джураев, О.С. Рахимов, А.А. Хаджиев, Д.И. Шодиев

**ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ОГРАНИЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ  
( НА ПРИМЕРЕ ХУДЖАНДСКОЙ ГЭС)**

В связи с развалом СССР произошло разрушение единой объединенной электроэнергетической системы. Это привело к территориальному перераспределению электрических станций различных мощностей, что в особенности заметно по среднеазиатскому региону. В результате возник дефицит электроэнергии практически во всех странах Средней Азии, в том числе и в Республике Таджикистан.

Основными причинами возникновения дефицита электроэнергии в Республике Таджикистан являются:

1. Темп роста строительства и сдачи в эксплуатацию Рогунской и Сангтудинской ГЭС (с установленными мощностями 3.6 и 1.67 млн. кВт) сильно отстает от роста потребления электроэнергии.

2. Изношенность оборудования и несвоевременная поставка запасных частей на Нурекскую, Перепадную, Центральную, Кайраккумскую и другие гидроэлектрические станции резко снизила производство электроэнергии.

3. Производительность вышеуказанных гидроэлектрических станций стала зависимой от притока воды на реках Вахш и Сырдарья, особенно в период маловодья.

4. Неритмичная работа Душанбинской и Яванской ТЭЦ, обусловленная дефицитом и дороговизной топлива.

Таким образом, острая нехватка электроэнергии привела к тому, что в осенне-зимний период вводится ограничение электроснабжения населения, части промышленных предприятий, общественных организаций и учреждений, а также коммунально-бытовых хозяйств. Естественно, это вызывает определенные экономические и социальные последствия.

В связи с вышеизложенным и возникла задача экономической оценки последствий ограничения электроснабжения.

Для реализации поставленной задачи произведен анализ состояния системы электроснабжения г. Худжанда и основных потребителей электроэнергии. Анализ показал, что г. Худжанд получает питание от 8 подстанций напряжением на высокой стороне 35-110 кВ с установленной мощностью 170 тыс.кВА. Из них общее количество трансформаторов на подстанциях 35 кВ - 11 ед., а на подстанциях 110 кВ - 6 ед. Подстанция «Западная» не функционирует вообще.

Анализ технического состояния электрооборудования и распределительных сетей 6-10 и 0.4 кВ показал, что изношенность воздушных и кабельных линий, а также трансформаторных пунктов составляет от 60 до 80%. В настоящее время требуется произвести капитальный ремонт 23 км воздушных линий (ВЛ) – 6-10 кВ (13.3% от общей протяженности) и 175 км воздушных линий - 0.4 кВ (50% от общей протяженности), кроме того, требует восстановления и реконструкции 22 км воздушных линий – 6-10 кВ (12.7% от общей протяженности) и 41 км воздушных линий - 0.4 кВ (11.7% от общей протяженности). Неремонтопригодны 13 км воздушных линий – 6-10 кВ и 28 км воздушных линий – 0.4 кВ, что соответственно составляет 7.5 и 8.0% от общей протяженности.

Основные потребители электроэнергии г. Худжанда приведены в табл.1. Как видно, потребление электроэнергии в 2004 г. составило 397.4 млн. кВт часов, а в 2005 г. - 418.95 млн. кВт часов, годовой прирост составляет 5.4%. Соответственно, потери электроэнергии

составляют 15.1 и 17.1% что значительно выше допустимого [1].

Технико-экономическая оценка влияния ограничения на масляные выключатели 6 - 10 и 35кВ выявили парадокс, который заключается в том, что общее количество включений и отключений многократно превышает их нормативный ресурс.

Таблица 1

**Основные потребители электроэнергии г. Худжанда**

Наименование потребителей	Количество абонентов	Потребление эл.энергии (млн.кВт.час) и потери, %	
		2004 г.	2005 г.
Бытовые	44426	397.42 15.1%	418.95 17.1%
Промпредприятия и приравненные к ним	158		
Коммерческие	853		
Непромышленные	78		
Предприятия коммунальных комплексов	10		

Так , например, масляные выключатели С - 35М - 630У1 превышают свой ресурс в 6 раз, а ВМП – 10 (выключатель масляный подвесной) в три раза. Работоспособность масляных выключателей повышается искусственно, то есть продление их срока службы производится введением опережающих графиков плано-предупредительных ремонтов (ППР). Кроме того, установлено, что действительная токовая нагрузка масляных выключателей значительно ниже нормативного значения. Эти выявленные причины объясняют, что от общего количества эксплуатируемых масляных выключателей 6, 10, 35 кВ по Худжандским городским электрическим сетям (ХГЭС) 75-80% не теряют работоспособность, а 20-25% полностью выходят из строя. Расчеты показали, что при 80%-ом поддержании работоспособности масляных выключателей 6-10 кВ народнохозяйственный ущерб составит около 86 тыс. долларов или 283 тыс. сомони за период ограничения.

Нами также произведена технико-экономическая оценка влияния ограничения электроснабжения на силовые трансформаторы, воздушные и кабельные линии.

Расчеты показали, что за счет сокращения срока службы трансформаторов на 21.9%, в результате форсажного режима их работы, за 1 год выходят из строя 64.3 ед. трансформаторов 6-10 кВ. В период «ограничения» токовые нагрузки резко возрастают, соответственно возрастают и потери электроэнергии на воздушных и кабельных линиях. Расчеты показали, что из 17.1% ежегодных потерь электроэнергии 9% обусловлено ограничением.

Нами произведена экономическая оценка ущерба от перерывов в электроснабжении на примере СП «Джавони». Расчеты показали, что ущерб от перерывов в электроснабжении по СП «Джавони» при 5-часовом ограничении за 90 рабочих дней может составить 478 тыс. дол. США или 1.06 тыс. дол. за час.

Таким образом, общий ущерб от влияния ограничения на силовое электрооборудование составляет 1млн. 434 тыс. дол, или 4 млн. 663 тыс. сомони, что составляет 68.8% стоимости суммы от потребляемой электроэнергии по ХГЭС. Годовое потребление электроэнергии оценивается суммой 6.8 млн. сомони. Следовательно, за 5 месяцев ограничения ХГЭС наносится ущерб в размере 4.66 млн. сомони. Если учесть, что в этот период наносится экономический ущерб предприятиям, а также моральный и физический ущерб населению,

то единственным выходом из создавшегося положения является отказ от ограничения. Однако это связано с потреблением электроэнергии ХГЭС из Республики Узбекистан по ВЛ - 220 кВ (Линия-ГРЭС-20-Худжанд, Линия-Оросительный-Ашт и т.д).

Наши рекомендации по уменьшению народно-хозяйственного ущерба от ограничения электроснабжения заключаются в следующем:

### **I. Проведение организационных мероприятий по уменьшению народно-хозяйственного ущерба от ограничения электроснабжения.**

Экономическая оценка ущерба за 5 месяцев от ограничения электроснабжения в масштабе Худжандских городских электрических сетей показала, что общая сумма ущерба из-за выхода из строя масляных выключателей 6, 10 и 35 кВ, силовых трансформаторов 6-10 кВ, а также из-за возрастания суммарных потерь электроэнергии составляет 1 млн. 435 тыс. долларов США или 4.66 млн. сомони.

В связи с вышеизложенным одним из вариантов сокращения числа часов ограничения является:

1. Приобретение электроэнергии по коммерческой цене, о чем между Республикой Таджикистан и Республикой Узбекистан должен быть заключен соответствующий договор.

2. Уменьшение потерь электроэнергии за счет проведения организационных и технических мероприятий. Так как сокращение потерь электроэнергии на 7–8% способствует сокращению времени ограничения подачи электроэнергии в 1.5–2.0 раза, необходимо соблюдение коэффициента загрузки воздушных и кабельных линий 6, 10, 35 и 110 кВ (в пределах номинального тока нагрузки, соответствующей сечениям воздушных и кабельных линий) [1,2].

3. Равномерная нагрузка линий электропередач, сокращение многочисленных, так называемых «чистых линий» 6–10 кВ и 0.4 кВ.

4. Принятие мер по компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях. Так, на СП «Джавони» среднезвешенный коэффициент мощности, равный  $\cos\varphi=0.79$ , является достаточно низким.

### **II. Технические мероприятия по уменьшению народно-хозяйственного ущерба от ограничения электроснабжения.**

Детальный анализ системы электроснабжения г. Худжанда показал, что изношенность силового оборудования, распределительных кабельных и воздушных линий в среднем составляет 60–80%. Поэтому мероприятиями по снижению ущерба от ограничения электроснабжения являются:

1) Коренная реконструкция системы электроснабжения г. Худжанда, что требуется привлечения больших средств;

2) С целью разгрузки высоковольтных линий электропередачи и уменьшения числа часов ограничения электроснабжения проводить широкое внедрение нетрадиционных источников энергии.

Для условий Согдийской области наиболее приемлемыми являются:

- использование малых ГЭС и микро-ГЭС на притоках горных рек и каналов в зависимости от условий местности [3];

- широкое внедрение ветроэнергетики;

- широкое внедрение преобразователей солнечной энергии в тепловую и электрическую энергию.

Для условий Республики Таджикистан использование солнечной энергии для выработки электроэнергии и получения низкопотенциального тепла должно быть приоритетным направлением, так как подающий поток солнечной энергии на  $1\text{ м}^2$  поверхности земли может дать  $1\text{ кВт/час}$  электроэнергии.



**Литература**

1. И.П. Крючков, Б.Н. Неклепаев. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочное пособие для вузов. - 4-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2-х томах (Под общей ред. А.А. Федорова). - М.: Энергоатомиздат, 1986, 1987.
3. А.К. Киргизов, М.Б. Иноятов. - Вестник технического университета, 2008, №2, с.38-42.

*Худжандский филиал Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими*

**Д.С. Чўраев, О.С. Рахимов, А.А. Ҳочиев, Д.И. Шодиев**

**АРЗЁБИИ ЗАРАР БА ҲАНГОМИ «МАҲДУДКУНИИ» ТАЪМИНОТИ БАРҚ  
(ДАР МИСОЛИ ШБШ ХУЧАНД)**

Дар мақолаи мазкур масъалаи зарари фосилавии таъминоти барқ дар мисоли шабакаҳои барқи шаҳри Хучанд арзёбии иқтисодӣ гардида, оид ба кам намудани зарар ба хоҷагии халқ бар асари маҳдудкунии таъмини барқ пешниҳодҳо шудааст.

**D.S. Djuraev, O.S. Rahimov, A.A. Hadjiev, D.I. Shodiev**

**ESTIMATION TO COST-PERFORMANCE «RESTRICTIONS» SUPPLY  
( ON EXAMPLE HUDJAND TOWN ELECTRIC STATIONS)**

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТАЛЛУРГИЯ

М.М. Хакдодов

## О ПРОБЛЕМЕ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

Создание новых технологий и улучшение характеристик конструкционных материалов являются актуальной проблемой в металлургии, литейном производстве и материаловедении.

Изучение и создание технологий приготовления литых сплавов традиционно основывались на двух центральных положениях: взаимосвязь химического состава со структурой твёрдого сплава; генетическая взаимосвязь жидкого и твёрдого состояний. Первое положение успешно разрабатывается и реализуется в рамках традиционного металловедения и синтеза сплавов. Второе основывается в развитии тезиса «качество расплава – основа качества литого металла».

В настоящее время накоплена большая информация, свидетельствующая о том, что свойства исходного расплава, помимо влияния химического состава, во многом определяются строением шихтовых материалов (первичные материалы, лигатуры, отходы собственного производства, вторичные сплавы). В таких случаях исследователи говорят о влиянии происхождения или о наследственном влиянии шихты на свойства расплавов, а значит, и на свойства литых изделий [1-3].

Согласно утверждению авторов упомянутых публикаций, в технологии производства металлических материалов генетическим кодом принято считать химико-структурированную единицу, несущую определенную информацию в цепи «шихта–расплав–твердое тело–готовое изделие». В этом случае структура, как наиболее чувствительная и сильная характеристика, являющаяся центральной категорией науки о металлах, служит ведущим звеном в явлении структурной наследственности. Следовательно, методы управления структурой путем модифицирования, введения активных частиц и физического воздействия базируются на единой основе – генетической передачи ими изменений от шихты (смеси веществ) через расплав до готового изделия.

Анализ современных моделей расплавов показывает, что строение реальной жидкости нельзя описать только какой-либо одной моделью (квазикристаллической, кластерной, квазихимической или коллоидной). В реальных многокомпонентных системах имеет место иерархия структур, генетически обусловленная структурой твердых материалов шихты.

В жидких расплавах и водных растворах при определенных условиях (температура, давление, концентрация и время) за счет локального изменения параметров среды возможно формирование эффекта памяти у образующихся мелкодисперсных частиц со структурой дальнего порядка. Эффект памяти формируется у жидких расплавов, металлов, сплавов, неорганических веществ, горных пород, вулканической магмы после извержения, осадочных пород, образующихся в результате испарений с поверхности Мирового океана, озер, рек и водоемов.

Такое явление позволяет рассматривать совокупность процессов, протекающих при обработке шихтовых материалов (субстрата), плавлении и приготовлении расплава, кристаллизации, термической обработке, деформации и эксплуатации готового изделия. Однако следует отметить, что такой порядок является не полным и не отвечает требованиям фундаментального понятия *наследственность* и применим лишь для использования в литейной технологии.

Нам представляется, что следует расширить понятие наследственности, исходя из того, что любое вещество сохраняет свой генетический код вне зависимости от агрегатного состояния, как это показано в работе [3], фазового состава, физико-химической и физической

разновидности проявления наследственности в природе, которую принято разделять на органическую и неорганическую.

Проблеме наследственности в органической (живой) природе посвящено множество работ и поэтому в данном случае мы ограничимся лишь сравнением проявлений наследственности в неорганической (неживой) природе с органической (живой) природой (табл.). Такое сравнение позволит нам выяснить принципы подхода к объяснению происходящих процессов в неживой природе.

*Таблица*

**Наследственные признаки в неживой природе  
и сравнение их с живой природой**

<i>Формирование наследственных признаков</i>	<i>Живая природа</i>	<i>Неживая природа</i>
Первичный носитель наследственности	Эмбрион	Эмбрион
Конечный носитель наследственности	Клетка	Зародыш (в расплавах), новая фаза (в растворах)
Элемент-создатель наследственных признаков	ДНК, РНК	Атом, молекула, зерно
Форма передачи наследственных признаков	Эволюционная, генетический код	Эволюционная, генетический код, искусственный синтез
Компоненты наследственных признаков	Характер, поведение, способность, здоровье, рефлекс, гениальность, талант	Электросопротивление, плотность, вязкость, акустические и оптико-механические свойства
Факторы, влияющие на наследственные признаки	Радионуклиды, биосфера, климат	Давление, температура, концентрация, размер зерна, жидкотекучесть
Ускоренные методы формирования наследственных признаков	Имплантация, клонирование, облучение, химиотерапия	Легирование, направленный синтез веществ

Рассмотрим понятие наследственности с наших позиций. Прежде всего, будем считать, что наследственность в неорганической природе является высшим комплексом свойств материи, приобретенных за счет воздействия на нее внешних факторов. Наследственные признаки – это сумма внешних факторов, от воздействия которых на материю происходит изменение ее свойств и сохранение в дальнейшем приобретенной наследственности независимо от того, находится ли изучаемая субстанция в газообразном, жидком или твердом состояниях.

Наследственность, как явление, может проявить себя в равновесных и неравновесных состояниях. Возникающую в неорганической природе наследственность по характеру проявления можно подразделить на структурную, физико-химическую и физическую. Эти три вида наследственности определяют природу ее происхождения.

Структурная и физическая наследственность могут возникать и передаваться в веществах по следующей схеме: «Субстрат – Газообразное состояние (Т<sub>1</sub>) – Эмбрион (Т<sub>2</sub>) – Расплав

(Т<sub>3</sub>) – Дозародыш, кластер (Т<sub>4</sub>) – Зародыш (Т<sub>5</sub>) – Центр кристаллизации (Т<sub>6</sub>) – Кристаллы (Т<sub>7</sub>) – Готовое изделие».

Таким образом, в результате взаимодействия атомных или молекулярных частиц в газообразном или расплавленном состояниях в процессе снижения температуры в направлении Т<sub>1</sub>→Т<sub>2</sub>→Т<sub>3</sub> возникает новое формирование вещества – *эмбриона*, в который закладывается генетический код и который ответственен в дальнейшем за возникновение комплекса свойств для будущего твердого тела независимо от того, является ли оно кристаллическим или аморфным.

Именно *эмбрион* является первоисточником и носителем генетической информации. В дальнейшем в процессе эволюции при последующем снижении температуры до Т<sub>4</sub> в условиях равновесия в жидкости происходит скопление эмбрионов в комплексы (кластеры), число которых достигает 200-300 единиц в каждом кластере. Эти кластеры со структурой, соответствующей структуре твердой фазы на стадии формирования дальнего порядка, автор [2] называет дозародышами или мелкодисперсными частицами, как это показано в [3].

До тех пор, пока кластеры (дозародыши) по размеру остаются меньше критического, соответствующего температуре жидкости, они не могут разрастаться в кристалл, и твердое тело не образуется. Если же температура такова, что критический размер меньше размера самого крупного дозародыша, то при охлаждении до температуры Т<sub>5</sub> образуется зародыш. Последующее охлаждение системы до Т<sub>6</sub> вызывает появление центров кристаллизации, а при температуре Т<sub>7</sub> сверхкритические комплексы (кластеры), являющиеся центром кристаллизации, разрастаются в кристаллы. Следовательно, критерием того, произойдет ли в жидкости при заданной температуре появление дозародышей или жидкость сохранится в метастабильном, неустойчивом состоянии, служит соотношение размеров самого крупного комплекса и критического зародыша. Критический радиус зародыша можно представить в виде уравнения.

$$r_{кр} = 2\sigma T_0 \nu / L \Delta T,$$

где  $\sigma$  - поверхностное натяжение на границе зародыша;  $T_0$  - равновесная температура;  $\nu$  - удельный объем расплава;  $L$  – скрытая теплота перехода;  $\Delta T$  – переохлаждения жидкой фазы.

Вычисление значения  $r_{кр}$  позволило определить ряд наследственных признаков у элементов Периодической системы, которые оказывают благоприятное влияние на величину критического радиуса зародыша и могут служить критерием их определения [4].

Физическую наследственность по сравнению со структурной следует трактовать значительно шире. Должно существовать множество признаков наследственности, под суммарным воздействием которых возникает само понятие физической наследственности.

Существует и другая схема формирования наследственности – это зарождение признаков наследственности в растворах: «**Предельно-разбавленные растворы – Концентрирование (С<sub>1</sub>) – Взаимодействие (С<sub>2</sub>) – Формирование эмбриона (С<sub>3</sub>) – Кластерное скопление эмбрионов (С<sub>4</sub>) – Образование дозародыша (С<sub>5</sub>) – Зародыш (С<sub>6</sub>) – Вещество (С<sub>7</sub>) – Образование осадочных пород**». В этом случае априори субстрат представлен в виде предельно разбавленных растворов с очень малыми концентрациями ионов. В такой разбавленной среде ионы свободно перемещаются в растворе, не сталкиваясь и не вступая в химическое взаимодействие.

В результате конвективного движения в объеме раствора может произойти растворение твердых веществ, окружающих жидкую фазу. И произойдет локальное изменение концентрации ряда веществ в соответствии с природой их растворимости. Локальному концентрированию способствует также воздействие внешних сил: тепловое, радиационное, вибрационное и др. Локальное изменение концентрации до С<sub>2</sub> приведет к сближению ионов или их комплексов и уменьшению расстояния между ними, в результате чего за счет электрических сил притяжения и отталкивания ионов и сил Ван-дер-Ваальса произойдет акт химического взаимодействия между анионами и катионами. При этом произойдет

образование эмбриона в растворе и изменение концентрации от  $C_2$  до  $C_3$ . Образовавшийся эмбрион является первичным носителем наследственности (см. табл.) и по своим свойствам отличается от свойств взаимодействующих ионов. На этой стадии происходит зарождение генетического кода и появление первых признаков наследственности.

Таким образом, следует признать, что такие факторы, как температура, концентрация и давление являются ответственными за природу проявляемой наследственности и способствуют формированию генетического кода.

Проведённые нами исследования механизма передачи наследственных признаков в сплавах системы Al-Si-Sr (Ba, Sb) на последующих технологических переделах по схеме «шихта – расплав – отливка – готовое изделие» показали высокие эффекты относительно свойства и качества литья [5].

Поэтому развитие технологии на основе исследования явления наследственности в металлах и сплавах имеет практическое значение с целью улучшения качества отливок и продукции производственно-технического назначения, выпускаемых предприятиями республики.

### Литература

1. Никитин В.И. Наследственность в литых сплавах.- Самара, 1995, 248 с.
2. Чалмерс С.Б. – Теория затвердевания. М.: Металлургия, 1968, 288 с.
3. Попель П.С., Чикова О.А. // Цветные металлы, 1992, №9, с. 53-56.
4. Хакдодов М.М., Вахобов А.В. Литейное производство, М., 2001, №2, с.6.
5. Хакдодов М.М. В сб.: «Новое в охране труда, окружающей среды и защиты человека в чрезвычайных ситуациях», ч.1. – Алматы: КазНТУ, 2002, с. 325-332.

*Научно-исследовательский институт промышленности  
Министерства энергетики и промышленности Республики Таджикистан*

**М.М. Хакдодов**

### ОИД БА МАСЪАЛАҲОИ ИРСИЯТ ДАР МЕТАЛҲО ВА ХҶЛАҲО

Дар мақола дар асоси таҳлили назарияи ирсият, ки дар технологияи истеҳсоли маводҳои металлӣ, бахусус дар истеҳсолоти рехтагарӣ истифода мешавад, механизми пайдоиш ва гузариши нишонаҳои ирсият дар моддаҳо ва маҳлулоҳои нишон дода шудааст. Таҷқиқотҳои анҷомдодашуда нишон медиҳад, ки механизми гузариши нишонаҳои ирсият дар ҳулаҳои бисёртаркибаи алюминий дар ҳар марҳилаи баъдинаи коргард аз рӯи схемаи «омехта (шихта) – гудохта – рехта – маҳсулоти тайёр» нисбат ба ҳосият ва сифати рехтагарӣ натиҷаи маҳсулро доро мебошад.

**M. Hakdodov.**

### HEREDITI PROBLEMS OF THE METALS AND ALLOYS

## ТРАНСПОРТ

А.А. Турсунов, Ш.С. Алиев\*

**ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОРРЕКТИРОВАНИЯ НОРМ РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕЙ В ГОРНЫХ МЕСТНОСТЯХ**

Одним из важнейших нормативов технической эксплуатации автомобилей является норма расхода топлива, существенно влияющая на себестоимость перевозок. Нормирование расхода топлива для автомобилей – это установление плановой меры его производственного потребления.

В условиях Республики Таджикистан, когда доминирующая часть горюче-смазочных материалов привозится из других стран (в основном из России) через территории трех суверенных государств, вопрос экономии топлива приобретает острый характер. Часто возникают конфликты между водителями и руководством автотранспортных предприятий (АТП), когда по причине перерасхода топлива уменьшают их заработную плату. Анализ показал, что причиной конфликта является несовершенная система нормирования топлива, адекватно не учитывающая особенности и сложности горных дорог.

До 1960 года нормы расхода топлива устанавливались только на пробег автомобилей. В конце 50-х и начале 60-х годов в известном труде А.М.Шейнина [1] была разработана методология нормирования расхода автомобильного топлива с учётом, помимо пробега, транспортной работы и основных эксплуатационных факторов.

Для учета условий эксплуатации, влияющих на расход топлива, предусматривалась система процентных надбавок и скидок к основной эксплуатационной норме.

Основные принципы и структура применяемых в настоящее время норм расхода топлива для автомобильного транспорта являются логическим продолжением теоретических и экспериментальных исследований А.М.Шейнина и других ученых.

В структуру нормативной базы расхода автомобильного топлива входит система корректирования индивидуальных норм, учитывающая влияние на расход топлива дорожных, транспортных и климатических факторов, не учтенных в отраслевых индивидуальных нормах.

Действующая методика нормирования не учитывает изменения фактических скоростей движения автомобилей, приблизительно учитывает дорожные, транспортные и климатические условия эксплуатации. Поэтому действующие нормы расхода топлива требуют дальнейшего совершенствования на основе более глубоких теоретических исследований, установления единой классификации условий эксплуатации автомобилей и разработки механизированных методов учета условий их работы.

На базе обстоятельного анализа основных принципов, структуры и логической организации, применяемых в настоящее время индивидуальных норм расхода топлива в работе Л.Г.Резника [2] отмечается некоторая абстрактность базовой линейной нормы в отношении загрузки транспортных средств, да и её соответствие «средним летним условиям эксплуатации» не вносит однозначного соответствия базового расхода топлива комплексу значимых внешних воздействующих факторов. Такие особенности линейных норм отражают стремление к простоте расчетных формул. Однако при этом в значительной степени затруднено использование нормы как инструмента активного управления расходом топлива и для объективной оценки и предъявления требований к промышленности по топливной экономичности выпускаемых автомобилей с учетом реальных условий их эксплуатации. В основу методологии нормирования расхода топлива Л.Г.Резник предлагает положить номинальный расход, то есть расход при работе автомобиля конкретной модели в стандартных, наиболее характерных для него условиях эксплуатации. При отличии

условий эксплуатации от стандартных корректирование должно производиться с помощью показателей, полученных на основе закономерностей приспособленности к этим отличиям для автомобилей конкретных моделей.

Принципиальные разработки по проблеме совершенствования системы нормирования расхода топлива содержатся в теоретических и методических исследованиях Н.Я.Говорущенко [3]. В ХАДИ под его руководством создана методика нормирования, учитывающая пробег, транспортную работу, среднюю скорость движения автомобиля и температуру окружающей среды.

Основным недостатком рассмотренной системы индивидуального нормирования расхода топлива является применение в качестве классифицирующего критерия факторов внешней среды субъективного эксплуатационного свойства автомобиля - скорости движения, что не позволяет однозначно и полно оценить степень влияния условий эксплуатации на топливную экономичность транспортного средства.

Методология нормирования расхода топлива [2] опирается на основные положения пространственно-временной концепции формирования реализуемых показателей качества и технического уровня автомобиля, важнейшим из которых является теория приспособленности (адаптивности) конкретных автомобилей к переменным условиям эксплуатации. Данная методика обеспечивает 6-8% экономии топлива в зимний период эксплуатации автомобильных средств. Однако учет дорожных условий движения автомобилей посредством оценки скоростного режима на линии, как в предыдущем случае, не позволяет объективно регламентировать влияние дорожных факторов на топливную экономичность подвижного состава.

Проведенный обзор позволяет выявить определяющие направления дальнейшего совершенствования действующей системы нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте:

1. Четкая регламентация и однозначное определение базовой линейной нормы расхода топлива для автомобилей различных моделей и модификаций в соответствии с характерными особенностями условий их использования.

2. Более глубокое и научно обоснованное дифференцирование норм расхода топлива по условиям эксплуатации транспортных средств на основе объективных закономерностей влияния внешних воздействующих факторов на топливную экономичность автомобилей, единых принципов и приемов количественной оценки и классифицирования эксплуатационных факторов и приспособленности отдельных марок автомобилей к переменным условиям эксплуатации.

Рассмотренные методики и предложения по совершенствованию действующей системы нормирования и корректирования нормативов технической эксплуатации автомобилей не позволяют в должной мере повысить качество норм по ряду причин, главными из которых являются многообразие внешних и внутренних факторов и отсутствие системности их учета.

Актуальной является разработка методики корректирования нормативов технической эксплуатации на основе детального учета влияния экстремальных природно-климатических условий на изменение технико-экономических показателей работы автомобилей, направленной на обеспечение требуемого уровня надежности, снижения себестоимости затрат с соблюдением нормативного уровня дорожной и экологической безопасности.

Таким образом, несовершенная нормативно-информационная база, адекватно не отражающая особенности горных и высокогорных дорог, обуславливает создание методологических основ системы корректирования нормативов для более детального учета условий эксплуатации.

Наиболее прогрессивным видом нормирования расхода топлива является научно обоснованное дифференцирование норм расхода топлива по условиям эксплуатации транспортных средств на основе объективных закономерностей влияния внешних

воздействующих факторов на топливную экономичность автомобилей и приспособленности отдельных марок автомобилей к переменным условиям эксплуатации.

В работе корректирование норм расхода топлива в горных условиях эксплуатации автомобилей в зависимости от давления воздуха осуществляется [4] значением коэффициента  $K_h$ , определяемого выражением:

$$K_h = \sqrt{\frac{P_0}{P}} = (1 - \beta \cdot h)^{-1,61} \cdot \left\{ [1 - 1,77 \cdot b \cdot (1 - \beta \cdot h)^{2,22}] \cdot [1 - 3,94 \cdot a \cdot 10^{-5} \cdot (1 - \beta \cdot h)^{1,22}] \right\}^{-0,5}$$

Для более точного учета влияния основных параметров горной среды на топливную экономичность необходимо основную и дополнительную нормы расхода топлива увеличить на величину, равную  $K_h$ . Значения корректирующего коэффициента  $K_h$  приведены в таблице.

Существующая система корректирования линейных норм расхода топлива предусматривает в 10 случаях процентные надбавки, а 2 случаях – скидки. Процентная надбавка при работе в горных местностях на высоте над уровнем моря: от 500 до 1500 м - на 5%; от 1500 до 2000 м - на 10%; от 2000 до 3000 м - на 15%; свыше 3000 м - на 20% (см. заштрихованную часть на рисунке).

Таблица

Корректирующие коэффициенты нормы расхода топлива  $K_h$

Высота местности над ур.м., м	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
$K_h$	1	1.03	1.06	1.10	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.34	1.39

Корректирование нормы расхода топлива по существующим процентным надбавкам при работе в горных местностях происходит скачкообразно (рисунок) и не совпадает с фактическим расходом топлива. Величина расходов при этой системе в большинстве случаев намного меньше требуемого.

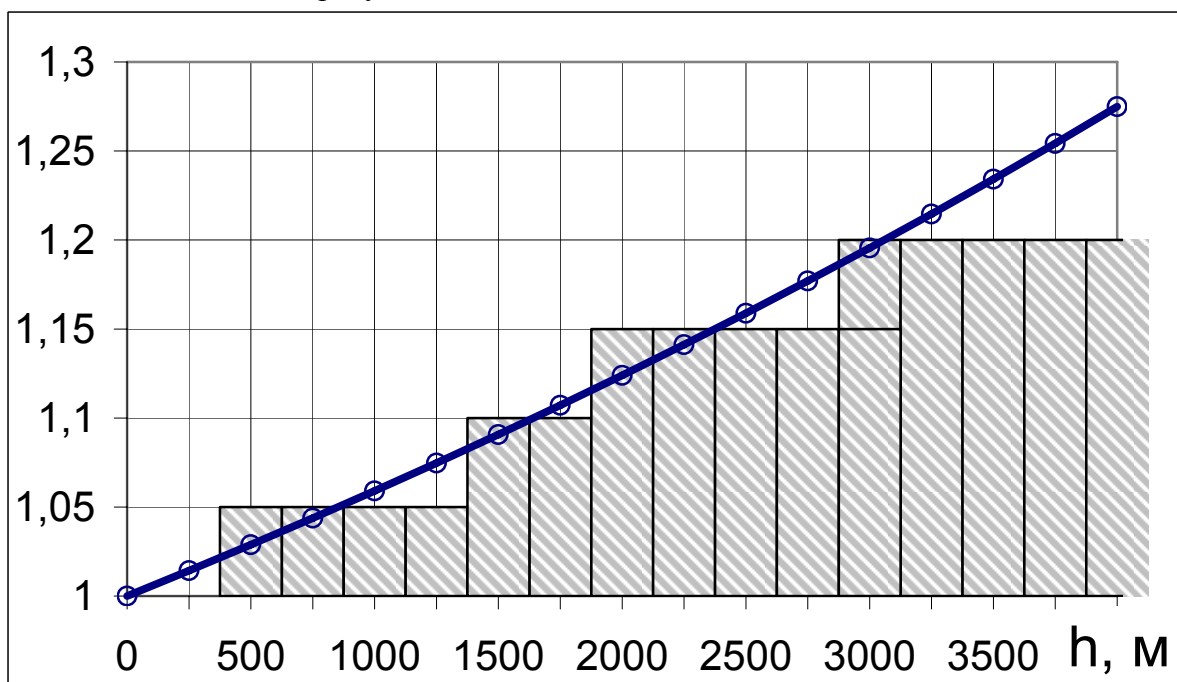


Рис. Коэффициент корректирования норм расхода топлива в зависимости от высоты над уровнем моря.



Как видно из рисунка, действующие нормативы расхода топлива практически «не работают», то есть адекватно не отражают реальные горные условия, при высоте местности более 3000 м над ур. м. Кроме того, установлены широкие пределы в высотных интервалах, что ведёт к искажению реальной картины. Например, по существующей системе в интервале от 500 до 1500 м установлена поправка в размере 5%, а при предлагаемой системе корректирования поправка составляет от 2.4 до 9%. Это убедительно доказывает необходимость введения в практику технической эксплуатации автомобилей дифференцированную систему корректирования норм.

Корректирование норм расхода топлива при работе в горных местностях на конкретной высоте над уровнем моря по дифференцированной системе надбавок к линейным нормам дает возможность для совершенствования системы удельных норм исходя из того, что в «Положении о порядке разработки, утверждения, доведения и контроля за выполнением удельных норм расхода автомобильного топлива» предусматривается на уровне АТП дифференцирование среднегодовых норм по кварталам, а в случае необходимости и по месяцам с учетом сезонности работы.

### Литература

1. Шейнин А.М., Борисов М.И. Нормы расхода жидкого топлива для автомобилей. - М.: Автоотрасиздат, 1961, 175 с.
2. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Марков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. - М.: Транспорт, 1989, 128 с.
3. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. - М.: Транспорт, 1990, 135 с.
4. Турсунов А.А. Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации. – Душанбе: Маориф ва Фарханг, 2003, 356 с.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими,*

*\*Худжандский филиал Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими*

**А.А. Турсунов, Ш.С. Алиев**

### СИСТЕМАИ ТАФРИҚАВИИ ИСЛОҶИ МЕЪЁРИ САРФИ СЌЗИШВОРИИ АВТОМОБИЛҶО ДАР ШАРОИТИ КЌҲСОР

Дар мақола дар асоси таҳлили усулҳои мавҷуда ва амалкунандаи ислоҳи меъёри сарфи сўзишвории автомобилҳо ва роҳҳои минбаъдаи тақмили система дар нақлиёти автомобилӣ муайян карда шудаанд.

Системаи тафриқавии ислоҳи меъёри сарфи сўзишвории автомобилҳо, ки пешниҳод карда шудааст, назар ба усулҳои мавҷуда таъсири омилҳои муҳити шароити кўҳсорро дақиқтар ба эътибор мегирад.

**A.A. Tursunov, Sh.S. Aliev**

### DIFFERENTIATE SYSTEM OF CORRECTION FUEL RATE NORMS OF CARS IN THE MOUNTAIN TERRAINS

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

С.Р. Мукимова

### РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ДРЕВНЕМ ВОСТОКЕ

Архитектура на Древнем Востоке зародилась задолго до классового общества, в период неолита и протогородских культур эпохи бронзы и раннего железа [1, с.12]. Именно тогда архитектура была выделена не только как понятие социальное и, более того, эстетическое. Примером сказанному является гармонизация зданий и сооружений методом пропорционального построения плана и фасада, замеченного учеными современности в архитектурном наследии Центральной Азии [2, с.43-44]. Поэтому понятным становится мудрое определение архитектуры древнеримским зодчим и ученым I в. до н.э. Марка Поллиона Витрувия. Во-первых, первую свою книгу он начинает словами: «Архитектура есть наука» [3]. Во-вторых, главный тезис сочинения Витрувия состоит в том, что в архитектуре все «должно делать, принимая во внимание прочность, пользу и красоту» [3, с.28]. В этой известной, так называемой «витрувианской триаде» прочность определяет защитную функцию зданий, польза - инструментальную, а красота содержит эстетическую природу архитектуры.

Требования к профессиональным знаниям архитектора были весьма высоки, и об этом неоднократно упоминает Витрувий в своем трактате. «Он должен быть человеком грамотным, - пишет Витрувий, - умелым рисовальщиком, изучить геометрию, всесторонне знать историю, внимательно слушать философов, быть знакомым с музыкой, иметь понятие о медицине, знать решение юристов и обладать сведениями в астрономии и в небесных законах... Геометрия же приносит большую пользу архитектуре и, прежде всего, она учит употреблению циркуля и линейки, что чрезвычайно облегчает составление планов зданий и правильное применение наугольников, уровней и отвесов» [3, кн.I, гл.I, п. 3-4].

В Древней Греции архитектурная профессия становится массовой и охватывает многие смежные профессии. Так, в VI-V вв. до н.э. встречаются архитекторы, строящие корабли, и только несколько позже профессия кораблестроителя выделяется как самостоятельная [4, с.46.]. Несомненно и то, что греческие архитекторы составляли проекты в чертежах и в моделях [5, с. 307].

На Среднем Востоке профессия архитектора имела свои особенности, вызванные особыми географическими и социально-экономическими условиями в различные исторические эпохи. Несомненно то, что зарождение профессии зодчего здесь имеет такую древнюю основу, как, например, в Древнем Египте или древнем Междуречье Тигра и Евфрата. Однако письменные источники, в отличие от древневосточных государств, здесь дошли до нас в ограниченном количестве. И, как отмечает Л.С.Бретаницкий, чем ближе к нашему времени, тем круг таких сведений, как древнеегипетские записи на древних пирамидах и стелах или трактаты древнеримских ученых, расширяется, то есть сказывается поступательность развития человечества, увеличивается объем и меняется характер источников [6, с.164]. На этих некоторых сведениях необходимо особо остановиться, заключая настоящие строки тем выводом, что зарождение профессии архитектора на Среднем Востоке (да и Ближнем) относится к эпохе доклассового общества, когда появляются такие совершенные в архитектурном отношении протогородские центры, как Саразм, Сапаллитепа, Дашлы-3 и другие.

Вопросы выявления общественного положения зодчего на Среднем Востоке были затронуты в трудах многих современных ученых, в частности Л.С.Бретаницкого, Г.А.

Пугаченковой, П.Ш.Захидова, Л.И.Ремпеля, М.С. Булатова и других [7]. Из этих источников мы знаем, что почет, уделяемый зодчему в Древнем Египте, был связан с особой ролью культового и заупокойного строительства. Но и в других областях древнего и средневекового Востока высокопоставленной персоне приписывались либо знания профессии архитектора, либо строительство каких-либо примечательных сооружений. Однако бесспорно одно – личность архитектора во все времена на Востоке занимала высокое общественное положение [4, с.13-16; 2, с.306-315]. Здесь немалую роль сыграла их образованность во многих отраслях знаний, особенно в точных науках. Так, Цицерон (I в. до н.э.) и Витрувий говорили о том, что архитекторами были наиболее образованные специалисты, либо люди знатного происхождения, либо хорошего образования. Иногда архитектуре посвящали себя государственные деятели. Известно, что по проектам императора Андриана построено несколько крупных зданий [4, с.92].

На Среднем Востоке также многие известные ученые посвящали свое творчество отдельным сторонам архитектуры. Так, известный ученый-энциклопедист Востока Абуали ибн Сино в своем трактате «Канон врачебной науки» уделил большое внимание вопросам микроклимата жилищ. В частности, он писал: «Тому, кто выбирает себе местожительство, следует знать, какова там почва, насколько земля возвышена или низменна, открыта ли или закрыта, какова там вода, каковы там субстанции воды, в какой степени она открыто выходит наружу, находится ли она высоко или низко. Он должен знать, доступно ли данное место ветрам или находится в котловине и какие там ветры - здоровые ли они там или холодные, а также какие там по соседству моря, болота, горы и рудники...». Обращая внимание на микроклимат жилища, Ибн Сина считает совершенно обязательным инсоляцию и проветривание помещений, рекомендует, чтобы «окна и двери выходили на восток и на север, а также, чтобы восточные ветры могли бы проникать в здание, и солнце достигало в них любого места, ибо солнце оздоравливает воздух» [8].

О месте, которое занимает архитектор в обществе IX-X вв., говорит в своем трактате «Афоризмы государственного деятеля» ал-Фараби, когда он классифицирует жителей города: «В идеальном городе жителей - пять частей: наиболее добродетельные или выдающиеся, истолкователи, эксперты или оценщики, воины и богачи. Наиболее выдающимися являются мудрые люди, наделенные практической мудростью, и люди с идеями о великих целях. Следующими идут носители религий и истолкователи, являющиеся ораторами, красноречивые люди, поэты, музыканты, секретари и подобные, относящиеся к их числу.

К оценщикам (экспертам, советчикам) относятся счетоводы, геометры (архитекторы), доктора, астрономы и подобные...» [2, с.307]. При этом не менее важное место в обществе занимали и мастера ремесла. Так, Кей-Кавус в «Кабус-наме» отмечает, что устод, адиб и мудрец в его время (он был выходцем из саманидской аристократической среды) занимали одинаковое общественное положение [9, с.64]. Данное высокое общественное положение архитектора и мастера сохранялось и в эпоху Тимура, что отмечено самим Тимуром в упомянутом выше политическом завещании - Уложении Тимура. Здесь он очень высоко поднял роль мудрых и образованных людей. «Я оказывал почтение потомкам пророка, ученым, богословам, философам и историкам...» - написал он [10, с.8]. А в классификации общества эмир Тимур отнес ученых в первый класс, геометров (архитекторов) - в восьмой [10, с 16-18]. Здесь следует упомянуть, что ещё в IX-X вв., по словам Кей-Кавуса, строительство, постройка каризов относились к занятиям, связанным с наукой [11, с.70]. Это значит, что люди науки и геометры занимали одну из самых высоких ступеней общественного положения средневековой Средней Азии. И об этом в стихотворной форме пишет Алишер Навои:

«Он зодчим был, а также мудрецом,  
Гранильщиком и златокузнецом.

Сегодня лекарь, завтра медник он,  
Для шаха лучший собеседник он.  
Он был искусством с головы до ног» [2, с. 310].

Именно в эпоху Алншера Навои начинается свобода художественного творчества, которая вывела ремесло в ведущую отрасль народного хозяйства страны. Поэтому X-XV вв. на Среднем Востоке ремесленник, а значит инженер, строитель ирригационных сооружений, занимает устойчивое общественное положение. Как пишет А.Н.Болдырев, ремесленники, торговцы, мелкие собственники «поставляли» городам деятелей науки, культуры, искусства, в том числе и архитектуры, и в то же время и сами являлись потребителями духовных ценностей [12, с. 404].

Архитектор и его труд - порождение ремесленной среды, как справедливо пишет М.С.Булатов, сгусток всех ее технических интеллектуальных достижений. Ведущие зодчие, художники-орнаменталисты, инженеры и другие принадлежали к людям умственного труда; творческий труд свободного ремесленника и строителя становится почетным делом и их потенциал находится в прямой зависимости от конкретных социально-экономических условий, масштабов градостроительства и значения строительного производства в жизни общества. Вот почему мы в данной статье уделили определенное внимание общественному положению зодчего в средние века. Традиция высокой оценки труда зодчих в целом дошла почти до XX века, что подтверждается высоким качеством архитектурно-строительного производства в Мавераннахре. Строительство ирригационных сооружений типа каризов, дамб-сарбандов, мостов, крупных фортификационных сооружений вокруг городов и многое другое не только наглядно демонстрирует возможности архитекторов-строителей и инженеров, но и их профессиональные знания точных наук, умение делать чертежи и макеты, рассчитывать конструктивные детали и узлы, формировать облик зданий, в том числе научно-просветительского назначения по законам гармонии и пропорционирования.

С глубокой древности профессия зодчего, строителя или иного инженерно-интеллектуального труда была наследственной и она часто передавалась от старших членов семьи к младшим. Наиболее ярко наследственность профессии проявилась в Древнем Египте, где уже в IV тыс. до н.э. профессия архитектора превратилась в государственную и способствовала укреплению общественного строя, поэтому древнеегипетские зодчие, руководители грандиозных построек получали самое высокое профессиональное образование и были окружены учеными-жрецами, многочисленными писцами и чертежниками [4, с.14]. Система образования в Древнем Египте была связана с несколькими ступенями профессиональной подготовки.

В Древней Греции специальные архитектурные школы были введены в римское время, когда сама профессия становится массовой. Однако, как пишет Витрувий, на ранней стадии развития Греции архитектурное образование было индивидуальным, семейным: «В старину... сами мастера не обучали никого, кроме собственных детей или родных, и воспитывали их людьми достойными, совести которых можно было бы без колебаний доверить деньги на такие важные вещи» [3, кн. VI, Вступление, п.6.].

В Древнем Риме профессия инженера-строителя и военного инженера совмещалась с архитектурной профессией, но внутри не были специализированы. Обучение архитектора происходило единично, частным способом, в учениках у какого-нибудь мастера. Но уже в III веке император Александр Север установил положение о преподавании архитектуры в классах, где обучалась бедная молодежь, родители которой обязаны были оплачивать труд преподавателей натурой [4, с.88-94].

На Среднем и Ближнем Востоке система архитектурного и инженерного образования имеет давние традиции. Однако более подробно о ней мы знаем с периода создания исламского мира, где бурное развитие городов способствовало раннему формированию

системы подготовки ремесленников, строителей, зодчих и других специалистов. Процветание городов вместе со своими торговыми центрами находило свое отражение в архитектуре дворцов, мечетей, медресе, обсерваторий, академий, библиотек, караван-сараяв и в многих других городских постройках и ансамблях. Сердцем средневекового исламского города был торгово-экономический район с целым лабиринтом улочек и переулков, вдоль которых располагались открытые мастерские, где трудились группы ремесленников - ткачи, резчики, красильщики, медники. Все ремесленники были связаны между собой сложным институтом профессиональных объединений – гильдий, предполагающих дисциплину и сплоченность городской общины. Через гильдии ремесленники были знакомы друг с другом, все было связано единой системой информации и подчинялись одним и тем же неписанным законам, нарушителей которых ждало осуждение со стороны их сотоварищей [13, с.9].

В некоторых мусульманских странах, например в Египте, о профессиональных объединениях написаны подробные трактаты, рассказывающие о таких обрядах, как церемония посвящения, во время которых нового члена гильдии опоясывали кушаком, завязанным узлами вокруг талии. Церемония опоясывания, по преданию, восходит к одеянию Али, повелителя правоверных, двоюродного брата и зятя Мухаммада; его, согласно легенде, опоясал кушаком сам пророк, который, в свою очередь, точно так же принял посвящение от архангела Гавриила [13, с. 9-10]. В целом, церемония посвящения, церемония передачи мастерства и власти была характерна ордену дервишей, который набирал своих членов из среды ремесленников и купцов, которые в то же время были членами гильдий. Между этими двумя типами объединений (орден дервишей и ремесленные гильдии) сложилось глубокое взаимопроникновение духовной и профессиональной жизни. Это говорит о том, что моральный кодекс гильдий был непосредственно связан с религией.

Традиции профессиональных гильдий-объединений оказали воздействие также и на развитие архитектурной профессии, которая существовала в центральноазиатском регионе в составе архитектурно-строительных школ. Школы эти создавались на основе особых цехов и объединений по подобию гильдий со своими неписанными правилами и уложениями. Именно в недрах этих цехов сохранялись и передавались последующим поколениям архитектурно-строительные традиции, в том числе традиции инженерного искусства. Именно традиции осуществляют связь времен в архитектуре, преодолевая инерцию времени и многовековую толщу наслоений стилей и направлений различных эпох. Более того, традиции являются средством, обеспечивающим преемственность и поступательное развитие творческого процесса.

В чем же кроются корни и состоит непреходящее значение традиций? Интересную роль в этом отношении высказал русский композитор И.Стравинский: «Слово «традиция» теперь употребляется как то, что напоминает о прошлом... В действительности же истинно традиционное произведение может совершенно не напоминать о прошлом, особенно о ближайшем прошлом, которое наиболее знакомо большинству людей. Традиция - это просто то, что унаследовано от отцов детьми, что пронизывает течение жизни, что рождается, растет, зреет, стареет и возрождается» [14].

Традиции и архитектурные формы не рождаются и не изобретаются по прихоти того или иного архитектора. Они могут быть порождены лишь вследствие действия стабильных изначальных факторов, о которых говорилось выше. Именно природные и региональные условия (географическая среда, климат, социальные формы бытия и др.) создают те специфические условия, при которых возникают характерные архитектурные формы, проявляются закономерности их образования, формируются устойчивые черты стилизации и т.п.

**Литература**

1. Муқимов Р., Мамаджанова С. Зодчество Таджикистана. – Душанбе, 1990, 175 с.
2. Булатов М.С. Геометрическая гармонизация в архитектуре Средней Азии IX-XV вв. - М.: Наука, 1978, 361 с.
3. Марк Поллион Витрувий. Десять книг об архитектуре. /Перевод с латинского Ф.А.Петровского. – М., 1936.
4. Николаев И.С. Профессия архитектора. - М.: Стройиздат, 1984, 384 с.
5. Архитектура античного мира. – М., 1940.
6. Бретаницкий Л.С. Художественное наследие Переднего Востока эпохи феодализма. /Избр. труды. – М., 1988.
7. Н.Б.Бакланов. Архитектурные чертежи узбекского мастера XVI в.// Сообщения Института теории и истории архитектуры. - Вып. 4. – М., 1944.
8. Ибн-Сина. Канон врачебной науки. – Ташкент, 1954.
9. Кабус-наме. – М., 1958.
10. Уложение Тимура. – Ташкент: Чулпон, 1992, 112 с.
11. Энциклопедия таджикско-персидской поэзии. – Душанбе, 1986.
12. Болдырев А. Очерки из жизни гератского общества// ТОВЭ. - Т.4. – М., 1947.
13. Мухаммад А. Сенасер. Города, которые процветали в пустыне. -Курьер ЮНЕСКО, январь 1976.
14. Орфинский В.П. Закономерности развития архитектуры. - Л., 1987.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*

**С.Р. Муқимова**

**РУШДИ ДОНИШҶОИ МЕЪМОРӢ ДАР ОСИӢИ ҚАДИМ**

Дар мақола муаллиф ба масъалаҳои пайдоиш ва рушди илми меъмори, низоми фарогирии маълумот ва ҷойгоҳи меъмору муҳандисон дар ҷомеаи Осии Қадим равшанӣ андохта, масъалаи ба мерос расидани умури муҳандиси-ақлонӣ дар касби меъмори баррасӣ шудааст.

**S.R. Mukimova**

**DEVELOPMENT OF ARCHITECTURAL EDUCATION IN ANCIENT ASIA**

Х.Камол\*, Р.Мукимов

**АРХИТЕКТУРА МАВЕРАННАХРА XVI ВЕКА**

В целом, развитие архитектуры Мавераннахра, то есть Среднеазиатского Междуречья, в XVI-XVII вв. шло по пути закрепления ряда традиционных решений, разработанных в предшествующие века, и следования каноническим схемам, варьирующими лишь в деталях. Развитие архитектуры страны было нарушено нашествием племен Дашт-и Кипчака в XVI в. Разумеется, строительство не прекращалось и создавались архитектурные произведения, свидетельствующие, что не оскудел и не угас творческий дух архитекторов и строителей Мавераннахра.

Архитектурная программа оставалась прежней: массовые жилища и дворцы богачей, рыночные строения и караван-сарай, культовые здания ислама: мечети, ханака и завия. Масштаб зданий XVI в. и их формы по сравнению с эпохой Тимуридов был значительно сокращен. В сооружениях нет той расточительной роскоши декоративной отделки, которая так характерна для строительства XV в. В первой половине XVI в. им еще присуще великолепие декора – обильная позолота, резное дерево, мрамор, наборные резные мозаики.

Во второй половине столетия экономические трудности в стране и тяготы постоянных военных походов приводят к резкому сокращению ассигнований на строительство, в то время как сами масштабы его, особенно при Абдуллахане, возрастают. Перед зодчими возникает задача разработки более экономичных конструкций и отделочных материалов. Отсюда – находки и утраты. Возводятся пустотелые с внутренней засыпкой, и в силу этого, непрочные стены; взамен дорогих и трудоёмких резных мозаик выделяются майоликовые плиты с мутным, растекающимся узором. В интерьерах вместо сверкающих позолотой росписей вводится простая по исполнению, но весьма эффективная в своей графической узорности двухцветная резьба по гипсу (кырма и часпак).

Архитектурные достижения этой поры связаны с дальнейшим развитием сводчатой техники, обогащающей эстетическое восприятие интерьеров [1]. Многообразны в своих построениях и сочетаниях системы несущих арок, гибких гуртов (гурт – арка из тесанных клинчатых камней, укрепляющая ребра крестового свода либо резная горизонтальная тяга на фасаде здания или на ребрах свода), избегающих веером от стен, расходясь и дробясь в сложнейших пространственных фигурах при переходе к завершающей чаше купола. Художественное выражение конструкции – таково драгоценное качество сводчатых композиций XVI века.

Медресе составляли наибольшее количество воздвигнутых в городах Мавераннахра в XVI в. монументальных зданий. Источники сообщают десятки их названий, а многие сохранились в Бухаре, Самарканде, Ташкенте, Худжанде, Ура-Тюбе, Дехи Нау, Кулябе, Хисоре. Общая композиция их, уже закрепленная в архитектурной практике предшествующей поры, не претерпевает радикальных изменений: квадратный или прямоугольный двор в обводе худжр, замкнутый вестибюль и крупные угловые помещения, в которых расположены аудитории, зимняя мечеть, иногда усыпальница. Творческое новаторство зодчих проявляется лишь в обширных интерьерах – аудиториях, вестибюлях, мечетях, где они достигают поразительной виртуозности в разработке подкупольных конструкций [2].

Среди культовых построек ислама по-прежнему огромную роль играли мечети. Однако новых мечетей было построено немного – использовались, а иногда расширялись созданные в предшествующие века мечети (мечеть Калян в Бухаре). Среди возведенных вновь появились мечети-намазга в виде многокупольной двухрядной аркады, основанной на столбах и открытой с трех сторон (намазга в Бухаре, Карши, Самарканде, Астана-баба).

В повседневной жизни обитателей среднеазиатских городов большую роль играли

внутриквартальные мечети, обслуживающие общину целого квартала. Применение легких колонн, навесов деревянных фигурных плафонов, настенных и потолочных росписей (мечеть Баланд, ханака Ходжа Зайнуддина в Бухаре) особенно сближает их архитектуру с народными традициями.

Одна из отличительных черт XVI века – это большой размах гражданского строительства. Во многих городах и на караванных путях появляются мосты, сардоба, бани, торговые постройки. От рассматриваемой эпохи дошли некоторые постройки гражданского зодчества. Не сохранились образцы жилых домов, но некоторое понятие о них можно составить по изображениям богатых домов на миниатюрах XVI-XVII вв. [3]. Преобладает двухэтажный дом с балконами и окнами в верхнем ярусе, резной дверью и узорными окнами в нижнем. Крыша плоская; по ее краю нередко проходит зубчатый карниз. Фасад, обращенный во двор, выделен сводчатым или колонным айваном. В декоративное внешнее убранство таких домов вводились глазурованные кирпичи, цветные фризы, а помещений – настенные росписи.

Об искусстве резьбы по дереву можно судить по резным дверям бухарских медресе, деревянным потолками Масджид-и Баланд (Бухара), наружному навесу мечети ходжа Зайнуддин и др.

Окна зданий этого периода заполняются художественными алебастровыми решетками – «панджара». Из поливных изразцов выполнялась облицовка фасадов, в основном – порталов (медресе Мири Араб, Абдулла-хана и Кукалтош).

В XVI в., сохраняя общую каноническую схему – прямоугольный массив с главным фасадом, украшенным высоким порталом, архитекторы создавали вспомогательные помещения, увеличивали число худжр в медресе. Примером чему является медресе Мири Араб и Абдулла-хана II.

В XVI в. значительные изменения происходят в системе и принципах оформления архитектурных сооружений. Фасад здания выкладывается, как правило, шлифованным кирпичом, и лишь отдельные его части (пештак, лоджии худжр), а так же купола, аркады во дворе декоративно оформляются преимущественно монохромной майоликой. Майолика, как и в XV в., отличалась тонкостью рисунка, глазурованные плитки панелей украшались тончайшей росписью золотом. В архитектурных памятниках XVI в. – Масджид-и Калон, медресе Мири Араб, мечетях Баланд и Ходжа Зайнуддин (в Бухаре) и мавзолее Сянджходжа-хан (в Ташкенте), мы находим вышеназванные приемы декора.

Во второй половине XVI в. декоративный облик монументальных построек меняется. «Широкое применение получает более дешевая и менее трудоёмкая декорация» [4]. Отказ от очень дорогой и трудоёмкой мозаики был закономерным следствием стремления ускорить и удешевить процесс декоративной отделки.

В XVI в. архитекторы уделяли большое внимание освещению зданий. В обширных подкупольных пространствах часто применялись два приема: окна в барабане купола и надкупольные световые фонарики, дававшие ровный цвет и создававшие впечатление легкости и воздушности всей конструкции.

В XVI в. архитектурно-строительная деятельность была сконцентрирована в городе Бухаре и других крупных городах: Самарканде, Балхе, Кармине, Ташкенте, Истаравшане, Исфаре. В это время наиболее значительные здания были возведены в Бухаре и ее окрестностях. «Без преувеличения можно сказать, что облик позднесредневековой Бухары в значительной степени определили постройки именно XVI в.». [5] При Абдулазиз-хане и Абдулла-хане II Бухара была окружена новой стеной. Эта стена сохранилась без существенных изменений до начала XX в. Сложенные из битой глины длиной до 10 км, высотой до 10 м и шириной в основании до 5 м, они снабжены массивными полукруглыми башнями и завершаются парапетом с бойницами и зубцами. Башни приспособлены для установки пушек, а бойницы – для огнестрельного боя. Городские стены были прорезаны



одиннадцатью воротами, тяжелые деревянные створки которых открывались между двумя полукруглыми башнями. От XVI века уцелели только одни ворота Шейх-Джалал, остальные ворота не старше XVIII-XIX вв.

Существование неких «типовых» проектов подтверждают сохранившиеся архитектурные чертежи XVI в. бухарского происхождения, среди которых планы караван-сарая, рабата, сардобы, ханака. Чертежи построены на квадратной сетке модулей (гязов); абсолютная величина их колебалась в разных районах. Сопоставление памятников среднеазиатской архитектуры XVI в. с этими чертежами выявляет их близость, но не идентичность. В практике зодчие старались не повторять типовую схему, а создавать ее варианты [6].

В Бухаре было построено много монументальных зданий: медресе Масджид-и Калон, Мир-и Араб, центральный ансамбль Пои Калон, изумительные квартальные мечети Ходжа Зайнуддин и Масджид-и Баланд, загородный ансамбль Бахауддин.

Строительство **Масджид-и Калон** в Бухаре завершено в 1514 г., на месте прежней разрушившейся караханидской мечети. Масджид-и Калон равно по масштабу зданию мечети Биби-ханым в Самарканде и по своему плану повторяет эту соборную мечеть. Прямоугольный двор обрамлен галереями, состоящими из 288 куполов. Основанием им служат 208 колонн. Продольная ось двора завершается максурой – портално-купольным объемом здания с крестообразным залом, над которым возносится голубой массивный купол на мозаичном барабане. Мечеть была украшена поливной мозаикой. Качество этой мозаики значительно уступает мозаикам XV в. Здание хранит много любопытных архитектурных находок. Например, круглое отверстие в одном из куполов. Внизу через него можно видеть основание минарета Калон, а отступая шаг за шагом, можно сосчитать все пояса узорной кладки минарета и упереться взором в его ротонду.

Вскоре после возведения Масджид-и Калон, прямо против него было построено большое медресе **Мир-и Араб** (1535-36 гг.), которое располагается на огромной платформе и занимает половину всей площади ансамбля соборной мечети Бухары.

Строительство медресе было начато по инициативе шейха эмир Сейид Абдулла Ямани, известного под прозвищем «Мири Араб», ближайшего советника и наперсника тогдашнего правителя Бухары Убайдуллы-хана. Чтобы найти средства на постройку медресе, Убайдулла-хан продал в рабство три тысячи персов – мужчин и женщин и вручил полученные за них деньги шейху. Строительство медресе было закончено в 1535-1536 гг.

В его дворе расположены дарсхана – аудитория для занятий и пышно украшенная усыпальница строителя медресе шейха Мир-и Араба.

Главный фасад в центре подчеркнут порталом, к которому примыкают двухъярусные лоджии. Фасад медресе украшает могучий арочный портал, по углам здания возвышаются две массивные башни – «гулдаста». Над зданием вздымаются два купола на высоких барабанах. Двор и главный фасад медресе буквально заливают мозаики и орнаменты, выложенные цветными майоликовыми плитками и изразцами. Доминирующий цвет – синий. Стены, арки, устои здания покрывает растительный орнамент, крупная белая арабская вязь на темно-синем фоне, геометрические узоры из покрытых глазурью кирпичей.

К тридцатым годам XVI века прошли те времена, когда правители воздвигали для себя и своих сородичей парадные усыпальницы. Значение религии было столь велико, что даже государь должен был довольствоваться погребением под боком у шейха в одном из помещений его медресе. В центре гурханы (усыпальницы) Мир-и Араб высится деревянное надгробие Уйбадулла-хана. В его изголовье – гробница Мир-и Араба.

В декоре медресе Мир-и Араб встречается наборная резная мозаика, многоцветная стилизованная орнаментация. Это сооружение входит в ансамбль мечети и минарета Калон. В настоящее время на территории медресе находится действующее духовное училище.

**Комплекс Ходжа Зайнуддин.** Построен в первой половине XVI в. на берегу самого старого из сохранившихся в Бухаре хаузов. Стенки этого бассейна облицованы мрамором. В

юго-восточном углу, у ступенчатого схода к воде пристроен мраморный резной водослив в виде раскрытой пасти дракона - аждахар, оправленный в орнамент и эпиграфику. Комплекс Ходжа Зайнуддин поражает богатством отделки.

Прекрасный образец квартального центра – **Масджид-и Баланд** в южной части города Бухары (первая половина XVI в.) – кубовидная постройка, которая своим названием обязана высокому каменному основанию. Красочное великолепие мечети сосредоточено в её интерьере, в убранстве её стен и потолка. В Масджид-и Баланд все стены сплошь затянуты декорацией: здесь и расписанные золотом глазурованные плитки панели, и тончайшие наборы мозаики сложного рисунка, и росписи кундаль.

**Ансамбль Ходжа Говкушон.** Один из крупных ансамблей центра Бухары. На этом месте до XVI в. была бойня. Медресе Говкушон построено в 1570 г. на развилке улиц, чем и объясняется его трапециевидная форма, что, впрочем, не помешало сохранить традиционную дворовую схему. В 1598 г. с севера, отступив на ширину улочек, джуйбарский шейх Ходжа Калон построил пятничную мечеть, названную «Мечеть Ходжа». В этом ансамбле при Шайбанидах были построены карван-сарай, являвшиеся гостиницами дворами и торговыми пунктами

В XVI в. в Бухаре возникают парные ансамбли из поставленных на одной оси зданий (ансамбль «кош» – значит «двойное», «парное»). Эти значительные здания и составляли монументальное зодчество Бухары XVI века. В Бухаре, недалеко от парка Саманидов, находится ансамбль «**Кош-медресе**». Здания медресе стоят друг против друга по сторонам улицы. Первое из них – Медресе Модар-и хан построено в честь матери Абдулла-хана II. Дата постройки – 974 год хиджры (1566/67 гг.) указана в стихотворной майоликовой надписи над входом. О медресе Модар-и хан упоминает Хафиз-и Таныш: «...Во внешней части города Бухары, что является местом стечения улемов и набожных людей, в западной части города, на улице Хиабан, против ханской бани, что также построена (Абдулла-ханом), в 974/1566-67 году величественное медресе с высокими сводами, великолепными куполами, верхними и нижними помещениями. Основание его сделали чрезвычайно прочным и крепким. Внешний вид этого благословенного медресе был таким, как сердца (преданных) богу улемов, внутреннее оформление этого (медресе), места (куда) вселились счастье, напоминало внутреннее оформление священного храма в Мекке». [7]

По композиции – это типовое учебное заведение с общежитием студентов и преподавателей вокруг двора, общественными залами мечети и аудиториями – дарсхана во входной части здания, по обе стороны от портала. Главный фасад богато облицован кирпичной многоцветной мозаикой.

Второе здание – медресе Абдалла-хана, было построено в 1588–90 гг. Главный вход этого медресе оформлен в виде высокого портала. Большие размеры фасада и разнообразие декоративных средств придают ему красочный, праздничный вид. При ярком солнечном свете хорошо играют холодные тона майоликовых плиток (синий, зеленовато-голубой, белый). Внутри обычный прямоугольный двор, окруженный двумя этажами худжр. Четыре айвана по серединам четырех сторон двора, два из которых ведут в отдельные комплексы дополнительных помещений. Один из этих комплексов представляет собой восьмигранный, крытый куполом внутренний дворик, окруженный худжрами.

Для Востока характерно использование искусственных водоемов-хаузов не только в практических целях, но и для декоративного убранства города. В Бухаре действовало более восьмидесяти таких благоустроенных прудов. Наиболее известным из них является Ляби-Хауз.

**Ансамбль Ляби-Хауз** (тадж.слово – «побережье водоёма», или «побережье пруда») – это название территории, которая окружает один из немногих сохранившихся до сих пор прудов (хаузов) в Бухаре. До установления Советской власти в Бухаре было много подобных прудов, которые служили источниками воды для жителей города. Но у прудов была дурная

слава, так как они являлись распространителями болезней. Поэтому по большей части хаузы постепенно были осушены в период 1920 - 30 гг. Ляби-Хауз уцелел из-за того, что он является центром великолепного архитектурного ансамбля, который создавался в течение XVI и XVII веков и который почти не изменился с тех пор. Ансамбль образован тремя монументальными зданиями: Медресе Кукельдаш (1568/69 гг.) – на севере, самым большим в городе, и двумя другими религиозными зданиями, построенными Надир-Диван-Беги: ханака и медресе Надир-Диван-Беги – на западе и востоке (1620 гг.).

В окрестностях Бухары XVI в. были возведены значительные по своей величине и архитектурным качествам здания. Сложный ансамбль из двух мечетей – Чор Бакр, ханака с огромными куполами в селении Бахауддин, около могилы знаменитого ходжи Бахауддина Накшбанди.

**Некрополь Чор Бакр** (XVI-XVIII века) в селении Сумитан Бухары сложился на основе погребения Абубакра Саъда – предка главы Джуйбарских шейхов ходжи Ислама Джуйбари (XVI в.). Благодаря существованию комплекса, селение Сумитан было прибежищем дервишского ордена ходжагон. О Чор Бакре упоминают исторические источники: (Абдуллахан) «относился с исключительной любовью, с полной искренностью и верой...Ходже Джуйбари. Поэтому он начертал в сердце намерение воздвигнуть над лучезарной могилой доблестного имама Абубакра Саъда, который является великим дедом... (ходжа Джуйбари), высокие здания ханака, мечети и медресе и украсить местность вокруг них всякого рода красивыми парками и разными приятными, прелестными садами. Для (осуществления) этого в 966 г.х./1558-59 году (хан) приказал искусным инженерам, проницательным философам избрать счастливую звезду, определить (благоприятное) время для постройки (зданий)... За короткое время было закончено такое сооружение, которое могло быть построено лишь в течение долгих дней, многих месяцев, примерно за десять лет. ...Каждое из этих чудесных зданий имеет высокие купола, недостижимой (высоты) своды, расписывая которые искусные художники...Поверхность куполов и сводов они покрыли ляпис-лазурью и золотом, украсили чудесными рисунками и редкими узорами. С исключительной тонкостью и изяществом они облицевали (их) различными изразцами и плитками». [8]

Застройка Чор Бакра продолжалась длительное время. Основные строения входят в центральный комплекс, состоящий из ханака, мечети и медресе. Масштабную значимость зданий подчеркивает минарет. К группе погребальных фамильных дворишков - хазира ведет вросшая в толщу средневекового кладбища узкая дорожка. В кирпичные ограды дворишков встроены входные порталы - дарваза и айваны поминальных мечетей.

От XVI в. дошли подлинные чертежи нескольких построек разного назначения. Это как бы стандартные типовые проекты [9] Среди них есть типовой проект ханака, строительство которого в XVI в. становится популярным. Это связано с образованием и развитием орденов суфизма, особенно его толк накшбандия. Из этой серии архитектурных памятников того периода ярко выделяются ханака Файзабад и ханака Бахауддина Накшбанди. Некоторые ханака XVI в. отступали от стандартного проекта лишь в деталях планировки.

В Бухаре были возведены не только мечети и медресе, мавзолеи и мазары, но и дворцы, богатые дома, караван-сарай, бани и многокупольные торговые пассажи. «В сооружениях культового назначения ярче выступает синтез старых традиций и новых веяний; в постройках общественного назначения новые веяния побеждают» [10].

С деятельностью купечества и ханов связано появление в Бухаре большого числа рыночных зданий. Из таких памятников гражданской архитектуры этого периода представляют большой интерес пять купольных сооружений, возведенных на перекрестках базарных улиц в Бухаре: Так-и саррафан (купол меняльный), Так-и тилпакфурушон (купол продавцов шапок), Так-и заргарон (купол ювелиров) и не сохранившийся ныне Так-и тиргаран (купол изготавливающих стрелы) и Так-и ордфурушон (купол продавцов муки). Об их изначальном предназначении говорят сами названия.

Наряду с другими произведениями гражданской архитектуры XVI в. Бухары, можно отметить и баню Саррафан. Она соответствовала всем качествам и достоинствам хорошей средневековой бани: солидное строение, умеренная температура, яркий свет, хороший воздух, приятная вода. «В наружной и внутренней декорировке зданий употреблялись самые разнообразные приемы, но глазурная резная мозаика, состоящая из специально вырезанных по рисунку кусочков разноцветных изразцов, как прием слишком дорогой и трудоемкий, применялась в XVI в. относительно редко» [11]. Вход в баню Саррафан ведет прямо с улицы в относительно просторную раздевальню и место отдыха. Далее начинается серия заглубленных в землю купольных помещений, связанных между собой узкими сводчатыми ходами.

В Бухаре сохранилась еще одна древняя баня, Бозор-и Корд, рядом с куполом Так-и Телпакфурушон. Полуподвальные помещения старинных бань втиснулись среди рыночных зданий и едва возвышаются над улицей своими невыразительными низкими куполами. Бухарские бани представляют собой историко-культурный интерес как типичные памятники гражданского строительства Бухары XVI века.

В XVI веке в Самарканде при непрекращающихся войнах между Шайбанидами продолжалось строительство зданий религиозного и гражданского назначения. Медресе Шайбани-хана с многочисленными худжрами, медресе Абдурахима садра и другие являются памятниками архитектуры этого периода.

Кроме Бухары и Самарканда, в других городах Мавераннахра также строились здания религиозного и гражданского назначения.

В десятой главе воспоминаний Восифи выразительно описана природа и архитектура Сабрана, медресе с двумя минаретами, которое построено по приказу Убайдулла-хана, водохранилище – «сардоба», сооруженное по приказу Мир Араба, крепость. Восифи, впадая при этом в свойственный ему гиперболический стиль, заявляет, что подобных архитектурных сооружений нет не только в Хорасане и Мавераннахре, но и невозможно найти на всем пространстве от Индии до Андалусии. На торжества по поводу открытия этого сооружения из Бухары прибыла группа ученых, и один из них по имени Шамсаддин Курти был назначен мударрисом этого медресе [12]. Восифи описывает медресе с двумя качающимися минаретами совершенно реалистично, с интересными техническими подробностями: «На плечах (китф) его айвана поставлены два высоких минарета, необычайной высоты и крайнего благородства, так, что один из поэтов этого медресе уподобил тот айван Заххаку со змеями. У гильдасты тех минаретов прикреплена цепь, а под куполами каждого минаретов пристроено бревно (чуб) так, что, когда кто-либо с силой приводит бревно в движение, цепь колеблется, и тому, кто находится на противоположном минарете, представляется, что минарет рухнет, и это одно из чудес мира» [13].

В Сыгнаке над могилой Абдулхайр-хана был сооружен мавзолей. В Ясе построена мечеть, около Карши на берегу реки возведен дворец и т.д.

XV-XVI веками датируются ура-тюбинские (истаравшанские) мавзолеи Бобо Таго и Сари-Мазар, которые при всей скромности декоративного убранства отличаются изяществом архитектуры и своеобразными чертами местной строительной школы: сочетанием сравнительно крупной зияратханы с очень маленькой гурханой. Некоторые исследователи считают годом строительства мавзолея Баба Таго 1500 г., а айвана у входа – 1800 г. [14] По сведениям начальника Худжандского уезда, мавзолей был построен в 1518 г. [15]. «Мавзолей состоит из квадратной портално-купольной зияратханы и примыкающей к ней с восточной стороны небольшой, квадратной же гурханы, выходящей на территорию небольшого древнего кладбища» [16]. Портал и внутренние стены гладко оштукатурены ганчем без орнамента, зато чудесно украшены резьбой двери – входная и ведущие в усыпальницу. В конце XIX века (1899 г.) к portalу зияратханы был пристроен 4-колонный айван. Как выяснила В.Л.Воронина, исследовавшая памятник ещё в 50-х годах XX в., айван построил

уста Ислам, а расписывал наккош Мир Аббар [17].

В пяти километрах к югу от г. Истаравшан (Ура-Тюбе) в селении Поджинкаги Гунбаз, на территории древнего кладбища расположен мавзолей Шейха Абдулкадира. Основание мавзолея относят к XV-XVI вв. Мавзолей построен в подражание среднеазиатскому стилю – перекрытие купольное и имеет квадратную форму и представляет собой небольшое монументальное купольное кирпичное сооружение из квадратного в плане помещения (3.7x3.7 м) с четырьмя глубокими нишами по сторонам, образующими крестообразную плановую композицию. С запада к зданию пристроена более поздняя зияратхана, сложенная из кирпича и перекрытая балочной кровлей. Подобно мавзолею Исмаила Самани в Бухаре, она имеет входы со всех четырёх сторон. Все четыре портала по высоте находятся на уровне кровли, что придаёт облику мавзолея сходство с надгробными центрическими сооружениями X-XI вв. В отличие от скромно оформленных фасадов (кирпичная кладка без штукатурки) особо богато решено декоративное убранство интерьера мавзолея: изящно профилированные подпружные арки, щитовидные паруса, нервюры, берущие начало в нишах, решетки-панджара, орнаментальная двухцветная мозаика – кофта и др. На полу мавзолея установлены четыре надгробных сагона. Внутренний интерьер мавзолея очень красив, стены покрыты ганчевым орнаментом. Позже в западной части мавзолея была пристроена чиллахона.

Ура-Тюбинским мавзолеям близок по архитектурному стилю древнейший из сохранившихся архитектурных памятников Хисара – **мавзолей Махдуми Азам**, построенный в XVI в. Согласно письменным источникам, мавзолей над могилой местного шейха Ходжа Мухаммада Хейваки возведен по проекту Хусейна Хорезмийского в 1547 г. Сооружение состоит из трех купольных помещений, ориентированных по странам света: зияратханы, гурхоны и мавзолея-приставки. Судя по строительным приемам, отдельные помещения постройки этого памятника возведены разновременно: первоначально были построены зияратхана и гурхона, позже было построено третье помещение.

Зияратхана представляет собой в плане квадрат, в середине каждой стороны которого находятся четыре глубокие прямоугольные сводчатые ниши, покрытые стрельчатыми сводами. Тимпан всех четырех сводчатых ниш отмечен прямоугольными заглубленными обрамлениями. Подкупольная конструкция этого помещения состоит из арочных парусов без внешнего прямоугольного обрамления, заполненных сомкнутыми сводами. Непосредственно на арочных парусах и промежуточных нишах покоится купол. Гурхона также представляет в плане квадрат с проёмом двери в южной стороне, ведущей в зияратхану. Купольное перекрытие опирается на четыре арочные паруса, заполненные сомкнутыми сводами. Стены помещений покрыты ганчевой штукатуркой. Более поздняя, квадратная в плане, пристройка имеет четыре глубокие ниши, перекрытые сводами. Купол основан на четырех пересекающихся арках, образованных ганчевыми отливками.

Главный вход в виде портала располагается на южном фасаде. Портал венчается, как и весь объем мавзолея, рядом вертикально поставленных кирпичей (дандона). Все плоскости фасада лишены какого-либо декоративного убранства и представляют собой кирпичную поверхность со следами ганчевой штукатурки.

Архитектурно-планировочная композиция мавзолея Махдуми Азам отличается от других среднеазиатских мавзолеев тем, что внутренний крестообразный план его сохранен и во внешнем контуре, в связи с этим наружные стены здания при одноплановой высоте с внешней стороны образуют глубинные многоплановые объемы, подчеркивающие цельность сооружения и ясность его тектоники. Такая трактовка мавзолея придаёт ему оригинальность и уникальность.

Другой примечательной особенностью Махдуми Азам является то, что он сохранил в своей структуре отголоски древней архитектурной типологии: судя по ряду признаков, гурхона первоначально представляла собой отдельное центрическое купольное сооружение типа «чартак», уходящее своими корнями в период античности и раннего средневековья.

Относительно времени основания мавзолея **Шейха Муслихиддина** в Худжанде среди учёных нет единого мнения. Первое упоминание о нем относится к 1391-1392 гг., когда Шарафиддин Али Йазди пишет о том, что Тимур был в Худжанде, чтобы "...посетить гробницу Шейха Маслихата" [18]. Исследователи при раскопках обнаружили остатки сооружения этого времени [19]. Некоторые учёные его основание относят к 1394 г., а другие к XV-XVI в., ко времени правления тимурида эмира Шахруха и даже к более позднему времени [20].

В XV–XVI вв. у подножия входных ворот в Хисорскую крепость начала формироваться городская площадь – Регистан с медресе, караван-сараями и торговыми рядами. Медресе Кухна в Хисоре построена в XVI–XVII вв., а медресе Нав в XVII–XVIII вв. Город Хисор был почти полностью разрушен во время борьбы Шайбанидов с Тимуридами [21].

В XVI в., точнее в 1585-86 годах в селе Навгилем (Исфара) была построена большая мечеть-намозгох Абдуллахана. «Памятник интересен тем, что он по плановой композиции очень близок к распространенному типу намазгах Ферганской долины, в частности Касанскому, Ошскому, Кокандскому и другим намазгах» [22]. В центре ее – высокий купольный зал, расширенный четырьмя нишами. Передняя ниша необычно большой глубины открывалась в портал, через две другие ход шел в боковые «крылья» – аркады, раскрытые на фасад и перекрытые куполами. Ныне сохранилась только правая аркада. Купольные ячейки в ней составляют глубину в три ряда. Портал декорирован поздней росписью по штукатурке. Северную, восточную и южную стороны двора занимали худжры, от которых до недавнего времени уцелели только худжры северной стороны. В 1909 г. в центре восточной части двора на средства некоего Саида Алибоя был построен минарет, который стоит и поныне. Позже навгилемская мечеть была превращена в мадраса, где занятия продолжались до 1928 года. В 1999 году, в преддверии празднования 1100-летия Государства Саманидов, мадраса была полностью восстановлена силами народных мастеров.

В рассматриваемый период в Мавераннахре также развернулось строительство ирригационных сооружений и мостов. Васифи упоминает в своих мемуарах об ирригационном сооружении, осуществленном около Саврана Мири Арабом – два кяриза с защищавшим их укреплением, внутри которого был устроен колодец глубиной в сто пятьдесят гязов, с приспособлением для механического подъема воды [23]. Бабур упоминает о девяти каналах Андижана и также о проточных каналах Исфары [24].

Из инженерных сооружений XVI в. в Средней Азии кратко остановимся на инженерном сооружении – мосте Искандара, построенном в XVI в. Он расположен на важной древней торговой магистрали, связывавшей Термез и южные районы Мавераннахра с Чаганианом и Хисором. Мост представляет собой однопролетное монументальное сооружение, переброшенное через Бандыхан-сай, который в этом месте образует широкий (до 20 м) и глубокий (9-10 м) каньон. Опирается на два береговых устоя, дополнительно укрепленных двумя контрфорсами. Пролет перекрыт двойной стрельчатой аркой, толщиной в три кирпича каждая. Мост выстроен целиком из жженого кирпича (25x25x5 см; 26-28x4-4.5 см) и другими на цементном растворе. Размеры: общая длина – более 70 м, ширина проезжей части – 5.75 м, высота от дна русла до уровня проезжей части – 12.1 м, пролет арки – 5.8 м. По предположению первых исследователей (Б.Н.Кастальский, Д.Д.Букинич), мост мог быть не только виадуком, но и акведуком.

Строительство ирригационных сооружений типа кяризов, дамб-сарбандов, мостов, крупных фортификационных сооружений вокруг городов наглядно демонстрирует профессионализм и мастерство архитекторов-строителей. Возведение моста-вододелителя на Зерафшане, построение вододерживающей плотины «Абдулла-хан-банди», инженерное сооружение с водоспускным регулятором в Акчобе к востоку от Нураты, проведение оросительных каналов недалеко от Саура на р. Вахш и др. относятся к объектам гражданского назначения того периода.

## Литература

1. Пугаченкова Г.А. Шедевры Средней Азии. – Ташкент: Издат. литер. и искусства, 1986, с. 87-88.
2. Мирбабаев А., Мукимова С., Усманов К. Средневековая городская культура Центральной Азии. – Душанбе: Мерос, 2001, с. 35-44.
3. Рахматуллаева С. Средневековое зодчество в миниатюрах Мавераннахра XV-XVII вв. – Душанбе: Дониш, 1997, 165 с., ил.
4. Гафуров Б. Таджики. Древнейшая, древняя и средневековая история. - Душанбе: Ирфон, 1989, с. 298.
5. Гафуров Б. Таджики. Древнейшая, древняя и средневековая история. - Душанбе: Ирфон, 1989, с. 296.
6. Прибыткова А.М. История и культура народов Средней Азии (древность и средние века). – М.: Наука, 1976, с. 107-110.
7. Хафиз-и Танъш ибн Мир Мухаммад Бухари. Шараф-нама-йи шахи. Перевод с персидского, введение, примечания и указатели М.А.Салахетдиновой. -ч.І. - М.,1983, с. 259.
8. Хафиз-и Танъш. Указ. соч., с. 226.
9. Пугаченкова Г.А. Архитектурные заметки. «Искусство зодчих Узбекистана»//Сб. статей, I.- Ташкент, 1962, с.194-210.
10. Гафуров Б. Указ. кн., с.297.
11. История народов Узбекистана. т.ІІ. - Ташкент, 1947, с.64.
12. Зайн ад-Дин Махмуди Васифи. Бадае' ал-вакае'. - т.І. – Тегеран, 1349, с. 267-280.
13. Там же, с. 269.
14. Камол Х. Мазорхой Шимоли Точиктистон.- Душанбе, 2004, с.80.
15. Мухтаров А. История Ура-Тюбе. - Душанбе, 1999, с.195.
16. Мамаджанова С., Мукимов Р. Мазары Таджикистана. – Душанбе, 1995. с.37.
17. Воронина В.Л. Народная архитектура Северного Таджикистана. – М., 1959, с.31.
18. Греков Е.Д., Якубовский А.Ю. Золотая орда и ее падение. – М., 1950, с.354-355.
19. Талбакова Н.С., Никитина О.М. Исследования по истории и культуре Ленинабада. - Душанбе, 1986, с. 129-130.
20. Камол Х. История мазаров Северного Таджикистана. - Душанбе, 2005, с. 111.
21. Мукимов Р., Хакимов Н. Строительная культура Гиссарской долины X –XX вв. - Душанбе, 2003, с. 19.
22. Камол Х. История мазаров Северного Таджикистана. Указ. кн., с. 214.
23. Зайн ад-Дин Махмуд-и Васифи. - Указ. соч., с. 271-272.
24. Захир ад-Дин Мухаммад Бабура. Бабурнаме. Перевод М.Салье. - Ташкент, 1958, с. 12, 13.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими,  
Институт истории, археологии и этнографии им. А. Дониш АН Республики  
Таджикистан*

**Ҳ.Камол, Р.Муқимов**

### МЕЪМОРИИ МОВАРОУННАХР ДАР САДАИ XVI

Дар ин мақола масоили таърихӣ авзои хунари меъморӣ дар садаи XVI ба баррасӣ кашида шудааст. Баъди хучуми қабоили Дашти Қипчоқ дар ибтидои садаи XVI ба Мовароуннахр хунари меъморӣ аз раванқи худ боз монд, аммо меъморони мовароуннахрӣ бо ҳама мушкилоти пешомада нигоҳ накарда, хунари худро тараққӣ доданд, ки дар натиҷа аз он замон ба мо ёдгориҳои арзишманди меъморӣ боқӣ мондааст.

**H. Kamol, R. Muqimov**

### ARCHITECTURE MOVAROUNNAHR XVI AGE

## СОЦИАЛЬНО – ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

М. Раҳимов

## МАҚОМИ ИНСОН ДАР ФАЛСАФАИ А. ҒАЗЗОЛӢ

**Антропосентризм** Ғаззолӣ. Дар таълимоти онтологии Ғаззолӣ инсон мақоми марказиро ишғол мекунад. Зеро маҳз инсон ҳомили чавҳари илоҳӣ мебошад. Сарманшаи ин ғоя бешак оятҳои «Китоби муқаддас» аст, ки инсонро чун сураат ва шабеҳи Худованд тасвир менамояд.

Таълимоти онтологии Ғаззолӣро бидуни инсон яъне бидуни мақом ва манзалати инсон тасаввур кардан ғайриимкон аст. Тибқи таълимоти мутафаккир олам аз се қисм иборат аст: олами мулк – ин олами зоҳир ва ҳиссиёт, олами ҷабарут – ин олами рӯҳонӣ ва олами ғайб ва малакут – олами пинҳонӣ ва ғайритабиӣ. Ҳар яке аз ин олам дар сатҳҳои гуногун бо ҳастии инсон вобастагии ногуастание дорад. Мисли он ки олам дар таълимоти космологии Ғаззолӣ ба се қисм тақсим шудааст, инсон низ ба се қисм ҷудо шуда, ба олами мулк – ин узвҳои ҷисмонии аз ҷиҳати ҳисси даркшаванда, ба олами малакут – рӯҳ, ақл, қувва, ирода ва ғайра мутобиқ аст; ба олами ҷабарут – эҳсосҳое, ки дар ҳис мавҷуданд ва қувваҳое, ки дар қисмҳои он маҳфузанд, мутобиқ мебошанд.

Асоси назарияи космологии Ғаззолӣ оид ба олами сегоноро ғояи мушобеҳи олам ба инсон, яъне мафкураи мушобеҳи инсон чун олами сағир ва олам чун олами кабир ташқил мекунад.

Дар асари Ғаззолӣ «Имлоъ...» омадааст, ки мисли он ки олами кабир аз ду қисм иборат аст: яке - зоҳир, ки бо ҳиссиёт дарк мешавад, яъне олами мулк ва дигаре – ботин, ки бо ақл дарк мешавад – олами малакут, инсон низ ба ду қисм тақсим мешавад: олами зоҳир, ки тавассути ҳис дарк мешаванд, ба монанди устухон, бадан, хун ва чавҳарҳои тавассути ҳис даркшаванда ва олами ботин; ба монанди: рӯҳ, ақл, дониш, ирода, қувва ва ғайра.

Дар асри хеш «Китоб ал-арбаъа» Ғаззолӣ робитаи олами кабирро бо олами сағир аз нигоҳи ҳолатҳои гуногуни психологӣ инсон мавриди таҳқиқ қарор медиҳад. Аз ҷумла Ғаззолӣ чунин менигорад: «Бидон, ки ту дар се олам ҳастӣ ва порас аз ҳар кадоме аз олам дар туст. Бидон, ки нури муназзахи дониш аз олами малакут таҷаллий мекунад ва ба асрори қалбат ворид мешавад, зеро он низ малакутист. Аммо нисбати чунин натиҷаҳои он, ба мисли тарс, ҳарос, шодӣ, тобеъият ва ғайра, онҳо аз олами ҷабарут судур меёбанд. Ҷое, ки онҳо маскан мегиранд ин қафаси сина мебошад, ки аз олами ҷабарутист. Ин аз олами дуюмини туст ва таҷассумигари он қафаси сина мебошад. Аммо таҷассумгари олами якум дил аст, зеро олами ҷабарут байни олами малакут ва олами маҳсус ҷойгир аст, мисли он ки сина байни дил ва қисмҳои бадан ҷой гирифтааст».[1]

Яке аз хусусияти ҳоси таълимоти Ғаззолӣ роҷеъ ба олами кабир ва сағир аз он иборат аст, ки вобастагии сохтори оламо дар сохтори инсон дарёфт менамояд. Мақоми баланди инсонро дар силсилаи маротиби ҳастӣ Ғаззолӣ дар он мебинад, ки мақсади олии ӯ тавассути камоли маънавӣ ба висоли Худованд расидан аст. Ва ин мафкура бешак аз анъанаи ирфонӣ маншаъ мегирад. «Мо,- мегӯяд шарқшиноси рус В.В.Наумкин, -ҳукуки пурра дорем аз ин лиҳоз низоми ӯро антропоэтикӣ (инсонӣ-ахлоқӣ) номем, зеро ки сохтори олам аз сохтори инсон бароварда мешавад».[2]

**Озодии ирода.** Масоили сарнавишт (тақдир) ва озодии ирода яке аз мушкилтарин ва печидатарин масъалаҳо дар фалсафа, алалхусус дар фалсафа ва дини мубини ислом ба шумор меравад. Аз нигоҳи В.В. Наумкин масъалаи мазкур дар осори Ғаззолӣ се ҷанбаи асосиро фаро мегирад:

1. Оё инсон дар амали хеш озод аст?

2. Чӣ гуна метавон тобеъияти инсонро дар амали худ ба Худо (агар чунин аст) ва масъулияти ахлоқии ӯро барои амали хеш ба ҳам муттаҳид намуд?



3. Чи гуна кӯшиши Худоро дар офариниши хайр дар замин ва ҳамаи фосиқие, ки дар он аст, ба ҳам муттаҳид намуд? [3]

Ба суоли якум Ғаззолӣ посух медиҳад, ки инсон ба озодии ирода маҷбур кунонида шуда, яъне ба озодии интихоб маҷбур карда шудааст. Барои дарки ин маънӣ Ғаззолӣ, аз истифода аз забони мутакаллимин мегӯяд, ки бояд се маънии истифодаи калимаи «амал»-ро нисбат ба инсон дар назар дошт. Масалан, мегӯянд: инсон бо панҷа менависад, бо шуш ва гулӯяш нафас мегирад, ба об ғӯтавар мешавад, агар ба болои он бо тамоми ҷисми худ таъя намояд. Ба маънии иҷборӣ, ҳамаи онон монанданд, аммо аз рӯи намуди ҳаракат тафовут доранд. Ғӯтавар шудани бадани инсонро ба об чун амали табиӣ, нафаскаширо ихтиёрӣ ва навиштро амали озодии ирода пиндоранд. Ду ҳаракати аввал иҷборӣ аст. Фақат амали саввумро чун таъсири озодии ирода номид ва онро чун амали хоҳиш ё ғайри хоҳиши инсон набояд тасаввур кард, таъкид менамояд Ғаззолӣ.

Дар таълимоти Ғаззолӣ манбаъи озодии иродаро «шакку шубҳа» ташкил мекунад ва он асос меёбад ба дониш, зеро ирода ба дониш тобеъ аст. Чизе ки инсонро қонеъ мегардонад, тавассути дониш муаян мешавад. Донишро инсон тавассути ду чиз ба даст меорад: якум ба василаи диди берунӣ ва диди дохилӣ. Дувум – тавассути ақл (зеҳн). Диди берунӣ ва дохилӣ ба объектҳои равона шудаанд, ки онҳо бе ҳеҷ гуна дудилагӣ ва таъхирнопазирӣ ба инсон манфиатнок бошад ва ба онҳое, ки ба зарурияти онҳо ақл метавонад шубҳа намояд.

Ба якумӣ он амалеро мисол овард: вақте ки ба чашми фард сӯзанеро наздик оранд ё шамшерро бар сари ӯ қулоҷ кашанд дар ин ҳолат, мегӯяд Ғаззолӣ, дар дониши инсон шубҳа нест, ки рафъи таҳдид нисбати ӯ неқ ва муфид аст. Дар ин маврид қабули қарор лозим нест: ирода аз дониш пайдо мегардад, аммо қувва – аз ирода. Пилқҳои чашм пӯшида мешаванд, то чашмро хифз намояд ва даст сипар мегардад, то монетӣ шамшер гардад. Ва ин ҳама бидуни мушоҳида ва тафаккур буда, аммо аз рӯи ирода ба амал меояд.

Дар байни ҳадафҳо (объектҳо), таъкид мекунад Ғаззолӣ, намудҳои мавҷуданд, ки нисбати онҳо ба қароре омадан мушқил аст ва ақл ба онҳо шак меоварад. Инсон наредонад, оё он барои ӯ муфид аст ё на ва аз ин хотир ниёз ба мушоҳида ва тафаккур дорад, то ин ки муайян созад, чӣ барои ӯ хубтар аст: иҷро бикунанд ё на. Дар мисоли болоӣ Ғаззолӣ механизми пайдоиши умуман иродаро нишон медиҳад. Аммо вақте ки ирода чун саъйи пиёда намудани он чизе, ки ақл чун хайр ба вучуд меорад, истифода мешавад, дар ин маврид ин ирода чун иродаи озод номида мешавад. Яъне ирода ба он чизе равона шудааст, ки онро ақл чун неқӣ пазируфта аст. Ин аст моҳияти озодии ирода.

Барои ба вучуд омадани иродаи аввалӣ талаботе, ки ба иродаи дуввумӣ лозим аст, шарт ва зарур нест, яъне сарфи назар намудани исботи неқияти рафтор барои фарди амалкунанда. Аммо хайри инкори шамшер бидуни мушоҳида ҳам аён аст. Он аз рӯи ғариза (ё ҳадс) сурат мегирад. Аммо иродаи ахир мушоҳидаро тақозо мекунад.

Ҳамин тавр, ҳулоса мекунад Ғаззолӣ, озодии ирода намуди махсуси иродаро ташкил мекунад, ки он бо ишорати ақл ба вучуд меояд нисбати он ки инсон ба он мутмаин нест ва шак дорад.

Беҳуда нагуфтаанд, ки ба инсон ақл барои он лозим аст, ки беҳтарини беҳтаринро аз зишти зишттарин фарқ карда тавонад.

Ғаззолӣ қайд менамояд, ки ирода метавонад танҳо дар мавриде пайдо гардад, агар он ба ҳис ва тасаввурот ё қарори ақл мутобиқ бошад.

Бинобар ин агар инсон, масалан, хоҳони буридани задани сари хеш бошад, ба ӯ ин кор муяссар намешавад, на аз он сабабе, ки қувваи ӯ басанда нест, ё набудани корд, балки аз сабаби он ки ӯ ирода надорад, ки ба қувва мурочиат намояд ва онро ба амал маҷбур созад. Адами қувва аз он ҷиҳат аст, ки он метавонад танҳо бо қарори ақл ё ҳис ба вучуд ояд, зеро муфид будани амалро барои инсон онҳо муаян кардаанд. Худкушӣ барои инсон амали ғайримакбул аст. Агарчанде тамоми қувваи узвҳои худро ба кор андозад ҳам, ӯ худро кушта наметавонад, ба ҷуз мучозоти тоқатфарсои азиятбор, ки ӯро насиб гардид. Дар ин маврид ақл дар қабули қароре дудила мегардад ва шак ба он меорад, ки кадомин аз ин ду шарр зишттар аст. Агар баъди андеша ба ҳулосае ояд, ки амали худкушӣ накардан камтарин гуноҳ аст, ӯ

наметавонад худро бидунад. Вале агар фард ба қароре ояд, ки гуноҳи камтарин – худкушӣ аст ва қарори ӯ қатъӣ ва бебаргашт аст ва тарзи дигари рафтор номумкин аст, дар ин ҳол ирода ва баъдан қувва зуҳур мекунад. Таҳлили таълимоти Ҷавҳар доир ба озодии ирода нишон медиҳад, ки дар он механизми амали падидаи озодии ирода возеҳу равшан ва мантиқан асосёфта баррасӣ шудааст.

Иштибоҳе нест агар тахмин намоем, ки Ҷаззолиро чун яке аз саромадони таълимоти озодии иродаи Аврупо номид. Зеро асоси озодии иродаро дар таълимоти ӯ маҳз дониш ташкил мекунад. Амалиёти иродавии инсонӣ он вақте озод аст, ки он ба ақл таъна наояд. Тавре маълум аст муодилаи озодии ирода ба ибораи файласуфони машҳури аврупоӣ Б. Спиноза ва Гегел чун зарурияти даркшуда арзёбӣ шудааст, яъне маҳз маърифати қонуниятҳои табиат ва ҷамъият ба инсон озодии амалро таъмин менамояд. Фарқият танҳо дар он аст, ки дар таълимоти аврупоӣ ирода ба зарурат равона шудааст, аммо дар Ҷаззоли дарки зарурат тавассути шаку шубҳа ба амал бароварда мешавад, то ин ки роҳи беҳтари ҳалли ин ё он масоил ёфта шавад.

Ақидаҳои дар Ҷавҳар зикршудаи Ҷаззоли оид ба озодии ирода дар сатҳи маърифатӣ (гносеологӣ) мавриди таҳқиқ қарор ёфтаанд. Аммо дар сатҳи ҷаҳонбинӣ масъалаи мазкур ниҳоят шадид ва мураккаб арзёбӣ шудааст, зеро дар он масъалаи мазкур аз нуқтаи назари дини расмӣ исломӣ, таълимоти ирфонӣ ва фалсафӣ гузашта шуда ва дар ҳалли он низ роҳу усулҳои мутобикан гуногун истифода шудаанд.

Барои дарки таълимоти Ҷаззоли оид ба сарнавишт ва озодии ирода бояд, ки мазмуни мафҳуми «қасб» низ омӯхта шавад. Таълимоти «қасб» аввалин маротиба дар таълимоти каломии Ашарӣ оид ба сарнавишт ва озодии ирода мавриди баррасии қарор ёфта буд. Ҷаззоли низ дар масъалаи озодии ирода ин мафҳуми Ашариро қабул намуд. Тибқи ақидаҳои Ашарӣ эҷодкунандаи тамоми рафтору кирдори инсонӣ ахируламр Худои таъоло мебошад, вале ӯ ба инсон пиёда намудани ин ё он рафторро пешкаш мекунад ва бо ин иқдом ӯро имтиҳон мекунад. Агар инсон бо фазилат аст, ӯ ба амали зишт даст намеزанад, аммо агар ӯ гуноҳ содир наояд ӯ ба мучозот маҳкум мешавад. Шарқшиноси муосири ғарбӣ доктор Ф.Л. Баккер аз ҷумла қайд мекунад, ки «уламои исломӣ мушкилии ин қазияро ниҳоят тез эҳсос менамуданд ва сабъ мекарданд ҷоеро барои масъулияти ахлоқии инсон пайдо наоянд. Онҳо сабъ намуданд ин қазияро тавассути таълимоти «қасб» пиёда наоянд, ки тибқи он дар мавриде, ки Худо амалеро эҷод мекунад, инсонба аз он худ будани он розигӣ медиҳад ё онро рад менамояд. Ҷамин тавр ӯ барои ин амал масъул мегардад, гарчанде дар асл онро Худо ба ҷо овард». [4]

Таълимоти дигаре, ки дар он масъалаи тақдир ва озодии ирода аз ҷониби Ҷаззоли баррасӣ мешавад ин таълимот дар бораи ризо мебошад, ки ба таълимоти қасб аз ҷиҳати мазмун наздик аст. Дар он аз як тараф ғояи тақдирпарастӣ (фатализм) ва ҳама гуна амалиётро ба Худо нисбат додан ва аз тарафи дигар – сафед намудани масъулияти ахлоқии инсон ба ҳам омезиш ёфтааст. Яъне Ҷаззоли мекӯшад ғояи хайри Худовандро бо ақидаи оид ба зарурати зишти дар рӯи замин баҳри имтиҳони одамон ба ҳам пайваست наояд.

Дар ҳалли масъалаи тақдир ва озодии ирода Ҷаззоли ва умуман фалсафаи исломӣ ба як қатор ихтилоф ва мушкилиҳое дучор мегарданд. Масалан; агар дар олам ҳама аз иродаи Аллоҳ сурат гирад, аз он ҷумла гуноҳҳо низ, пас чи гуна аз одамон маҳкум намудани гуноҳҳо, нафрат ба фиску фасодро талаб намоем? Охир маҳкуми гуноҳ, маънои маҳкуми ҳукми Худоро низ дорад. Чи гуна, суол мекунад Ҷаззоли, -ду зиддияти ба якдигар муҳолиф – ишқ ва нафратро ба ҳам якҷо намуд?

Ҳалли мантиқии ин мушкилотро Ҷаззоли, чунин баён намудааст: Аллоҳ одамонро – ба гуноҳ водор мекунад ва бо ин эшонро имтиҳон мекунад, аз ин хотир, ки то бифаҳмад: оё он фард амали ба офаридгор носазоро иҷро мекунад. Ва аз рӯи муносибати одамон ба ин рафтори зишт Худованд огоҳ мегардад, ки кадоме аз онҳо ӯро дӯстдоранд ва кадоме на. Яъне на танҳо рафтори зишт, балки муносибати одамон, маҳкум намудани ин кирдори зишт аз ҷониби онҳо низ муҳим аст.

Ҷамин тавр дар таълимоти Ҷаззоли оид ба сарнавишт ва озодии ирода ду ҷанбаи ба ҳам

муқобил пайванд ва созиш ёфтаанд. Аз як тараф ӯ ба сарнавишт, ба иродаи мутлақи Худованд эътимод дорад ва ҳар як рафтори инсон аз рӯи иродаи илоҳӣ муаян мешаванд. Масалан, дар яке аз фаслҳои китоби «Эҳё» оид ба таълимоти «Ризо» омадааст, ки «ҳам гуноҳҳо ва ҳам беҳудой – ҳукми Аллоҳианд. Аз чониби дигар ӯ масъулияти маънавии инсонӣ, озодии ирода ё интихобро эътироф мекунад, ва инсонро низ аз қорҳои бад эмин нигоҳ медорад ва маҳфуз менамояд».

### Хулоса

1. Гарчанде Ғаззоли ба таълимоти ал - Ашарӣ ва илоҳиётшиносии суннӣ таъна намояд ҳам, аммо дар фарқият аз онҳо дар таълимоти ӯ инсонӣ фардӣ ҷои марказиро ишғол менамояд. Худогоҳии рисолати инсон, дарки вазифаи ҳеш дар зиндагӣ ва шинохти ҳеш яке аз ормонҳои тасаввуфӣ буданд, ки ба ҷаҳонбинии Ғаззоли батаъсир намонд.

2. Ҷои шубҳа нест, ки Ғаззоли чун эҳёгари мазҳаби суннӣ эътироф шудааст. Аммо хизмати ӯ на дар он аст, ки тасаввуфро бо анъаноти суннӣ васл намуд, балки дар он зухур меёбад, ки ӯ усул ва сохтори навро ба дин ҷорӣ намуд, яъне ба мазҳаби расмӣ суннӣ аз дидгоҳи нави ҳастии инсон, аз дидгоҳи фарди соҳибхитӣ, ки дар худ беҳтарин ормон ва арзишҳои тасаввуфиро таҷассум кардааст, назар намояд. Маҳз дар ҳамин замина, яъне тавачҷӯх ба мақом ва манзалати инсон, бузургдошти ӯ чун фардият ва маҳлуқи малакутӣ, ба Ғаззоли имкон дод то ӯ чун ислоҳотгар ва эҳёгари дини исломӣ шинохта шавад. «Чунин усул, навиштааст Наумкин, -зарурияти ислоҳоти динӣ ва талабот ба чунин равияро дар илоҳиётшиносӣ ба вучуд овард, ки он масъалаҳои диниро дар робита бо ҳастии инфиродии инсон баррасӣ намояд».[5]

3. Ақидаҳои антропологӣ А.Ғаззоли, дар баробари дигар ҷанбаҳои фаъолияти илмӣ ӯ ба мисли ақидаҳои космологӣ, ирфонӣ-фалсафӣ ва ғайра, аз бисёр ҷиҳат аз файласуфони мактаби машшоъ, алалхус Арасту, Форобӣ ва Сино ва навафлотунӣ маншаъ мегирад. Беҳуда нест, ки тамоми ашъори Ғаззолиро аз як тараф ақидаҳои динӣ – ирфонӣ муаян намоянд, аз чониби дигар ашъори фалсафии ӯро анъанаҳои ратсионалистӣ бештар ба худ ҷалб мекарданд. Бинобар ин ӯ тавонистааст равияҳои ба ҳам зид ва мухолифро ба ҳам созиш диҳад ва чун тараннумгарӣ маърифати ақлонӣ дар эҷодиёти ҳеш баромад намояд.

### Адабиёт

1. Ғаззоли М. Китоб ал-арбаъа, с. 49.
2. Т.Наумкин В.В. Асари Ғаззоли Эҳёи улум ал-дин, М.: Наука, 1980 с. 83.
3. Т.Наумкин В.В. Асари Ғаззоли Эҳёи улум ал-дин. М.: Наука, 1980, с. 279.
4. Т.Наумкин В.В. Тавзеҳот ба асари Ғаззоли Эҳёи улум ал-дин., с.304
5. Наумкин В.В. Асари Ғаззоли А. Эҳёи улум ал-дин, с.51

*Таджикский технический университет им. акад. М.С.Осими*

**М.Х. Рахимов**

### ПОЛОЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В ФИЛОСОФИИ А.ГАЗЗОЛИ

В данной статье рассматриваются антропологические воззрения выдающегося средневекового теолога А.Газзоли, которые носят в целом антропологический характер. Человек есть микромир, который находится в центре Вселенной макромира.

**M. Rakhimov**

### THE OF HUMAN IN PHILOSOPHY OF A. GAZALI.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Т. К. Джураев

## ЛЕКСИКА РЕМЕСЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПОЭЗИИ РУДАКИ

В истории персидско-таджикской литературы IX в. является началом новой эпохи – эпохи классической литературы, которая в X в. достигает значительного расцвета. Большая заслуга в этом принадлежит прежде всего основоположнику персидско-таджикской литературы на языке дари (фарсии-йи дари) **Абуабдулло Рудаки** (858-941). Из огромного литературного наследия поэта до нас дошло приблизительно 2 тысячи разрозненных строк и отдельных отрывков. Но и в этом небольшом объеме ярко проявляется поэтический гений Рудаки:

С тех пор как существует мирозданье,  
Такого нет, кто б не нуждался в знанье.  
От знанья в сердце вспыхнет яркий свет,  
Оно для тела – как броня от бед.

Как в этих, так и в других дошедших до нас стихах поэта важное место занимает тема разума и знания, образования и науки, призыв к их овладению. Рудаки был идеологом образованного слоя средневековой городской интеллигенции (врачей, ученых, писцов, зодчих, поэтов и др.). Подтверждением тому является и лексика, собранная из дошедших до нас его поэтических строк: адаб (воспитанность, образованность; наука), ақл (ум, разум, интеллект), дастур (руководство, инструкция, предписание), дониш (знание), донишманд (мудрый, ученый; знаток, мудрец), қалам (карандаш, ручка), нур (луч, свет), омӯзгор (учитель, преподаватель, педагог), пурхунар (умелый, талантливый), сухандон (знаток слова, мастер испытание), фарҳанг (словарь, толковый словарь; просвещение, культура), хат (черта, линия), хирад (разум, мудрость). Все эти слова дошли до наших дней без изменения как по форме, так и по содержанию.

В своей поэзии Рудаки отразил быт крестьян, их труд, мастерство ремесленников. Сфера ремесленного производства представлена более чем 170 терминами [1]. Так, термины вотгар (скорняк), кадевар (садовник, землевладелец, землепашец), кафшгар (башмачник, сапожник), кӯҳкон (рудакоп), милов (ученик; подмастерье), пешкор (слуга, лакей; прислужник), пизишк (врач, доктор), устод (учитель, мастер, наставник) обозначают названия специалистов различных отраслей ремесла. Но перечисленные термины не охватывают обозначения названий всех специалистов отраслей кустарного производства, так как при правлении Саманидов [2], когда жил и творил Рудаки, получили развитие многие отрасли, например **металлообработки** (кузнечное дело, слесарное, медное, литейное, оружейное и т. п.). Подтверждением тому служат следующие термины, собранные из дошедшей до нас поэзии Рудаки: гудоз (плавка), дастгоҳ (станок, установка, мастерская), камон (стрела, дуга), кафида (трещина, разлом), киштӣ (судно), кор (работа, труд, дело), корд (нож), лаълӣ (поднос), микроз (ножницы), мисқала (шлифовальный инструмент, шлифовальный), олот (орудия, снаряжения; инструменты), омехта (примесь, смесь; смешанный), оҳан (железо), пеша (ремесло, занятие, профессия), сандон (наковальня), сим (серебро), сохт (строение, устройство, изготовление), суда (порошок; истолченный), сӯҳон (напильник), табангу (корзина, сундук; глиняный ларь), устура (бритва), чанбар (обруч, обод), чарх (колесо; прялка), шамшер (сабля; меч), охани сафед (белое железо), теғи буррон (лезвие, меч, клинок; остриё).

В поэзии Рудаки были выявлены термины, и к другим относящиеся ремеслам, например **сельскохозяйственного производства**: бел (лопата), бор (груз, багаж, выюк), дос (серп), гулистон (цветник, сад), доскола (садовый нож), занчир (цепь, цепочка), кананд (кетмень, мотыга), риқоб (стремена), чархушт (давальня); **текстильному делу**: абрешим (шелк;

шелковые вещи), атлас, бурд (высокосортная льняная ткань), даруна (ручной чесальный инструмент для шерсти, хлопка), дебо (кисея), дукон (лавка, ларек; лавка-мастерская), микроз (ножницы), навард (навой); парниён (род шелковой ткани; флер); к **ювелирному делу**: акик (сердолик, агат), гавхар (жемчуг; драгоценный камень), зарандуд (позолоченный; покрытый золотом), ёкут (яхонт), нигин (драгоценный камень, вправленный в перстень; кольцо), садаф (перламутр, жемчужина), симзада (инкрустированный серебром). Самое большое количество терминов было собрано по **строительному делу**: болор (балка, прогон; бревно), бом (крыша), бунлод (основа, основание здания), гармоба (банд, парильня; горячий источник), гил (глина), гузаргох (переход, проход), гунбад (купол), дарвоза (ворота), даревос (дверная рама, дверной засов), девор (стена), дош (печь для обжига), кӯшк (дворец, замок, вилла), қатрон (гудрон, смола), кир (смола, деготь; битум), қирандуд (просмоленный, покрытый смолой), нигорхона (картинная галерея), ороиш (украшение, отделка; оформление), остона (порог, вход; подступ), полкона (балкон), ранг (краска, окраска; цвет), рох (дорога), санг (камень; гиря), сарой (дворец, дом; постоянный двор), соз (устройство, порядок), сурат (картина, рисунок, образ), сутун (колонна, стойка), табар (топор), фарасп (центральная балка в двускатных крышах), хишт (кирпич), хона (комната, жильё, дом), тим (базар, крытый рынок; караван-сарай), санги хоро (гранит). При анализе лексики рассматриваемой сферы было выявлено употребление поэтом некоторых слов в двух вариантах: зарандуд и зарогин, гавхар и гухар (сокращенная форма слова), синонимы акл и хирад, чархушт и супор, донишманд и хирадманд (в паре наблюдаются незначительные различия, так как эти слова являются многозначными), а также небольшое количество различных по происхождению слов. Например, арабских (акл, қабо, микроз, накш, талк, таҳқиқ, хат); древнегреческих (қалам, қатрон, кир, пиёла и т. п.). Появился ряд слов на базе арабских заимствований: қирандуд, нуксон, пурнақш или индийских: палолақтеғ.

Вышли из употребления или малоупотребительными стали слова, приведенные выше: варғ, кадевар, куҳкон, микроз, милов, позер, а также парнехсанг (каменная плита), самғ (туннель) и т. п.

Значения некоторых слов сильно изменились [3]. Болор – так называли круглое деревянное бревно, использующееся в местном строительстве при перекрытии крыши. Ныне так называется конструктивный элемент, который широко применяют в строительстве и машиностроении в конструкциях зданий, мостов, машин, станков и т. п. Слово **фарасп**, которое упоминалось выше, вполне передает смысл и значение термина коньковый прогон. Это слово необходимо ввести в оборот [4].

Части местного ткацкого станка называли навард (навой), причем различали пешнавард (первый, передний навой), на который навертывается сотканная ткань и паснавард (второй навард) для тканья бархата [5]. Ныне это слово (навард) широко употребляется при обозначении названия технических деталей (вал, шпиндель).

Семантическое развитие получили и другие слова. Например, от слова чарх образовался новый технический термин дандоначарх (зубчатое колесо). Чанбар (обруч, круг) имеет техническое значение – обод. Сим – так называли в таджикской классической литературе серебро, ныне этим словом обозначается также проволока и провод. На базе слова сим появилось множество производных слов: симбур (кусачки), симкашӣ (волочение, протягивание проводов) симпеч (обмотка), симтӯр (проволочная сетка) и т.п. Используется в технической терминологии слово сим и в старом значении: симгун (серебристый), симдӯзӣ (шитье золотом), симкор (ювелир, изготовитель изделий из серебра), симқӯб (инкрустированный серебром), симполо (тигель для плавки серебра плавильщик серебра) и т. п.

Изменилось определение многих инструментов, орудий труда. Так, бел (лопата), дастгоҳ (станок), корд (нож), сандон (наковальня) – это уже не только простые инструменты и орудия труда, а современные, более совершенные.

Приобрели техническое значение такие общеизвестные слова, как занчир (цепь; занчири электрӣ – электрическая цепь), камон (дуга; кафшери камонӣ - дуговая сварка), ниру (сила;

нерӯгоҳ - силовая станция), майдон (поле), фарсуда (изношенный; тачҳизоти фарсуда - изношенное оборудование), хат (линия; хати автоматӣ – автоматическая линия). Немало подобных примеров появится и в будущем, так как техническая терминология таджикского языка находится на стадии формирования.

#### Выводы:

Общезыковые лексико-семантические процессы (полисемия, омонимия, синонимия и т. п.) в научно-технической лексике появились уже на раннем этапе развития таджикского литературного языка. Изменение значения слов, расширение их смысла, приобретение ими технического значения – один из способов обогащения технической терминологии, развития таджикского языка в целом. Сбор лексики всех старых традиционных отраслей ремесла, разумное ее использование остается актуальным и на современном этапе развития технической терминологии таджикского языка.

#### Литература

1. Абӯабдуллоҳи Рӯдакӣ. Насими Мӯлиён.- Душанбе: Адиб, 1999, 192 сах.
2. Нёзматов Н. Давлати Сомониён. – Душанбе: Ирфон, 1989, 304 сах.
3. Фарҳанги тоҷикӣ ба русӣ. – Душанбе; Дониш, 2004, ҷ. 1, 390 сах., ҷ.2, 2006, 464 сах.
4. Энциклопедияи адабиёт ва санъати тоҷик. – Душанбе: Сарредакцияи советии тоҷик, 1988-2004, ҷ. 2 – 3.
5. Сухарева Ю.А.. Позднефеодальный город Бухара конца XIX начала XX века. – Ташкент, 1952, 182-194.

*Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими*

**Т. Қ. Ҷӯраев**

### ЛЕКСИКАИ КАСБУ ҲУНАР ДАР АШЪОРИ РӮДАКӢ

Дар мақола лексикаи соҳаҳои мухталифи касбу ҳунар, ки дар ашъори боқимондаи Рӯдакӣ дида мешавад, мавриди таҳқиқ қарор гирифтааст. Таҳлил нишон дод, ки ҳодисаҳои лексикӣ - семантикӣ умумизабонӣ (сермаъноӣ, омонимия, синонимия ва ғ.) дар истилоҳоти илмӣ-техникӣ ҳанӯз дар марҳилаи ибтидоии инкишофи забони тоҷикӣ пайдо шудаанд. Тағйири мазмун, васеъ гардидану пайдо намудани маъноҳои техникӣ баъзе калимаҳо истилоҳоти илмӣ-техникӣ забони тоҷикиро ғайи гардонид.

**T. K. Juraev**

### LEXICON OF CRAFT INDUSTRY IN RUDAKI POETRY

## БА ИТТИЛОЪИ МУАЛЛИФОН

Маҷаллаи илмӣ-назариявӣ «Паёми Донишгоҳи техникӣ» насприяи Донишгоҳи техникӣи Тоҷикистон буда, дар самтҳои энергетика, информатика ва алоқа, сохтмон ва меъморӣ, нақлиёт, технологияи химиявӣ ва металлургия, иқтисод, мошинсозӣ ва технологияи маводҳо, риёзиёт, физика, кимиё, экология, илмҳои иҷтимоӣ-гуманитарӣ ва проблемаҳои муосири маориф матолиб ба наспр мерасонад. Дар маҷалла мақолоте ба наспр мерасанд, ки дарбаргирии таҳқиқот, тархҳои илмӣ-техникӣ ва методии олимони Донишгоҳи техникӣи Тоҷикистон, мактабҳои олии ва ташкилотҳои илмӣ-таҳқиқотии ватанӣ хориҷӣ мебошанд.

Маҷалла тибқи «Қонуни матбуот ва воситаҳои ахбори умум» ба наспр мерасад.

Ҳайати тахририӣ маҷалла ба таваҷҷӯҳи муаллифони мерасонад, ки ба хангоми тартиб додани мақолаи худ зарур аст, ки дастурҳои зеринро риоя намоянд:

1. Ҳайати тахрир мақолотеро, ки дар системаи Word хуруфчинӣ шуда, дар дискет ва ё диск нусхабардорӣ гардида, бо ду нусхаи чопӣ пешниҳод шудаанд, қабул мекунад. Дастхат бояд бо фосилаи 1.5 хуруфчинӣ (андозаи ҳарф 14 Times New Roman) гардида, дар қоғази сафеди андозаи А4 (297x210 мм) чопи компютерӣ шавад. Матн 28-30 сатрро дар бар гирифта, ҳар сатр дорои 60-64 аломат буда, андозаҳои 30 мм аз ҷониби чап (тақрибан 20 мм аз ҷониби рост, 30 мм аз боло ва 25 мм аз поён) риоя шавад. Ҳамаи варақҳои дастхат бояд шуморагузорӣ шаванд (аз қисмати поёнии кунҷи рост).

2. Андозаи мақола набояд бештар аз 10 саҳифаи компютерӣ бошад, ки шомили он матни тасвирҳо (графика, тасвир, диаграмма, акс (на бештар аз 4 адад), рӯйхати адабиёт (на бештар аз 15), хулосаи мақола бо забони тоҷикӣ ва англисӣ (на бештар аз 100 калима бо дохил кардани номи мақола, ному насаби муаллиф) бошанд. Тасвирҳо, графика, диаграмма ва аксҳо бояд алоҳида дар принтери лазерӣ бо иҷозаи на камтар аз 300 dpi (нуқтаҳо дар дюйм) чоп шаванд. Дар тасвирҳо тавзеҳ раво нест. Иловатан, тасвирҳо бояд дар шакли файли алоҳида бо андозаи jpg ва ё gif бо иҷозаи на камтар аз 300 dpi, на камтар аз андозаи 5x6 см ва на бештар аз андозаи 18x24 см пешниҳод гарданд.

Ҳайати тахрир барои наспр танҳо тасвирҳои сиёҳу сафедро қабул мекунад.

Ба такрори як иттилоот дар матн, ҷадвалҳо ва тасвирҳо набояд роҳ дод.

3. Матни мақола бояд ба тариқи мухтасар баён шуда, бо диққат тахрир ёфта ва аз ҷониби муаллифони бо нишон додани ному насаб ва зикри шумораи телефонҳои имзо гузошта шавад. Ҳар нусха бояд дарбаргири матни мақола, рӯйхати адабиёти истифодашуда, тасвирҳо, имзо ва дар варақи алоҳида матни хулосаи тоҷикӣ ва англисии мақола бошад.

Дар саҳифаи аввали мақола дар кунҷи рост бахши илмие, ки мақола боястӣ дар он ғунҷонида мешавад, нишон дода шуда, дар байни сатри дигарӣ ном ва номи хонаводагии муаллифони, дар поёнии он номи мақола, дар охири матни мақола рӯйхати адабиёти истифодашуда зикр гардида, баъдан номи муассисае, ки он таҳқиқот анҷом пазируфтааст, хулосаи мақола ба забони тоҷикӣ ва англисӣ оварда шавад.

4. Дар мақола бояд воҳиди физикӣ ва аломоти системаи байналмилалӣ воҳиди СИ истифода шавад.

5. Формулаҳо ва рамзҳо бояд дар компютер чоп шаванд (андозаи ҳарф 12). Аз аломоти ноҳинҷор худдорӣ бояд кард. Формулаҳои шуморагузошташуда бо сатри сурх навишта шуда, шумораи формула дар қавсайн дар қанори рост гузошта мешавад. Он формулаҳои шуморагузорӣ мешаванд, ки иқтибос дошта бошанд.

6. Ба истиснои ихтисорҳои маъмул, дигар ихтисорҳо бояд фаҳмонида шаванд.

7. Хангоми дар матн зикр намудани номи хориҷӣ дар қавсайн бояд тариқи асли навишти онҳо дода шавад.

8. Ҷадвалҳо ба тартиби зикри онҳо дар матн бо рақамҳои арабӣ шуморагузорӣ мешаванд. Номи ҷадвал бояд баъд аз шумораи он биёяд. Ҳамаи қисматҳои дар ҷадвал бояд сарлавҳа дошта бошанд ва бо хатҳои амудӣ ҷудо шуда бошанд. Дар матни воҳидҳои даҳӣ тавассути нуқта ҷудо шаванд.

9. Дар матн зарур аст, ки ба ҳамаи ҷадвалҳо, тасвирҳо ва аксҳои овардашуда иқтибос карда шавад.

10. Адабиёти нақли қавлшуда зери сарлавҳаи «Адабиёт» дар охири мақола оварда мешавад. Ҳамаи иқтибосҳо бо забони асл дода шуда, шуморагузорӣ мегарданд. Адабиёти нақли қавлшуда ба тартиби зикри асар дар матн бояд шуморагузори пай дар пай дошта бошад. Иқтибос аз адабиёт дар матн бояд дар қавсайни мураббаъӣ гирифта шавад. Ба осори наспрнашуда иқтибос иҷозат нест.

Рӯйхати адабиёт чунин тартиб дода шавад. Барои китобҳо: номи хонаводагӣ ва аввалин ҳарфи исми ва исми падари муаллиф, номи комили китоб, макони наспр, насприёт, соли наспр, ҷилд ва ё интишор, саҳифаҳои умуми китоб. Барои насприяҳои даврӣ: номи хонаводагӣ ва аввалин ҳарфи исми ва исми падари муаллиф (он), номи маҷалла, соли наспр, ҷилд, шумора, саҳифаи аввал ва охири мақола. Пеш аз макони наспр тире, дар байни макони наспр ва насприёт ду нуқта, пеш аз соли наспр вергул ва пеш аз номи маҷалла тире гузошта мешавад.

11. Баргардонидани мақола ба муаллиф барои такмил ин маъноро надорад, ки мақола барои наспр пазируфта шудааст. Ҳайати тахрир баъди гирифтани матни такмилшуда дастнависро бори дигар баррасӣ менамояд. Матни такмилшуда бояд ҳамроҳи нусхаи аввали мақола ва ҳамчунин посух ба ҳамаи эродҳои баргардонидани мақола. Таърихи ворид шудани мақола рӯзи қабули варианти ниҳоии мақола аз ҷониби ҳайати тахрир маҳсуб мешавад.

12. Дастнависи мақолоте, ки посухгӯи ин талаботҳо нестанд, ба муаллифони баргардонидани мақолаи худ зарур аст, ки дастурҳои зеринро риоя намоянд.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Научно-теоретический журнал «Паёми Донишгоҳи техники» является изданием Таджикского технического университета и публикует материалы научных исследований по следующим направлениям: энергетика, информатика и связь, строительство и архитектура, транспорт, химическая технология и металлургия, экономика, машиностроение и технология материалов, математика, физика, химия, экология, социально-гуманитарные науки, современные проблемы образования. В нем печатаются статьи, освещающие исследования, научно-технические и методические разработки ученых Таджикского технического университета, отечественных и зарубежных вузов и научно-исследовательских организаций.

Журнал издается в соответствии с Законом о печати и других средствах массовой информации.

Редколлегия журнала обращает внимание авторов на необходимость соблюдения следующих правил при оформлении статьи:

1. Редколлегия принимает статьи, подготовленные в системе Word, при этом одновременно с распечаткой статьи в 2-х экземплярах сдаются также соответствующие файлы (для каждой статьи на отдельном диске или дискете). Рукопись должна быть отпечатана на компьютере через 1.5 интервала (размер шрифта кегль 14 Times New Roman), на белой бумаге формата А4 (297x210 мм). Текст должен занимать 28-30 строк, 60-64 знака в строке, слева должно быть оставлено поле в 30 мм (ориентировочно: справа – 20 мм; сверху – 30 мм; снизу – 25 мм). Все листы рукописи должны быть пронумерованы (правый нижний угол).

2. Размер статьи не должен превышать 10 страниц компьютерного текста включая текст, иллюстрации (графики, рисунки, диаграммы, фотографии) (не более 4), список литературы (не более 15), резюме на таджикском и английском языках, включая название статьи, фамилии, и инициалы авторов (не более 100 слов). Рисунки, графики диаграммы и фотографии в текст рукописи не вставляются, а прилагаются отдельно и должны быть выполнены на белой бумаге в виде компьютерной распечатки на лазерном принтере с разрешением не менее 300 dpi (точек на дюйм). Поясняющие подписи и формулы на самом рисунке нежелательны. Кроме того, иллюстрации должны быть представлены в виде отдельных файлов формата jpg или tiff с разрешением не менее 300 dpi (точек на дюйм) и размером не менее 5x6 см и не более 18x24см.

Редколлегия принимает к публикации только черно-белые иллюстрации.

Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках не допускается.

3. Текст статьи должен быть изложен кратко, тщательно отредактирован и подписан всеми авторами с указанием их фамилий, имени и отчества, номеров телефонов. Каждый экземпляр должен содержать: текст статьи, список литературы, рисунки и подписи к ним (на отдельном листе), тексты резюме на таджикском и английском языках.

На первой странице статьи в правом углу указывается научный раздел, в котором следует поместить статью; в центре следующей строки - инициалы и фамилия автора, ниже - название статьи, сразу после текста статьи приводится список использованной литературы, затем указывается название учреждения, в котором выполнялось данное исследование, и аннотации на таджикском (редактор Times New Roman Tj) и английском языках.

4. В статье должны использоваться физические единицы и обозначения в международной системе единиц СИ.

5. Формулы и символы должны быть напечатаны на компьютере (шрифт 12). Следует избегать громоздких обозначений. Занумерованные формулы пишутся с красной строки, номер формулы в круглых скобках ставится у правого края. Нумеруются лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Сокращения должны быть расшифрованы, за исключением общепринятых.

7. При упоминании в тексте иностранных фамилий в скобках необходимо давать их оригинальное написание.

8. Таблицы нумеруются в порядке упоминания их в тексте арабскими цифрами. Название таблицы должно следовать после ее номера. Все графы в таблицах должны иметь заголовки и быть разделены вертикальными линиями. В цифровом тексте десятичные знаки выделяются точкой.

9. В тексте необходимо дать ссылки на все приводимые таблицы, рисунки и фотографии.

10. Цитируемая литература приводится под заголовком «Литература» в конце статьи. Все ссылки даются на языке оригинала и нумеруются. Цитируемая литература должна иметь сквозную нумерацию в порядке упоминания работ в тексте. Ссылки на литературу в тексте должны быть заключены в квадратные скобки. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Список литературы оформляется следующим образом. Для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, место издания, издательство, год издания, том или выпуск, общее количество страниц. Для периодических изданий: фамилия и инициалы автора (ов), название журнала, год издания, том, номер, первая и последняя страница статьи. Перед местом издания ставится тире, между местом издания и издательством - двоеточие, перед годом издания - запятая, перед названием журнала - тире.

11. Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлекцией. Доработанный текст должен быть возвращен вместе с первоначальным экземпляром статьи, а также ответом на все замечания. Датой поступления считается день получения редколлекцией окончательного варианта статьи.

12. Рукописи статей, не отвечающие настоящим правилам, возвращаются автору.