

ISSN 2224-5227

2014•1

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.



REPORTS OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Бас редактор
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

ҚР ҰҒА-ның академиктері: **У.Қ. Бішімбаев, З.Д. Дүйсенбеков, Т.И. Есполов, Б.Т. Жұмағұлов, Т.Ә. Момынов, С.С. Сартаев, Д.Қ. Сүлеев, И.В. Северский**; Әзірбайжан ҰҒА-ның академигі **Керимов М.К.** (Әзірбайжан), Украина ҰҒА-ның академигі **Гончарук В.В.** (Украина), РҒА-ның корреспондент мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей); ҚР ҰҒА-ның корреспондент мүшесі, экономика ғылымдарының докторы, проф. **Ж.М. Әділов**, медицина ғылымдарының докторы, проф. **А.А. Ақанов**, ҚР ҰҒА-ның корреспондент мүшесі, экономика ғылымдарының докторы, проф. **И.Қ. Бейсембетов**, заң ғылымдарының докторы, проф. **Е.А. Оңғарбаев**, академик **Г.Дука** (Молдова), академик **М.И. Илолов** (Тәжікстан), ф.ғ.д. **А.Э. Эркебаев** (Қырғызстан), академик **И.М. Неклюдов** (Украина), академик **А. Гаджиев** (Әзірбайжан), академик **А.И.Гордиенко** (Беларусь)

МАЗМҰНЫ

Физика

Школьник В.С., Бетекбаев А.А., Мукашев Б.Н. Қазақстанда кремнийлік күнэнергетикасын жасау үшін жоғары технологиялық өндіріс..... 5

Механика

Жомартов А.А., Уәлиев Г. Машина-автоматтың жалпылама динамикалық үлгісі..... 19
Жомартов А.А., Уәлиев Г. Simulationx бағдарламалар жиынтығында циклді механизмдердің типтік динамикалық үлгілері..... 23
Мартынов Н.И., Рамазанова М.А., Төлешиова А.А. Сейсмикалық бұралмалы маятниктің сызықты емес тербелістерінің жалпы жағдайы..... 31
Темірбеков Е. С. II және IV класты алтыбуынды механизмдердің қисықты бұлғақтары..... 42
Темірбеков Е. С. II және IV класты алтыбуынды механизмдердің қисықты бұлғақтары..... 50
Yüksel Köseoğlu. Тұнба техникасымен дайындалған $Ni_{0.5}Zn_{0.4}Cu_{0.1}Fe_2O_4$ магниттік касиеттері..... 56

Химия

Ергожин Е.Е., Чалов Т.К., Ковригина Т.В., Серікбаева Қ.Т., Никитина А.И. Ауыр металл иондарын сорбциялау үшін эпоксидтелген тұынды моноэтаноламиннің винилдік эфирі, аллилглицидилді эфир және полиэтиленмин негізіндегі жаңа анионит..... 64
Байкенов М.И., Ахметкәрімова Ж.С., Молдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Ма Фэн Юнь. Тасшайыр фенолдарының изомеризациясы..... 70
Исмаилов Б.Р., Балабеков О.С., Урматова А.Н. Массаауысу аппараттарының көпсатылы каналдарының бастапқы тарауындағы газ-тамшы қоспасының мінездемелерінің таралымын математикалық үлгілеу..... 77
Баешов Ә.Б., Баешова А. О., Сәрсенбаев Н.Б. «Күкірт-сульфид-ион» жүйесін қолдана отырып жылу энергиясын электр энергиясына түрлендіру..... 84
Насиров Р., Қабылхамитова А., Жұмашева Н.С. Радиацияның әсерінен пайда болатын қосаяқты ұлулардың қабыршақтарындағы анион-радикалдарды ЭПР-спектроскопия әдісімен зерттеу..... 89
Малышев В.П., Мақашева А.М. Өздігінен диффузияланудағы белсендірілу энергиясының бейберекеттенген бөлшектер тұжырымдамасымен байланысы..... 95

Жер туралы ғылым

Буктіков Н.С., Рогов Е.И., Метакса Г.П. 21 ғасырдың басындағы кеңестіктік-уақыттық өзара байланыс 103
Володин В.Н., Бурабаева Н.М., Требухов С.А. Атмосфералық және төмен қысымда қорғасын селениді – селен жүйесіндегі сұйықтықтың бұға фазалық ауысуы..... 107

Биология

Сейлова Л.Б. Апомиктік қант қызылшасында цитомикстің байқалу ерекшеліктері..... 112

Радиоэлектроника

Исембергенов Н. Т., Сағындықова А. Ж., Наухан А.М. Индукционды металды қыздыру үшін жиілік түрлендіргіш..... 118

Қоғамдық ғылымдар

Баймұратов У. Әлеуметтік гармония заңдарының ашылуы-рухани және ғылыми ілімдерді ұштастыру нәтижесі..... 123
Нысанбаева А.М. Қазақстан мен Ресейдегі модернизациялық реформалар өту барысында үкіметтік емес ұйымдарды мемлекеттік қолдау ерекшеліктерінің салыстырмалы талдауы..... 129
Тебегенов Т. С. Ақын-драматург Нұрлан Оразалиннің «қарақазан ғасыр» драмалық дастаны..... 135
Ишпекбаев Ж.Е., Бейсенбаева А.А., Шолтанкулова Г.К., Бекбенбетова К. Абая атындағы қазақ ұлттық педагогикалық университетіндегі тәлімдік жұмыстың тұжырымдамасы..... 152

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан» I ISSN 2224-5227

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 3000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18 <http://akademyanauk.kz/>

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

Главный редактор
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

академики НАН РК: **В.К. Бишимбаев, З.Д. Дюсенбеков, Т.И. Есполов, Б.Т. Жумагулов, Т.А. Муминов, С.С. Сартаев, Д.К. Сулеев, И.В. Северский**; академик НАН Азербайджана **Керимов М. К.** (Азербайджан), академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), член-корреспондент РАН **Величкин В. И.** (Россия); член-корреспондент НАН РК, доктор экономических наук, проф. **Ж.М. Адилов**, д.м.н., проф. **А.А. Аканов**, член-корреспондент НАН РК, доктор экономических наук, проф. **И.К. Бейсембетов**, д. ю.н., проф. **Е.А. Онгарбаев**, академик **Г.Дука** (Молдова), академик **М.И. Илолов** (Таджикистан), д.ф.н. **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), академик **И.М.Неклюдов** (Украина), академик **А. Гаджиев** (Азербайджан), академик **А.И.Гордиенко** (Беларусь)

СОДЕРЖАНИЕ

Физика

Школьник В.С., Бетекбаев А.А., Мукашев Б. Н. Высокотехнологические производства для создания кремниевой солнечной энергетики в Казахстане 5

Механика

Джомартов А.А., Уалиев Г. Обобщенная динамическая модель машины-автомата 19
Джомартов А.А., Уалиев Г. Типовые динамические модели цикловых механизмов на программном комплексе Simulationx 23
Мартынов Н.И., Рамазанова М.А., Тулешиова А.А. Общий случай вынужденных нелинейных колебаний сейсмического крутильного маятника 31
Темирбеков Е. Шатунные кривые шестизвенных механизмов II и IV классов 42
Темирбеков Е. Шатунные кривые шестизвенных механизмов II и IV классов 50
Yüksel Köseoğlu. Магнитные свойства нано-композитов $Ni_{0.5}Zn_{0.4}Cu_{0.1}Fe_2O_4$ 56

Химия

Ергожин Е.Е., Чалов Т.К., Ковригина Т.В., Серикбаева К.Т., Никитина А.И. Новый анионит на основе эпоксидного производного винилового эфира моноэтаноламина, аллилглицидилового эфира и полиэтиленimina для сорбции ионов тяжелых металлов 64
Байкенов М.И., Ахметкаримова Ж.С., Мулдахметов З.М., Мейрамов М.Г., Ма Фэн Юнь. Изомеризация фенолов каменноугольной смолы 70
Исмаилов Б.Р., Балабеков О.С., Урматова А.Н. Математическое моделирование распределения характеристик газоконденсатной смеси на начальном участке многоступенчатого канала массообменных аппаратов 77
Баеинов А.Б., Баеинова А.О., Сарсенбаев Н.Б. Преобразование тепловой энергии в электрическую в окислительно-восстановительной системе «сера-сульфид-ион» 84
Насиров Р., Кабылхамитова А., Жумашева Н.С. Исследование радиационно-индуцированных анион-радикалов раковин двухстворчатых моллюсков методом эпр-спектроскопии 89
Малышев В.П., Макашева А.М. Связь энергии активации самодиффузии с концепцией хаотизированных частиц 95

Науки о Земле

Буктуков Н.С., Рогов Е.И., Метакса Г.П. Структура ноосферы в начале 21 века (пространственно-временные взаимосвязи) 103
Володин В. Н., Бурабаева Н.М., Требухов С.А. Фазовый переход жидкость-пар в системе селенид свинца – селен при атмосферном и низких давлениях 107

Биология

Сейлова Л.Б. Особенности проявления цитомиксиса у апомиктической сахарной свеклы 112

Радиоэлектроника

Исембергенов Н. Т., Сагындыкова А. Ж., Наухан А.М. Транзисторный преобразователь частоты для индукционного нагрева металла 118

Общественные науки

Баймуратов У. Открытие законов социальной Гармонии – результат синтеза духовных и научных знаний 123
Нысанбаева А.М. Сравнительный анализ особенностей государственной поддержки НПО в рамках модернизационных реформ в Казахстане и России 129
Тебегенов Т. С. Акын-драматург Нурлан Уразалин «век черного казана» – драматическая поэма 135
Иштекбаев Ж.Е., Бейсенбаева А.А., Шолпанкулова Г.К., Бекбенбетова К. Концепция воспитательной работы в Казахском национальном педагогическом университете имени Абая 152

Editor-in-chief

academician of NAS of the RK **M.Zh. Zhurinov**

Editorial staff:

academicians of NAS of the RK: **V.K. Bishimbaev, Z.D. Duisenbekov, T.I. Espolov, B.T. Zhumagulov, T.A. Muminov, S.S. Sartayev, D.K. Suleev, I.V. Severskii**; foreign members of the NAS of RK: academician of the NAS of Azerbaijan **Kerimov M. K.**, academician of the NAS of Ukraine **Goncharuk V.V.**, corresponding member of the RAS **Velichkin V.I.**; corresponding member of the NAS of RK, doctor of economic sciences, prof. **Zh.M. Adilov**, doctor of medical sciences, prof. **A.A. Akanov**, corresponding member of the NAS of RK, doctor of economic sciences, prof. **I.K. Beisembetov**, doctor of juridical sciences, prof. **E.A. Ongarbayev**, academician **G. Duca** (Moldova), academician **M. I.Holov** (Tajikistan), Doctor of Philology **A.E.Erkebayev** (Kyrgyzstan), academician **I.M.Neklyudov** (Ukraine), academician **A. Gadzhiev** (Azerbaijan), academician **A.I.Gordiyenko** (Belarus)

CONTENTS

Physics	
<i>Shkolnik V. S., Betekbaev A. A., Mukashev B. N.</i> ² High technology silicon photovoltaic industry in kazakstan.....	5
Mechanics	
<i>Jomartov A.A., Ualiyev G.</i> Generalized dynamical model of automatic machines.....	19
<i>Jomartov A.A., Ualiyev G.</i> Typical dynamic models of cyclic mechanisms on software complex simulationx.....	23
<i>Martynov N.I., Ramazanova M.A., Tuleshova A.A.</i> Common forced nonlinear oscillations of the seismic torsion pendulum.....	31
<i>Temirbekov E.</i> Shatunnye curves of six-unit mechanisms ii and iv of classes.....	42
<i>Temirbekov Yerbol S.</i> CURVES of connecting rods six-membered Mechanisms II and IV classes.....	50
<i>Yüksel Köseoğlu.</i> Magnetic Properties of Ni _{0.5} Zn _{0.4} Cu _{0.1} Fe ₂ O ₄ Nano-composite.....	56
Chemistry	
<i>Ergozhin E.E., Chalov T.K., Kovrigina T.V., Serikbaeva K.T., Nikitina A.</i> New anion exchange resin based on epoxy vinyl ester derivative of monoethanolamine, allylglycidyl ether, and polyethylenimine for the sorption of heavy metal ions.....	64
<i>Baykenov M.I., Akhmetkarimova ZH.S, Muldahmetov Z.M, Meyramov M.G., Feng Yung Ma.</i> Isomerization phenols of coal tar.....	70
<i>B.R.Ismailov, O.S. Balabekov, A.N. Urmatova.</i> Mathematical modeling of distributed performance gas and droplets mixture in the initial section multistage channel mass-transfer apparatus.....	77
<i>Baeshov A. B., Baeshova A. O., Sarsenbaev N. B.</i> The transformation the termal energy into the electric energy by redox system «sulfur-sulfide-ion».....	84
<i>Nasirov R., Kabulhamitova A., Zhumasheva N.S.</i> Research of radiation-induced radical anions of the shells of bivalve mollusks by epr spectroscopy method.....	89
<i>Malyshev V.P., Makasheva A.M.</i> Contact the activation energy of self-diffusion of the concept of randomized particles.....	95
Sciences about Earth	
<i>Buktukov N.S., Rogov E.I., Metaksa G.P.</i> Structure of noosphere the early 21st century (spatio-temporal interconnection).....	103
<i>Volodin V. N., Burabaeva N.M., Trebuhov S.A.</i> The phase transition from the liquid-vapor system of lead selenide – selenium at atmospheric and low pressures.....	107
Biology	
<i>Сейлова J.I.B.</i> Special aspects of cytomixis in apomictic sugar beet	112
Radio electronics	
<i>Issembergenov N. T., Sagyndikova A. Zh., Naukhan A.M.</i> Transistor frequency converters for induction heating of metals.....	118
Social sciences	
<i>Bajmuratov U.</i> Opening of laws of social harmony – result of synthesis spiritual and scientific knowledge.....	123
<i>Nysanbayeva A.M.</i> Comparative analysis of characteristics of state NGO support through modernizing reforms in Kazakhstan and Russia.....	129
<i>Tebergenov T.S.</i> Akyn-dramaturg Nurlan Urazalin "century of a black cauldron" drama poem.....	135
<i>Ishpekbaev Zh.E., Bejsenbaeva A.A., Sholpankulova G.K., Bekbenbetova K.</i> The concept of educational work in Kazakh national pedagogical university name of Abay.....	152

УДК 537.311.322

В. С. ШКОЛЬНИК¹, А. А. БЕТЕКБАЕВ¹, Б. Н. МУКАШЕВ²

(¹ АО «НАК «Казатомпром»; ² Физико-технический институт, Алматы, РК)

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КРЕМНИЕВОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация

Несмотря на прогнозируемое до 2030 г. увеличение вклада угля и газа в производство электроэнергии, в будущем наряду с ускоренным развитием гидро- и атомных электростанций, необходимо широко-масштабное использование солнечной энергетики. Одним из наиболее перспективных методов прямого преобразования солнечной энергии в электрическую являются фотоэлектрические полупроводниковые системы. Этот вид использования солнечной энергии получил название фотоэнергетика, ФЭ. Современный мировой рынок ФЭ – это быстроразвивающаяся отрасль мировой экономики с возрастающим темпом роста. Базовыми элементами ФЭ являются фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), конвертирующие солнечную энергию в электрическую. В 2011 г. около 85% современных ФЭП производились на основе кристаллического кремния, поэтому созданию производств этого материала, ФЭП и панелей ФЭП в странах, развивающих солнечную энергетику, придаётся первостепенное значение.

Ключевые слова: атомная электростанция, солнечная энергия, фотоэнергетика, фотоэлектрические преобразования.

Тірек сөздер: атом электростанциясы, күн энергиясы, фотоэнергетика, фотоэлектрлік түрлендіргіштер.

Keywords: nuclear elektrstansion, solar energy, photopower, photo-electric transformations.

1. Введение

Производство электроэнергии на душу населения определяет уровень благосостояния стран. Действительно лидирующие по данному показателю Норвегия (более 26 тыс кВт.час), Канада, Швеция и США (до 26 тыс кВт.час) имеют наиболее высокие показатели уровня жизни населения [1-5]. Энергоресурсы, используемые для производства электроэнергии, разделяются на невозобновляемые и возобновляемые [3,5]. Примером невозобновляемых источников энергии являются углеводородные, органические энергоносители, такие как нефть, уголь и газ. С их использованием до настоящего времени производится около 80% электроэнергии в мире. По данным Центра развития промышленности ООН (UNIDO), на период до 2030 г. потребление нефти в выработке электроэнергии будет сокращаться, а угля и газа – возрастать [1-6]. Вместе с тем при планируемых объёмах потребления, известные запасы нефти и газа будут близки к истощению уже к середине текущего века, а угля – будущего. Однако более опасной проблемой, возникшей перед человечеством, является «тепловое загрязнение» планеты продуктами переработки органических энергоносителей, в основном двуокисью углерода, которое уже в ближайшие десятилетия может привести к необратимым, катастрофическим последствиям, связанным с увеличением температуры Мирового океана, таянием ледников и, в целом, с изменением климата. Такое «загрязнение» не знает государственных границ и становится одной из самых неотложных мировых проблем. Несмотря на ряд утверждений о том, что потепление не вызвано техногенными причинами, связь между изменениями в составе атмосферы с увеличением двуокиси углерода и изменением климата считается надёжно установленной. Данный снимок, выполненный представителем Европейского агентства по фотовольтаике, является наглядным примером такого загрязнения. Выводы о необходимости предотвращения техногенного загрязнения нашей планеты были сделаны представителями государств-участников всех 19-ти конференций по изменению климата. Первая конференция состоялась в 1995 г. в Берлине, а основополагающий документ – Киотский протокол –

был принят в декабре 1997 года в Киото (Япония) на третьей конференции. Он обязывает развитые страны и страны с переходной экономикой сократить или стабилизировать выбросы парниковых газов. На 19-ой конференции в Варшаве, которая **состоялась в ноябре 2013 г.** более чем 4000 делегатов из 190 стран мира обсуждали подготовку договора, который будет заключен в 2015 г. В соответствии с основным положением данного договора сокращение выбросов должно обеспечить глобальное потепление земного шара не более, чем на два градуса к 2100 г. Наряду с пакетом решений по предотвращению масштабного техногенного загрязнения нашей планеты и ускоренного перехода к более «чистой, зелёной» энергетике, **Саммит 2013 г.** рассмотрел общие обязательства и добровольные гарантии стран-участников о сокращении выбросов парниковых газов, а также по ускоренному развитию и широкомасштабному использованию альтернативных и возобновляемых источников энергии.



Ryan Thong / EPA

Альтернативные источники получения электроэнергии должны иметь достаточный для удовлетворения всё возрастающего энергопотребления ресурс и экологическую безопасность. Ясно, что можно критически относиться к терминам «альтернативная» и «возобновляемая», однако это не так важно. Ситуация в этой сфере очень динамична и для некоторых развитых стран, например, во Франции, атомная энергетика давно превратилась из альтернативной в основной источник энергии, и, безусловно, необходимо сбалансированное развитие и использование всех видов источников энергии. В нашей стране принят закон *"О поддержке использования возобновляемых источников энергии" от 4 июля 2009 года № 165-IV, а в Указе Президента от 19 марта 2010 года № 958 подчёркивается, что в целях реализации Закона № 958 необходимо предусмотреть организацию работ и разработку плана размещения объектов по использованию возобновляемых источников энергии. Среди них одним из наиболее важных видов является солнечная энергетика.*

Солнце является практически неисчерпаемым, абсолютно безопасным, в равной степени всем принадлежащим и доступным источником энергии. Полное количество солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли за год, не только во много раз превышает энергию мировых запасов нефти, газа, угля, урана и других энергетических ресурсов, но почти более чем в десять тысяч раз больше современного энергопотребления. Так, Солнце излучает огромное количество энергии - приблизительно 3.8×10^{26} Вт. Однако из-за отражения, рассеивания и поглощения ее атмосферными газами и аэрозолями только 47% всей энергии, или приблизительно 1.8×10^{26} Вт достигает поверхности Земли. Например, среднегодовое суммарное солнечное излучение, падающее на горизонтальную поверхность, составляет: в Центральной Европе, Средней Азии и Канаде за год приблизительно $1000 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$; в Средиземноморье - приблизительно $1700 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$,

а в большинстве пустынных регионов Африки, Ближнего Востока и Австралии - приблизительно 2200 кВт·ч/м². Несмотря на то, что Казахстан расположен на широтах между 42 и 55 градусами к северу, потенциал солнечной радиации на территории республики достаточно значителен и составляет 1200-1800 кВт·ч/м² в год [1-3,5,11]. (см. также, [http:// www.solar4power.co](http://www.solar4power.co)). Наличие такого потенциала солнечной энергии делает её использование в Казахстане экономически выгодным. Солнечная энергетика основана главным образом на двух формах использования солнечной энергии. Одной из форм являются тепловые системы, которые вырабатывают низкопотенциальное тепло, т.е. вода в специальных установках разогревается солнечным излучением и используется для коммунально-бытового горячего водоснабжения и теплоснабжения. Преобладающим видом оборудования здесь являются так называемые плоские солнечные коллекторы. Их общемировое производство по различным оценкам составляет более 2 млн. м² в год, а выработка тепла достигает до 10⁷ миллиардов калорий. Это направление требует отдельного рассмотрения, т. к. широкое использование таких тепловых систем в южных регионах нашей страны является крайне важным и необходима специальная программа для широкомасштабного развития этого сектора энергетике. Однако основной и наиболее перспективной формой использования солнечной энергии являются фотоэлектрические полупроводниковые системы прямого преобразования солнечного излучения в электрическую энергию. Эти системы не содержат каких-либо движущихся механических узлов и не основаны на тепловых процессах, что сказывается на их надежности и долговечности. Другим преимуществом таких полупроводниковых преобразователей солнечной энергии в электрическую являются экономичность, бесшумность, экологическая чистота и способность работать в условиях рассеянного света при облачности и даже при дожде. Этот вид использования солнечной энергии получил название фотоэнергетика, ФЭ (PV, photovoltaics) [1-8,11]. Современный мировой рынок ФЭ – это быстроразвивающаяся отрасль мировой экономики с возрастающим темпом роста. Так, если в 2009г было введено 9.8 GWp или 1.1% от общего объема электроэнергии, то по данным Navigant Consulting мировой рынок солнечных панелей в 2011 году составил 22,7 GWt, что более чем в два раза превосходит показатели 2009 г. Перспективы роста остаются достаточно высокими и связаны с развивающимися рынками таких стран, как Индия, США, Китай. По прогнозам Европейской ассоциации фотоэлектрической промышленности в 2015 году общая мировая мощность должна составить 131-196 GWt [1-5,16]. Технологии с применением элементов на кристаллическом кремнии сохраняют доминирующие позиции. На конец 2011 года 85% солнечных батарей были изготовлены с использованием поликристаллов (mc-Si) и монокристаллов (sc-Si) кремния. Для Казахстана и других мировых регионов наиболее перспективным является строительство крупных ФЭ электростанций, как, например, станция мощностью 23 МВт, введенная в эксплуатацию в 2009 г. на юге Испании в Алмерии, рис.1.1.



Рисунок 1.1 – ФЭ электростанция мощностью 23 МВт, Алмерия, Испания [3,8,11].

Такие станции, присоединённые к единой энергетической сети, могут в солнечное (дневное) время, в период дефицита электроэнергии, обеспечивать ее поступление в энергосеть. Кроме того эксперты считают целесообразным создание объединённых комплексов гидроэлектростанций с фотоэнергетическими электростанциями, при этом повышается надёжность работы обоих типов станций и появляется возможность использования общих линий передачи электроэнергии. По оценкам экспертов, шесть ФЭ электростанций площадью $340 \times 340 \text{ км}^2$ каждая, использующие ФЭП с КПД 15% и расположенные в зоне солнечного излучения 1600 кВт ч в год (рис.1.2), могут произвести $20 \times 10^{12} \text{ Вт}$ и обеспечить мировое ежегодное потребление электроэнергии, которое в настоящее время составляет $16 \times 10^{12} \text{ Вт}$.

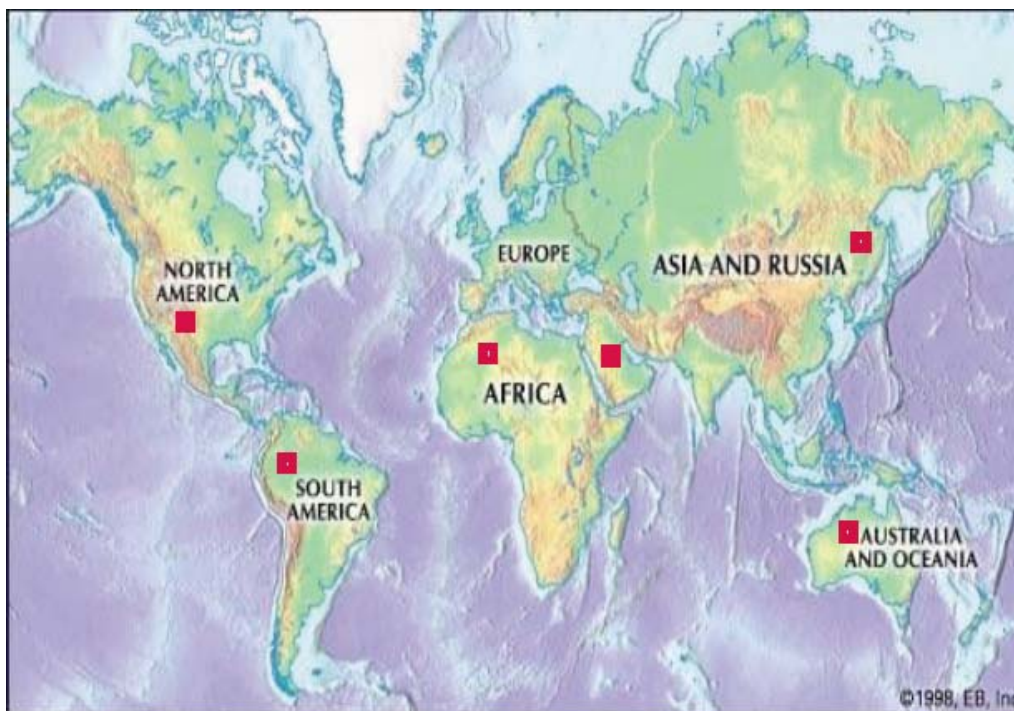


Рисунок 1.2 – Предположительное размещение шести ФЭ станций для производства $20 \times 10^{12} \text{ Вт}$ в год (см. текст) [8,11].

Поэтому это направление для государств с единой энергосистемой является наиболее перспективным. Учитывая благоприятное, с точки зрения интенсивности солнечной энергии и количества солнечных дней, расположение Казахстана, одна из таких станций могла быть размещена в нашей стране.

2. Основные материалы и направления развития элементной базы фотоэнергетики

Базовыми элементами ФЭ являются фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), конвертирующие солнечную энергию в электрическую.

В 2011г около 85 % ФЭП были изготовлены на основе пластин поликристаллического (**multi c-Si**), монокристаллического кремния (**single c-Si**) и около 1% ленточного кремния (**ribbon Si**), а оставшаяся часть, менее 15% составляют тонкопленочные ФЭП на аморфном кремнии (**a-Si**, 6%) и гетероструктуры (**a-Si/c-Si**), а также ФЭП, изготовленные с использованием полупроводниковых соединений, таких как теллурид кадмия (**CdTe**), медь-индий-галлий-селен (**CIGS**) и медь-индий-селен (**CIS**), см. Таким образом, основными материалами для ФЭ являются различные **формы кремния и вещества для синтеза полупроводниковых соединений** [1-3,5,6-13,16].

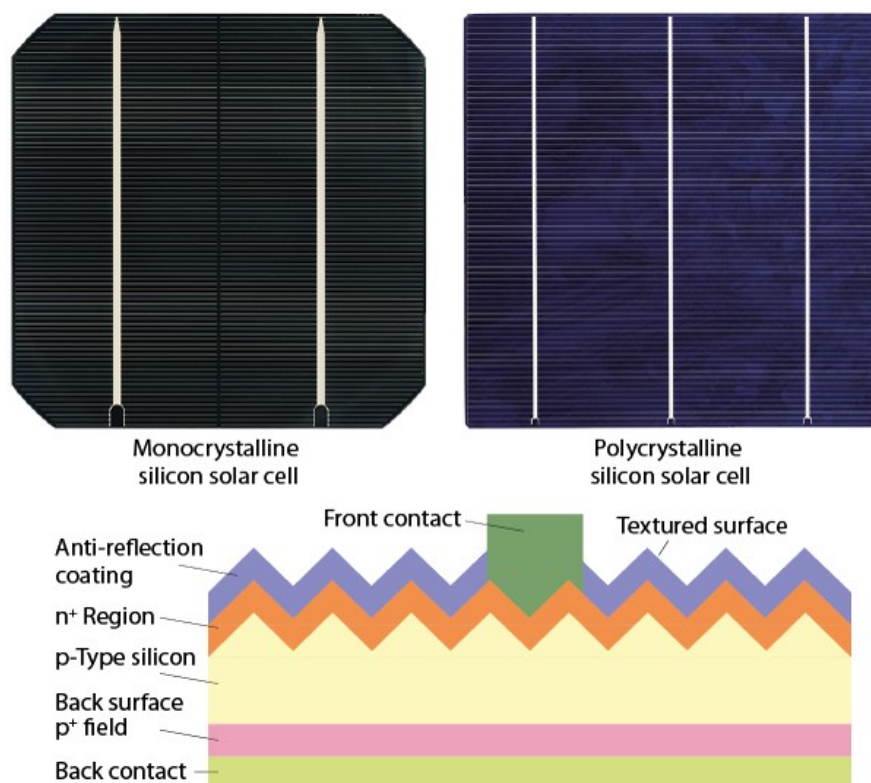


Рисунок 2.1 – Монокристаллические и поликристаллические ФЭП и их структура [5,11,12]

На основе анализа материалов международных конференций по преобразованию солнечной энергии в электрическую, Программы ЕС и Департамента Энергетики США и других источников по развитию ФЭ на ближайшую и долгосрочную перспективу [8-17] можно выделить следующие основные направления исследований по развитию и разработке новых технологий как для солнечных элементов (СЭ), так и модулей (СМ):

1. **Технологии, реализуемые на пластинах кремния (ТПК);**
2. **Тонко-пленочные технологии (ТПТ);**
3. **Новые технологии.**

В соответствии с программами развития технологий сформулированы следующие общие проблемы для всех типов СЭ, которые должны решаться на временных этапах 2013 – 2030гг. Это уменьшение потребления материалов, увеличение эффективности преобразования (кпд), создание высокоэффективных производств для достижения основной цели: снижения стоимости электроэнергии, производимой СЭ до конкурентного уровня. Так, например, **толщина кремниевых пластин должна уменьшаться, СЭ должны потреблять меньше кремния на единицу вырабатываемой мощности (Si-g/Wp) при одновременном увеличении кпд, площади и снижении стоимости.** Важным показателем является потребление кремния в граммах (Si-g) на единицу генерированной мощности (Wp). Показатель Si-g/Wp очень важен, т. к. может быть оценочным параметром сравнения и определения экономики процессов для СЭ, при условии стандартизации измерений и декларировании производителями потребления материалов. Временная зависимость Si-g/Wp, потерь кремния и уменьшения толщины пластин с 2000г до настоящего времени и на период до 2020 г. показана на рис. 2.2 [9]. Видно, что потребление кремния выходит приблизительно на постоянный уровень ~ 4g/Wp. Это значение соответствует нижнему пределу оптимальной толщины СЭ ~ 80 мкм.

Epicell: crystalline Si thin film solar cells



Epitaxial wafer equivalent



CdTe Thin Film Solar Cell

CIGS Thin Film Solar Cell

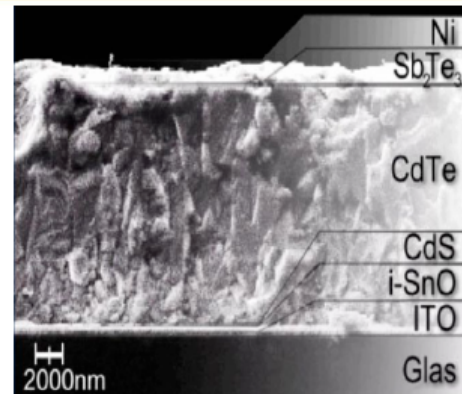
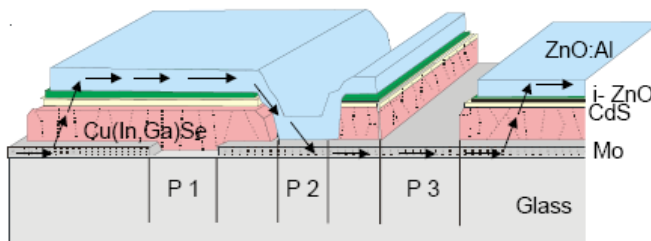


Рисунок 2.2 – Тонкоплёночные СЭ на кремнии и полупроводниковых соединениях, изготовленные с использованием ТПТ [10,11,16]

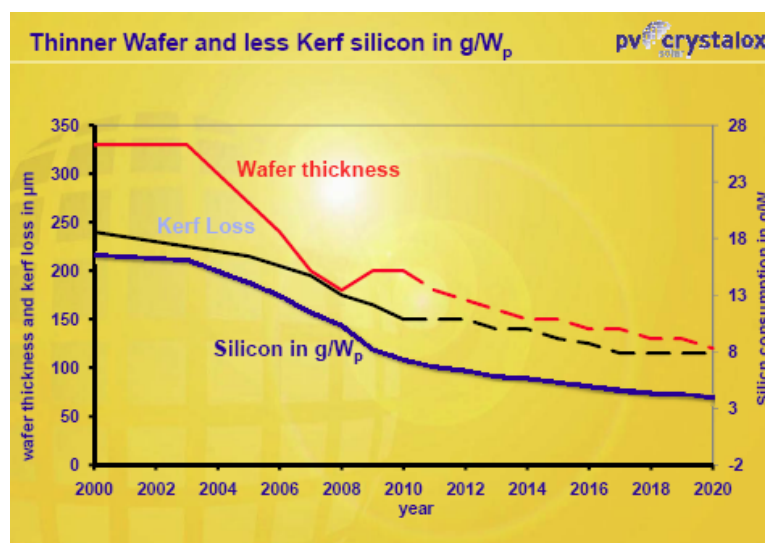


Рисунок 2.3 – Зависимость потребления кремния на ватт вырабатываемой электроэнергии ($\text{Si-g}/\text{W}_\text{p}$) на период до 2020 г. [9]

Для достижения этих целей разрабатываются новые технологии получения солнечного кремния: улучшаются технологии создания СЭ, что позволило уменьшить толщину СЭ с 400мк (20г/Wp) в 1990 г. до 200мк в 2006 г. (10г/Wp) при увеличении площади СЭ с 100 до 240 см² и КПД для модулей с 10% до 13%, а к 2013 г. до 15%, и далее до 20% и 25% к 2020 и 2030 г., соответственно. В дальнейшем предстоит промышленное освоение новых методов получения «солнечного» кремния и резки слитков на пластины для достижения стоимости этого материала к 2013 г. до 20 Евро/кг, а к 2030 до 10-15 Евро/кг и уменьшения технологических отходов, а также совершенствование технологии изготовления существующих СЭ и новых структур. Прежде всего это относится к методам диагностики и контроля дефектов, гетерирования и пассивации, а также с освоением новых технологий: по созданию эпитаксиальных структур на подложках низкой стоимости, создание СЭ, включающих конверторы энергии и/или нанокластерные слои.

Тонкопленочные (ТП) СЭ получают осаждением на подложках больших размеров, так типичные размеры для стеклянных подложек ~м² и более. Известно, что широкое распространение, особенно в Японии, получили СЭ и модули на основе a-Si, с к.п.д. 9.5 и 6.5%, соответственно. В дальнейшем предполагается промышленное освоение создания СЭ и модулей с двумя a-Si/мк-Si и тремя переходами a-Si/мк-Si/ SiGe с КПД СЭ 12%, 13% и модулей 8.5%, 9%, соответственно. В период 2015-2020гг будут использованы гибкие подложки, разработаны установки для осаждения больших площадей ТП, интегрированы наноструктурированные материалы и конверторы энергии в СЭ на Si ТПТ с к.п.д. 11% и 13%. Развитие технологий предполагает использование концепций для создания новых СЭ. Например, технология создания СЭ на основе поликристаллического кремния использует те же методы осаждения, которые применяются для получения a-Si:H и мк-Si, но при более высоких температурах. Поликристаллический слой наносится при температуре выше 600С, что позволяет создавать не p-i-n, а p-n структуры с высоким качеством электронных слоев и КПД ~ 15%. Промышленное освоение данной технологии предполагается в ближайшие 5 лет, в течение которых должны быть разработаны подложки, сохраняющие свойства при высоких температурах. В настоящее время в этом направлении проводятся также работы с органическими и другими материалами. Получат дальнейшее развитие ФЭП на основе CdTe, CIS, CIGS [3,5,10-12,16].

Новые технологии создаются на базе новых идей и концепций по созданию высокоэффективных СЭ в перспективе 2020-2030 гг и далее. Практически во всех концепциях предлагается более полно использовать солнечный спектр [8-12]. Уже созданы многослойные гетеропереходы с эффективностью 35% и 35,2%, использующие концентраторы солнечной энергии, а также на их основе демонстрационные энергоустановки [5,16]. Для нового поколения однопереходных ФЭП предлагается на основе нанотехнологий повысить эффективность использования активных слоев, без изменения их фундаментальных физических свойств [5,12,13,16]. В таких структурах верхний, эмиттерный слой с меньшей шириной запрещенной зоны содержит низкоразмерные нановключения (ямы, проволоки или точки) для генерации больших токов, а базовый остается широкозонным, что обеспечивает высокие напряжения и тем самым оптимальную выходную мощность. В других вариантах промежуточный слой содержит металлические кластеры, уменьшающие концентрацию фононов и предотвращающие процессы термализации горячих носителей либо технологию создания СЭ на периферийных областях конверторов энергии (up/down), адаптирующих спектр солнечного излучения и т.д.[2,3,5] Теоретически ТПК при реализации новых концепций могут создавать СЭ с эффективностью до 50% (расчётный предел для традиционных СЭ 33%) [11,16].

Вместе с тем, как отмечалось, на перспективу до 2030г около 80% СЭ будут изготавливаться на основе технологий, реализуемых на пластинах кремния. Производство СЭ пока не удовлетворяет потребностям рынка, что до недавнего времени было вызвано недостатком производства полупроводникового кристаллического кремния. Однако необходимо не только увеличение производства кремния, но и разработка новых технологий его получения и изготовления СЭ. **В Казахстане, в соответствии с проектом по трансферу технологий для создания высокотехнологичных производств, получившего название KazPV, Казатомпромом в сотрудничестве с компаниями Semco Engineering (France) и Clean Power Innovation (CPI, USA) вводятся в эксплуатацию три завода по производству МК, очищенного МК (UMG) и «солнечного» кремния (SOG, Уштобе), солнечных элементов (СЭ, Усть-Каменогорск) и панелей СЭ (Астана), см. рис. 2.4.**

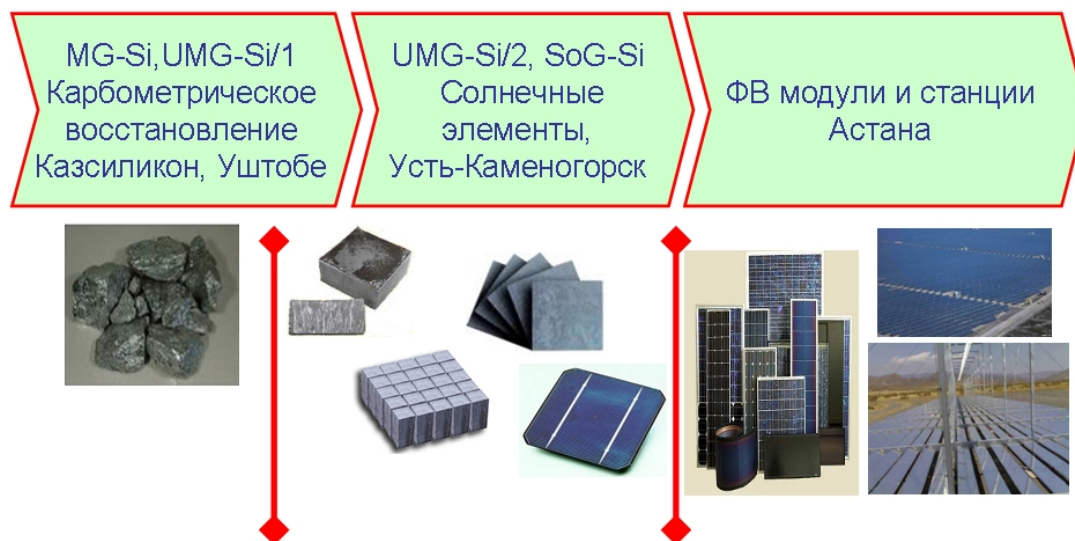


Рисунок 2.4 – Схематическое представление высокотехнологичных производств на заводах в гг Уштобе, Усть-Каменогорске и Астане.

3. Metallurgical silicon and technologies for obtaining «solar» silicon for photovoltaics

Depending on the concentration of impurities in silicon, this material is called metallurgical, «solar» or electronic. Values of these concentrations are given in table 3.1 [11]. However, the commercial offers and prices given in this table are only indicative, since the situation on the market is very dynamic and these parameters are difficult to forecast.

Таблица 3.1 – Предельное содержание примесей в различном кремнии

Сорт кремния	Содержание, %	TMI ¹	Примечание
EG-Si Электронный кремний	99.9999999 % - 9N 99.999999999 % - 11N Бора (B) менее 1 ppbw ² и фосфора (P) менее 5 ppbw	1 ppbw 1 pptw	Ограниченное предложение
SOG-Si «солнечный» кремний	99.9999 % - 6N B < 0.3 ppmw ³ и P < 0.6 ppmw	1 ppmw	Ограниченное предложение (poly-Si)
UMG-Si			
UMG-Si Высокоочищенный металлургический кремний	99.9 % - 3N B < 1 ppmw ³ и P < 5 ppmw	1000 ppmw	Доступен по цене \$(6-8)/Kg
MG-Si Металлургический кремний	98.5-99 %	> 10000 ppmw	Доступен по цене \$3/Kg

¹ – TMI – примеси переходных металлов; ² – ppb – одна часть на миллиард; ³ – ppm – одна часть на миллион

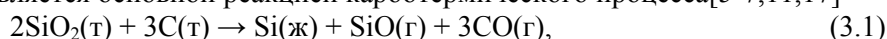
3.1 Metallurgical silicon (MS). MS Kazsilikon

The starting material for obtaining «solar» and electronic silicon is metallurgical silicon (MS). Industrial production of MS is carried out by the restoration of quartz with carbon and is sufficiently well developed (Fig. 3.1) [6,17].

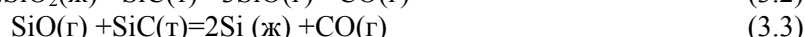
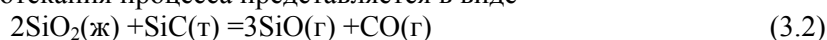


Рис. 3.1 Электродуговая печь и процесс получения МК на предприятии Bécancour Silicon Inc (см. текст)

Канадская компания Bécancour Silicon Inc., расположенная в Квебеке и производящая около 48000 тонн МК в год на печах (см. рис. 3.1), имеющих производительность 1.2 т МК в час, для получения 1 т МК использует 2.5 т кварца, 1.1 т кокса и 1.5 т древесной стружки, а также 10-11 МВатт/час электроэнергии [6,7,13-16]. В производстве МК на отечественном предприятии Казсилекон используется электродуговая печь производства КНР и высокочистый кварц Сарыкольского месторождения. Данные по расходу исходных материалов (сырья) в производстве МК с использованием этой печи приведены в [7,11] и, в целом, за исключением электроэнергии, практически соответствуют показателям производства МК компании Bécancour Silicon Inc. [5,6,16]. Для проведения процесса в неё загружают смесь, которая состоит из чистых сортов кварца и восстановителя, в виде древесного угля или кокса. К химическому составу исходного сырья для получения металлургического кремния предъявляются высокие требования. В соответствии с распределением температуры объём печи разделяется на нижнюю, горячую зону с температурой 1900 – 2100°C и верхнюю зону, температура в которой ~ 1900°C. Жидкий кремний образуется в нижней зоне, а реакция 3.1 является основной реакцией карботермического процесса [5-7,11,17]



которая для реальных условий протекания процесса представляется в виде



Поступившие в верхнюю зону из нижней зоны SiO(г) и CO(г) взаимодействуют с углеродом и, следовательно, SiC(т) совместно с Si(ж) образуют в матрице SiO₂(т,ж) благоприятные условия для осуществления реакции (3.4), увеличивая тем самым эффективность процесса образования кремния

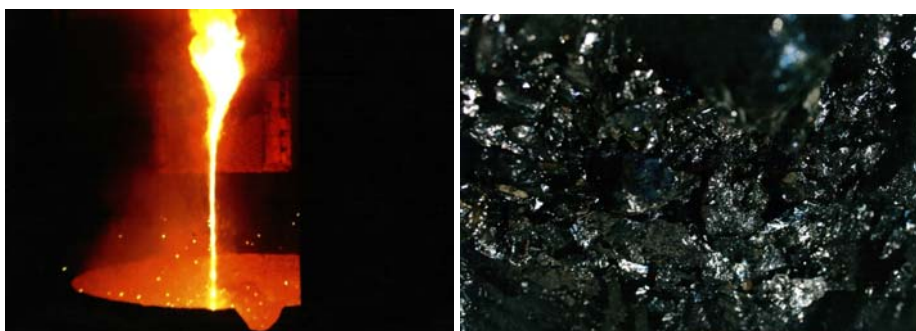


Рис. 3.2 Процесс слива МК и полученный МК на Казсилекон, см. текст.

Получаемый таким образом металлургический кремний (см. рис. 3.2) содержит 98-99% Si и 1-2 % Fe, Al, B, P, Ca, Cu, Cr, Mg, Mn, Ni, Ti, V, Zr и др. Кварц, используемый для плавки металлургического кремния, поступает в виде кусков размером 20—80 мм, которые должны обладать определенной механической прочностью. Механическая прочность зависит от содержания примесей в сырье, которое должно иметь определенный гранулометрический состав и содержать минимальное количество примесей. В нем должно содержаться не менее 98 % кремнезема (SiO₂) и не более 0,4 % - Fe₂O₃, 0,6 % - Al₂O₃, 0,25 % - CaO. Это означает, что кварцевые месторождения должны соответствовать этим требованиям. Углеродистые материалы, применяемые в качестве восстановителя при выплавке кремния, должны обладать высокой реакционной способностью, достаточной механической прочностью, высоким электросопротивлением и содержать минимальное количество примесей. Опыт промышленного производства кристаллического кремния показывает, что этими качествами обладают древесный уголь, нефтяной кокс, некоторые сорта малозольного каменного угля и древесная щепа. Как правило используется оптимальный состав, удовлетворяющий требованиям используемой технологии.

4. «Солнечный» кремний. Требования к содержанию примесей.

В 1980 г. Дэвисом, на основе детального анализа данных о рекомбинационных свойствах атомов металлов в кремнии, было показано, что эффективность «солнечных» элементов на основе монокристаллического кремния сильно зависит от концентрации металлических примесей [5,6,10,11]. Дальнейшие исследования позволили не только подтвердить данные Дэвиса, но и сделать вывод о том, что из распространенных примесей, содержащихся в этом материале, наиболее нежелательными с точки зрения их влияния на эффективность преобразования фэп являются атомы алюминия, железа и титана [5,8-12]. Так содержание алюминия или титана в размере 5 мкг/г или 10 мкг/г, соответственно, уменьшает эффективность фэп минимум на 25 %, и практически все атомы переходных металлов являются активными рекомбинационными центрами.

В таблице 4.1 [7,11] приведены данные по уменьшению эффективности СЭ от концентрации этих примесей, а в таблице 4.2 указаны предельно допустимые значения для ряда примесей в «солнечном» кристаллическом кремнии. Данные, приведённые в этих таблицах, до настоящего времени сохраняют свою актуальность для СЭ, изготовленных на моно – и поликристаллических материалах.

Таблица 4.1 – Уменьшение эффективности фэп от концентрации примеси

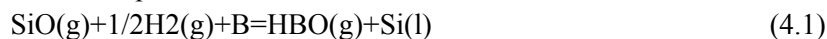
Значения потери эффективности фэп	Концентрация примесей в материале (ppmw) в «солнечном» кремнии	
	Ti	Fe
2 %	0.07	2.5
5%	0.2	8
10 %	0.4	25

Таблица 4.2 – Предельные значения ряда примесей для «солнечного» кремния

Элемент (ppmw и ат/см ³)					
О	С	В	Р	As	Fe; Al; Cr; Ni; V; Cu; Zn суммарная концентрация переходных металлов (5x10 ¹⁵), (для каждого < 5x10 ¹³)
1	1	0.5	0.025	0.025	
5x10 ¹⁶	5x10 ¹⁶	2.5x10 ¹⁶	1.25x10 ¹⁵	1.25x10 ¹⁵	

Однако, как было отмечено [2,3, 5-16,], одним из достижений современной кремниевой фотовольтаики является использование компенсированного металлургического кремния (МК). Концентрация примесей в таком «солнечном» качества МК должна удовлетворять следующим требованиям, содержание бора и фосфора – не более 0.3 ppmw и 1 ppmw, соответственно, а суммарное содержание кальция, алюминия, железа и других примесей – около 2 ppmw [6-8,12-15,17,18]. Кроме того, следует также проводить измерения концентрации кислорода в образцах и

бора в SOG-Si, так как контроль этой примеси необходим для прогноза деградации фэп под действием солнечного излучения. Очистка МК от примесей производится применением отлаженных в производстве «солнечного» кремния технологических процессов [2,3,6,17]. Так, удаление бора происходит при взаимодействии с водородом по реакции (4.1), который образуется при разложении влажного воздуха на газообразные составляющие



Окисляемые примеси удаляются путём технологии извлечения шлака, состоящего из окислов этих примесей, которые образуются в соответствии с реакциями (4.2 – 4.5)



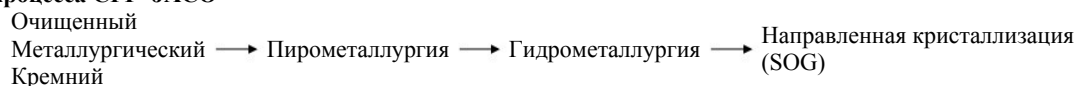
В принципе возможно уменьшить концентрацию Al и Ca до очень низких значений, но реакции окисления сопровождаются понижением температуры процесса с 1700°C до 1500°C, что крайне нежелательно, поэтому для предотвращения этого инициируется экзотермический процесс (4.5).

Как следует из изложенного, существует достаточно много параметров процесса, которыми объясняется минимальное и максимальное значение примесей в МК. Поэтому необходимо выбирать оптимальные условия. Как правило, МК с нижним пределом содержания примесей подвергаются дальнейшей очистке на втором этапе для достижения солнечного качества.

5. Методы получения «солнечного» кремния.

При переходе материалов из жидкого состояния в твёрдое, кристаллизации вещества, происходит уменьшение содержания примесей, которое зависит от коэффициента сегрегации. Значения этого коэффициента определяются как соотношение равновесной концентрации примесей в твёрдом и жидком состоянии вещества. Физический смысл процессов сегрегации (кристаллизации) заключается в том, что концентрация примесей, растворённых в жидком состоянии вещества больше, чем в твёрдом. Поэтому, например, в кремнии, значения этого коэффициента для всех элементов меньше единицы, за исключением кислорода. Ясно, что в процессе кристаллизации труднее удаляются примеси с высоким коэффициентом сегрегации. Этот процесс носит название сегрегационная очистка материалов. Значения коэффициента сегрегации приведены в [2,3,5,7]. Наиболее трудно удаляемыми примесями при сегрегационной очистке кремния являются бор и фосфор, для которых величина этого коэффициента составляет 0.8 и 0.35, соответственно. Поэтому содержание этих примесей в исходных веществах карботермического процесса должно быть как можно меньше. Получаемый на карботермических печах МК очищается до (2-4) ppmw по содержанию бора, до 10 ppmw по содержанию фосфора и около 2 – 20 ppmw по суммарному содержанию металлов, углерода и кислорода, т. е. до качества соответствующего очищенному МК, или UMG, как принято в международной классификации. Содержание этих примесей контролируется длительностью процесса. Наряду с сегрегационной очисткой компаниями Waker, Union Carbide и др. разработаны химические, хлорсилановые методы и применяются для выпуска электронного кремния и SOG, а Elkem предложена пирометаллургическая (шлаковая) технология для получения UMG и SOG, которая реализована в промышленном масштабе [5,7,10,17]. Рядом компаний PhotoSil, SolSilc и CaliSolar разработаны и освоены промышленные варианты различных модификаций технологий получения UMG и SOG. Так, например, в последнее время компаниями CPI - JACO на заводе компании JACO налажено производство UMG и SOG [18]. Схема процесса состоит из этапов, аналогичных реализуемым Elkem, однако технологии различаются как по составу шлаков, так и другим «know how» параметрам процесса. Содержание фосфора в SOG CPI – JACO меньше, чем в SOG, полученном по технологиям компаний Elkem, PhotoSil, SolSilc и CaliSolar. Содержание углерода и кислорода в SOG CPI – JACO сравнимо с содержанием этих примесей в электронном кремнии, выращенном методом Чохральского, что можно считать достижением технологии CPI– JACO [18].

Схема процесса CPI– JACO



На втором этапе осуществляется гидрометаллургическая (кислотная) очистка, в результате происходит удаление фосфидов, алюминия, кальция, железа и заключительная направленная кристаллизация обеспечивает получение «солнечного кремния» (SOG) **второй генерации**, более чистой по содержанию фосфора, углерода и кислорода в сравнении с SOG, полученным другими металлургическими методами в Elkem, PhotoSil, SolSilc и CaliSolar (см. таблицу 5.1).

Таблица 5.1. SOG CPI - JACO

Major Impurity					Metals Impurity (PPMW)	Conductivity Type	Resistivity
B (PPMW)	P (PPMW)	C (PPMW)	O (PPMW)				
≤ 0.3	≤ 0.45	≤ 5.00	≤ 10.00	≤ 0.10	P type	0.5--3.0Ω · cm	

6. Методы изготовления и эффективность (кпд) солнечных элементов.

6.1 Этапы изготовления ФЭП на моно- и поликристаллическом Si.

Солнечные элементы были изготовлены по стандартной технологии, включающей несколько этапов:

- плазменная обработка пластин, текстурирование поверхности пластин.
- создание р-п-перехода диффузией фосфора из газовой фазы.
- плазмо-химическое осаждение антиотражающего покрытия. металлизация, нанесение лицевых (серебро) и тыльных (алюминий) контактов, вжигание контактов.
- измерение кпд с использованием солнечного эмитатора.

6.2 Модуль, состоящий из фэп, изготовленных из очищенного кремния Казсилекон, и вольт-амперная характеристика модуля.



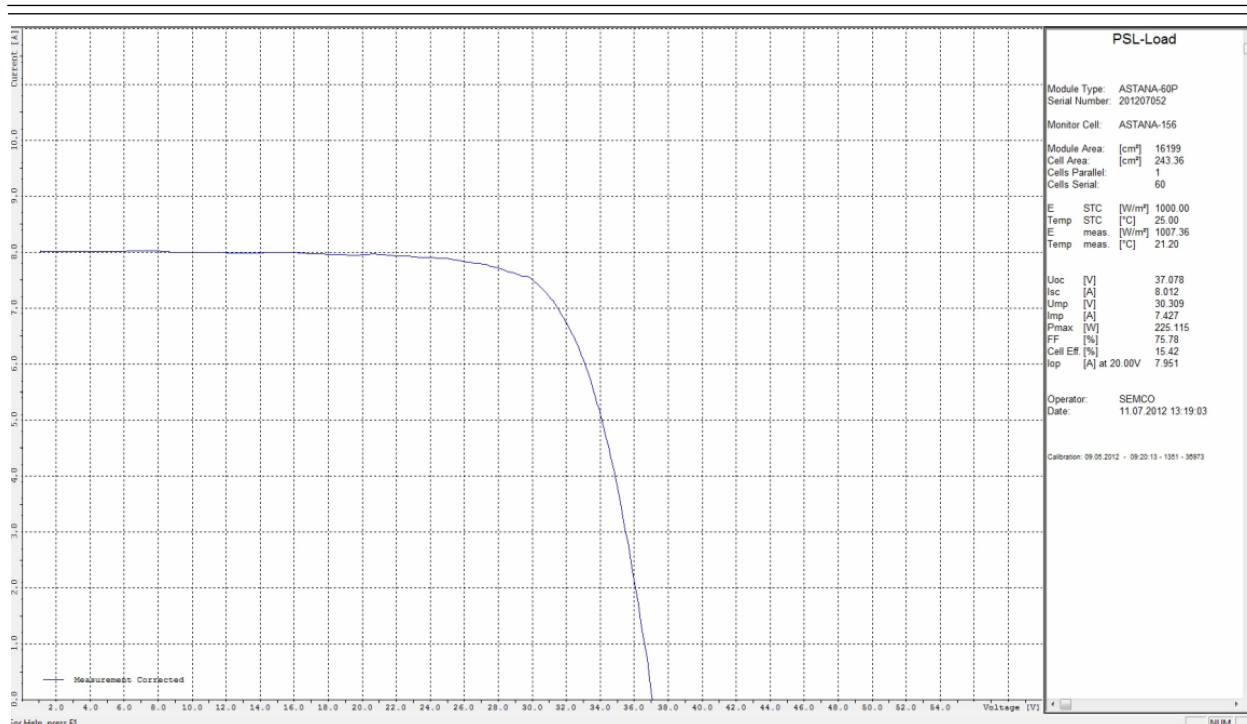


Рисунок 5.2.1 – Модуль и вольт-амперная характеристика модуля. Параметры модуля: КПД 15,42 %, состоит из 60 фэп (156*156 мм, толщиной 0,2 мм), диапазон изменения эффективности модулей 15,8-17,0%. Измерения выполнены в Semco Engineering

Из приведённых данных видно, что полученные модули СЭ имеют высокие значения коэффициента заполнения, а также достаточно высокую эффективность преобразования солнечной энергии, что говорит о соответствии и пригодности данного кремния для изготовления СЭ, соответствующих мировым стандартам [19]. Исследования степени деградации СЭ под воздействием освещения является очень важным для СЭ, созданных на основе р-типа кремния легированного бором. Данная деградация связана с формированием комплексов бор-кислород и междоузельных атомов переходных металлов, которые являются эффективными центрами рекомбинации для носителей заряда [20]. Таким образом, формирование В-О комплексов приводит к значительному уменьшению времени жизни носителей заряда и соответственно к уменьшению КПД СЭ. Деградация СЭ под действием солнечного излучения составила 2,5%.

6. Заключение.

Рассмотрены результаты НИР от получения металлургического кремния, очистки этого материала до «солнечного» качества, изготовления СЭ и создания панелей, т.е. научно-технического сопровождения основных этапов высокотехнологичного вертикально-интегрированного производства от материалов до современной элементной базы и панелей фотоэнергетических систем, введение в действие которого запланировано в гт Уштобе, Усть-Каменогорске и Астане в 2015 г.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Global Market Outlook, 2013-2017, EPIA, 2012. Implementation Plan for the Strategic Research Agenda of the European Photovoltaic Technology Platform, European Communities, 2009.
- 2 S. Pizzini, Towards solar grade silicon: Challenges and benefits for low cost photovoltaics, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 2010, doi: 10.1016/j.solmat.2010.01.016
- 3 PV Technology, Production and Cost, 2009 Forecast.
- 4 M. Johnston, M. Barati, Distribution of impurity elements in slag-silicon equilibria for oxidative refining of metallurgical silicon for solar cell applications, Solar Energy Materials & Solar Cells 94 (2010) 2085–2090.
- 5 PNOTON International, “Science & technology, cell production 2008 survey”, 2009, March, pp.170-206.
- 6 Lynn H., Bradford T., “Polysilicon: Supply, Demand and Implication for the PV Industry 2006, Report of Prometheus Institute for Sustainable Development” (см. также последующие публикации по данной и другим проблемам, <http://www.prometheus.org>).
- 7 Б. Н. Мукашев, А. А. Бетекбаев, «Металлургический кремний для фотоэнергетики», Вестник КазНУ, № 2, 2012, стр. 27-34

- 8 E. Weber, "20 Years of Progress in Understanding the Role of Defects in PV Silicon, Including Recent Applications to UMG Silicon", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA;
- 9 H. Aulich, "Solar-grade Silicon Production and Pricessing Technology" in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA.
- 10 T. Saga, "Advances in Crystalline Silicon Solar Cell Technology for Industrial Application", NPG Asia Mater., 2010, 2, p.96.
- 11 Б. Н. Мукашев, А. А. Бетекбаев, «Полупроводниковая гелиоэнергетика: состояние и перспективы развития элементной базы», Вестник НАН РК, 2011, №1, стр.9-30
- 12 D. DeCeuster, "High Efficiency Solar Cells: Promise and Realization", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA.
- 13 Peter K., Kopecek R., Soiland A., Enebakk E., "Future Potencial for SoG-Si Feedstock from Metallurgical Process Route", in Proceedings 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference, 1-5 September, 2008, Valencia, Spain, p.947-950.
- 14 Wornes A., Ovreid E., Raanes O., Greevligs B., Santeen S., Wiersma B., Talhgar H., "Direct Route for the Production of Solar-Grade Silicon from Metallurgical-Grade Silicon", in Proceedings 16th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells and Modules. Materials and Processes 2006, p. 42-49.
- 15 J. Kraem, R. Einhaus, B. Drevell et al, "Solar-grade Silicon Production and Processing Technology", in: Proceedings of 20th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes, 2010, August 1-4, Breckenridge, Colorado, USA.
- 16 Wyers P. , "PV Road Map and Prospects for Silicon Technology", presentation at 22th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2007, Milan, Italy, 3-7 September, plenary paper
- 17 B. Ceccaroli and B. Lohne, "Solar Grade Silicon Feedstock", in [8], see also Elkem Solar, Metallurgical Solar Silicon, Third Silicon Conference, Munich, 2006.
- 18 JACO, Green Silicon, Compony introduction, april, 2013.
- 19 W. Flossman, Electrical characterization of photovoltaic materials and solar cells, Global Solar Technology, 2009, № 2, pp 30-41.
- 20 MacDonald, et al, "Light Induced Boron-Oxygen Defect Generation In Compensated p-Type Czochralski Silicon", J. Appl. Phys., v.105, p. 093704, 2009.

Резюме

В. С. Школьник¹, А. А. Бетекбаев¹, Б. Н. Мукашев²

(¹ «Қазатомпром» ҰАК АҚ; ² Физика-техникалық институт, Алматы, Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАНДА КРЕМНИЙЛІК КҮНЭНЕРГЕТИКАСЫН ЖАСАУ ҮШІН ЖОҒАРЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДІРІС

2030 жылға дейінгі болжамда электр энергиясын өндіру үшін көмір мен газдың өсуіне қарамай келешекте су және атом энергетикасының үдемелі дамуымен қатар күн энергетикасын кең көлемде қолдану қажет. Күн энергиясын электр энергиясы тікелей түрлендірудің болашақтық түрінің бірі – фотоэлектрлік шалаөткізгіштер жүйесі болып табылады. Күн энергиясын қолданудың осы түрі фотоэнергетика (ФЭ) деп аталады. ФЭ-ның қазіргі заманғы әлемдік нарығы – даму мүмкіндігі жоғары әлемдік экономиканың тез дамитын саласы. ФЭ-ның негізгі элементтеріне күн энергиясын электр энергиясына айналдыратын фотоэлектрлік түрлендіргіштер (ФЭТ) жатады. 2011 жылы қазіргі заманның ФЭТ-нің 85 пайызға жуығы кристалдық кремнийдің негізінде өндіріледі, сондықтан осы материалды өндіру, ФЭТ және ФЭТ панелдерін жасауға күн энергетикасын дамытатын елдерде аса маңызды орын алады.

Тірек сөздер: атомэлектростанциясы, күн энергиясы, фотоэнергетика, фотоэлектрлік түрлендіргіштер.

Summary

V. S. Shkolnik¹, A. A. Betekbaev¹, B. N. Mukashev²

(¹ JSK NK «Kazatomprom»; ² Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan)

HIGH TECHNOLOGY SILICON PHOTOVOLTAIC INDUSTRY IN KAZAKSTAN

In spite of the predictable increasing coal and gas for power production up to 2030, in the future with accelerated developing of hydro- and atomic electric power station it is necessary large scale using solar energy. One of the perspective methods of direct conversion solar energy to electric energy is the photovoltaic semiconductor systems. It is called photovoltaics, PV. Now PV world market is fast developing branch of world economy with the increasing rate of grows. The main PV elements is solar cells. In 2011 about 85% of solar cells are produced from crystalline silicon therefore creation production of this material, solar cells and panels in the states developing solar power are attached paramount importance.

Keywords: nuclear elektrstantion, solar energy, photopower, photo-electric transformations.

Поступила 03.12.2013 г.

УДК 621.01

А.А. ДЖОМАРТОВ, Г. УАЛИЕВ

(Институт механики и машиноведения им. У. А. Джолдасбекова, Алматы)

ОБОБЩЕННАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАШИНЫ-АВТОМАТА

Аннотация

В работе рассматривается составление обобщенной динамической модели машины-автомата с учетом упругости звеньев механизмов, динамики двигателя и системы управления на основе ее функциональной схемы. Получены системы уравнений описывающих динамику управляемой машины-автомата с упругими звеньями.

Ключевые слова: машина-автомат, динамическая модель, упругость, двигатель.

Тірек сөздер: машина-автомат, динамикалық үлгі, серпімділік, қозғалтқыш.

Keywords: automatic machine, dynamical model, elasticity, motor.

Современные машины-автоматы представляют собой сложные разветвленные электромеханические системы, состоящие из большого количества различных по структуре и назначению механизмов, взаимосвязанных через главный вал машины-автомата. В основном это - кулачковые, рычажные, зубчатые, фрикционные и комбинированные цикловые механизмы, электрические двигатели и устройства автоматического контроля и управления. Для упрощения анализа такой сложной системы до недавнего времени не учитывалось как динамическое взаимодействие механизмов машины-автоматы через главный вал, так и динамическое взаимодействие механизмов с приводом и системой управления.

Такой подход к исследованию динамики машин-автоматов был оправдан, во-первых, при невысоких скоростях вращения главного вала машины-автоматы влиянием упругости звеньев можно было пренебречь, во-вторых, собственные частоты механической системы располагались за частотой среза привода и системы управления. В последнее время в связи с общей тенденцией повышения рабочих скоростей машин, с появлением соответствующих малоинерционных приводов и быстродействующих систем управления, ситуация резко изменилась. Увеличение частот и величин знакопеременных инерционных сил цикловых механизмов привело к тому, что заметное влияние на работу машины-автоматы начали оказывать колебательные процессы, обусловленные упругостью звеньев, динамическим взаимодействием механизмов, привода и системы управления машиной-автоматом.

Учет динамического взаимодействия указанных составных частей машины-автоматы возможен лишь в рамках ее обобщенной комплексной динамической модели.

В основу разработки обобщенной динамической модели может быть положена динамическая модель машины-автоматы с учетом упругости главного вала [1], которая представляет собой многомассовую колебательную систему с разветвленной структурой с переменными массами и моментами инерции, и если дополнительно учесть динамику привода, системы управления [2] и влияние кинематических и динамических параметров механизмов на переменность масс и моментов инерции.

Рассмотрим основные этапы разработки и исследования обобщенной динамической модели машины-автоматы с учетом упругости звеньев механизмов, динамики двигателя и системы управления.

Функциональная схема машины-автомата в общем виде представлена на рис.1, где D - двигатель; M -механизмы; CY -система управления; AC -источник активных сил; $\bar{u} = (u_1, \dots, u_l)^T$ - вектор управляющих воздействий на входе двигателей; \bar{Q} - вектор обобщенных сил, развиваемых двигателями; \bar{v} - силовое управление; q^* - кинематическое управление; \bar{p} - вектор сил сопротивления; $\bar{q} = (q_1, \dots, q_l)^T$ - вектор выходных координат двигателей; $\bar{x} = (x_1, \dots, x_l)^T$ - вектор выходных координат механизмов.

В любом двигателе можно выделить входные параметры, управляющие процессами в двигателе, и выходное звено, совершающее вращательное или возвратно-поступательное движение. Вектор входных параметров обозначен на рис.1, обозначен через \bar{u} , вектор выходных обобщенных координат выходных звеньев - через \bar{q} .

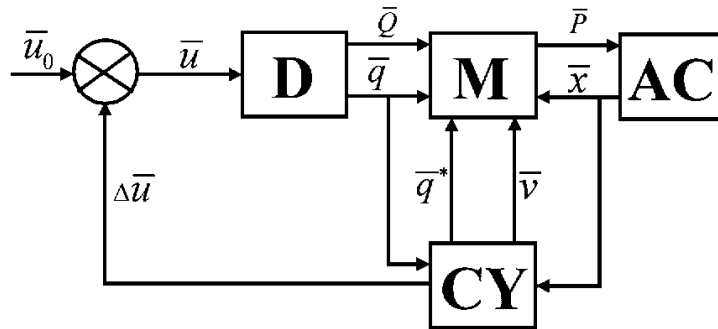


Рисунок 1 – Функциональная схема машины-автомата

Обобщенные движущие силы, создаваемые двигателями и приводящие в движение машину-автомат, образуют вектор \bar{Q} .

Уравнение электропривода в общем виде можно записать как

$$D_i \{u_i, q_i, Q_i\} = 0, \quad i = \overline{1, l} \quad (1)$$

где D_i - некоторый оператор; u_i - управляющее воздействие; q_i - выходная координата двигателя; Q_i - обобщенная сила, развиваемая двигателем; l - число степеней свободы механизмов машины-автоматы.

Механическая часть машины-автомата, обозначенная на рис.1 буквой M , состоит из механизмов, каждый из которых будет в дальнейшем рассматриваться как механическая система с голономными, стационарными, удерживающими связями.

Функции положения механизмов - Π_r в общем случае можно представить в виде

$$x_r = \Pi_r(\bar{q}), \quad r = \overline{1, m} \quad (2)$$

где \bar{x}_r - выходная координата r -го механизма, в качестве которого может служить одна из координат рабочих органов машины-автоматы или других характерных точек ее механизмов.

При движении машины-автоматы и выполнении рабочих процессов возникают активные силы \bar{P} которые можно считать внешними. Они могут быть представлены в общем случае функциями координат и скоростей рабочих органов:

$$P_k = P_k(\bar{x}, \dot{\bar{x}}), \quad k = \overline{1, d}$$

Функции положения Π_r отражают свойство идеализированных механизмов, звенья которых считаются жесткими. При учете упругости звеньев механизма число обобщенных координат, определяющих положение рабочих органов механизмов, т.е. число степеней свободы будет большим, чем 1. Это связано с тем, что необходимо ввести дополнительные координаты $\theta_1, \dots, \theta_n$, отражающие величины деформаций звеньев, в силу чего функции положения механизмов примут вид:

$$x_r = \psi_r(q_1, \dots, q_l, \theta_1, \dots, \theta_n), \quad r = \overline{1, m} \quad (3)$$

Деформации $\theta_j, (j = \overline{1, n})$ обычно малы по величине, что позволяет в ряде случаев линеаризовать уравнения (3)

$$x_r = \psi_r(q_1, \dots, q_l, 0, \dots, 0) + \sum_{j=1}^n \frac{\partial \psi_r}{\partial \theta_j}(q_1, \dots, q_l, 0, \dots, 0) \theta_j$$

где

$$\psi_r(q_1, \dots, q_l, 0, \dots, 0) \equiv \Pi_r(q_1, \dots, q_l), \quad r = \overline{1, m}$$

Уравнения движения механизмов составляются, в предположении идеальности связей, накладываемых кинематическими парами, что позволяет использовать аппарат уравнений Лагранжа второго рода, которые приводят к системе уравнений вида:

$$L_j \{q_1, \dots, q_l, \theta_1, \dots, \theta_n, Q_1, \dots, Q_l\} = 0, \quad j = \overline{1, l+n} \quad (4)$$

В динамической модели с жесткими звеньями

$$L_j^* \{q_1, \dots, q_l, Q_1, \dots, Q_l\} = 0, \quad j = \overline{1, l} \quad (5)$$

Уравнение двигателей (1) совместно с уравнениями (4,5) составляют уравнение движения неуправляемой машины-автомата. Задача динамического анализа в этом случае сводится к определению законов изменения выходных координат $x_r(t), (r = \overline{1, m})$ по заданным $u_i(t), (i = \overline{1, l})$. Она сводится к интегрированию $(2l + n)$ уравнений (1) и (4), содержащих $(2l + n)$ неизвестных $(q_1, \dots, q_l, \theta_1, \dots, \theta_n, Q_1, \dots, Q_l)$, при заданных начальных условиях.

Если полученные законы движения выходных координат $x_r(t), (r = \overline{1, m})$ не удовлетворяют поставленным техническим требованиям, то возникает задача динамического синтеза.

Один из путей решения этой задачи заключается в совмещении этой задачи с задачей синтеза механизмов, т.е. в соответствующем выборе функций положения (2).

Если же функции положения уже выбраны окончательно или заданы, то решение задачи сводится к определению управлений $u_i(t), (i = \overline{1, l})$, обеспечивающих выполнение поставленных требований.

Совокупность функций $x_r^0(t), (r = \overline{1, m})$, описывающих движение рабочих органов механизмов и удовлетворяющих всем техническим требованиям, называется программным движением, а совокупность функций $u_i^0(t), (i = \overline{1, l})$, обеспечивающих получение программного движения механизмов, называется программным управлением.

Разница между реальным и программным движением

$$\xi_r(t) = x_r(t) - x_r^0(t), \quad r = \overline{1, m}$$

Для уменьшения динамической ошибки необходимо введение дополнительного управления $\Delta u_i(t), (i = \overline{1, l})$, которое реализуется системой управления.

Воздействие системы управления может осуществляться несколькими способами:

1) управление на входе двигателей на основе обратных связей о выходных координатах

$$\Delta u_i(t) = W_i \{q_1, \dots, q_l, x_1, \dots, x_m\}, \quad i = \overline{1, l}$$

2) силовое управление - непосредственно формирует обобщенные силы v прикладываемые к входам механизмов. Например, маховик на входном валу механизма формирует воздействие - $J_{\max} \xi$. В общем случае

$$v_j = v \{q_1, \dots, q_l, x_1, \dots, x_m\}, \quad j = \overline{1, k} \quad (6)$$

3) кинематическое управление - введение дополнительной степени свободы в механизм с координатой q^* , которая является управляемой:

$$q^* = q^* \{q_1, \dots, q_l, x_1, \dots, x_m\} \quad (7)$$

Таким образом, динамика управляемой машины-автомата описывается следующей системой уравнений:

1) Характеристики двигателей, которые с учетом обратных связей запишутся в виде:

$$D_i \{u_i^0 + \Delta u_i, q_i, Q_i\} = 0, \quad i = \overline{1, l}$$

2) Уравнения движения механической части

$$L_j \{q_1, \dots, q_l, q^*, \theta_1, \dots, \theta_n, Q_1, \dots, Q_l, v_1, \dots, v_k\} = 0, \quad j = \overline{1, l+n}$$

3) Функции положения выходных координат

$$x_r = \Phi_r(q_1, \dots, q_l, q^*, \theta_1, \dots, \theta_n), \quad r = \overline{1, m}$$

4) Уравнения системы управления машиной-автоматом (6,7)

При введении обратных связей на входы двигателей по выходным координатам механизмов возникает задача обеспечения устойчивости (стабилизации) заданного программного движения.

Разработанный алгоритм составления обобщенной динамической модели машины-автомата с учетом упругости звеньев механизмов, динамики двигателя и системы управления на основе ее функциональной схемы позволит более точно описать динамику сложных машин-автоматов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вульфсон И.И. Динамические расчеты цикловых механизмов. -Л.: Машиностроение, 1976. - 328с.
- 2 Уалиев Г., Джомартов А.А. Динамика механизмов ткацких станков-автоматов СТБ. - Алматы: Тауар, 2003. - 377 с.

REFERENCES

- 1 Vul'fson I.I. *Dinamicheskie raschety ciklovyh mehanizmov. L., Mashinostroenie, 1976. 328, (in Russ.)*
- 2 Ualiev G., Dzhomartov A.A. *Dinamika mehanizmov tkackih stankov-avtomatov STB. Almaty, Tauar, 2003. 377, (in Russ.)*

Резюме

Жомартов А.А., Уалиев Г.

(Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы механика және машинатану институты, Алматы)

МАШИНА-АВТОМАТТЫҢ ЖАЛПЫЛАМА ДИНАМИКАЛЫҚ ҮЛГІСІ

Жұмыста механизм буындарының серпімділігін, қозғалтқыш динамикасын және оның функционалдық сұлбасының негізінде басқару жүйелерін ескере отырып, машина-автоматтың жалпылама динамикалық үлгісін құрастыру қарастырылады. Буындары серпімді машина-автоматтармен басқарылатын динамиканы сипаттайтын теңдеулер жүйесі алынды.

Тірек сөздер: машина-автомат, динамикалық үлгі, серпімділік, қозғалтқыш.

Summary

Jomartov A.A., Ualiyev G.

(Institute of Mechanics & Mechanical Engineering, Almaty)

GENERALIZED DYNAMICAL MODEL OF AUTOMATIC MACHINES

We consider the compilation a generalized dynamic model of automatic machine based on the elasticity of links mechanisms, dynamics of motor and system of the control based on its functional scheme. Combined the equations which describing the dynamics of the control of automatic machine with elastic links.

Keywords: automatic machine, dynamical model, elasticity, motor.

Поступила 24.12.2013 г.

А.А. ДЖОМАРТОВ, Г. УАЛИЕВ

(Институт механики и машиноведения, Алматы)

ТИПОВЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЦИКЛОВЫХ МЕХАНИЗМОВ НА ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SIMULATIONX

Аннотация

В работе показывается, что типовые динамические модели цикловых механизмов могут быть хорошо рассчитаны на программном комплексе SimulationX с моментальным графическим представлением и анализом результатов и автоматическим анализом собственных частот и форм колебаний.

Ключевые слова: цикловые механизмы, машина-автомат, динамическая модель, упругость, Simulation X.

Тірек сөздер: циклді механизмдер, машина-автомат, динамикалық үлгі, серпімділік, SimulationX.

Keywords: cyclic mechanisms, automatic machine, dynamical model, elasticity, SimulationX.

В современных машинах широко применяются кулачковые, рычажные, мальтийские, храповые механизмы, а также различные их комбинации. Для этих и ряда других механизмов, осуществляющих периодические движения рабочих органов, в последние годы установился термин «цикловые механизмы», который принят и в работе И.И. Вульфсона [1].

В данной работе [1] предложена классификация типовых динамических моделей, (см. таблица 1), которые разделены на три класса и ряд модификаций. К классу I отнесены динамические модели механизмов, образованные последовательным соединением элементов. Структура динамической модели выглядит в виде: $H_1 - \Pi - H_2$, где H_1 и H_2 - число степеней свободы колебательного контура соответственно ведущей и ведомой частей механизма, Π - функция положения механизма.

Модели класса I подразделяются на четыре модификации $0 - \Pi - 0$. К модификации 1 отнесена простейшая модель $0 - \Pi - 0$. В этой модели все звенья приняты неупругими.

К модификации 2 отнесены динамические модели $0 - \Pi - H$, для которых ведущая часть, предполагается абсолютно жесткой, а ведомая отображается в виде колебательной системы с H степенями свободы. К модификации 3 отнесены динамические модели,

$H - \Pi - 0$ и $0 - \Pi_1 - H - \Pi_2 - 0$. К модификации 4 отнесены динамические модели, $0 - \Pi_1 - 1 - \Pi_2 - 1$, $\frac{1}{2} - \Pi - \frac{1}{2}$.

К классу II отнесены динамические модели цикловых механизмов, образованных при параллельно-последовательном соединении элементов (модификация 1) и модели, элементы которых образуют замкнутые контуры (модификация 2).

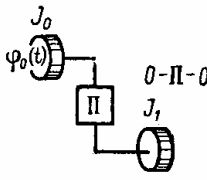
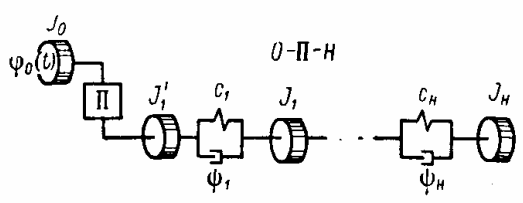
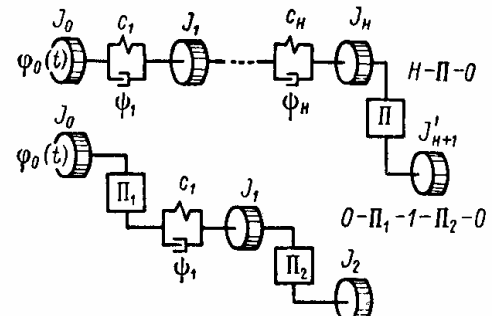
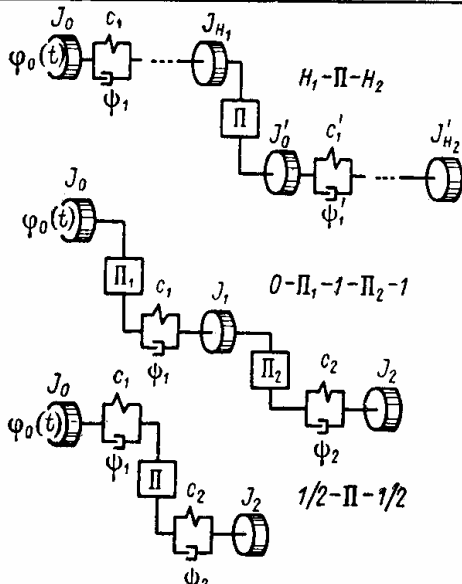
К классу III отнесены динамические модели, у которых ведомая или ведущая части механизма, либо обе части отображаются в виде подсистем с распределенными параметрами.

Вышеприведенные типовые динамические модели И.И. Вульфсона [1] кроме класса III, хорошо могут быть рассчитаны на программном комплексе SimulationX.

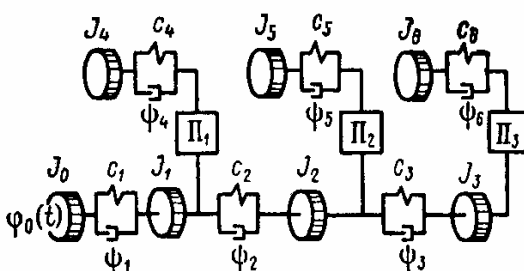
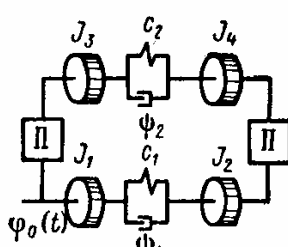
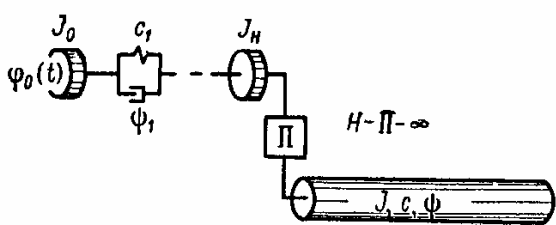
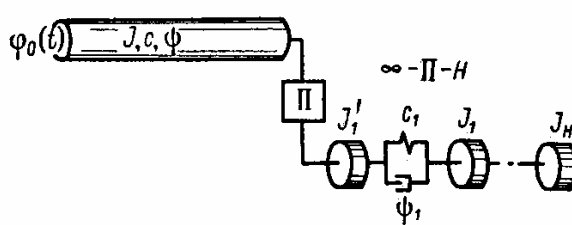
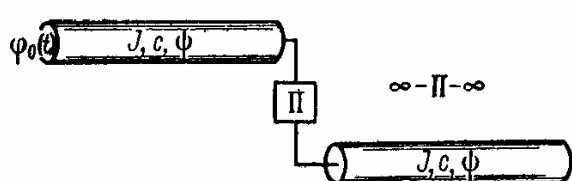
SimulationX – это междисциплинарный программный комплекс для моделирования физико-технических объектов и систем, который разработан и продается на коммерческой основе фирмой IPI GmbH [2] из Дрездена с 2000 года. Ученые и инженеры, работающие в промышленности и сфере образования, используют этот инструмент для разработки, моделирования, симулирования, анализа и виртуального тестирования сложных мехатронных систем. На единой платформе программа моделирует поведение и взаимодействие различных физических объектов механики (1D и 3D), приводной техники, электрических, гидравлических, пневматических и термодинамических систем, а также магнетизма и аналоговых и цифровых систем управления. Основное достоинство программы SimulationX, которое состоит в быстром построении моделей из интуитивно-понятных объектов механики (масса, сила, момент, пружина, демпфер, трение, рычаг и т.д.), пневматики и

гидравлики (пневмоцилиндр, клапан, дроссель и др.), машиностроения и электромеханики (моторы, муфты, сцепления, зубчатая и другие передачи, карданный вал, дифференциал и т.д.) и управления (датчики-измерители, управляющие сигналы и пр.)

Таблица 1 – Типовые динамические модели

Класс	Модификация	Динамическая модель
I	1	 <p style="text-align: center;">0-П-0</p>
	2	 <p style="text-align: center;">0-П-Н</p>
	3	 <p style="text-align: center;">Н-П-0 0-П1-1-П2-0</p>
	4	 <p style="text-align: center;">Н1-П-Н2 0-П1-1-П2-1 1/2-П-1/2</p>

Продолжение таблицы 1.

Класс	Модификация	Динамическая модель
II	1	
	2	
III	1	
	2	
	3	

Для моделирования функций положения механизмов $\varphi_2 = \Pi(\varphi_1)$, $x_2 = \Pi(x_1)$, $x_2 = \Pi(\varphi_1)$ хорошо подходят элементы библиотеки SimulationX: Transmission.Mechanics.Rotation.Gear, Mechanics.Translation.Lever, Rotational-Linear Transformation. Элемент библиотеки Transmission представляет собой идеальный передаточный элемент для моментов вращения и углового перемещения, действующая между двумя компонентами координатами роторной механической системы. Идеальный передаточный элемент Transmission выполняет заданное ограничение с соблюдением равенства мощностей на входе и выходе:

$$T_1\omega_1 + T_2\omega_2 = 0$$

Ограничения могут быть на угловые перемещения вида $\varphi_2 = F(\varphi_1)$ или на угловые скорости $\omega_2 = F(\omega_1)$

Составив по таблице [1] динамические модели на программном комплексе SimulationX. На рис. 1-6 приведены динамические модели I и II классов И.И. Вульфсона на SimulationX.

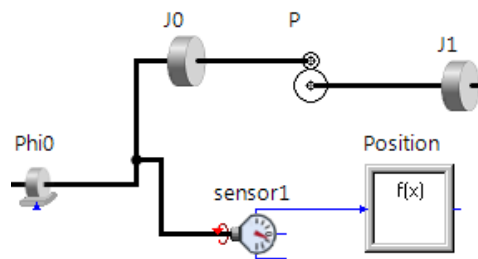


Рисунок 1 – Динамическая модель класса I модификация 1 формула 0 – П – 0

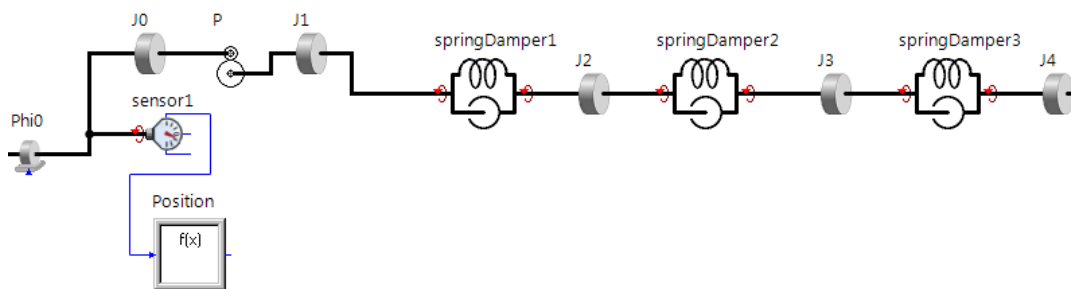


Рисунок 2 – Динамическая модель класса I модификация 2 формула 0 – П – 4

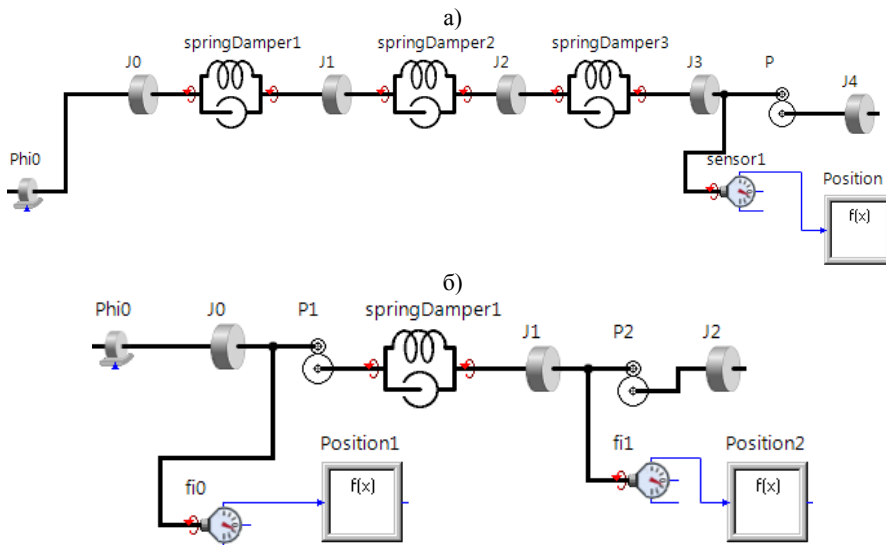


Рисунок 3 – Динамическая модель класса I модификация 3: а) – модель 3 – П – 0, б) – модель 0 – П₁ – 1 – П₂ – 0

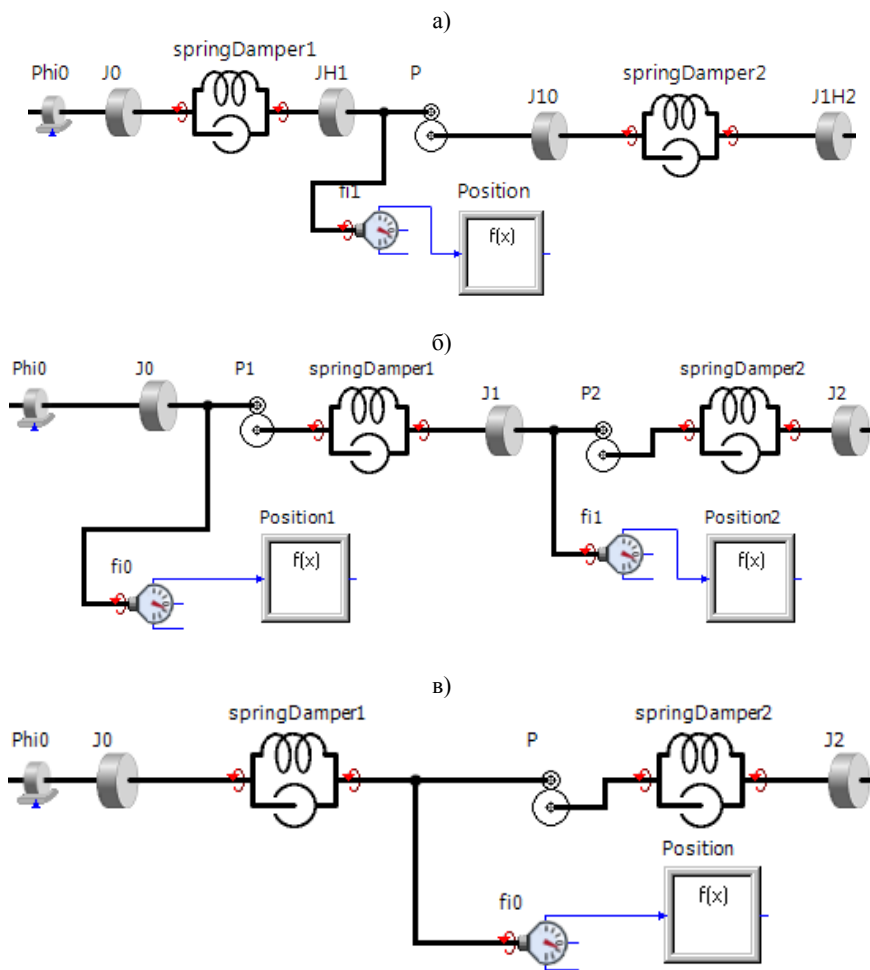


Рисунок 4 – Динамическая модель класса I модификация 4:
 а) – модель 1-Π-1, б) – модель 0-Π₁-1-Π₂-1, в) – модель 1/2-Π-1/2

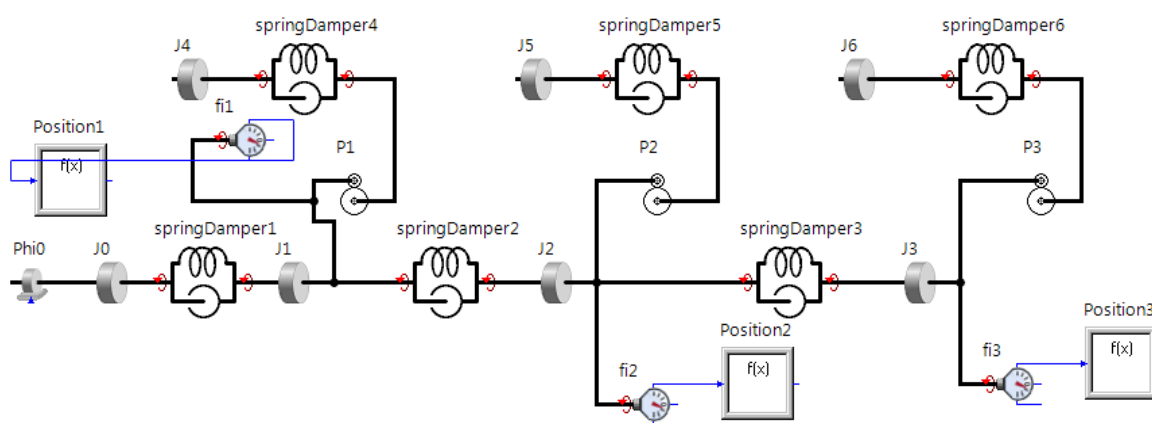


Рисунок 5 – Динамическая модель класса II модификация 1

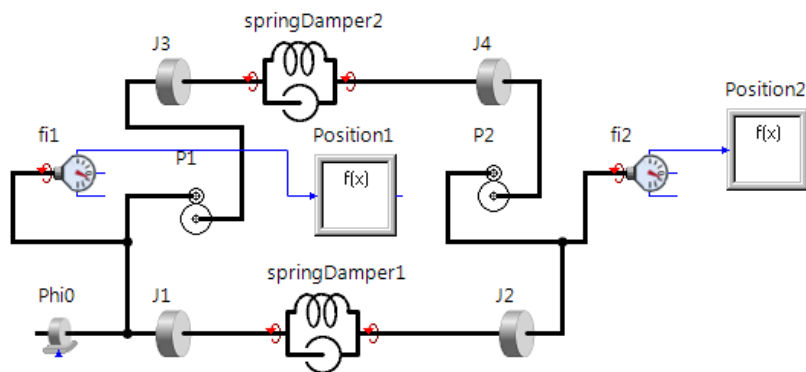


Рисунок 6 – Динамическая модель класса II модификация 2

Построенные выше динамические модели цикловых механизмов на программном комплексе SimulationX позволяют автоматически получить моменты, ускорения, скорости, перемещения и другие важные характеристики, провести анализ собственных частот и форм колебаний.

В работе И.И. Вульфсона [1] для типовых динамических моделей (см. таблица 1) приведено подробное математическое описание и аналитические расчеты различных колебательных режимов. Однако практическое применение полученных результатов работы [1] достаточно сложно для инженеров при расчете конкретных механизмов. Поэтому применение программного комплекса SimulationX, для расчета типовых динамических моделей цикловых механизмов, позволяет быстро получить результаты пригодные для динамического анализа.

Предлагается следующая последовательность при расчете конкретных цикловых механизмов.

По конструктивной схеме механизма, необходимо подобрать подходящую типовую модель из таблицы 1. Далее произвести расчет типовой модели на программном комплексе SimulationX и провести анализ результатов. Полученные результаты можно использовать для более детального исследования механизма с использованием математических моделей, разработанных в работе [1].

Пример.

На рис.7 показана конструктивная схеме машины, состоящей из 3 цикловых механизмов. Как видно из рис 7, для данной схемы подходит типовая динамическая модель класса II модификации I (табл. 1)

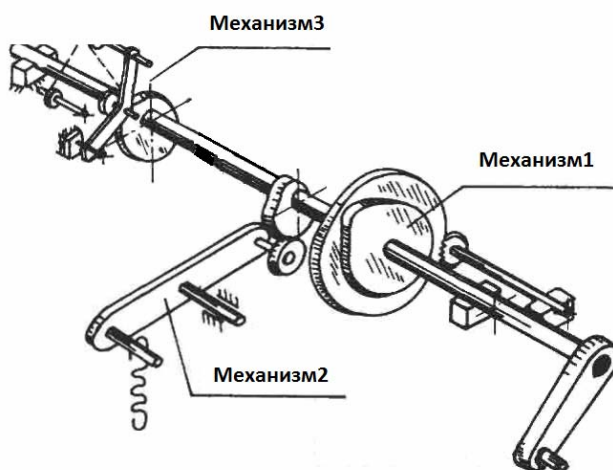


Рисунок 7 – Конструктивная схема машины, состоящей из 4 цикловых механизмов

На рисунке 8 показана динамическая модель на SimulationX машины, состоящей из 3 цикловых механизмов, согласно типовой динамической модели класса II модификации I (табл. 1)

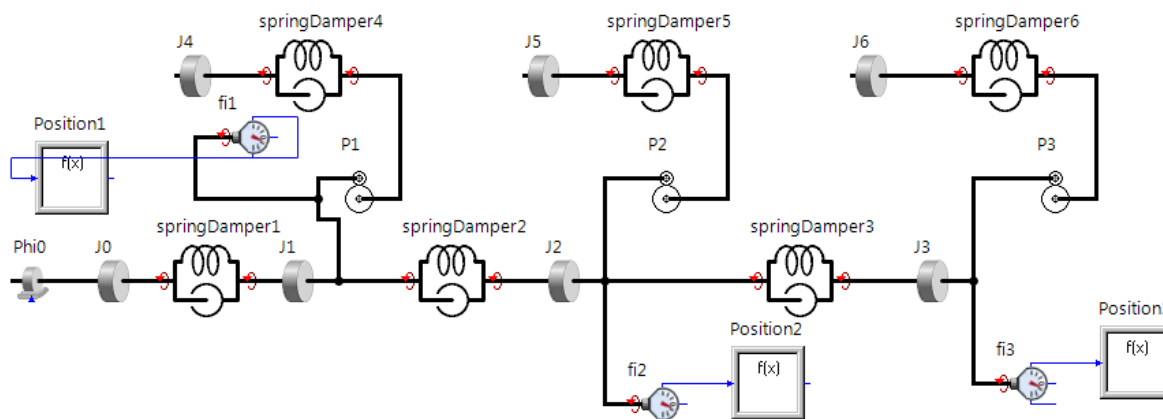


Рисунок 8 – Динамическая модель на SimulationX машины, состоящей из 3 цикловых механизмов

В результате расчета модели получены следующие результаты. На рис.9-11 показаны угловые перемещения и скорости рабочих органов 1, 2 и 3 механизмов.

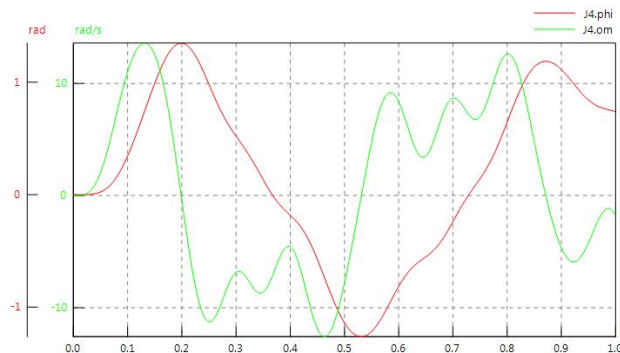


Рисунок 9 – Угловые перемещения и скорости рабочего органа 1-го механизма

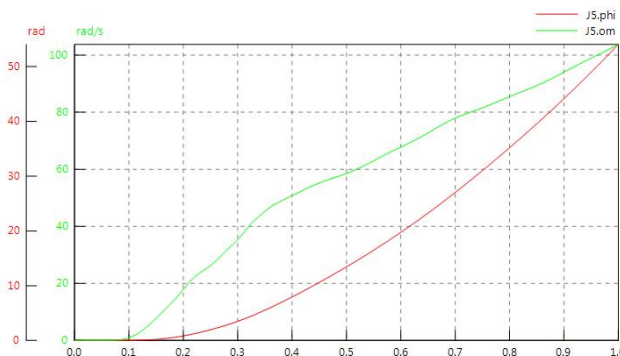


Рисунок 10 – Угловые перемещения и скорости рабочего органа 2-го механизма

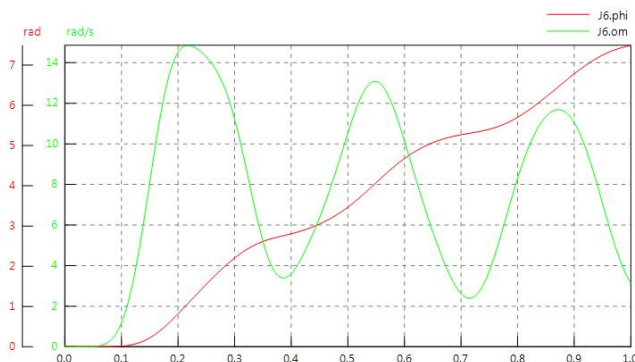


Рисунок 11 – Угловые перемещения и скорости рабочего органа 3-го механизма

На рис 12 показаны собственные частоты машины. На рис. 13 приведена диаграмма Кемпбелла.

No.	Value	f [Hz] (undamped)	f [Hz] (damped)	D [-]	Time Constant [s]
f1	-0.001136±1.7967 i	0.28596	0.28596	0.00063224	880.31
f2	-0.19201±19.596 i	3.1189	3.1187	0.0097982	5.2081
f3	-0.34623±26.439 i	4.2083	4.2079	0.013094	2.8883
f4	-1.308±51.13 i	8.1402	8.1375	0.025573	0.76454
f5	-1.4438±54.295 i	8.6444	8.6414	0.026581	0.69264
f6	-109.78±455.97 i	74.644	72.57	0.23407	0.0091093

Рисунок 12 – Собственные частоты машины

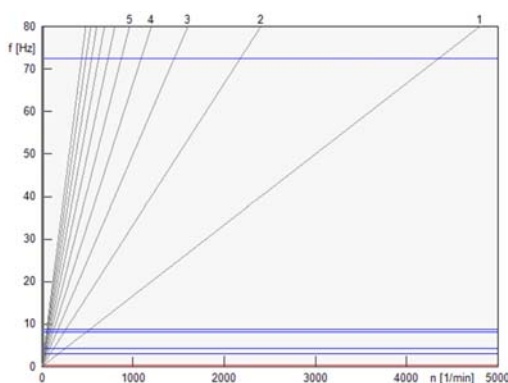


Рисунок 13 – Диаграмма Кемпбелла

Вывод

Программный комплекс Simulation X хорошо подходит для расчета типовых динамических моделей цикловых механизмов и позволяет провести анализ для различных динамических режимов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Вульфсон И.И. Динамические расчеты цикловых механизмов.-Л.: Машиностроение, 1976. - 328с.
- 2 Сайт фирмы ITI GmbH (разработчик SimulationX) -<http://www.simulationx.com/>

REFERENCES

- 1 Vul'fson I.I. *Dinamicheskie raschety ciklovoy mehanizmov. L., Mashinostroenie, 1976.* 328, (in Russ.)
- 2 *Sajt firmy ITI GmbH (razrabotchik SimulationX) -http://www.simulationx.com/*

Резюме

Жомартов А.А., Уәлиев Г.

(Академик Ө.А.Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы)

SIMULATIONX БАҒДАРЛАМАЛАР ЖИЫНТЫҒЫНДА ЦИКЛДІ МЕХАНИЗМДЕРДІҢ ТИПТІК ДИНАМИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕРІ

Жұмыста циклді механизмдердің типтік динамикалық үлгілері графикалық көріністер мен нәтижелерді және өзіндік жиілік пен тербелу пішінін автоматты түрде талдау жасауды Simulationx бағдарламалар жиынтығында жақсы есептелуі мүмкін екендігін көрсетеді.

Тірек сөздер: циклді механизмдер, машина-автомат, динамикалық үлгі, серпімділік, SimulationX.

Summary

A.A. Jomartov, G. Ualiyev

(Institute of Mechanics & Mechanical Engineering, Almaty)

TYPICAL DYNAMIC MODELS OF CYCLIC MECHANISMS ON SOFTWARE COMPLEX SIMULATIONX

In this paper we show that the typical dynamic models of cyclic mechanisms may be well designed for the software package SimulationX with instant graphical representation and analysis of the results and the automatic analysis of natural frequencies and vibration modes.

Keywords: cyclic mechanisms, automatic machine, dynamical model, elasticity, SimulationX.

Поступила 09.01.2014 г.

УДК-534.1

*Н.И. МАРТЫНОВ, М.А. РАМАЗАНОВА, А.А. ТУЛЕШОВА**

(Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова МОН РК, г. Алматы;

* Национальная инженерная академия РК, г. Алматы)

ОБЩИЙ СЛУЧАЙ ВЫНУЖДЕННЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО КРУТИЛЬНОГО МАЯТНИКА

(Представлена академиком НАН РК Г.У. Уалиевым)

Аннотация

Проведено исследование георезонансов общих вынужденных колебаний сейсмического крутильного маятника, позволившее понять и объяснить наблюдаемое на практике пикообразное и бухтообразное поведение его угла закручивания в период подготовки будущего землетрясения. Смоделированы синтетические бухты, соответствующие реальным записям приборов маятникового типа «Алем».

Ключевые слова: колебания, маятник, георезонанс, приборы, землетрясение.

Кілт сөздер: маятник, георезонанс, аспаптар, жер сілкінісі.

Keywords: oscillation, the pendulum, georezonans, devices, earthquake.

Введение. Известно [1-3], что надежность среднесрочного прогноза землетрясений (на 3-5 лет вперед) по комплексу геолого-геофизических параметров существенно ниже 50% и в редких случаях приближается к 50%. Ситуация с краткосрочным (на месяцы, недели, дни вперед) и оперативным прогнозом (на дни, часы, минуты вперед) до середины семидесятых годов прошлого столетия была еще хуже: практически отсутствовали оценки надежности прогнозных предвестников землетрясений.

Исследования по изучению и применению сейсмического шума Земли - микросейсм, возникли в сейсмологии в годы холодной войны в связи с необходимостью мониторинга подземных ядерных испытаний, так как они ограничивали точность наблюдательных сетей с всевозрастающей чувствительностью. Эти исследования были проведены с большой тщательностью и выявили, что источниками микросейсм являются очаги будущих землетрясений. После этого сейсмические крутильные маятники стали применяться в области краткосрочного и оперативного прогноза землетрясений [4-6] (группа И. И. Калинникова, ИФЗ АН СССР), и дела в этой области стали приобретать осмысленный характер.

Территория юга и юго-востока Казахстана является одной из наиболее сейсмоактивных областей стран СНГ [7]. После Спитакского землетрясения в течение 1989 – 1993 гг. на территории Казахстана была создана сеть станций из 9 полигонов наблюдения за сейсмической ситуацией на юго-востоке Республики. Каждый сеймополигон был оборудован двумя крутильными маятниками и другими приборами, регистрация показаний которых велась в режиме реального времени. В настоящее время маятники демонтированы, т.к. они выработали свой эксплуатационный ресурс. В ближайшее время предполагается установка крутильных сейсмических маятников нового поколения.

Опыт эксплуатации сети позволил собрать уникальный материал о готовящихся землетрясениях и показал, что прогнозные признаки могут проявляться от нескольких часов до нескольких суток перед землетрясением. Впервые в мировой сейсмологической практике были установлены бухтообразные изменения угла закручивания маятника в период подготовки будущих землетрясений. Как показала практика эксплуатации маятников [8] примерно в 70% случаях перед землетрясением проявлялась бухта угла закручивания.

Несмотря на определённые успехи в понимании связи поведения крутильного маятника с сейсмической обстановкой, установить какие-либо количественные соотношения до сих пор не удалось и, в первую очередь, из-за отсутствия достаточно строгой теории. Несмотря на прогресс в компьютерных технологиях и численных методах, для глубокого понимания явления необходимо приближённое аналитическое решение. Численное интегрирование дифференциальных уравнений не позволяет "перебрать все варианты", а значит полно понять и объяснить физику явления. Отсюда следует, что востребована и необходима аналитическая теория крутильного сейсмического маятника, которая начала разрабатываться в Казахстане с 2004 года [9].

В работе [10] приведены основные положения теории колебаний сейсмического крутильного маятника [9]. На их основе исследованы георезонансы вынужденных колебаний маятника, близких к плоско поляризованным определяющие природу аномального поведения сейсмического крутильного маятника в период подготовки будущего землетрясения. Смоделированы синтетические бухты, соответствующие реальным записям приборов «Алем».

В настоящем исследовании результаты работы [10] с определенными модификациями перенесены на общий случай вынужденных нелинейных колебаний сейсмического крутильного маятника.

1. Основные положения теории колебаний сейсмического крутильного маятника. Приведем основные положения теории колебаний сейсмического крутильного маятника [9,10], которые понадобятся нам в дальнейшем.

Сейсмический крутильный маятник представляет собой галтель (или две одинаковые галтели, скрепленные под прямым углом между собой) с одинаковыми грузиками на концах, соединенную жесткой упругой нитью с точкой подвеса. Маятник заключен в вакуумную камеру, установленную на твердом постаменте. Точка подвеса маятника закреплена на верхней крышке камеры. Поле сил тяжести предполагается однородным по пространству и времени. В вакуумной камере отсутствуют электрические и магнитные поля. Принимается, что жесткая упругая нить практически не работает на изгиб, а крутящий момент сопротивления упругой нити пропорционален углу закручивания маятника. Диссипация энергии происходит за счёт вязкого трения в сферическом подшипнике, закреплённом в точке подвеса маятника. Такие упрощения сделаны для того, чтобы уменьшить число степеней свободы, поскольку дополнительные степени свободы, по словам И.И. Калининкова, "не меняют существа дела, но загрязняют эксперимент"[4].

Такой маятник назван модельным и его механические параметры есть параметры реального маятника, который работал на станции «Медео». Он имел три степени свободы (ψ , θ , φ) в модифицированной эйлеровой системе координат (система координат Эйлера повернута против хода часовой стрелки вокруг оси Ox на 90°).

Низкочастотные микросейсм, идущие из очагов будущих землетрясений, вызывают колебательные движения корпуса прибора и точки подвеса маятника. Корпус прибора совершает поступательное движение с ускорением \vec{w} и может поворачиваться с угловой скоростью $\vec{\Omega}$ и угловым ускорением $\vec{\varepsilon}$. Сложное движение корпуса прибора выступает как совокупность внешних инерциальных сил, обуславливающих сложные вынужденные колебания сейсмического маятника.

После того, как определены физические положения теории, выводятся уравнения движения маятника в эйлеровой, лагранжевой, гамильтоновой формах [9]. При этом учтено, что на маятник в точке подвеса действует малый тормозящий момент вязкого трения, пропорциональный вектору относительной угловой скорости маятника. Необходимость записи уравнений движения в гамильтоновой форме обусловлена дальнейшим применением хорошо разработанного и обоснованного метода усреднения [11,12]. Уравнения Гамильтона записаны для натуральной системы, поскольку силы, действующие на маятник, разнородны по своему масштабу, что позволяет их оценить и значительно упростить уравнения движения.

Проведена оценка параметров маятника и воздействия микросейсм на грунт. Показано, что модельный сейсмический маятник можно считать практически симметричным. В дальнейшем теория, в целях упрощения, строится для симметричного маятника.

Исследованы собственные линейные свободные, затухающие и вынужденные колебания маятника [9]. Выделен малый параметр μ , который представляет собой отношение его частот линейных крутильных и нутационных колебаний. Для модельного сейсмического маятника $\mu = 0,0076$. С использованием закона момента импульса относительно вертикальной оси, проводится замена переменных:

$$\psi = F_1(q_1, q_2, q_3) = \arcsin \left(\frac{q_1 \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{4}}}{Z_0} \cos q_3 \right), \quad \theta = F_2(q_1, q_2, q_3) = \arcsin \left(q_1 \sqrt{1 - \frac{q_1^2}{4}} \sin q_3 \right), \quad (1.1)$$

$$\varphi = F_1(q_1, q_2, q_3) = q_2 + \arcsin \left(\frac{q_1^2 \sin(2q_3)}{4 Z_0} \right) \cos \theta = \sqrt{\cos^2 q_3 + \left(1 - \frac{q_1^2}{2}\right)^2 \sin^2 q_3} = Z_0$$

которая позволяет ввести координату q_3 , близкую к циклической, и значительно упростить исследование.

Анализ экспериментальных данных [9] позволяет перейти к безразмерным переменным с помощью следующих соотношений:

$$\psi = \mu \bar{\psi}, \quad \theta = \mu \bar{\theta}, \quad \varphi = \mu \bar{\varphi}, \quad q_1 = \mu \bar{q}_1, \quad q_2 = \mu \bar{q}_2, \quad p_\psi = \mu J n \bar{p}_\psi, \quad p_\theta = \mu J n \bar{p}_\theta, \quad p_\varphi = \mu^2 J n \bar{p}_\varphi,$$

$$P_1 = \mu J n \bar{P}_1, \quad P_2 = \mu^2 J n \bar{P}_2, \quad P_3 = \mu^2 J n \bar{P}_3, \quad t = \frac{\bar{t}}{n}, \quad w_z = g w_0 \mu^3 \bar{w}_z, \quad w_0 = \frac{w}{g}, \quad \Omega = \mu^3 \Omega_0 n \bar{\Omega}, \quad (1.2)$$

$$\varepsilon = \mu^4 \varepsilon_0 n^2 \bar{\varepsilon}, \quad c = \mu^3 a J n^2, \quad J_z = \mu a J, \quad J_x = J_y = J, \quad J_{(xy)} = \left(1 - \frac{\mu a}{2}\right) J, \quad J_{(xz)} = J_{(zy)} = \frac{\mu a}{2} J,$$

а уравнения движения с точностью до μ^3 включительно записать в виде:

$$\begin{aligned} \dot{\bar{q}}_1 &= \left(1 - \frac{\mu^2 \bar{q}_1^2}{4}\right) \bar{P}_1, \quad \dot{\bar{q}}_2 = \frac{\bar{P}_2}{a} - \frac{\mu}{2} \bar{P}_3, \quad \dot{\bar{q}}_3 = \frac{\mu^2}{4} (\bar{P}_3 - 2\bar{P}_2) + \frac{\bar{P}_3}{\bar{q}_1^2}, \\ \dot{\bar{P}}_1 + 2\mu f_0 \bar{P}_1 + \bar{q}_1 - \frac{\bar{P}_3^2}{\bar{q}_1^3} &= \frac{\mu^2 \bar{q}_1}{4} \bar{P}_1^2 + \mu^2 f_{11} + \mu^3 f_{12}, \quad \dot{\bar{P}}_2 + 2\mu f_0 \bar{P}_2 + \mu^2 a \bar{q}_2 = \mu^3 f_{22}, \\ \dot{\bar{P}}_3 + 2\mu f_0 \bar{P}_3 &= \mu^2 f_{31} + \mu^3 f_{32}, \end{aligned} \quad (1.3)$$

где

$$\begin{aligned}
 f_{11} &= (\bar{w}_1 \cos q_3 - \bar{w}_3 \sin q_3) w_0, f_{12} = - \left\{ w_0 \bar{w}_2 \bar{q}_1 + \varepsilon_0 (\bar{\varepsilon}_3 \cos q_3 + \bar{\varepsilon}_1 \sin q_3) + 2\Omega_0 \bar{\Omega}_2 \frac{\bar{P}_3}{\bar{q}_1} \right\}, \\
 f_{22} &= -a \left\{ \varepsilon_0 \bar{\varepsilon}_2 + \Omega_0 \left[\bar{P}_1 (\bar{\Omega}_1 \cos q_3 - \bar{\Omega}_3 \sin q_3) - \frac{\bar{P}_3}{\bar{q}_1} (\bar{\Omega}_1 \sin q_3 + \bar{\Omega}_3 \cos q_3) \right] \right\}, \\
 f_{31} &= -w_0 \bar{q}_1 (\bar{w}_1 \sin q_3 + \bar{w}_3 \cos q_3), f_{32} = -a \{ 2\Omega_0 \bar{\Omega}_2 \bar{P}_1 - \varepsilon_0 (\bar{\varepsilon}_3 \sin q_3 - \bar{\varepsilon}_1 \cos q_3) \}.
 \end{aligned} \tag{1.4}$$

Здесь \square - расстояние от центра тяжести маятника до центра тяжести галтели; g – ускорение силы тяжести; n – частота линейных нутационных колебаний маятника; $w_0, \Omega_0, \varepsilon_0$ - характерные масштабы внешних возмущений; J - момент инерции маятника относительно оси Ox ; $\bar{w}_1, \bar{w}_2, \bar{w}_3, \bar{\Omega}_1, \bar{\Omega}_2, \bar{\Omega}_3, \bar{\varepsilon}_1, \bar{\varepsilon}_2, \bar{\varepsilon}_3$ - проекции безразмерных возмущений на неподвижные оси; f_0 – безразмерный коэффициент трения; $\bar{P}_1, \bar{P}_2, \bar{P}_3$ - безразмерные обобщенные импульсы, соответствующие угловым координатам $\bar{q}_1, \bar{q}_2, q_3$. В дальнейшем черточки над безразмерными переменными опускаются, где это не вызывает недоразумений.

На первом этапе строится порождающее решение, которое при $P_3(0)=P_0 \neq 0$ описывает общий случай колебаний, а при $P_0=0$ - линейно поляризованные (плоско поляризованные) колебания маятника. Под линейно поляризованными колебаниями понимаются колебания маятника в фиксированной плоскости. Далее строятся операторы сглаживания с использованием операторов усреднения при постоянных возмущениях [11,12], после чего выписываются искомые аналитические выражения для собственных свободных и затухающих колебаний маятника.

Затем с помощью метода вариации произвольных постоянных, техники методов усреднения строится решение вынужденных колебаний сейсмического маятника в виде квадратур. Соответствующие теоремы метода усреднения гарантируют близость точных и приближенных аналитических решений на достаточно большом отрезке времени [11, 12], что позволяет исследовать вынужденные колебания сейсмического маятника в широком диапазоне внешних возмущений и утверждать, что его движение детерминировано и предсказуемо (в отличие от работы [4]).

2. Преобразование уравнений. Преобразуем уравнения вынужденных колебаний маятника (1.3) к виду, удобному для дальнейших исследований. Предварительно произведём замену неизвестных переменных:

$$q_1 = u e^{-\tau/2}, P_3 = P e^{-\tau}, \tau = 2\mu f_0, \tag{2.1}$$

где τ – медленное время. Выражая из первого уравнения (1.3) импульс P_1 и подставляя в четвертое уравнение (1.3) с учётом (2.1), получим:

$$\ddot{u} + (1 - \mu^2 f_0^2) u - \frac{P^2}{u^3} = \frac{\mu^2}{4} e^{-\tau} \left\{ u^3 - u \dot{u}^2 - \frac{P^2}{u} \right\} + \mu^2 e^{\tau/2} \{ f_{11} + \mu f_{12} \}. \tag{2.2}$$

Определяя импульс P_2 из второго уравнения (1.3) и подставляя в пятое уравнение (1.3), получим:

$$\ddot{q}_2 + 2\mu f_0 \dot{q}_2 + \mu^2 q_2 = \mu^3 \left(\frac{f_{22}}{a} - \frac{1}{2} f_{31} \right). \tag{2.3}$$

Членами четвёртого порядка малости по μ и выше пренебрегаем. Шестое уравнение (1.3) с учётом (2.1) запишется в виде:

$$\dot{P} = \mu^2 e^{\tau} (f_{31} + \mu f_{32}). \tag{2.4}$$

В уравнениях (2.2) – (2.4) величины внешних возмущений f_{11}, \dots вычисляются по формулам (1.4).

Решение уравнения (2.3), согласно формуле Дюамеля с учётом (2.1), можно представить в виде:

$$q_2(t) = e^{-\tau/2} \left[q_{20} \cos(\omega_2 t) + \frac{1}{\omega_2} \left(\dot{q}_{20} + \mu f_0 \sin(\omega_2 t) \right) \right] + \frac{\mu^2}{\sqrt{1-f_0^2}} \int_0^t e^{-\mu f_0(t-s)} G(S) \sin[\omega_2(t-S)] dS, \quad (2.5)$$

где $\omega_2 = \mu \sqrt{1-f_0^2}$

$$G(S) = \varepsilon_0 \varepsilon_2 + e^{-\mu f_0 S} \left\{ \left[\frac{w_0}{2} u w_1 + \Omega_0 \left(\Omega_3 \dot{u} + \frac{P}{u} \Omega_1 \right) \right] \sin q_3 + \left[\frac{w_0}{2} u w_3 + \Omega_0 \left(\frac{P}{u} \Omega_3 - \dot{u} \Omega_1 \right) \right] \cos q_3 \right\} \quad (2.6)$$

В (2.5) пределы интегрирования выбраны так, чтобы удовлетворились начальные условия. Из (2.5) следует, что колебания $q_2(t)$ состоят из собственных затухающих колебаний и вынужденных колебаний, навязанных внешними силами извне.

Уравнение второго порядка (2.2) заменим эквивалентной системой двух уравнений первого порядка, записанной в стандартной форме. Для этого воспользуемся методом вариации произвольных постоянных. Решение (2.2) ищем в виде:

$$u = \sqrt{\delta_0(\alpha + \Delta \cos \psi)}, \quad \dot{u} = -\frac{\omega_0 \delta_0 \Delta \sin \psi}{2u}, \quad (2.7)$$

$$\text{где } \psi = \psi(t) = \omega_0(t - \beta), \quad \Delta = \Delta(t) = \sqrt{\alpha^2 - \frac{P^2}{\delta_0}}, \quad \omega_0 = 2 \left(1 - \frac{\mu^2 f_0^2}{2} \right), \quad \delta_0 = 1 + \mu^2 f_0^2. \quad (2.8)$$

Здесь $\alpha = \alpha(t)$, $\beta = \beta(t)$ - неизвестные функции, а $P = P(t)$ является решением уравнения (2.4). Подставляя (2.7) в (2.2), выполняя несложные преобразования и удерживая члены до μ^2 включительно, получим:

$$\begin{aligned} \dot{\alpha} &= -\frac{\mu^2}{4} e^{-\tau} \Delta^2 \sin 2\psi - \frac{\mu^2 e^{\tau/2}}{\sqrt{\alpha + \Delta \cos \psi}} \left(\overset{\circ}{f}_1 \Delta \sin \psi + P \overset{\circ}{f}_2 \right), \\ \dot{\psi} &= \omega_0 - \frac{\mu^2}{2} e^{-\tau} (\Delta + \alpha \cos \psi) \cos \psi - \frac{\mu^2 e^{\tau/2}}{\Delta \sqrt{\alpha + \Delta \cos \psi}} \left((\Delta + \alpha \cos \psi) \overset{\circ}{f}_1 + P \overset{\circ}{f}_2 \sin \psi \right), \end{aligned} \quad (2.9)$$

$$\text{где } \overset{\circ}{f}_1 = w_0(w_1 \cos q_3 - w_3 \sin q_3), \quad \overset{\circ}{f}_2 = w_0(w_1 \sin q_3 + w_3 \cos q_3). \quad (2.10)$$

В обозначениях (2.10) с точностью до μ^2 включительно соотношение (2.4) запишется в виде:

$$\dot{P} = -\mu^2 \sqrt{\alpha + \Delta \cos \psi} \cdot e^{\tau/2} \overset{\circ}{f}_2. \quad (2.11)$$

Приведём третье уравнение (1.3) к стандартной форме, выполнив замену переменной по формуле [9]:

$$q_3 = q_3^* + \chi(t) - \arctg \left(\frac{\kappa \sin(2\beta_0)}{1 + \cos(2\beta_0)} \right), \quad \chi(t) = \text{artg} \left(k \text{tg} \frac{\psi}{2} \right), \quad \kappa = \frac{P}{\alpha + \tilde{\Delta}}, \quad \tilde{\Delta} = \sqrt{\alpha^2 - P^2} \quad (2.12)$$

Тогда третье уравнение (1.3) в новых переменных примет вид:

$$q_3^{\bullet} = \frac{\mu^2}{4} (P_3 - 2P_2) + \mu^2 G_3(\alpha, \psi, P, \tau, \beta_0) \quad (2.13)$$

где $G_3(\alpha, \psi, P, \tau, \beta_0)$ - известная функция, явный вид которой пока не приводим, а $\psi_0 = -\omega_0 \beta_0$ - начальная фаза, которую всегда можно сделать равной нулю, сдвинув начальный отсчёт времени.

Таким образом, система уравнений (1.3) заменена эквивалентной системой уравнений (2.5), (2.9), (2.11), (2.13), которая более удобна для дальнейших исследований.

3. Общий случай вынужденных колебаний. Запишем решение для свободных нелинейных затухающих нутационных колебаний маятника (общий случай колебаний) [9,13]:

$$\begin{aligned}\alpha &= \bar{\alpha} + \mu^2 u_1 = \left(\alpha_0 - \frac{\mu^2 \Delta_0^2}{16} \cos 2\psi_0 \right) + \frac{\mu^2 \Delta_0^2}{16} e^{-\tau} \cos 2\psi_* \\ \psi &= \bar{\psi} + \mu^2 v_1 = \psi_* - \frac{\mu \alpha_0}{8 f_0} (1 - e^{-\tau}) + \frac{\mu^2}{4} N_\psi\end{aligned}\quad (3.1)$$

$$N_\psi = \Delta_0 \sin \psi_0 + \frac{\alpha_0}{4} \sin 2\psi_0 - e^{-\tau} \left[\Delta_0 \sin \psi_* + \frac{\alpha_0}{4} \sin 2\psi_* \right], \quad \psi_* = \omega_0 t + \psi_0, \quad \Delta_0 = \sqrt{\alpha_0^2 - P_0^2}.$$

Воспользуемся методом вариации произвольных постоянных, считая α_0, ψ_0 функциями времени. Дифференцируя первые два соотношения (3.1) по времени и подставляя в (2.9), получим систему двух уравнений относительно $\dot{\alpha}_0, \dot{\psi}_0$, решением которой будет:

$$\begin{aligned}\dot{\alpha}_0 &= -\mu^2 F_{11} = -\frac{\mu^2 e^{\tau/2}}{X} \left(\overset{\circ}{f}_1 \Delta_0 \sin \psi_* + P_0 \overset{\circ}{f}_2 \right), \quad X = \sqrt{\alpha_0 + \Delta_0 \cos \psi_*}, \\ \dot{\psi}_0 &= -\mu^2 F_{12} = -\frac{\mu^2 e^{\tau/2}}{\Delta_0 X} \left((\Delta_0 + \alpha_0 \cos \psi_*) \overset{\circ}{f}_1 + P_0 \overset{\circ}{f}_2 \sin \psi_* \right),\end{aligned}\quad (3.2)$$

где $\overset{\circ}{f}_1, \overset{\circ}{f}_2$ определены соотношениями (2.10). Соотношение (2.12) с точностью до $O(1)$ включительно можно преобразовать к виду:

$$q_3 \approx q_3^* + \arctg \left(\sqrt{\frac{\alpha - \Delta}{\alpha + \Delta}} \operatorname{tg} \frac{\psi_*}{2} \right) - \arctg \left(\sqrt{\frac{\alpha - \Delta}{\alpha + \Delta}} \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2} \right).\quad (3.3)$$

Из соотношения (2.11) следует, что с точностью до $O(1)$ $q_3^* = q_3^*(0) = q_3(0) = q_{30}$.

$$\begin{aligned}\cos q_3 &= \frac{1}{XX_0} \left[X_1 \cos q_{30} - P_0 \sin q_{30} \sin \left(\frac{\psi_* - \psi_0}{2} \right) \right], \\ \sin q_3 &= \frac{1}{XX_0} \left[X_1 \sin q_{30} + P_0 \cos q_{30} \sin \left(\frac{\psi_* - \psi_0}{2} \right) \right], \\ X_0 &= \sqrt{\alpha_0 + \Delta_0 \cos \psi_0}, \quad X_1 = \left[\Delta_0 \cos \left(\frac{\psi_* + \psi_0}{2} \right) + \alpha_0 \cos \left(\frac{\psi_* - \psi_0}{2} \right) \right].\end{aligned}\quad (3.4)$$

Учитывая (2.10), (3.4), систему уравнений (3.2) после ряда преобразований можно представить в виде:

$$\begin{aligned}\dot{\alpha}_0 &= -\frac{\mu^2}{X_0} e^{\tau/2} w_0 \{ f_1^* [X_0^2 \sin \xi + \Delta_0 \sin \psi_0 \cos \xi] + f_3^* P_0 \cos \xi \}, \\ \dot{\psi}_0 &= -\frac{\mu^2}{\Delta_0 X_0} e^{\tau/2} w_0 \{ f_1^* [Y_0^2 \cos \xi - \alpha_0 \sin \psi_0 \sin \xi] + f_3^* P_0 \sin(\xi + \psi_0) \},\end{aligned}\quad (3.5)$$

$$Y_0^2 = \Delta_0 + \alpha_0 \cos \psi_0, \quad \xi = \frac{\omega_0 t}{2} = \omega_1 t, \quad \omega_1 = \left(1 - \frac{\mu^2 f_0^2}{2} \right),$$

$$f_1^* = w_1 \cos q_{30} - w_3 \sin q_{30}, \quad f_3^* = w_1 \sin q_{30} + w_3 \cos q_{30}.$$

Сдвинув немного отсчёт времени так, чтобы начальная фаза нутационных колебаний $\psi_{00} = \psi_0(0)$ была равна нулю, решение системы уравнений запишем в виде:

$$\alpha_0 = \alpha_{00} - \mu^2 \int_0^t e^{\tau/2} (\kappa_{11} f_1^* \sin \xi + \kappa_{12} f_3^* \cos \xi) dt, \quad \psi_0 = -\frac{\mu^2}{\Delta_{00}} \int_0^t e^{\tau/2} (\kappa_{11} f_1^* \cos \xi + \kappa_{12} f_3^* \sin \xi) dt, \quad (3.6)$$

где

$$\alpha_{00} = \alpha_0(0), \quad \kappa_{11} = w_0 \sqrt{\alpha_{00} + \Delta_{00}}, \quad \kappa_{12} = \frac{w_0 P_0}{\sqrt{\alpha_{00} + \Delta_{00}}}, \quad \Delta_{00} = \sqrt{\alpha_{00}^2 - P_0^2}. \quad (3.7)$$

Используя (2.1), (3.1), (3.2), определим q_1 :

$$q_1(t) = q_{1c}(t) + q_{1e}(t), \quad q_{1c}(t) = \frac{\sqrt{\delta_0} e^{-\tau/2}}{u_0} \left\{ u_0^2 + \frac{\mu \alpha_{00}}{16 f_0} (1 - e^{-\tau}) + \frac{\mu^2 \Delta_{00}^2}{32} [e^{-\tau} G_{11} \sin 2\xi - G_{12} (1 - e^{-\tau} \cos 4\xi)] \right\}$$

$$q_{1e}(t) = \frac{\mu^2 e^{-\tau/2}}{2u_0} \left\{ \sin 2\xi \int_0^t e^{\mu f_0 S} [\kappa_{11} f_1^*(S) \cos \omega_1 S + \kappa_{12} f_3^*(S) \sin \omega_1 S] dS - \right.$$

$$\left. - G_{12} \int_0^t e^{\mu f_0 S} [\kappa_{11} f_1^*(S) \sin \omega_1 S + \kappa_{12} f_3^*(S) \cos \omega_1 S] dS \right\}, \quad (3.8)$$

$$G_{11} = 4 \sin 2\xi + \frac{\alpha_{00}}{\Delta_{00}} \sin 4\xi, \quad G_{12} = 1 + \frac{\alpha_{00}}{\Delta_{00}} \cos 2\xi, \quad u_0 = \sqrt{\alpha_{00} + \Delta_{00} \cos 2\xi}, \quad \xi = \omega_1 t.$$

Выражение $q_{1e}(t)$ описывает вынужденные нутационные колебания.

3.1 Резонансные соотношения. Внешние возмущения, действующие на маятник, можно разложить в ряд Фурье, и, следовательно, оценить вклад каждой гармоники в вынужденные колебания. Оценим вклад q_{1e} при точном резонансе ($\nu_1 = \omega_1$, $w_0 w_1 = B_1 \sin(\nu_1 t + \gamma)$, $w_0 w_3 = B_3 \sin(\nu_1 t + \gamma)$) в общие нутационные колебания маятника. Вычисляя интегралы в правой части (3.8), получим:

$$q_{1e} = \mu \frac{(1 - e^{-\tau/2})}{4 f_0 u_0} [E_1 \sin 2\xi - E_2 G_{12}(\xi)] + \dots, \quad (3.9)$$

где многоточие означает члены второго порядка малости по μ . Здесь:

$$E_1 = \frac{\sqrt{(\alpha_0 + \Delta_{00})^2 B_1^{*2} + P_0^2 B_3^{*2}}}{\sqrt{\alpha_0 + \Delta_{00}}} \cos(\gamma - M_1), \quad E_2 = \frac{\sqrt{(\alpha_0 + \Delta_{00})^2 B_1^{*2} + P_0^2 B_3^{*2}}}{\sqrt{\alpha_0 + \Delta_{00}}} \cos(\gamma - M_2), \quad (3.10)$$

$$\operatorname{ctg} M_1 = \operatorname{tg} M_2 = \frac{P_0 B_3^*}{(\alpha_0 + \Delta_{00}) B_1^*}, \quad B_1^* = B_1 \cos q_{30} - B_3 \sin q_{30}, \quad B_3^* = B_1 \sin q_{30} + B_3 \cos q_{30}.$$

Из (3.9) следует, что по истечении некоторого времени членом $e^{-\tau/2}$ можно пренебречь. Следовательно, q_{1e} вырастает на порядок, а вынужденные колебания происходят на двойном обороте внешней частоты $\nu_1 = \omega_1$. Если f_0 порядка μ , то q_{1e} порядка единицы. Из соотношений (3.9) и (3.10) видно, что амплитуда колебаний зависит как от амплитуд внешних возмущений и сдвига фаз, так и от начальных условий для угла нутации и прецессии, а также импульса P_0 .

Оценим влияние внешних возмущений на поведение координаты q_2 , полагая:

$$w_0 w_1 = B_1 \sin(\nu_1 t + \gamma), \quad w_0 w_3 = B_3 \sin(\nu_1 t + \gamma),$$

$$\Omega_0 \Omega_1 = C_1 \sin(\nu_{11} t + \gamma_1), \quad \Omega_0 \Omega_3 = C_3 \sin(\nu_{11} t + \gamma_1), \quad \varepsilon_0 \varepsilon_2(t) = D_2 \sin(\nu_{22} t). \quad (3.11)$$

Определяя функцию $G(S)$, заданную соотношением (2.6) с учетом соотношений (3.4), (3.6), получим:

$$G(S) = \varepsilon_0 \varepsilon_2(S) + \frac{1}{2u_0(S)} e^{-\mu f_0 S} Z_{11}(S) + \frac{e^{-\mu f_0 S}}{u_0^3(S)} [Z_{12}(S) + Z_{13}(S)], \quad (3.12)$$

где

$$\begin{aligned} Z_{11}(S) &= \sin(\nu_1 S + \gamma) [(\Delta_{00} + \alpha_{00}) B_3^* \cos(\omega_1 S) + P_0 B_1^* \sin(\omega_1 S)], \\ Z_{12}(S) &= \sin(\nu_1 S + \gamma) P_0 [(\Delta_{00} + \alpha_{00}) C_3^* \cos(\omega_1 S) + P_0 C_1^* \sin(\omega_1 S)], \end{aligned} \quad (3.13)$$

$$\begin{aligned} Z_{13}(S) &= \sin(\nu_1 S + \gamma) \Delta_{00} \sin 2\omega_1 S [(\Delta_{00} + \alpha_{00}) C_1^* \cos(\omega_1 S) - P_0 C_3^* \sin(\omega_1 S)] \\ C_1^* &= C_1 \cos q_{30} - C_3 \sin q_{30}, \quad C_3^* = C_1 \sin q_{30} + C_3 \cos q_{30}, \end{aligned} \quad (3.14)$$

а B_1^*, B_3^* определяются последними двумя соотношениями (3.10).

Подставляя (3.11) в (3.13) и используя (3.12) с помощью соотношения (2.5), можем определить $q_2(t)$. Заметим, что интеграл, стоящий в правой части (2.5) от последнего члена (3.13), в общем случае не вычисляется через элементарные функции. Поэтому его необходимо вычислить каким-либо приближенным или численным методом.

Покажем, что в области точного резонанса, когда $\nu_1 = \nu_{11} \approx \omega_1$, в выражении для $q_{2e}(t)$ появляются члены, имеющие порядок μ . Обозначим через $Z = Z_{12} + Z_{13}$. Функция $u_0(S) > 0$ -гладкая и равномерно ограниченная:

$$\frac{1}{\sqrt{\alpha_{00} + \Delta_{00}}} \leq \frac{1}{u_0(S)} \leq \frac{1}{\sqrt{\alpha_{00} - \Delta_{00}}}.$$

Согласно теореме о среднем имеем:

$$J_1 = \frac{\mu^2 e^{-\tau/2}}{2(1-f_0^2) \mu_0(t_*)} \int_0^t e^{\mu f_0 S} Z_{11}(S) \sin \omega_2(t-S) dS, \quad (3.15)$$

$$J_2 = \frac{\mu^2 e^{-\tau/2}}{2(1-f_0^2) \mu^3_0(t_{**})} \int_0^t e^{\mu f_0 S} Z(S) \sin \omega_2(t-S) dS, \quad (3.16)$$

где $t_*, t_{**} \in (0, t)$. Вычисляя интегралы в правой части (3.15), (3.16) в области точного резонанса, получим:

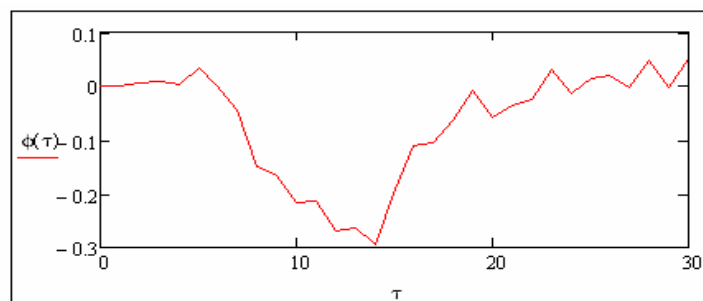
$$\begin{aligned} J_1 &= \frac{\mu e^{-\tau/2}}{4(1-f_0^2) \mu_0(t_*)} [(\alpha_{00} + \Delta_{00}) B_3^* \sin \gamma + P_0 B_1^* \cos \gamma] (1 - \cos \omega_2 t) + \dots, \\ J_2 &= \frac{\mu e^{-\tau/2}}{2(1-f_0^2) \mu^3_0(t_{**})} [(\alpha_{00} + \Delta_{00}) C_3^* P_0 \sin \gamma_1 + \frac{1}{2} (C_1^* (P_0^2 + \Delta_{00} (\alpha_{00} + \Delta_{00})) - \Delta_{00} P_0 C_3^*) \cos \gamma_1] (1 - \cos \omega_2 t) + \dots \end{aligned}$$

Здесь многоточием обозначены члены второго порядка малости μ .

3.2. Результаты численных расчетов. Сопоставление с реальными записями.

Как показали расчеты, общие закономерности, справедливые для плоско поляризованных колебаний [10], переносятся и на случай общих колебаний ($P_0 \neq 0$), но имеются и отличия. Нутационные колебания носят явно модулированный характер, что связано с действием импульса P_0 . Это подтверждает гипотезу И.И. Калиникова о влиянии крутильных колебаний сейсмического маятника на нутационные колебания [4]. При малых значениях P_0 колебания близки к плоско поляризованным. Общий характер колебаний угла закручивания маятника примерно такой же, как и в случае плоско поляризованных колебаний, и зависит от коэффициентов a, b, c, d [10],

определяющих время вступления частот внешних возмущений V_1, V_{22} в резонансную зону и выхода из нее. На профиль бухты и пилообразный характер крутильных колебаний маятника (рисунок1) существенное влияние оказывает начальный импульс P_0 .



$$\begin{aligned} \mu &:= 8 \cdot 10^{-3} & f0 &:= 0.05 & D2 &:= 4 & q30 &:= \frac{\pi}{4} & B1 &:= 80 & B3 &:= 3 & \gamma &:= \frac{\pi}{12} \\ p0 &:= 2 & \alpha00 &:= 4 \\ a &:= 10 & b &:= 14 & c &:= 16 & d &:= 22 & n &:= 5 & m &:= 1 \end{aligned}$$

Рисунок 1 – График угла закручивания

На рисунке 2а приведена реальная запись угла закручивания прибора «Алем» на станции «Акколь» с 31.01.98 г. по 06.02.98 г. В центральной части рисунка отчетливо просматривается бухта угла закручивания, после которой произошло землетрясение (на рисунке 2а землетрясение обозначено стрелкой, там же указаны параметры землетрясения). На рисунке 2б приведена синтетическая бухта угла закручивания маятника на станции «Акколь».

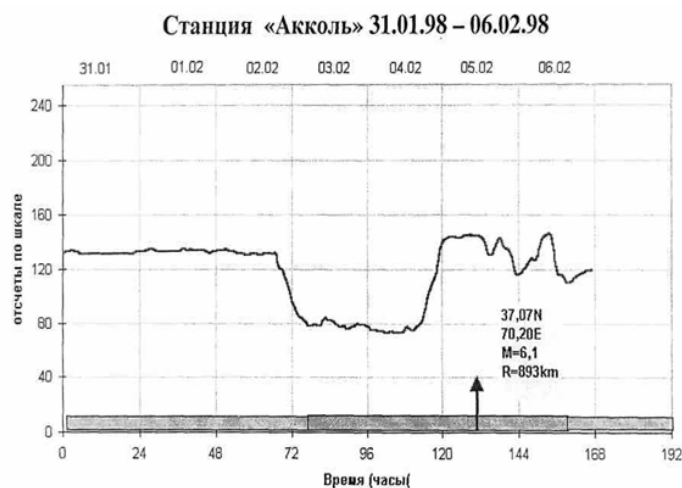
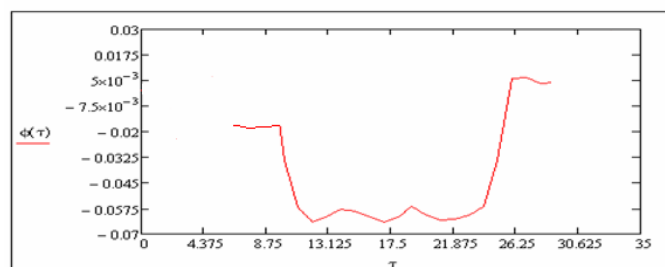


Рисунок 2а– Реальная запись угла закручивания прибора «Алем» на станции «Акколь»



$$\begin{aligned} \mu &:= 7.6 \cdot 10^{-3} & f0 &:= 0.25 & D2 &:= 4 & q30 &:= \frac{\pi}{3} & B1 &:= 60 & B3 &:= 1 & \gamma &:= \frac{\pi}{12} & C1 &:= 1 & C3 &:= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_0 &:= 3.9 & \alpha_{00} &:= 4 & a &:= 2 & b &:= 8 & c &:= 26 & d &:= 31 & n &:= 5 & m &:= 2 & y_1 &:= 0.002 & y_2 &:= 0.005 \\
 \lambda_2 &:= \frac{1 - y_2}{25} & \lambda_1 &:= \frac{1 - y_1}{36} \\
 \nu_{22}(s) &:= \begin{cases} y_1 \cdot 2 \cdot \pi & \text{if } 0 \leq s \leq 2 \\ [1 - \lambda_1 \cdot (s - 10)^2] \cdot 2\pi & \text{if } 2 < s \leq 10 \\ 2 \cdot \pi & \text{if } 10 < s \leq 24 \\ [1 - \lambda_2 \cdot (s - 25)^2] \cdot 2\pi & \text{if } 24 < s \leq 31 \\ y_2 \cdot 2 \cdot \pi & \text{if } 31 < s \leq 33 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Рисунок 2б – Синтетическая бухта угла закручивания маятника станции «Акколь»

Рисунок 2 - Реальная и синтетические бухты угла закручивания сейсмического маятника станции «Акколь»

Отметим, что реализация системы наблюдения, метод контроля, анализа данных и разработка самого прибора «Алем» принадлежит группе ученых Тульского политехнического института, и до второй половины 1993г. весь цикл работ по сети проводился сотрудниками ТулПИ. Начиная со второй половины 1994г., весь цикл работ по краткосрочному прогнозу по данным наблюдений выполняется НПК «Прогноз» ГУ «Казселезащита». К сожалению, в настоящее время НПК «Прогноз» не располагает информацией о цене делений относительных единиц угла закручивания в градусах, поскольку в свое время сотрудниками ТулПИ не был передан основной пакет технической документации [8].

Тем не менее, чтобы сопоставить реальные и синтетические записи, была выделена бухта (рисунок 2а) и смоделирована синтетическая бухта (рисунок 2б). Изменение частоты ν_2 при входе маятника в резонансную зону и выходе из нее задавалось параболической зависимостью от времени. Путем регулирования параметров внешних возмущений (рисунок 2б) было достигнуто качественное сходство реальной и синтетической бухт. Мы не ставили перед собой задачу получения детального совпадения записей. Хотя при известной настойчивости можно добиться и этого, и количественного совпадения.

4. Заключение. С приходом сейсмического сигнала из очага будущего землетрясения с частотой, близкой к частоте линейных нутационных колебаний маятника, происходит возбуждение маятниковых колебаний. Часть энергии маятниковых колебаний передается в крутильные колебания в виде значительных или незначительных вариаций угла закручивания. Тем самым частично подтверждается гипотеза И.И. Калинникова о том, что на резонансных частотах происходит возбуждение маятниковых колебаний. На этом этапе маятник ведёт себя как приёмник. Одновременно происходит частичная перекачка энергии в его крутильные аномальные колебания. На этом этапе маятник ведёт себя как "индикатор" и "спектральный анализатор" сейсмических волн.

Параллельно из очага будущего землетрясения приходят угловые возмущения в виде крутильных колебаний грунта. При приближении частоты угловых возмущений к частоте линейных крутильных колебаний маятника и последующем удалении от нее образуется бухта угла закручивания. На бухту накладываются значительные или незначительные «дрожания» нутационных колебаний. Уровень «дрожаний» определяется характеристиками сейсмического сигнала, параметрами грунта, характеристиками маятника и начальными условиями процесса.

Если угловые возмущения не доходят до маятника или находятся вне зоны его чувствительности и происходит возбуждение нутационных колебаний, то вариации угла закручивания маятника проявляются в виде «высокочастотных пиков», частоты которых порядка 1Гц. Если возбуждение маятника происходит только за счет угловых возмущений, то вариации угла закручивания маятника проявляются в виде «гладких» бухт (частота порядка мГц).

В природе, по всей видимости, происходит различное по времени включение механизмов излучения сейсмических сигналов из очага будущего землетрясения, часть из которых

регистрируется сейсмическими маятниками. В результате образуется комбинированная картина вариаций угла закручивания.

Наличие длиннопериодных бухтообразных вариаций угла закручивания маятника как раз и подтверждает существование крутильных колебаний грунта, вызванных микросейсмами из очага готовящегося землетрясения.

В работах [9, 14, 15] при коэффициенте трения порядка μ показана возможность существования стационарных колебаний. Установлена качественная связь стационарных колебаний маятника с процессами, протекающими в очаге будущего землетрясения. Проведена классификация вынужденных стационарных колебаний сейсмического крутильного маятника. Показано, что в двух случаях из трех стационарные колебания сопровождаются срывами амплитуд угловых координат, что подтверждается данными наблюдений [8].

Направления и перспективы дальнейших исследований в области краткосрочного и оперативного прогноза землетрясений сейсмическими крутильными маятниками обсуждены в работах [9, 16].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зубков С.И. Предвестники землетрясений. М.: ОИФЗ РАН, 2002. 140с.
- 2 Завьялов А.Д. Среднесрочный прогноз землетрясений. Основы, методика, реализация. М.: Наука, 2006. 254 с.
- 3 Любушин А.А. Анализ данных геофизического и экологического мониторинга. М.: Наука, 2007. 278 с.
- 4 Калинин И.И. Консервативные системы для геофизических исследований. М.: 1983. 178с.
- 5 Зенков В.С., Калинин И.И., Нюнин М.И. и др. Эквивалентная шумовая температура в лаборатории и землетрясения. // Доклады АН СССР. 1978. Т. 239. №1. С.74-76.
- 6 Зенков В.С., Калинин И.И., Нюнин М.И. Оперативный прогноз сильных землетрясений. // Доклады АН СССР. 1980. Т. 254. №2. С. 325-327.
- 7 Сейсмическое районирование территории СССР. М.: Наука, 1980. 307с.
- 8 Отчет НИР НПК "Прогноз", ГУ "Казселезащита", 1994-1999гг, 168с.
- 9 Мартынов Н.И. Введение в теорию колебаний сейсмического маятника. А.: "LEM", 2005. 162с.
- 10 Мартынов Н.И., Рамазанова М. А., Чупрасов А.А. Вынужденные нелинейные колебания сейсмического крутильного маятника, близкие к линейно поляризованным // Доклады НАН РК- 2013., №1.- С.17-29.
- 11 Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. М.: 1974. 503 с.
- 12 Гребенников Е.А., Митропольский Ю.А. Метод усреднения в исследованиях резонансных систем. М.: 1992. 221 с.
- 13 Мартынов Н.И. Собственные нелинейные колебания сейсмического маятника // Вестник НАН РК, сер. физ.-мат., 2006. № 5, С. 48-51.
- 14 Мартынов Н.И. О бухтообразных вариациях угла закручивания сейсмического маятника // Доклады НАН РК. 2006. № 2. С. 66-69.
- 15 Мартынов Н.И. Классификация вынужденных нелинейных стационарных колебаний сейсмического маятника // Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. 2006. № 6(56). С. 150-156.
- 16 Мартынов Н.И. О перспективах краткосрочного прогноза землетрясения крутильными сейсмическими маятниками // "Журнал Поиск" 2008. № 2. С.196-201.

REFERENCES

- 1 Zubkov S.I. Predvestniki zemletrjasenij. *OIFZ RAN*, **2002**. 140 p. (In Russ.).
- 2 Zav'jalov A.D. Srednesrochnyj prognoz zemletrjasenij. Osnovy, metodika, realizacija. *Nauka*, **2006**. 254 p. (In Russ.).
- 3 Ljubushin A.A. Analiz dannyh geofizicheskogo i jekologicheskogo monitoringa. *Nauka*, **2007**. 278 p. (In Russ.).
- 4 Kalinnikov I.I. Konservativnyye sistemy dlja geofizicheskikh issledovanij. *Nauka*, **1983**. 178 p. (In Russ.).
- 5 Zenzov V.S., Kalinnikov I.I., Njunin M.I. i dr. Jekvivalentnaja shumovaja temperatura v laboratorii i zemletrjasenija. // *Doklady AN SSSR*. **1978**. V. 239. №1. P. 74-76. (In Russ.).
- 6 Zenzov V.S., Kalinnikov I.I., Njunin M.I. Operativnyj prognoz sil'nyh zemletrjasenij. // *Doklady AN SSSR*. **1980**. V. 254. №2. P. 325-327. (In Russ.).
- 7 Sejsmicheskoe rajonirovanie territorii SSSR. *Nauka*, **1980**. 307 p. (In Russ.).
- 8 Report NIR NPK "Prognoz", GU "Kazselezashhita", **1994-1999**, 168 p. (In Russ.).
- 9 Martynov N.I. Vvedenie v teoriju kolebanij sejsmicheskogo majatnika. *LEM*, **2005**. 162 p. (In Russ.).
- 10 Martynov N.I., Ramazanova M.A., Chuprassov A.A. Forced nonlinear plane-polarized oscillations of the seismic pendulum // *Doklady NAN RK*. **2013**. № 1. P. 17-29. (In Russ.).
- 11 Bogoljubov N.N., Mitropol'skij Ju.A. Asimptoticheskie metody v teorii nelinejnyh kolebanij. *Nauka*, **1974**. 503 p. (In Russ.).
- 12 Grebennikov E.A., Mitropol'skij Ju.A. Metod usrednenija v issledovanijah rezonansnyh sistem. *Nauka*, **1992**. 221 p. (In Russ.).
- 13 Martynov N.I. Sobstvennye nelinejnye kolebanija sejsmicheskogo majatnika // *Vestnik NAN RK*, **2006**. № 5, P. 48-51. (In Russ.).

14 Martynov N.I. O buhtooobraznyh variacijah ugla zakruchivaniya sejsmicheskogo majatnika // *Doklady NAN RK*. 2006. № 2. P. 66-69. (In Russ.).

15 Martynov N.I. Klassifikacija vynuzhdennyh nelinejnyh stacionarnyh kolebanij sejsmicheskogo majatnika // *Vestnik KazNTU im. K.I. Satpaeva*. 2006. № 6(56). P. 150-156. (In Russ.).

16 Martynov N.I. O perspektivah kratkosrochnogo prognoza zemletrjasenija krutil'nymi sejsmicheskimi majatnikami // *Zhurnal Poisk*. 2008. № 2. P. 196-201. (In Russ.).

Резюме

*Н.И.Мартынов, М.А.Рамазанова, А.А.Төлешова**

((Ө. А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, Алматы қ.);

* ҚР Ұлттық инженерлік академиясы, Алматы қ.)

СЕЙСМИКАЛЫҚ БҰРАЛМАЛЫ МАЯТНИКТИҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ТЕРБЕЛІСТЕРІНІҢ ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙЫ

Болашақ жер сілкініуді әзірлеу кезеңінде іс жүзінде бақыланатын оның бұралу бұрышының найза тәріздес және айлақ тәріздес сипаттамасын түсінуге және түсіндіруге мүмкіндік берген сейсмикалық бұралмалы маятниктің георезонанстарының зерттеуі жүргізілген. «Әлем» маятнігі типтес аспаптардың нақты жазбаларына сәйкес синтетикалық айлақтар үлгіленген.

Тірек сөздер: маятник, георезонанс, аспаптар, жер сілкінісі.

Summary

*N.I. Martynov, M.A. Ramazanova, A.A. Tuleshova**

((Mechanics and Engineering Institute named Academician U.A. Dzholdasbekova, Almaty;

* RK National engineering academy, Alma-Ata)

COMMON FORCED NONLINEAR OSCILLATIONS OF THE SEISMIC TORSION PENDULUM

Research of the seismic torsional pendulum georesonances is conducted. Its results allowed to understand and explain pike- and bay-shaped behavior of the twist angle before the future earthquake. The artificial bays corresponding to real records of “Alem” workstations are simulated.

Keywords: oscillation, the pendulum, georezonans, devices, earthquake.

Поступила 22.01.2014 г.

621.01

Е. ТЕМИРБЕКОВ

(Алматинский технологический университет, г. Алматы)

ШАТУННЫЕ КРИВЫЕ ШЕСТИЗВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ II И IV КЛАССОВ

(Представлена академиком НАН РК Г.У. Уалиевым)

Аннотация

МВК, благодаря наличию Ассуровых групп с изменяемым замкнутым контуром, обладают большими кинематическими и динамическими возможностями по сравнению с их аналогами II класса. Покажем это для направляющих шестизвенных МВК IV класса с вращательными парами. Одним из кинематических Критериев для сравнения различных направляющих механизмов является порядок полинома воспроизводимых

ими шатунных кривых, коэффициенты которого зависят от метрических параметров механизма. В работах Левитского Н.И., посвященных изучению свойств шатунных кривых многозвенных направляющих механизмов II класса, были выведены уравнения некоторых видов шатунных кривых и установлена для них зависимость между максимально возможным алгебраическим порядком шатунной кривой и числом звеньев механизма, причем установлено, что шестизвенный механизм II класса с вращательными парами воспроизводит чертящей точкой M , в общем случае, шатунную кривую, описываемую полиномом не выше 18-го порядка. Чем выше порядок полинома шатунной кривой, тем более сложную кривую может воспроизвести направляющий механизм и, следовательно, тем шире его кинематические возможности.

В данной работе для сравнительного исследования (с точки зрения порядка полинома шатунных кривых) выбран один из МВК - направляющий шестизвенный механизм IV класса с вращательными парами как наиболее близкий к направляющему шестизвенному механизму II класса (количество звеньев и количество кинематических вращательных пар у них одинаково) и отличающийся от него лишь своей структурой.

Автором дана оценка порядка полинома точки шатунного звена направляющего шестизвенного механизма IV класса. Он, в общем случае, не более 36 порядка. Таким образом, он оказался значительно выше, чем у аналогичного шестизвенного механизма II класса и значит по выбранному критерию шестизвенный механизм IV класса превосходит свой аналог II класса.

Ключевые слова: шатун, кривая, механизм II класса, механизм IV класса.

Тірек сөздер: бұлғақ, қисық сызық, II класты механизм, IV класты механизм.

Keywords: connecting rod, curve, mechanism of Class II, mechanism of Class IV.

1. Введение

Шестизвенный механизм IV класса вызывает большой интерес машиноведов. Многие ученые выдвигают предположения о его преимуществах по ряду кинематических и динамических критериев в сравнении с аналогичным шестизвенным механизмом II класса (рисунок 1). Это предположение основывается на том, что имея такое же количество звеньев, он содержит изменяемый замкнутый четырехзвенный контур. [1-4].

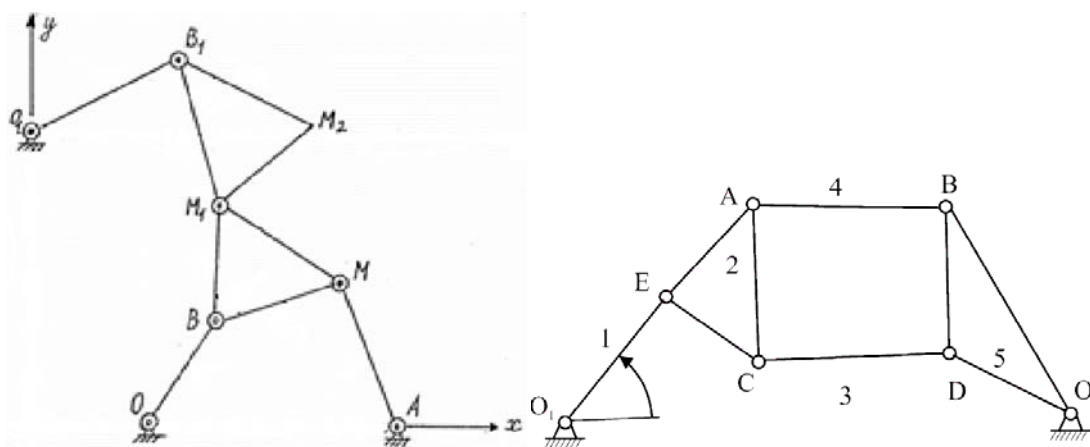


Рисунок 1 – Шестизвенные механизмы II класса и IV классов

Одним из таких кинематических критериев является порядок полинома шатунных кривых. Чем выше порядок полинома, тем более сложную кривую может воспроизвести направляющий механизм [5-7] и, следовательно, тем больше его кинематические возможности. В работе [8] установлено, что шестизвенный механизм II класса с вращательными парами воспроизводит точкой M , в общем случае, шатунную кривую, описываемую полиномом 18-го порядка. В данной работе исследован шестизвенный механизм IV класса, отличающийся от аналогичного механизма II класса лишь своей структурой.

Рекуррентные соотношения. Рассмотрим двухповодковую группу (диаду) O - B - M (рисунок 2), примем $OB = a$, $BM = l$, $BM_1 = k$, $\angle MBM_1 = \omega$. Тогда для точек M и M_1 имеем [8]:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x_1 + \frac{(l \cos \omega - k)x_1 + y_1 l \sin \omega}{2k\rho_1^2} (\rho_1^2 + k^2 - a^2) \\ \quad \pm \frac{x_1 l \sin \omega - (l \cos \omega - k)y_1}{2k\rho_1^2} \sqrt{4k^2 \rho_1^2 - (\rho_1^2 + k^2 - a^2)^2}, \\ y = y_1 - \frac{x_1 l \sin \omega - (l \cos \omega - k)y_1}{2k\rho_1^2} (\rho_1^2 + k^2 - a^2) \\ \quad \pm \frac{(l \cos \omega - k)x_1 + y_1 l \sin \omega}{2k\rho_1^2} \sqrt{4k^2 \rho_1^2 - (\rho_1^2 + k^2 - a^2)^2}, \end{array} \right.$$

или $\rho^2 = x^2 + y^2 = \frac{l \cos \omega}{k} \rho_1^2 \pm \frac{l \sin \omega}{k} \sqrt{4k^2 \rho_1^2 - (\rho_1^2 + k^2 - a^2)^2} +$
 $+ l^2 + \frac{k - l \cos \omega}{k} a^2 - kl \cos \omega$ (1)

Отметим, что двойному знаку квадратного радикала соответствует два положения М(х,у) при одном и том же положении точки М₁(х₁,у₁) (рисунок 3).

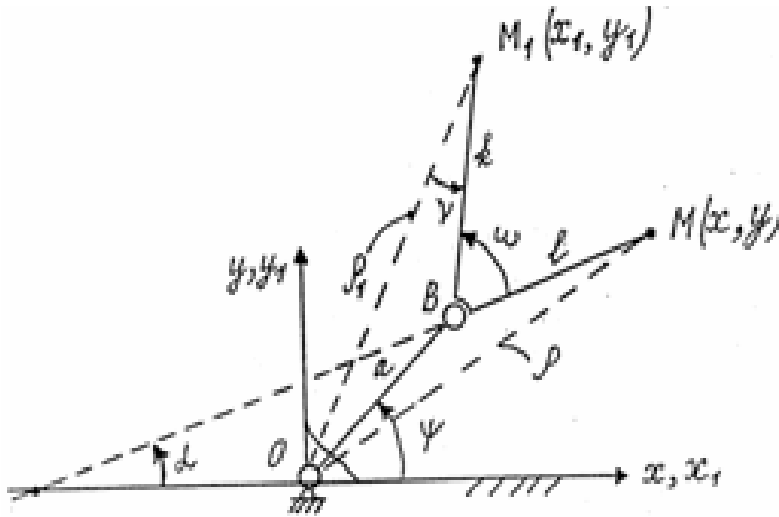


Рисунок 2 – Диада

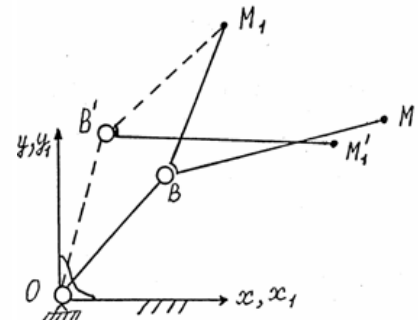


Рисунок 3 – Две сборки диады

Если $k = a$, то:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x_1 \frac{a + l \cos \omega}{2a} + y_1 \frac{l \sin \omega}{2a} \pm \frac{x_1 l \sin \omega - y_1 (l \cos \omega - a)}{2a\rho_1} \sqrt{4a^2 - \rho_1^2} \\ y = y_1 \frac{a + l \cos \omega}{2a} - x_1 \frac{l \sin \omega}{2a} \pm \frac{x_1 (l \cos \omega - a) + y_1 l \sin \omega}{2a\rho_1} \sqrt{4a^2 - \rho_1^2} \end{array} \right.$$

$$\rho^2 = \frac{l \cos \omega}{a} \rho_1^2 \pm \frac{l \sin \omega}{a} \rho_1 \sqrt{4a^2 - \rho_1^2} + l^2 + a^2 - 2al \cos \omega$$

2. Шатунные кривые шестизвенных механизмов II класса

Покажем, что присоединение диады повышает порядок уравнения шатунной кривой в три раза, если начальное звено совершает вращательное движение (рисунок 4). Механизм II класса образуется путем последовательного присоединения к начальному звену АМ диад М-В-О и М₁-В₁-О₁, с условием $k = a$, то есть $M_1B = BO = a$ и $M_2B_1 = B_1O_1 = a_1$. Обозначим: $AM = r$, $OA = d$, $MB = l$, $\angle MBM_1 = \omega$, $M_1B_1 = l_1$, $\angle M_1B_1M_2 = \omega_1$, $OD = g$, $O_1D = c$, тогда:

$$\left(V_1 \pm V_2 \frac{\sqrt{4a_1^2 - \rho_1^2}}{\rho_1} \right) \left(V_3 \pm V_4 \frac{\sqrt{4a_1^2 - \rho_1^2}}{\rho_1} \right)^2 = \left(V_5 \mp V_2 \frac{\sqrt{4a_1^2 - \rho_1^2}}{\rho_1} \right) \left(V_6 \mp V_7 \frac{\sqrt{4a_1^2 - \rho_1^2}}{\rho_1} \right)^2$$

где

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \frac{l_1 \cos \omega_1}{a_1} \rho_1^2 - \frac{g(a_1 + l_1 \cos \omega_1) + cl_1 \sin \omega_1}{a_1} x_1 - \frac{gl_1 \sin \omega_1 - c(a_1 + l_1 \cos \omega_1)}{a_1} y_1 + l_1^2 + a_1^2 - 2a_1 l_1 \cos \omega_1 + g^2 + c^2, \\
 V_2 &= \frac{l_1 \sin \omega_1}{a_1} \rho_1^2 - \frac{c(l_1 \cos \omega_1 - a_1) - gl_1 \sin \omega_1}{a_1} x_1 + \frac{g(l_1 \cos \omega_1 - a_1) + cl_1 \sin \omega_1}{a_1} y_1, \quad V_3 = \frac{ll_1 \cos \omega \cos \omega_1}{a_1} \rho_1^2 - \\
 &- \frac{A_1(a_1 + l_1 \cos \omega_1) + A_2 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} x_1 + \frac{A_2(a_1 + l_1 \cos \omega_1) - A_1 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} y_1 + \cos \omega (l_1^2 + a_1^2 - 2a_1 l_1 \cos \omega_1) + A_3, \\
 V_4 &= \frac{ll_1 \cos \omega \cos \omega_1}{a_1} \rho_1^2 - \frac{A_1 l_1 \sin \omega_1 - A_2(l_1 \cos \omega_1 - a_1)}{2a_1} x_1 + \frac{A_1(l_1 \cos \omega_1 - a_1) + A_2 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} y_1, \quad V_5 = 4a^2 - V \\
 V_6 &= \frac{A_4(a_1 + l_1 \cos \omega_1) - A_3 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} x_1 + \frac{A_4 l_1 \sin \omega_1 - A_5(a_1 + l_1 \cos \omega_1)}{2a_1} y_1 + \\
 &+ \frac{ll_1 \sin \omega \cos \omega_1}{a_1} \rho_1^2 + l(l_1^2 + a_1^2 - 2a_1 l_1 \cos \omega_1) \sin \omega - A_6 \\
 V_7 &= \frac{A_4 l_1 \sin \omega_1 - A_5(l_1 \cos \omega_1 - a_1)}{2a_1} x_1 + \frac{A_4(l_1 \cos \omega_1 - a_1) + A_5 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} y_1 + \frac{ll_1 \sin \omega \sin \omega_1}{a_1} \rho_1^2
 \end{aligned}$$

Освобождаясь от радикала и знаменателя, получим уравнение шатунной кривой, описываемой точкой M_2 , в следующем виде:

$$\begin{aligned}
 \rho_1^2 \left[\rho_1^2 (V_1 V_3^2 - V_5 V_6^2) + (V_1 V_4^2 - V_3 V_7^2 + 2V_2 V_3 V_4 + 2V_2 V_6 V_7) (4a_1^2 - \rho_1^2) \right]^2 = \\
 (4a_1^2 - \rho_1^2) \left[(2V_5 V_6 V_7 - V_2 V_3^2 - V_2 V_6^2) \rho_1^2 - V_2 (V_4^2 + V_7^2) (4a_1^2 - \rho_1^2) \right]^2
 \end{aligned}$$

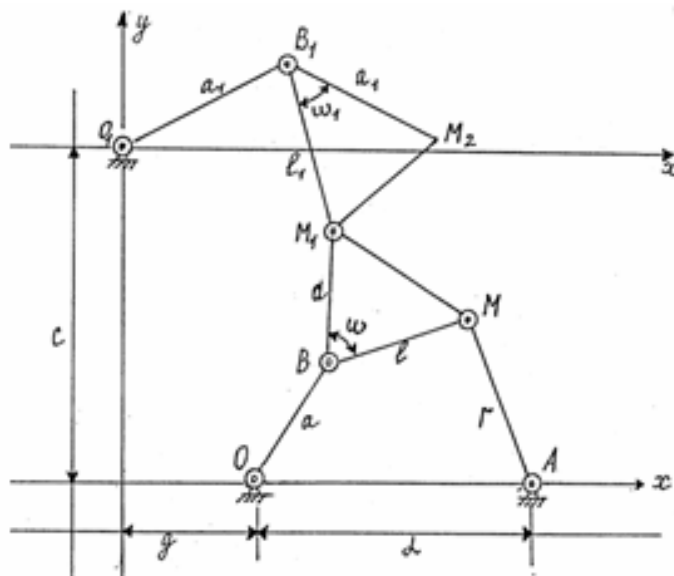


Рисунок 4 – Шестизвенный механизм II класса

Так как все операторы V по отношению к переменным x_1 и y_1 являются алгебраическими функциями второй степени, то полученное выражение есть алгебраическое уравнение восемнадцатого порядка [8]. То есть, для шатунных кривых направляющих шестизвенных механизмов II класса алгебраический порядок их уравнений оказывается не выше восемнадцатого.

3. Биполярные координаты

Если исходить из треугольника с геометрическими размерами a_1, a_2, a_3 (рисунок 5) и выбрать четвертую точку четырехугольника вне или внутри треугольника, то при присоединении этой точки с точками треугольника будут образованы три остальных размера четырехугольника b_1, b_2, b_3 . При этом индексы 1-3 выбираются таким образом, чтобы противоположные размеры имели

одинаковый индекс. Четвертая точка определяется длиной двух из них, например, b_1, b_2 . Длина третьего соединяющего участка уже не выбирается произвольно, а следует из геометрической взаимосвязи. В общем случае, из шести габаритных размеров четырехугольника пять могут быть выбраны свободно в пределах определенных границ, шестой может быть определен из пяти данных габаритных размеров. Если обозначить угол между габаритными размерами a_1 и b_3 как α , а угол между a_2 и b_3 как β , то будет получено уравнение: $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$. Путем возведения в квадрат этому уравнению можно придать форму: $\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2(\alpha + \beta) - 2\cos \alpha \cos \beta \cos(\alpha + \beta) - 1 = 0$. В соответствии с теоремой косинусов имеем: $b_2^2 = a_1^2 + b_3^2 - 2a_1b_3\cos \alpha$, $b_1^2 = a_2^2 + b_3^2 - 2a_2b_3\cos \beta$, $a_3^2 = a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2 \cos(\alpha + \beta)$. Если из них выразить $\cos \alpha$, $\cos \beta$, $\cos(\alpha + \beta)$ через габаритные размеры, то после некоторых преобразований получим [9,10]:

$$a_1^2 b_1^2 (a_1^2 + b_1^2 - a_2^2 - b_2^2 - a_3^2 - b_3^2) + a_2^2 b_2^2 (a_2^2 + b_2^2 - a_3^2 - b_3^2 - a_1^2 - b_1^2) + a_3^2 b_3^2 (a_3^2 + b_3^2 - a_1^2 - b_1^2 - a_2^2 - b_2^2) + a_1^2 a_2^2 a_3^2 + a_1^2 b_2^2 b_3^2 + a_2^2 b_3^2 b_1^2 + a_3^2 b_1^2 b_2^2 = 0.$$

В этом уравнении встречаются только квадраты габаритных размеров, при этом три квадрата образуют произведение. Если даны пять габаритных размеров, то шестой можно рассчитать. Если, например, даны a_1, a_2, a_3, b_1 и b_2 , то для расчета шестого габаритного размера b_3 уравнение можно использовать в следующей форме: $b_3^4 V_{32} + b_3^2 V_{31} + V_{30} = 0$. Для коэффициентов V_{32}, V_{31}, V_{30} получены следующие выражения: $V_{32} = a_3^2$, $V_{31} = a_3^2 (a_3^2 - a_1^2 - a_2^2 - b_1^2 - b_2^2) - (a_1^2 - a_2^2)(b_1^2 - b_2^2)$, $V_{30} = (a_1^2 b_1^2 - a_2^2 b_2^2)(a_1^2 + b_1^2 - a_2^2 - b_2^2) - a_3^2 (a_1^2 - b_2^2)(b_1^2 - a_2^2)$

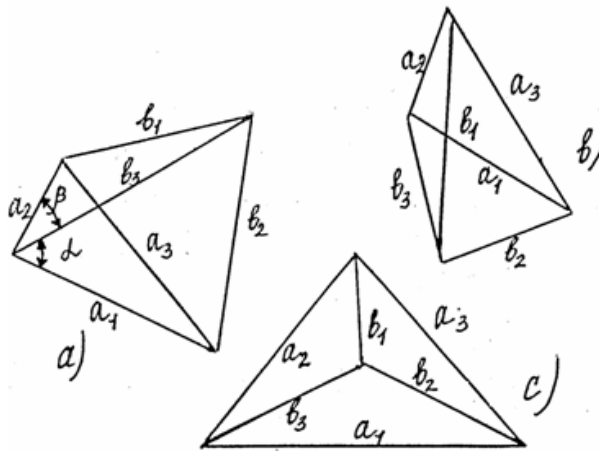


Рисунок 5 –Биполярные координаты

Из квадратного выражения для b_3^2 могут быть определены два значения, которые однако применимы лишь тогда, когда они действительны и положительны. Если это не так, то из данных габаритных размеров нельзя составить четырехугольник. Из двух положительных решений для b_3^2 получают положительные значения для b_3 . В геометрической картине четырехугольника они находятся в соответствии с двумя возможностями: если исходить из треугольника a_1, a_2, a_3 , то значения длин b_1, b_2 определяют четвертую точку, которая может располагаться на обеих сторонах симметрично a_3 . Общим возможностям расположения четвертой угловой точки соответствуют оба различных значения для b_3 , как это показывает рисунок 4. Уравнение $b_3^4 V_{32} + b_3^2 V_{31} + V_{30} = 0$ можно одинаково разлагать по каждому габаритному размеру. Отсюда следуют другие уравнения: $a_1^4 A_{12} + a_1^2 A_{11} + A_{10} = 0$, $a_2^4 A_{22} + a_2^2 A_{21} + A_{20} = 0$, $a_3^4 A_{32} + a_3^2 A_{31} + A_{30} = 0$,

$b_1^4 B_{12} + b_1^2 B_{11} + B_{10} = 0$, $b_2^4 B_{22} + b_2^2 B_{21} + B_{20} = 0$. Величины B_{12} , B_{11} , B_{10} или B_{22} , B_{21} , B_{20} этих уравнений следуют из уравнений, если переставляются индексы 1 и 3 или 2 и 3 для величин a_i и b_i , $i = 1, 2, 3$. Для коэффициентов A_{1i} , $i = 0, 1, 2$ могут быть выведены соответственно следующие соотношения: $A_{12} = b_1^2$, $A_{11} = b_1^2 (b_1^2 - a_2^2 - b_2^2 - a_3^2 - b_3^2) - (a_2^2 - b_3^2)(b_2^2 - a_3^2)$, $A_{10} = (a_2^2 b_2^2 - a_3^2 b_3^2)(a_2^2 + b_2^2 - a_3^2 - b_3^2) - b_1^2 (a_2^2 - a_3^2)(b_2^2 - a_3^2)$. Из этих величин получают соответственно величины A_{22} , A_{21} , A_{20} или A_{32} , A_{31} , A_{30} , если также и здесь переставить индексы 1 и 2 или 1 и 3 для величин a_i и b_i , $i = 1, 2, 3$.

4. Шатунные кривые шестизвенных механизмов IV класса

Посредством метода аналитического представления в биполярных координатах соотношение между радиус-векторами $\rho_{k_i B}$ и $\rho_{k_j B}$ от стойки B_G до точек K_i и K_j механизма IV класса 2-го порядка с вращательными парами имеет вид (рисунок 5) [9,10]:

$$\begin{aligned} & \rho_{k_j b}^8 * (\rho_{k_i b}^4 * U_{24} + \rho_{k_j b}^2 * U_{14} + U_{04}) + \rho_{k_j b}^6 * (\rho_{k_i b}^6 * U_{33} + \rho_{k_j b}^4 * U_{23} + \\ & + \rho_{k_i b}^2 * U_{13} + U_{03}) + \rho_{k_j b}^4 * (\rho_{k_i b}^8 * U_{42} + \rho_{k_j b}^6 * U_{32} + \rho_{k_i b}^4 * U_{22} + \\ & + \rho_{k_j b}^2 * U_{12} + U_{02}) + \rho_{k_j b}^2 * (\rho_{k_i b}^8 * U_{41} + \rho_{k_j b}^6 * U_{31} + \rho_{k_i b}^4 * U_{21} + \rho_{k_j b}^2 * U_{11} + \\ & + U_{01}) + \rho_{k_j b}^8 * U_{40} + \rho_{k_j b}^6 * U_{30} + \rho_{k_j b}^4 * U_{20} + \rho_{k_j b}^2 * U_{10} + U_{00} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

где $\rho_{k_i b}^2 = X_{k_i b}^2 + Y_{k_i b}^2$, $\rho_{k_j b}^2 = X_{k_j b}^2 + Y_{k_j b}^2$ и U_{ij} ($i, j = 0, \dots, 4$) – зависят от метрики механизма.

Рассмотрим диаду $A_G A_k K_j K_i$ и будем считать, что $A_G A_k = A_k K_i = a$, $A_k K_j = l$, угол $\angle K_j A_k K_i = \omega$, тогда рекуррентные соотношения (1), связывающие координаты точек K_j и K_i в системе координат $A_G X Y$ будут:

$$\begin{cases} X_{k_j a} = X_{k_i a} \frac{a + l \cos \omega}{2a} + Y_{k_i a} \frac{l \sin \omega}{2a} \pm \frac{X_{k_i a} l \sin \omega - Y_{k_i a} (l \cos \omega - a)}{2a} * \sqrt{(4a^2 - \rho_{k_i a}^2) / \rho_{k_i a}^2}, \\ Y_{k_j a} = Y_{k_i a} \frac{a + l \cos \omega}{2a} - X_{k_i a} \frac{l \sin \omega}{2a} \pm \frac{X_{k_i a} (l \cos \omega - a) + Y_{k_i a} l \sin \omega}{2a} * \sqrt{(4a^2 - \rho_{k_i a}^2) / \rho_{k_i a}^2}, \\ \rho_{k_j a}^2 = \frac{l \cos \omega}{a} \rho_{k_i a}^2 \pm \frac{l \sin \omega}{a} \rho_{k_i a}^2 \sqrt{(4a^2 - \rho_{k_i a}^2) / \rho_{k_i a}^2} + l^2 + a^2 - 2al \cos \omega, \end{cases} \quad (3)$$

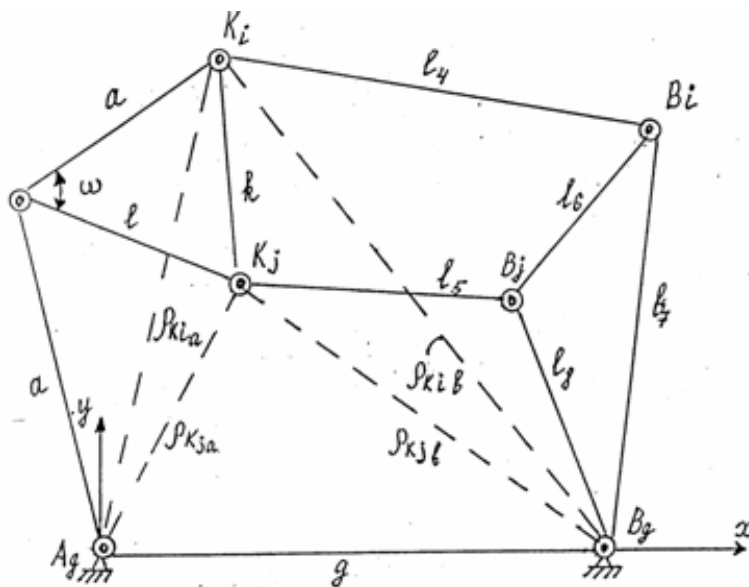


Рисунок 5 – Шестизвенный механизм IV класса

где знаки \pm означают двойственное положение точки K_j по отношению к точке K_i диады $A_G A_k K_j K_i$. В дальнейших математических преобразованиях для определенности будем брать знак "+". Теперь рассмотрим четырехугольник $A_G B_G K_i K_j$, для него справедливы соотношения:

$$\rho_{k_i,b}^2 = (x_{k_i,a} - g)^2 + y_{k_i,a}^2 = \rho_{k_i,a}^2 + g^2 - 2gx_{k_i,a}, \quad \rho_{k_j,b}^2 = (x_{k_j,a} - g)^2 + y_{k_j,a}^2 = \rho_{k_j,a}^2 + g^2 - 2gx_{k_j,a}$$

Подставим их в выражение (2) с учетом (3), избавляясь от знаменателя и радикала, определим полином шатунной кривой, которую воспроизводит точка K_i механизма. Необходимо заметить при этом, что наиболее частыми были операции "замены" и "подстановки". При подобных преобразованиях был применен аппарат компьютерных аналитических вычислений «REDUCE» [11]. Шатунная кривая точки K_i шестизвенного механизма IV класса:

$$B_0^6 \cdot R_{i2}^6 \cdot S \cdot T^4 (2U_{24} \cdot U_{42} + U_{33}^2) + B_0^8 \cdot R_{i2}^4 \cdot S \cdot T^4 \cdot U_{24}^2 + 2A_0^7 \cdot R_{i2}^5 \cdot S^5 \cdot T \cdot U_{24} \cdot U_{33} + \\ 28A_0^6 \cdot B_0^2 \cdot R_{i2}^4 \cdot S^4 \cdot T \cdot U_{24}^2 + 42A_0^5 \cdot B_0^2 \cdot R_{i2}^5 \cdot S^4 \cdot T \cdot U_{24} U_{33} + 14A_0 \cdot B_0^6 \cdot R_{i2}^5 \cdot S^2 \cdot T^3 \cdot U_{24} U_{33} + \\ + F(A_0, B_0, R_{i2}, S, T, U_{ij}) = 0, \quad i, j = 0, \dots, 4,$$

где $A_0, B_0, R_{i2}, S, T, U_{ij}$ обозначают: $B_0 = -4al\rho_{k_i,a}^2 \sin \omega + 4aglx_{k_i,a}^2 \sin \omega + 4ag(l \cos \omega - a)y_{k_i,a}^2$,

$$T = 4a^2 - (x_{k_i,a}^2 - g)^2 - y_{k_i,a}^2, \quad A_0 = -4al\rho_{k_i,a}^2 \cos \omega +$$

$$+ 4(l \cos \omega - a)agx_{k_i,a}^2 - 4agly_{k_i,a}^2 \sin \omega + 4a^2(2al \cos \omega - a^2 - l)^2$$

$R_{i2} = \rho_{k_i,a}^2$, $S = (x_{k_i,a}^2 - g)^2 + y_{k_i,a}^2$ и $F(A_0, B_0, R_{i2}, S, T, U_{ij})$ - сумма членов полинома, степень

которых меньше 34, полностью приводится в [12]. Так как A_0, B_0, R_{i2}, S, T по отношению к $x_{k_i,a}$ и $y_{k_i,a}$ являются членами второй степени, то оценивая порядок полинома, можно видеть, что он, в общем случае, не более 36. Таким образом, получили полином шатунной кривой, которую производит шарнирная точка K_i шестизвенного механизма IV класса, он оказался значительно выше, чем у шестизвенного механизма II класса и значит по выбранному критерию шестизвенный механизм IV класса превосходит свой аналог II класса.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Джолдасбеков У.А. Графоаналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов.- Алма-Ата: Наука, 1983.- 256с.
- 2 Байгунчечков Ж.Ж. Численные методы анализа и синтеза механизмов высоких классов и их применение в проектировании новых погрузочно-разгрузочных и манипуляционных устройств. Диссертация ... доктора технических наук, Алма-Ата, 1985.
- 3 Молдабаев М. Аналитические методы анализа и синтеза, автоматизированное проектирование механизмов и манипуляционных устройств высоких классов. Диссертация ... доктора технических наук, Алма-Ата, 1989.
- 4 Абдрахимов У.Т. Численные методы анализа и синтеза многоконтурных механизмов высоких классов. Диссертация ... доктора технических наук, Алма-Ата, 1993
- 5 Артоболевский И.И., Левитский Н.И., Черкудинов С.А. Синтез плоских механизмов.- М.: Физматгиз, 1959.- 1084с.
- 6 Закиров Г.Ш. Синтез плоских механизмов на ЭВМ. Ташкент, изд-во "ФАН" УзССР, 1972, 144с.
- 7 Закиров Г.Ш. Алгоритмизация задач синтеза механизмов. Ташкент, изд-во "ФАН" УзССР, 1977, 52с
- 8 Левитский Н.И. Несимметричные шатунные кривые многозвенных механизмов. Труды семинара по теории машин и механизмов. Москва, изд. АН СССР, том IV, выпуск 15, 1948, с.5-19
- 9 Sieker K.H., Franke W. Analytische Darstellung von Koppelkurven ebener Kurbelgetriebe mit vier Drehgelenken mittels Bipolarkoordinaten. Feinwerktechnik u. Mestechnik Bd.85 (1977) Nr.2, 61-71.
- 10 Sieker K.H., Franke W. Hochere Koppelkurven in ebenen sechsgliedern Drehgelenkgetrieben. Analytische Darstellung mittels Bipolarkoordinaten. "VDI-Forschungsh.", 1982, N610, 28s.
- 11 Еднерал В.Ф. и др. Язык аналитических вычислений REDUCE. - М.: Изд-во МГУ, 1988, 176с.
- 12 [Джолдасбеков У.А.], Темирбеков Е.С. Некоторые аспекты анализа и синтеза механизмов высоких классов. Монография. - Астана, Акмолинский ЦНТИ, 2006.-299с.

REFERENCES

- 1 Dzholdasbekov U.A. Grafoanaliticheskie metody analiza i sinteza mexanizmov vysokix klassov.- Alma-Ata: Nauka, 1983.- 256s.
- 2 Bajgunchekov Zh.Zh. Chislennye metody analiza i sinteza mexanizmov vysokix klassov i ix primeneniye v proektirovaniy novyx pogruzochno-razgruzochnyx i manipulyacionnyx ustrojstv. Dissertaciya ... doktora texnicheskix nauk, Alma-Ata, 1985.

3 Moldabekov M. Analiticheskie metody analiza i sinteza, avtomatizirovannoe proektirovanie mexanizmov i manipulyacionnyx ustrojstv vysokix klassov. Dissertaciya ... doktora texnicheskix nauk, Alma-Ata, 1989.

4 Abdraximov U.T. Chislennye metody analiza i sinteza mnogokonturnyx mexanizmov vysokix klassov. Dissertaciya ... doktora texnicheskix nauk, Alma-Ata, 1993

5 Artobolevskij I.I., Levitskij N.I., Cherkudinov S.A. Sintez ploskix mexanizmov.- M.: Fizmatgiz, 1959.- 1084s.

6 Zakirov G.Sh. Sintez ploskix mexanizmov na EVM. Tashkent, izd-vo "FAN" UzSSR, 1972, 144s.

7 Zakirov G.Sh. Algoritmizaciya zadach sinteza mexanizmov. Tashkent, izd-vo "FAN" UzSSR, 1977, 52s

8 Levitskij N.I. Nesimmetrichnye shatunnye krivye mnogozvennyx mexanizmov. Trudy seminarov po teorii mashin i mexanizmov. Moskva, izd. AN SSSR, tom IV, vypusk 15, 1948, s.5-19

9 Sieker K.H., Franke W. Analytische Darstellung von Koppelkurven ebener Kurbelgetriebe mit vier Drehgelenken mittels Bipolarkoordinaten. Feinwerktechnik u. Mesttechnik Bd.85 (1977) Nr.2, 61-71.

10 Sieker K.H., Franke W. Hochere Koppelkurven in ebenen sechsgliedern Drehgelenkgetrieben. Analytische Darstellung mittels Bipolarkoordinaten. "VDI-Forschungsh.", 1982, N610, 28s.

11 Edneral V.F. i dr. Yazyk analiticheskix vychislenij REDUCE. - M.: Izd-vo MGU, 1988, 176s.

12 [Dzholdasbekov U.A.], Temirbekov E.S. Nekotorye aspekty analiza i sinteza mexanizmov vysokix klassov. Monografiya. - Astana, Akmolinskij CNTI, 2006.-299s.

Резюме

Темірбеков Е. С.

(Алматы технологиялық университеті, Алматы қ.)

II ЖӘНЕ IV КЛАСТЫ АЛТЫБУЫНДЫ МЕХАНИЗМДЕРДІҢ ҚИСЫҚТЫ БҰЛҒАҚТАРЫ

Өзгермелі тұйық контурлы Ассур топтарына байланысты II класты баламаларымен салыстырғанда, ЖКМ өте үлкен кинематикалық және динамикалық мүмкіндіктерге ие болып отыр. Бұл мүмкіндіктерді айналмалы жұптармен IV класты алтыбуынды бағыттаушы ЖКМ-де көрсетуге болады. Өртүрлі бағыттаушы механизмдерге салыстыру үшін кинематикалық өлшемнің бір түрі коэффициенті механизмнің метрлік параметрлеріне тәуелді қисықты бұлғақтарға жаңғырту үшін полином тәртібі болып табылады. II класты көпбуынды бағыттаушы механизмдердің қисықты бұлғақтарының қасиеттерін зерттеуге арналған Н.И.Левитскийдің жұмыстарында қисықты бұлғақтардың кейбір түрлерінің есептерін көрсетіп, қисық бұлғақ және механизм буындарының саны аралығындағы тәуелділікті алгебралық тәртіпте бекіткен. Оның ішінде айналмалы жұппен II класты алтыбуынды механизм М нүктесін сыза өтіп, қисықты бұлғақты 18 тәртіптен жоғарыламай сипаттайды. Қисықты бұлғақ полином тәртібі жоғарылаған сайын, бағыттаушы механизмнің күрделі сызығын алуға болады.

Берілген жұмыста зерттеуді салыстыру үшін, қисықты бұлғақтың полином тәртібі бойынша ЖКМ үшін айналмалы жұппен IV класты алтыбуынды бағыттаушы механизм (кинематикалық айналмалы жұп саны және буындар саны бірдей) құрылымы жөнінен айырмашылығы бар, II класты бағыттаушы механизмге ең жақын екенін көрсетеді.

IV класты алтыбуынды бағыттаушы механизмнің бұлғақты буыны нүктесінің полином тәртібіне баға берілген. Ол жалпы жағдайда 36 тәртіптен аспайды. Сонымен, бұл II класты алтыбуынды механизмнің баламасынан анағұрлым көптігін көрсетеді. IV класты алтыбуынды механизм берілген өлшем бойынша II класты баламадан артып отыр.

Тірек сөздер: бұлғақ, қисық сызық, II класты механизм, IV класты механизм.

Поступила 22.12.2013 г.

YE. S. TEMIRBEKOV

(Almaty technological university, Almaty;
Institute of mechanic & mechanical engineering, Almaty)

CURVES OF CONNECTING RODS SIX-MEMBERED MECHANISMS II AND IV CLASSES

(Представлена академиком НАН Г.У.Уалиевым)

1. Introduction

Six-membered mechanism IV class is of great interest to scientists mechanics.

Many scientists have speculated about its advantages for some kinematic and dynamic criteria compared to the same six-membered mechanism of class II (Figure 1). This assumption is based on the fact that having the same number of links it contains a four-bar closed contour variable [1-4].

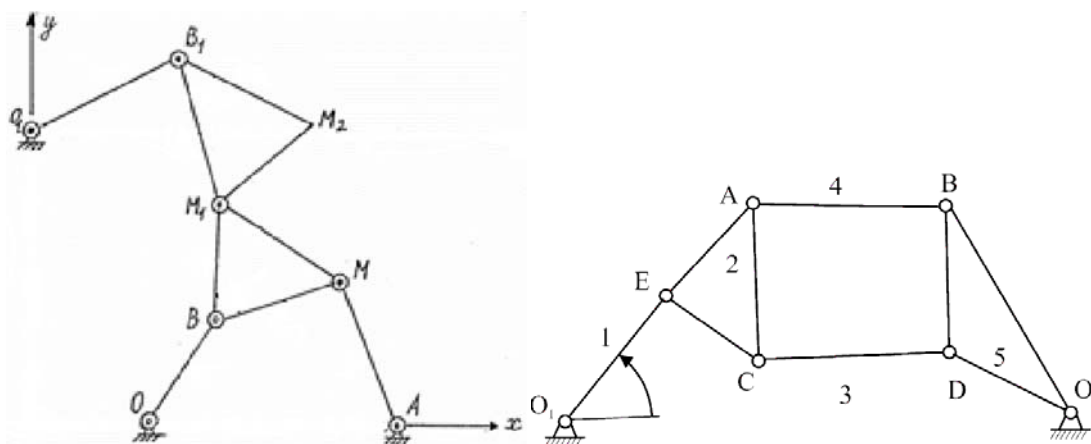


Figure 1 - The six-membered mechanisms Class II and Class IV

One of these criteria is the order of the polynomial curves of connecting rod. The higher the order of the polynomial, the more complicated curve can reproduce mechanism [5-7]. Consequently, the greater the chances of the mechanism. In [8] it is shown that the mechanism of six-membered class II reproduces curves of connecting rod, corresponding to the polynomial of the 18th order. In this paper we investigate the mechanism of six-membered class IV, which differs from a similar mechanism of class II only its structure.

Recurrence relations. Consider dyad OBM (Figure 2), where $OB = a$, $BM = l$, $BM_1 = k$, $\angle MBM_1 = \omega$. Then for the points M and M_1 , we have [8]:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x_1 + \frac{(l \cos \omega - k)x_1 + y_1 l \sin \omega}{2k\rho_1^2} (\rho_1^2 + k^2 - a^2) \\ \quad \pm \frac{x_1 l \sin \omega - (l \cos \omega - k)y_1}{2k\rho_1^2} \sqrt{4k^2 \rho_1^2 - (\rho_1^2 + k^2 - a^2)^2}, \\ y = y_1 - \frac{x_1 l \sin \omega - (l \cos \omega - k)y_1}{2k\rho_1^2} (\rho_1^2 + k^2 - a^2) \\ \quad \pm \frac{(l \cos \omega - k)x_1 + y_1 l \sin \omega}{2k\rho_1^2} \sqrt{4k^2 \rho_1^2 - (\rho_1^2 + k^2 - a^2)^2}, \end{array} \right.$$

$$\text{OR } \rho^2 = x^2 + y^2 = \frac{l \cos \omega}{k} \rho_1^2 \pm \frac{l \sin \omega}{k} \sqrt{4k^2 \rho_1^2 - (\rho_1^2 + k^2 - a^2)^2} +$$

$$+ l^2 + \frac{k - l \cos \omega}{k} a^2 - kl \cos \omega \quad (1)$$

Note that the double sign of the square corresponds to two positions M (x, y) at the same position of the point M1 (x1, y1) (Figure 3).

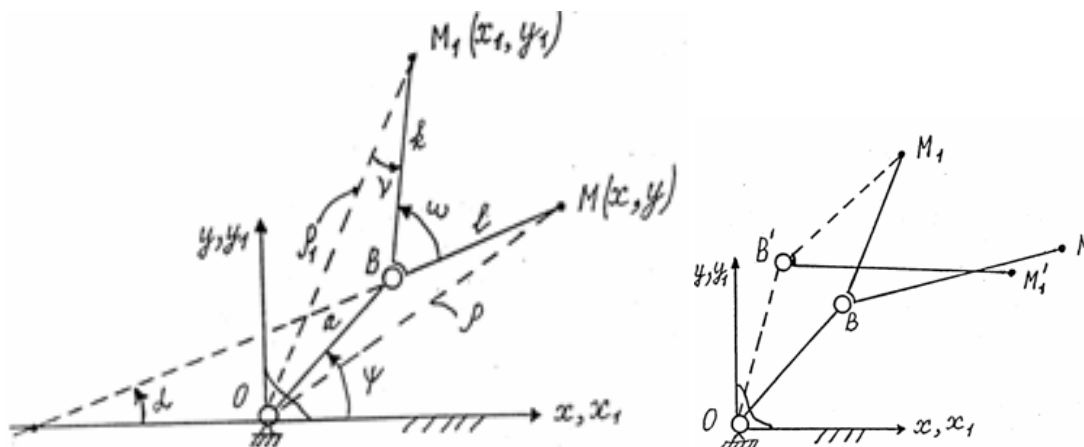


Figure 2 - dyad Figure 3 - Two assembly dyad

If $k = a$, then:

$$\begin{cases} x = x_1 \frac{a + l \cos \omega}{2a} + y_1 \frac{l \sin \omega}{2a} \pm \frac{x_1 l \sin \omega - y_1 (l \cos \omega - a)}{2a \rho_1} \sqrt{4a^2 - \rho_1^2} \\ y = y_1 \frac{a + l \cos \omega}{2a} - x_1 \frac{l \sin \omega}{2a} \pm \frac{x_1 (l \cos \omega - a) + y_1 l \sin \omega}{2a \rho_1} \sqrt{4a^2 - \rho_1^2} \end{cases}$$

$$\rho^2 = \frac{l \cos \omega}{a} \rho_1^2 \pm \frac{l \sin \omega}{a} \rho_1 \sqrt{4a^2 - \rho_1^2} + l^2 + a^2 - 2al \cos \omega$$

2. Curves of connecting rods six-membered mechanisms of class II.

We show that the addition of the dyad increases the order of the equation of the curve of the connecting rod three times if the initial unit performs rotational motion (Figure 4). Mechanism II class is obtained by successive addition to the initial link AM dyads M-B-O and M1-B1-O1, with the condition $k = a$, that is $M_1B = BO = a$ and $M_2B_1 = B_1O_1 = a_1$. Let us denote: $AM = r$, $OA = d$, $MB = l$, $\angle MBM_1 = \omega$, $M_1B_1 = l_1$, $\angle M_1B_1M_2 = \omega_1$, $OD = g$, $O_1D = c$, then:

$$\left(V_1 \pm V_2 \frac{\sqrt{4a_1^2 - \rho_1^2}}{\rho_1} \right) \left(V_3 \pm V_4 \frac{\sqrt{4a_1^2 - \rho_1^2}}{\rho_1} \right)^2 = \left(V_5 \mp V_2 \frac{\sqrt{4a_1^2 - \rho_1^2}}{\rho_1} \right) \left(V_6 \mp V_7 \frac{\sqrt{4a_1^2 - \rho_1^2}}{\rho_1} \right)^2,$$

$$\text{where } V_1 = \frac{l_1 \cos \omega_1}{a_1} \rho_1^2 - \frac{g(a_1 + l_1 \cos \omega_1) + cl_1 \sin \omega_1}{a_1} x_1 - \frac{gl_1 \sin \omega_1 - c(a_1 + l_1 \cos \omega_1)}{a_1} y_1 + l_1^2 + a_1^2 - 2a_1 l_1 \cos \omega_1 + g^2 + c^2,$$

$$V_2 = \frac{l_1 \sin \omega_1}{a_1} \rho_1^2 - \frac{c(l_1 \cos \omega_1 - a_1) - gl_1 \sin \omega_1}{a_1} x_1 + \frac{g(l_1 \cos \omega_1 - a_1) + cl_1 \sin \omega_1}{a_1} y_1, \quad V_3 = \frac{ll_1 \cos \omega \cos \omega_1}{a_1} \rho_1^2 -$$

$$- \frac{A_1(a_1 + l_1 \cos \omega_1) + A_2 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} x_1 + \frac{A_2(a_1 + l_1 \cos \omega_1) - A_1 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} y_1 + \cos \omega (l_1^2 + a_1^2 - 2a_1 l_1 \cos \omega_1) + A_3,$$

$$V_4 = \frac{ll_1 \cos \omega \cos \omega_1}{a_1} \rho_1^2 - \frac{A_1 l_1 \sin \omega_1 - A_2 (l_1 \cos \omega_1 - a_1)}{2a_1} x_1 + \frac{A_1 (l_1 \cos \omega_1 - a_1) + A_2 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} y_1, \quad V_5 = 4a^2 - V$$

$$V_6 = \frac{A_4(a_1 + l_1 \cos \omega_1) - A_5 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} x_1 + \frac{A_4 l_1 \sin \omega_1 - A_5(a_1 + l_1 \cos \omega_1)}{2a_1} y_1 + \frac{l_1 \sin \omega \cos \omega_1}{a_1} \rho_1^2 + l(l_1^2 + a_1^2 - 2a_1 l_1 \cos \omega_1) \sin \omega - A_6$$

$$V_7 = \frac{A_4 l_1 \sin \omega_1 - A_5(l_1 \cos \omega_1 - a_1)}{2a_1} x_1 + \frac{A_4(l_1 \cos \omega_1 - a_1) + A_5 l_1 \sin \omega_1}{2a_1} y_1 + \frac{l_1 \sin \omega \sin \omega_1}{a_1} \rho_1^2$$

Freed from the radical and of the denominator, we obtain the equation of the curve the connecting rod, which is described by point M_2 as follows:

$$\rho_1^2 \left[\rho_1^2 (V_1 V_3^2 - V_5 V_6^2) + (V_1 V_4^2 - V_5 V_7^2 + 2V_2 V_3 V_4 + 2V_2 V_6 V_7) (4a_1^2 - \rho_1^2) \right]^2 = (4a_1^2 - \rho_1^2) \left[(2V_5 V_6 V_7 - V_2 V_3^2 - V_2 V_6^2) \rho_1^2 - V_2 (V_4^2 + V_7^2) (4a_1^2 - \rho_1^2) \right]^2$$

Since all the operators V are algebraic functions of x_1 and y_1 of the second order, then the resulting expression is an algebraic equation of the eighteenth order [8]. That is, the curves of connecting rods of six-membered mechanisms of class II are algebraic equations not above the eighteenth order.

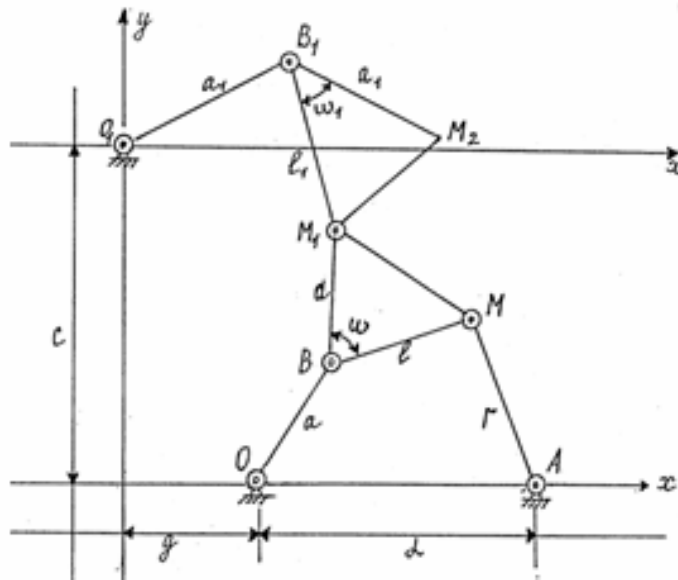


Figure 4 - Class II mechanism of six-membered

3. Bipolar coordinates

Consider a triangle with sides a_1, a_2, a_3 (Figure 5). We will choose a fourth point inside or outside the triangle. Three other sizes b_1, b_2, b_3 (Fig. 5) of quadrilateral were obtained compound of this point to points of the triangle. 1-3 indices are chosen so that the opposing sizes have the same index. The fourth point is determined by the length of two of them, for example, b_1, b_2 . The length of the third is not chosen at random, and follows from the geometric interrelation. Of the six sizes of the quadrilateral - five can be chosen freely within defined borders. Sixth size can be determined from the known five sizes. We denote the angle between a_1 and b_3 sizes as α , and the angle between a_2 and b_3 as β , we obtain the equation: $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$. If we take the squared, then this equation can take the form: $\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2(\alpha + \beta) - 2\cos \alpha \cos \beta \cos(\alpha + \beta) - 1 = 0$. By cosine theorem we have: $b_2^2 = a_1^2 + b_3^2 - 2a_1 b_3 \cos \alpha$, $b_1^2 = a_2^2 + b_3^2 - 2a_2 b_3 \cos \beta$, $a_3^2 = a_1^2 + a_2^2 - 2a_1 a_2 \cos(\alpha + \beta)$. If we express $\cos \alpha, \cos \beta, \cos(\alpha + \beta)$ through the sizes, we have after some transformations [9,10]:

$$a_1^2 b_1^2 (a_1^2 + b_1^2 - a_2^2 - b_2^2 - a_3^2 - b_3^2) + a_2^2 b_2^2 (a_2^2 + b_2^2 - a_3^2 - b_3^2 - a_1^2 - b_1^2) + a_3^2 b_3^2 (a_3^2 + b_3^2 - a_1^2 - b_1^2 - a_2^2 - b_2^2) + a_1^2 a_2^2 a_3^2 + a_1^2 b_2^2 b_3^2 + a_2^2 b_3^2 b_1^2 + a_3^2 b_1^2 b_2^2 = 0.$$

If there are five sizes, it is possible to calculate the sixth. For example, if there are a_1, a_2, a_3, b_1 and b_2 , for calculating - the sixth size b_3 equation can be used as: $b_3^4 B_{32} + b_3^2 B_{31} + B_{30} = 0$. For the coefficients

B_{32} , B_{31} , B_{30} obtained the following expressions: $B_{32} = a_3^2$, $B_{31} = a_3^2 (a_3^2 - a_1^2 - a_2^2 - b_1^2 - b_2^2) - (a_1^2 - a_2^2)(b_1^2 - b_2^2)$, $B_{30} = (a_1^2 b_1^2 - a_2^2 b_2^2)(a_1^2 + b_1^2 - a_2^2 - b_2^2) - a_3^2 (a_1^2 - b_2^2)(b_1^2 - a_2^2)$

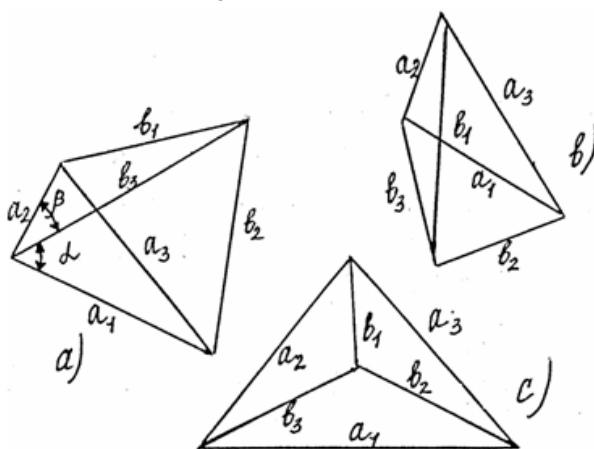


Figure 5 - Bipolar coordinates

Of b_3^2 may be defined the two values. They are applicable only when they are real and positive.

4. Curves links of connecting rods six-membered mechanisms Class IV

Use bipolar coordinates, then the relation between the radius vectors $\rho_{k_i B}$ and $\rho_{k_j B}$ is (Figure 5)

[9,10]:

$$\begin{aligned} & \rho_{k_j b}^8 * (\rho_{k_i b}^4 * U_{24} + \rho_{k_i b}^2 * U_{14} + U_{04}) + \rho_{k_j b}^6 * (\rho_{k_i b}^6 * U_{33} + \rho_{k_i b}^4 * U_{23} + \\ & + \rho_{k_i b}^2 * U_{13} + U_{03}) + \rho_{k_j b}^4 * (\rho_{k_i b}^8 * U_{42} + \rho_{k_i b}^6 * U_{32} + \rho_{k_i b}^4 * U_{22} + \\ & \rho_{k_i b}^2 * U_{12} + U_{02}) + \rho_{k_j b}^2 * (\rho_{k_i b}^8 * U_{41} + \rho_{k_i b}^6 * U_{31} + \rho_{k_i b}^4 * U_{21} + \rho_{k_i b}^2 * U_{11} + \\ & + U_{01}) + \rho_{k_i b}^8 * U_{40} + \rho_{k_i b}^6 * U_{30} + \rho_{k_i b}^4 * U_{20} + \rho_{k_i b}^2 * U_{10} + U_{00} = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

where $\rho_{k_i b}^2 = X_{k_i b}^2 + Y_{k_i b}^2$, $\rho_{k_j b}^2 = X_{k_j b}^2 + Y_{k_j b}^2$ and U_{ij} ($i, j=0, \dots, 4$) - dependent on the size of the mechanism. Let us consider the dyad $A_G A_k K_j K_i$. We will assume that $A_G A_k = A_k K_i = a$, $A_k K_j = l$, $\angle K_j A_k K_i = \omega$. Then the recurrence relation (1) for the points K_j and K_i in the coordinate system $A_G XY$ will:

$$\begin{cases} X_{k_j a} = X_{k_i a} \frac{a+l \cos \omega}{2a} + Y_{k_i a} \frac{l \sin \omega}{2a} \pm \frac{X_{k_i a} l \sin \omega - Y_{k_i a} (l \cos \omega - a)}{2a} * \sqrt{(4a^2 - \rho_{k_i a}^2) / \rho_{k_i a}^2}, \\ Y_{k_j a} = Y_{k_i a} \frac{a+l \cos \omega}{2a} - X_{k_i a} \frac{l \sin \omega}{2a} \pm \frac{X_{k_i a} (l \cos \omega - a) + Y_{k_i a} l \sin \omega}{2a} * \sqrt{(4a^2 - \rho_{k_i a}^2) / \rho_{k_i a}^2}, \\ \rho_{k_j a}^2 = \frac{l \cos \omega}{a} \rho_{k_i a}^2 \pm \frac{l \sin \omega}{a} \rho_{k_i a}^2 \sqrt{(4a^2 - \rho_{k_i a}^2) / \rho_{k_i a}^2} + l^2 + a^2 - 2al \cos \omega, \end{cases} \quad (3)$$

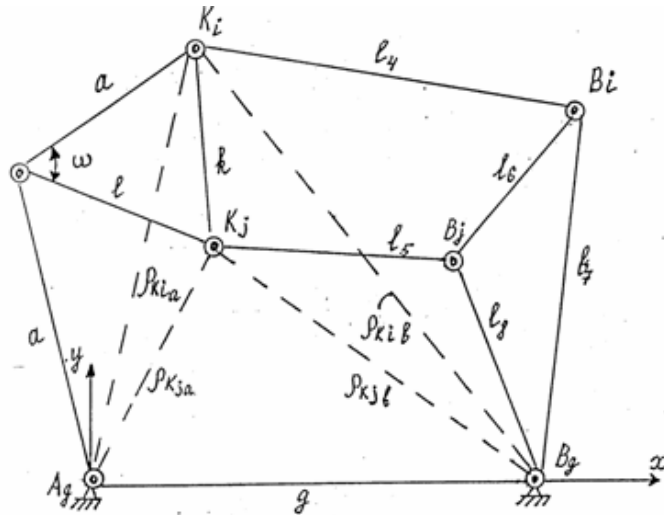


Figure 5 - six-membered mechanism of Class IV

where the signs \pm refer to two point position K_j in relation to the point K_i dyad $A_g A_k K_j K_i$. For definiteness, we take the "+" sign. For quadrilateral $A_g B_g K_i K_j$ the following relations hold:

$$\rho_{k_i b}^2 = (x_{k_i a} - g)^2 + y_{k_i a}^2 = \rho_{k_i a}^2 + g^2 - 2gx_{k_i a}, \quad \rho_{k_j b}^2 = (x_{k_j a} - g)^2 + y_{k_j a}^2 = \rho_{k_j a}^2 + g^2 - 2gx_{k_j a}$$

Substituting this in the expression (2) with (3). Let us find the a polynomial curve that draws mechanism his point of K_i . For this purpose get rid of the denominator and the radical. There was a lot mathematical transformations - "replacement" and "permutation". For these transformations has been used a computer program for analytic calculations «REDUCE» [11]. Then the point K_i of mechanism six-membered class IV reproduces the curve:

$$B_0^6 \cdot R_{i2}^6 \cdot S \cdot T^4 (2U_{24} \cdot U_{42} + U_{33}^2) + B_0^8 \cdot R_{i2}^4 \cdot S \cdot T^4 \cdot U_{24}^2 + 2A_0^7 \cdot R_{i2}^5 \cdot S^5 \cdot T \cdot U_{24} \cdot U_{33} + 28A_0^6 \cdot B_0^2 \cdot R_{i2}^4 \cdot S^4 \cdot T \cdot U_{24}^2 + 42A_0^5 \cdot B_0^2 \cdot R_{i2}^5 \cdot S^4 \cdot T \cdot U_{24} U_{33} + 14A_0 \cdot B_0^6 \cdot R_{i2}^5 \cdot S^2 \cdot T^3 \cdot U_{24} U_{33} + F(A_0, B_0, R_{i2}, S, T, U_{ij}) = 0, \quad i, j = 0, \dots, 4,$$

where $A_0, B_0, R_{i2}, S, T, U_{ij}$ mean: $B_0 = -4al\rho_{k_i a}^2 \sin \omega + 4aglx_{k_i a}^2 \sin \omega + 4ag(l \cos \omega - a)y_{k_i a}^2$, $T = 4a^2 - (x_{k_i a}^2 - g)^2 - y_{k_i a}^2$, $A_0 = -4al\rho_{k_i a}^2 \cos \omega + 4(l \cos \omega - a)agx_{k_i a}^2 - 4agly_{k_i a}^2 \sin \omega + 4a^2(2al \cos \omega - a^2 - l)^2$

$R_{i2} = \rho_{k_i a}^2$, $S = (x_{k_i a}^2 - g)^2 + y_{k_i a}^2$ and $F(A_0, B_0, R_{i2}, S, T, U_{ij})$ - this is the Sum terms in the polynomial of degree less than 34, it is completely contained in [12]. A_0, B_0, R_{i2}, S, T relative to $x_{k_i a}$ and $y_{k_i a}$ are members of the second degree. Therefore it is possible to estimate the order of the polynomial. We see that it is not more than 36.

5. Conclusion

Thus, we have polynomial curve connecting rod, which produces point K_i six-membered mechanism IV class. It is much higher than the order of the polynomial six-membered mechanism of class II. And that means that the mechanism of class IV superior to its analogue class II for a specific kinematic criteria.

REFERENCES

- 1 Joldasbekov U.A. Graphical and analytical methods for analysis and synthesis of mechanisms for higher classes. - Alma-Ata: Nauka, 1983. - 256 p.
- 2 Baygunchekov J.J. Numerical methods for the analysis and synthesis of high classes mechanisms and their application in the design of new cargo handling and handling devices: diss. ... Dr. Sc.: 05.02.18 / Kirov Kazakh State University. - Alma-Ata, 1985. - 290p. - Inv. №0123RK45678

- 3 Moldabekov M. Analytical methods of analysis and synthesis, computer-aided design tools and handling equipment of high classes: diss_ ... Dr. Sc.: 05.02.18 / Kirov Kazakh State University. - Alma-Ata, 1989. – 290p. – Inv. №0123RK45678
- 4 Abdrakhimov U.T. Numerical methods for the analysis and synthesis of multiple-high classes mechanisms: diss_ ... Dr. Sc.: 05.02.18 / IMMash NAS RK. - Alma-Ata, 1993. – 290p. – Inv. №0123RK45678
- 5 Artobolevsky I.I., Levitsky N.I., Cherkudinov S.A. Synthesis of planar mechanisms. - Moscow: Fizmatgiz, 1959. – 1084p.
- 6 Zakirov G.S. Synthesis of planar mechanisms on a computer. - Tashkent: Publishing House "FAN" UzSSR, 1972. – 144p.
- 7 Zakirov G.S. Algorithmic problems of synthesis mechanisms. - Tashkent: Publishing House "FAN" UzSSR, 1977. – 52p.
- 8 Levitsky N.I. Unsymmetrical the connecting rod curves multilink mechanisms // Proceedings of the Seminar on the theory of machines and mechanisms. - Moscow, Academy of Sciences of the USSR, Volume IV, Issue 15, 1948, p.5-19
- 9 Sieker K.H., Franke W. Analytische Darstellung von Koppelkurven ebener Kurbelgetriebe mit vier Drehgelenken mittels Bipolarkoordinaten. *Feinwerktechnik u. Mesttechnik* Bd.85 (1977) Nr.2, 61-71.
- 10 Sieker K.H., Franke W. Hochere Koppelkurven in ebenen sechsgliedern Drehgelenkgetrieben. *Analytische Darstellung mittels Bipolarkoordinaten. "VDI-Forschungsh."*, 1982, N610, 28 s.
- 11 Edneral V.F. etc. Language analytical calculations REDUCE. - Moscow: MGU, 1988. – 176p.
- 12 [Joldasbekov U.A.] Temirbekov E.S. Some aspects of the analysis and synthesis of mechanisms of high classes. - Astana Akmla CSTI, 2006.-299 p.

Резюме

Е.С. Темірбеков

(Алматынський технологічний університет, г. Алматы)

ШАТУННЫЕ КРИВЫЕ ШЕСТИЗВЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ II И IV КЛАССОВ

МВК, благодаря наличию Ассуровых групп с изменяемым замкнутым контуром, обладают большими кинематическими и динамическими возможностями по сравнению с их аналогами II класса. Покажем это для направляющих шестизвенных МВК IV класса с вращательными парами. Одним из кинематических критериев для сравнения различных направляющих механизмов является порядок полинома воспроизводимых ими шатунных кривых, коэффициенты которого зависят от метрических параметров механизма. В работах Левитского Н.И. посвященных изучению свойств шатунных кривых многозвенных направляющих механизмов II класса, были выведены уравнения некоторых видов шатунных кривых и установлена для них зависимость между максимально возможным алгебраическим порядком шатунной кривой и числом звеньев механизма, причем установлено, что шестизвенный механизм II класса с вращательными парами воспроизводит чертящей точкой М, в общем случае, шатунную кривую, описываемую полиномом не выше 18-го порядка. Чем выше порядок полинома шатунной кривой, тем более сложную кривую может воспроизвести направляющий механизм и, следовательно, тем шире его кинематические возможности.

В данной работе для сравнительного исследования (с точки зрения порядка полинома шатунных кривых) выбран один из МВК - направляющий шестизвенный механизм IV класса с вращательными парами как наиболее близкий к направляющему шестизвенному механизму II класса (количество звеньев и количество кинематических вращательных пар у них одинаково) и отличающийся от него лишь своей структурой.

Автором дана оценка порядка полинома точки шатунного звена направляющего шестизвенного механизма IV класса. Он, в общем случае, не более 36 порядка. Таким образом, он оказался значительно выше, чем у аналогичного шестизвенного механизма II класса и значит по выбранному критерию шестизвенный механизм IV класса превосходит свой аналог II класса.

Ключевые слова: шатун, кривая, механизм II класса, механизм IV класса.

Резюме

Темірбеков Е.С.

(Алматы технологиялық університеті)

II ЖӘНЕ IV КЛАСТЫ АЛТЫБУЫНДЫ МЕХАНИЗМДЕРДІҢ ҚИСЫҚТЫ БҰЛҒАҚТАРЫ

Өзгермелі тұйық контурлы Ассур группаларына байланысты II класты баламаларымен салыстырғанда, ЖКМ өте үлкен кинематикалық және динамикалық мүмкіндіктерге ие болып отыр. Бұл мүмкіндіктерді айналмалы жұптармен IV классты алтыбуынды бағыттаушы ЖКМ-де көрсетуге болады. Өртүрлі бағыттаушы механизмдерге салыстыру үшін кинематикалық өлшемнің бір түрі коэффициенті механизмнің метрлік параметрлеріне тәуелді қисықты бұлғақтарға жаңғырту үшін полином тәртібі болып табылады. II

класты көпбуынды бағыттаушы механизмдердің қисықты бұлғақтарының қасиеттерін зерттеуге арналған Н.И.Левитскийдің жұмыстарында қисықты бұлғақтардың кейбір түрлерінің есептерін көрсетіп, қисық бұлғақ және механизм буындарының саны аралығындағы тәуелділікті алгебралық тәртіпте бекіткен. Оның ішінде айналмалы жұппен II класты алтыбуынды механизм M нүктесін сыза өтіп, қисықты бұлғақты 18 тәртіптен жоғарыламай сипаттайды. Қисықты бұлғақ полином тәртібі жоғарылаған сайын, бағыттаушы механизмнің күрделі сызығын алуға болады.

Берілген жұмыста зерттеуді салыстыру үшін, қисықты бұлғақтың полином тәртібі бойынша ЖКМ үшін айналмалы жұппен IV класты алтыбуынды бағыттаушы механизм (кинематикалық айналмалы жұп саны және буындар саны бірдей) құрылымы жөнінен айырмашылығы бар, II класты бағыттаушы механизмге ең жақын екенін көрсетеді.

IV класты алтыбуынды бағыттаушы механизмнің бұлғақты буыны нүктесінің полином тәртібіне баға берілген. Ол жалпы жағдайда 36 тәртіптен аспайды. Сонымен, бұл II класты алтыбуынды механизмнің баламасынан анағұрлым көптігін көрсетеді. IV класты алтыбуынды механизм берілген өлшем бойынша II класты баламадан артып отыр.

Тірек сөздер: бұлғақ, қисық сызық, II класты механизм, IV класты механизм.

Поступила 28.12.2013 г.

УДК 004.4

Yüksel Köseoğlu

(Suleyman Demirel University)

MAGNETIC PROPERTIES OF $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ NANO-COMPOSITE

(Представлена член-корреспондентом НАН РК Б.Ш.Кульпешовым)

Abstract

Magnetic properties of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ spinel ferrite prepared by co-precipitation technique have been investigated by VSM and electron spin resonance (ESR) technique at X-band in the temperature range of 30-300 K. The structural and morphological characterization of the sample was done by XRD and SEM. The size of the nanoparticles was found as 30 nm. VSM measurements have shown that the sample has superparamagnetic behavior at room temperature. It is seen that the line width, resonance field and intensity of the ESR signals are strongly temperature dependent. As the temperature is decreased, the line width is increasing while the resonance field is decreasing. The increase in the line width and the decrease in the resonance field can be attributed to the frozen surface spin profile giving rise to unidirectional anisotropy. Also at low temperatures, the disorder of the dipolar fields is increasing and antiferromagnetic interactions dominates and cause to spin disorder of the sample. Hence the magnetic anisotropy field increases.

Keywords: Magnetic properties, spinel ferrite, co-precipitation, technique have been investigated.

Ключевые слова: магнитные свойства, феррит-шпинели, осадочные, техника, исследования.

Тірек сөздер: тұнба техника, дайындау, шпинель-феррит, магниттік қасиет, зерттеу.

1. Introduction

Microwave absorption materials important to suppress microwaves reflected from metal structures in both civil and stealth defence system for military platforms. The microwave absorbing characteristics, such as matching frequency, matching thickness and bandwidth should be considered to design the proper absorber. The absorption or dispersion of the electromagnetic energy in the medium, i.e., between the radar and a protected target by the use of radar absorbing materials to cover the metallic surface, is one of the methods of reducing the radar signature of the targets. The magnetic and dielectric properties such as permeability (μ), permittivity (ϵ) and loss constant ($\tan \delta$) have to be controlled due to its dependency on the absorbing characteristics. Since the complex ϵ of the ferrite absorber show rather constant values in the

GHz ranges, the microwave absorbing characteristics strongly depending on the resonance phenomena of the ferrite body. A proper combination of complex permeability and permittivity is necessary to fabricate the zero-reflection microwave absorber with an impedance matching. Increasing of dielectric permittivity and development of an impedance matching is important in ferrite-polymer composite by adding of conducting materials.

Therefore in this work, we report on the vibrating sample magnetometry and electron spin resonance (ESR) investigations of magnetic properties of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ composite sample prepared by standard ceramic technique. The VSM and ESR measurements have been done in the wide range of temperatures, 30-300K.

2. Experimental

The complex ferrite system is composed of Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} metal ions and has the formula of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$. Thermodynamic modeling of the complex system shows that all the species required for the formation of the system are present in the form of oxide or hydroxide at a wide pH range of 7-14. Therefore, it is possible to obtain the complex ferrite phase by using the coprecipitation in that pH range. X-ray powder diffraction was used to determine the crystalline phases, and the effect of the heat treatment on the crystallinity and the crystal growth.

The $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ solution was transferred into the 3 neck flask with water cooled condenser, temperature controller and N_2 gas flowing. The silanization was performed 24 hrs at 80 °C under vigorous stirring. APTMS acts as a coupling agent, where silanization takes place on the particle surfaces bearing hydroxyl groups in the organic solvent. This results in the formation of a three-dimensional polysiloxane networks. The silanized $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ samples were cooled down to the room temperature and the supernatant was removed from the precipitation by decantation. The precipitated powder was dried in vacuum oven at 120 °C for 2 hrs. Composite specimens of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ with a 5 pbw of graphite powder was dispersed in PMMA. 50 mL MMA, 0.5wt% AIBN and 200 μL acetic acid were mixed with vigorous magnetic stirring and heated at 80 °C with reflux. After 10 min later, the hot plate was stopped and cooled down to room temperature. Rather viscous polymerized PMMA solution was formed. Another 25 mL MMA solution was prepared with silanized $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ mixtures by adding the weight ratio of Pluronic® F87 NF to nanopowder was 0.1. After the mixture was sonicated for 10 min in water-cooled bath, the viscous pre-polymerized PMMA solution was added into the mixture of 25 mL MMA/nanopowder/surfactant and sonicated 5 min in water cooled bath. The mixture was transfer into clean 3-neck flask again and reheated at 80 °C with reflux. After 10 min later, the hot plate was cooled down to the room temperature and sonicated for 10 min in water-cooled bath. The final solution was transferred into screw capped glass container with a diameter 20 cm and tightly closed. The container was placed in silicon oil bath and kept 70 °C for 48 hrs. After open the cap of the container, the temperature was increased to 95 °C for 1 hr to evaporate the unreacted monomer.

For ESR measurements, the commercial X-band (≈ 9.7 GHz) *Bruker EMX* model spectrometer was used. The sample was placed at the maximum magnetic field in the cavity. A cylindrical quartz tube was used to mount the sample in the cavity. The field derivative of microwave power absorption, dP/dH , was registered as a function of DC magnetic field H . To obtain the intensity of microwave power absorption, P , digital integration of the ESR curves was performed by using *Bruker WinEPR* software.

3. Results and Discussions

Structural and morphological characterization

From the Transmission Electron Microscopy (TEM) images of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrite nanoparticles shown in Fig. 1 a and b, as-prepared particle shows rather irregular shapes comparing to the heat treated samples shows spherical shapes. Moreover, the TEM image of the heat-treated samples revealed darker region than as-prepared sample due to the crystallization. The average size of the particles is almost 30 nm. Regarding the peaks positions in Fig. 1c, the X-ray diffraction (XRD) pattern of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ corresponds well to reference patterns of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ spinel ferrites. This indicates that the spinel structure of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ has been successfully produced as a single phase by the controlled chemical co-precipitation method.

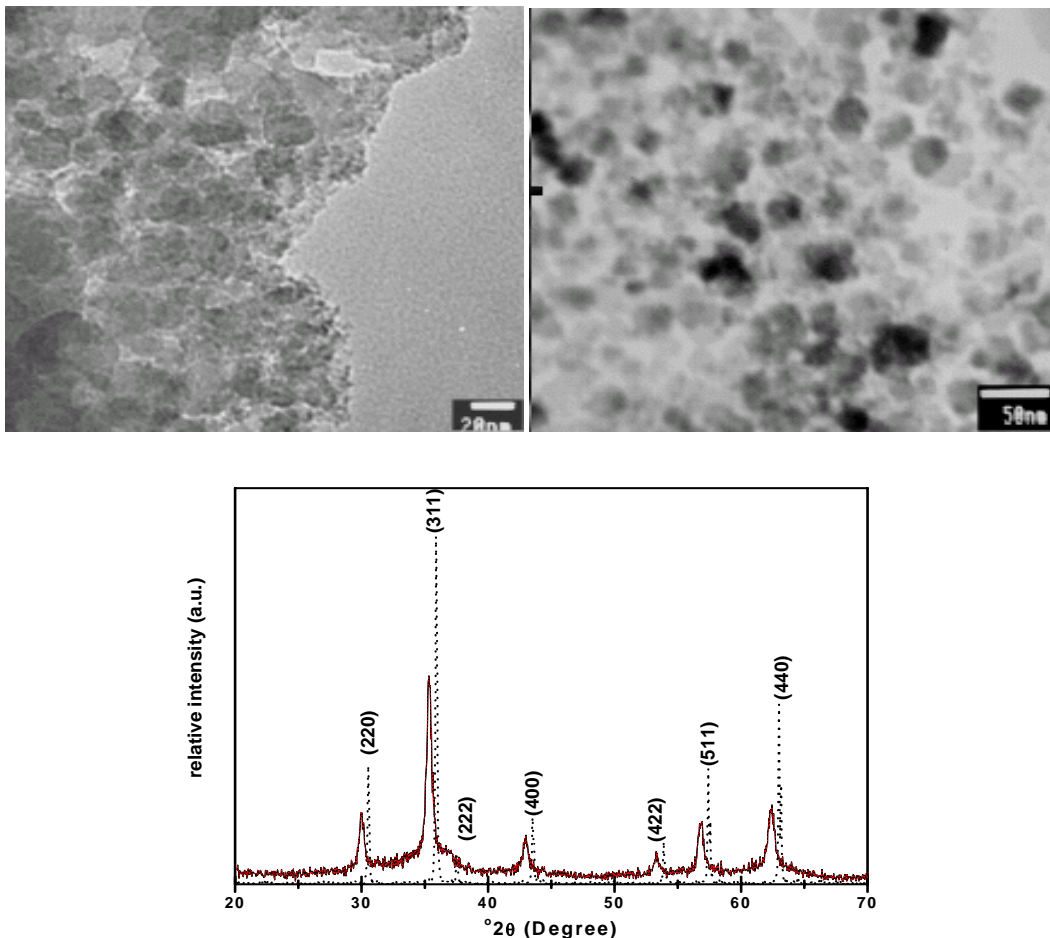


Figure 1: TEM images of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrite nanoparticles (a) as-prepared, (b) heat treated at 450 °C for 2 hrs and (c) X-ray diffraction patterns

VSM results

Hysteresis loops of the ferrite composites, obtained by using a Quantum Design PPMS VSM magnetometer, are presented in figure 3 (a) for 300 K and (b) 50 K. The sample exhibits very small hysteretic behavior at room temperature with a rounded shape characteristic for superparamagnetic particles. While the saturation magnetization at room temperature is 6.5 emu/g, it reaches to a value of 14 emu/g at 50 K. At room temperature the sample does not show any coercivity but it has a coercivity of 170 Oe at lowest temperature.

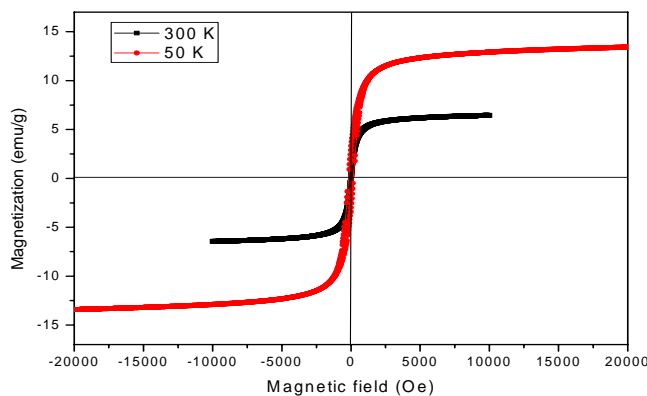


Figure 2: *M-H* loops of the sample measured at room temperature and 50 K

ESR results

In the present work the ESR spectra of polymeric complex ferrites were recorded as a function of temperature. The resonance field, line width and the signal intensity of the ESR signal were estimated in the temperature range of 10-300 K. The first derivative of the microwave power absorption (dP/dH , in arbitrary units) was recorded as a function of the applied field H in the range 0–7000 Oe. Experiments were performed at 9.5 GHz. The modulation field has a frequency of 100 kHz and amplitude of 15 Oe.

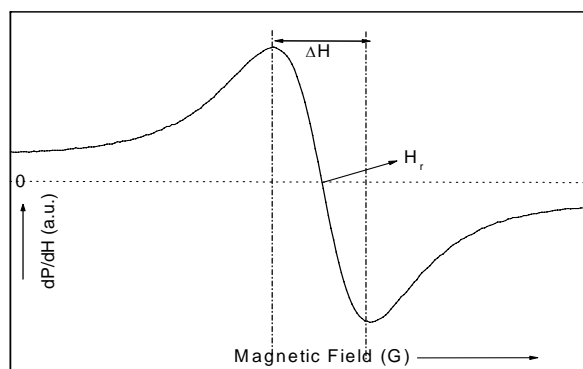


Figure 3: Analysis of ESR signal

The resonance field, H_r , measured from the magnetic field at the centre of the ESR resonance curve, and the distance between the bounding peaks of the first derivative of the absorption line defines the experimental width, ΔH , of the resonance, are shown in figure 1. The signal intensity was found by taking the second integral of the ESR signal.

The ESR spectra of polymeric complex ferrites of $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ nanoparticles were recorded as a function of temperature. The derivative of microwave power absorbed by the sample with respect to the static magnetic field dP/dH is plotted as a function of static field for some selected temperatures as shown in Figure 4.

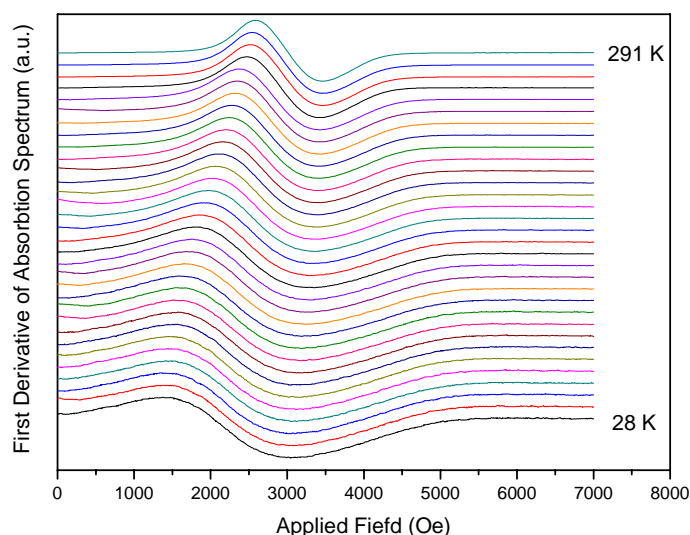


Figure 4: Some selected X-Band ESR spectra for $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ samples.

As it is seen from this figure, the line width and the resonance field of the ESR spectra are strictly temperature dependent. At room temperature the values of the line width and the resonance field are 880

Oe and 3017 Oe, respectively. While the line width is increasing the resonance field is decreasing by the decrease in temperature.

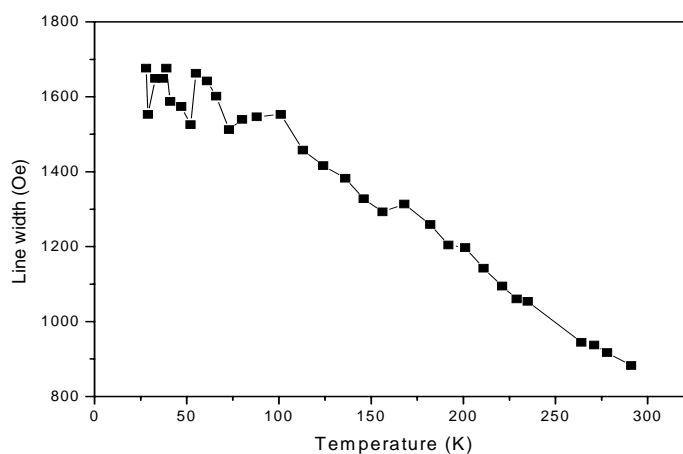


Figure 3: Temperature dependence of the ESR line width

Figure 3 shows the temperature variation of the line width values of the ESR spectra. As seen from the figure, the line width increases linearly as the temperature decreases down to lowest value. It is known that in a randomly oriented dispersed ferromagnet the absorption line width turns out to be a non-monotonic function of temperature. At low temperature the line width is large due to the scatter in direction of anisotropic field of the particles (inhomogeneous broadening). As the temperature increases the tendency to make magnetic moment isotropic causes the line width to decrease.

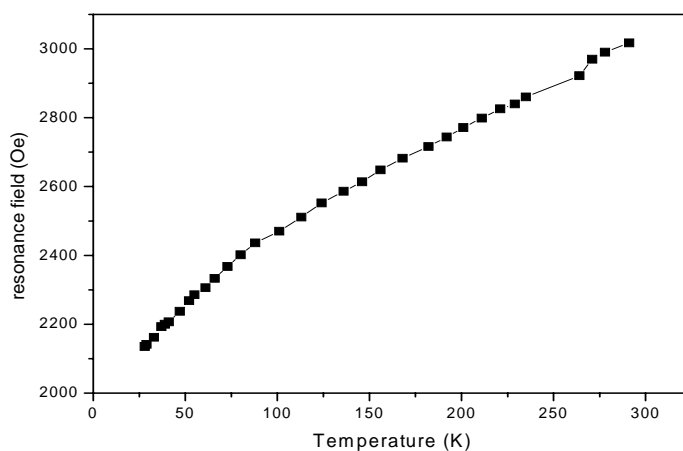


Figure 4: Temperature variation of the ESR resonance field.

Figure 4 indicates the variation of the resonance field values (measured from the magnetic field at the center of the ESR resonance curve) with the temperature. The figure implies that the resonance field decreases almost linearly when the temperature decreases down to lowest value opposite to the line width curve. It is known that dependence of uniaxial anisotropy energy on temperature is similar to that of magnetostatic i.e. demagnetisation energy [1]. Thus H_r will increase with temperature. This behaviour can be explained on the line similar to that suggested by Kodama et al. [13]. Below the blocking temperature, the surface spin freezes and they freeze in the direction of DC-magnetic field. This yield an exchange coupling between the surface and core spins. This gives rise to a 'unidirectional' anisotropy with easy axis in the direction of the field [1, 4]. As a result there is a decrease in the resonance field below blocking temperature. These results can easily be seen in fig.5 which represents the temperature variation of magnetic anisotropy field (obtained by $H(\text{room}) - H(r)$; where $H(\text{room})$ is the resonance field at room temperature and $H(r)$ is the resonance field at any temperature).

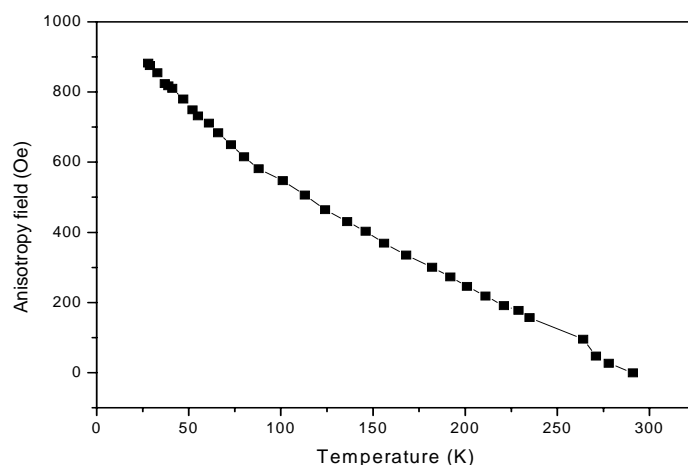


Figure 5: Anisotropy field vs. Temperature

It is seen that while the temperature is decreasing, the anisotropy field is increasing. The reason for this, at low temperatures, the anisotropic energy KV is larger than the thermal energy $k_B T$ to render the nanoparticles to be blocked readily. Also, the reduction of the magnetic domain size at low temperatures increases with the microwave power absorption [14]. At high temperatures, $k_B T$ is greater than the energy barrier, only thermal energy is required to reorient the domains/particles and diminishing hysteresis is observed as expected in the superparamagnetic behavior. We remark the existence of two behaviors, one at high and the other at low temperature. In the high temperature regime we observed a superparamagnetic behavior. That means the effective anisotropy is small and thermal fluctuations govern the physics of the system. At low temperature the SPR behavior shows signs of a high anisotropy. Extrapolation to low- T of the high- T behavior evidences the effects of a large anisotropy developing at low- T . This anisotropy cannot be originated by the shape of the particle, so it can be expected to be originated on the particle surface and this agrees with the magnetization measurements and Monte-Carlo simulations performed on the nanoparticle system [15]. So, the results can be interpreted by a simple model, in which each single-domain nanoparticle is considered as a core-shell system, with uniaxial anisotropy on the core and surface anisotropy on the shell. The surface contribution is more evident in the absence of interparticle interactions [16, 17].

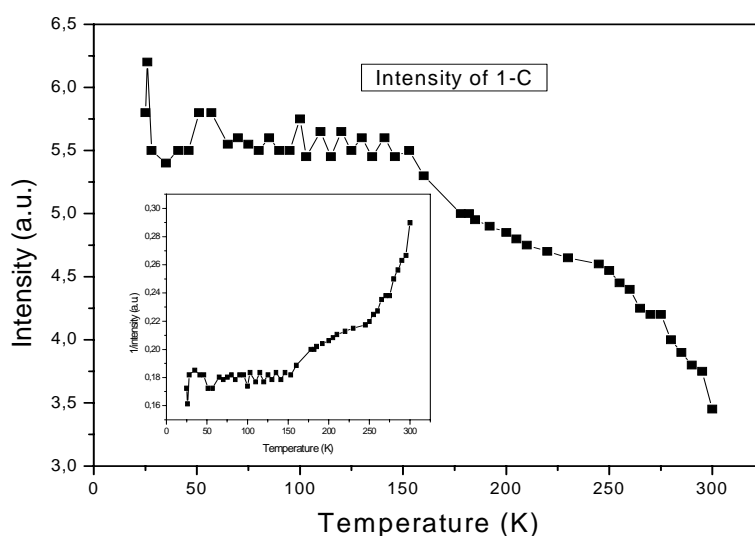


Figure 6: ESR signal intensity versus temperature

Figure 6 represents the temperature variation of ESR signal intensity (corresponding to dc susceptibility derived from magnetization) obtained from second integral of the ESR signals [5, 6]. The

inset shows the temperature dependence of inverse intensity. According to the figure, the signal intensity is increased slowly down to 150 K. Below this temperature; it approximately stabilizes between 150 and 60 K and seems almost constant. From this figure, one can see that the magnetization curve of this sample shows a maximum at around 60 K. The intensity of the ESR signals starts to increase below 60 K and then decrease down to 40 K. Below 40 K, it increases sharply by decreasing the temperature. Since the intensity curve is equivalent to dc susceptibility, this kind of behaviour of the signal intensity can be attributed to the spin glass nature of the sample, originating from antiferromagnetic interactions between the magnetic spins of the sample.

ESR experiments render information on the internal magnetic order of the nanoparticles. At high temperatures, the ESR line shape is governed by the core anisotropy and the thermal fluctuations. By decreasing temperature, as the shell spins increase their magnetic susceptibility, they produce an effective field on the core, leading to a decrease of resonance field from its high temperature value. As the shell spins begin to order the effective anisotropy increases following its surface value more closely.

As a result, the broadening of the line width and the decrease in the resonance field values by decreasing the temperature can be attributed to surface spin disorder (spin frustration) possibly coming from mainly antiferromagnetic interactions between the neighbouring spins in the magnetic grains. This frustration might be partially connected to dipolar interactions between the magnetic clusters. This can be related to the behaviour of the whole system as a solid with respect to magnetism and this disordered and frozen spin profile with respect to ESR, average effect is becoming important. Normally, the internal magnetic field originating from magnetic entities is expected to be more uniform as a result of highly ordered magnetic moments at low temperatures; giving narrower ESR line in contrary in our case. However, at low temperatures, one may expect the order of the system and a decrease in the inhomogeneity of the dipolar fields. But, experimental results show the reverse of this (means at low temperatures the disorder of the dipolar fields is increasing, because the magnetization is not increasing with the same ratio), it can be said that some of the antiferromagnetic interactions are effective and this effect enhances the disorder of the system.

It should be noted that, in any ESR measurement, gyromagnetic (Larmor) precession frequency is observed in an effective field. Therefore, the shift in the resonance field value and the line width broadening are a clear indication to the induced fields (exchange anisotropy field), which is the main cause of the frustration (disorder) of any magnetic system. That is the increase in microscopic fields at low temperatures reveals itself as the line broadening and the decrease in the signal intensity.

These types of nanomaterials can be used in electronics and stealth technology as radar absorbing materials.

Резюме

Yüksel Köseoğlu

(Сүлеймен Демирел атындағы университет)

ТҰНБА ТЕХНИКАСЫМЕН ДАЙЫНДАЛҒАН $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ МАГНИТТІК ҚАСИЕТТЕРІ

Тұнба техникасымен дайындалған $\text{Ni}_{0.5}\text{Zn}_{0.4}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_2\text{O}_4$ шпинель ферритінің магниттік қасиеттері VSM және электрон айналу резонанс (ESR) техникасы арқылы X-диапазонында температура 30-300K аралығында зерттелді. Нұсқаның құрылымдық және морфологиялық сипаттамасы XRD мен SEM арқылы дайындалды. Нанобөлшектердің өлшемі 30нм екені табылды. VSM өлшеулері нұсқаның бөлме температурасында суперпарамагнетикалық қасиеттері бар екенін көрсетті. Түзудің қалыңдығы, резонанс өрісі және ESR сигналдарының қырқындылығы температураға өте тәуелді екені табылды. Температура азайған сайын түзу қалыңдайды, ал резонанс өрісі кішірейеді. Түзудің қалыңдауы және резонанс өрісінің азаюы бірбағыттық анизотропияны үлкейтетін қатырылған беттік спин профилі арқылы түсіндіріледі. Төмен температураларда биполярлы өрістің ретсіздігі өседі, антиферромагнетикалық әрекеттесулер үстем болады, бұл нұсқаның спин ретсіздігіне әкеледі. Демек, магниттік анизотроптық өріс өседі.

Тірек сөздер: шпинель ферриті, магниттік қасиет, резонанс өрісі, спин профилі, анизотроптық өріс.

Резюме

Yüksel Köseoğlu

(Университет им. Сулеймана Демиреля)

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНО-КОМПОЗИТОВ $Ni_{0.5}Zn_{0.4}Cu_{0.1}Fe_2O_4$

Магнитные свойства феррит-шпинели $Ni_{0.5}Zn_{0.4}Cu_{0.1}Fe_2O_4$, полученные осадочной техникой были исследованы с помощью VSM и техники электронно-вращательного резонанса (ESR) на диапазоне X при температуре в промежутке 30-300К. Структурная и морфологическая характеристика образца сделана с помощью XRD и SEM. Размер наночастиц составил 30нм. Измерения VSM показали, что образец обладал суперпарамагнетическими свойствами при комнатной температуре. Установлено, что толщина линии, резонансное поле и интенсивность сигналов ESR очень сильно зависят от температуры. По мере того как температура уменьшается, толщина линии увеличивается, а резонансное поле уменьшается. Увеличение толщины линии и уменьшение резонансного поля объясняется замороженным профилем поверхностного спина, повышающий однонаправленную анизотропию. При низких температурах растет беспорядок биполярных полей и доминируют антиферромагнетические взаимодействия, это в свою очередь приводит к спин беспорядку образца. Следовательно увеличивается магнитическое анизотропное поле.

Ключевые слова: феррит-шпинель, магнитное свойство, резонансное поле, профиль спина, анизотропное поле.

REFERENCES

- 1 Misbah-ul-Islam, K. A. Hashmi, M.U. Rana, T. Abbas, Solid State Communications 121 (2002) 51.
- 2 R.H. Kodama, A.E. Berkowitz, E.J. McNiff, Jr., S. Foner, J. Appl. Phys. 81 (1997) 5552.
- 3 R. Massart, D. Zins, F. Gendron, M. Rivoire, R.V. Mehta, R.V. Upadhyay, P.S. Goyal, V.K. Aswal, J. Magn. Magn. Mater. 201 (1999) 73.
- 4 Landolt-Börnstein, New Series III/4b, Springer, New York, 1970.
- 5 Horng-Tay Jeng, G.Y. Guo, J. Magn. Magn. Mater. 240 (2002) 436.
- 6 Li Guang-She, Li Li-Ping, R.L. Smith Jr., H. Inomata, J. Mol. Struct. 560 (2001) 87.
- 7 M.H. Sousa, E. Hasmonay, J. Depeyrot, F.A. Tourinho, J. C. Bacri, E. Dubois, R. Perzynski, Yu. L. Raikher, J. Magn. Magn. Mater. 242-245 (2002) 572.
- 8 D. Zins, K. Nakatsuka, F. Gendron, M. Rivoire, J. Magn. Magn. Mater. 201 (1999) 84.
- 9 Y. Köseoğlu, R. Yilgin, J.V. Yakhmi, J. Qin, X. Chen, B. Aktaş, J. Magn. Magn. Mater. 258-259 (2003) 141.
- 10 Y. Köseoğlu, F. Yıldız, J.V. Yakhmi, J. Qin, X. Chen, B. Aktaş, J. Magn. Magn. Mater. 258-259 (2003) 416.
- 11 Y. Köseoğlu, O. Yalçın, F. Yıldız and B. Aktaş, J. Magn. Magn. Mater. 272-276 (2004) e1643.
- 12 Y. Köseoğlu, B. Aktaş, F. Yıldız, D.K. Kim, M. Toprak, M. Muhammed, Physica C 390/3 (2003) 197-203.
- 13 R.H. Kodama, J. Magn. Magn. Mater. 200 (1999) 359.
- 14 R. Berger, J. Bissey, J. Kliava, H. Daubric, C. Estournes, J. Magn. Magn. Mater. 234 (2001) 535.
- 15 R. Berger, J.C. Bissey and J. Kliava, J. Phys.: Condens. Matter 12 (2000) 9347.
- 16 R.D. Zysler, H. Romero, C.A. Ramos, E. De Biasi, D. Fiorani, J. Magn. Magn. Mater. 266 (2003) 233.
- 17 Y. Köseoğlu, H. Kavas, J. Nanosci. & Nanotechnol. 8 (2008) 584.

Поступила 22.11.2013 г.

УДК 661.183.1:669(33+53+243+253)

*Е.Е. ЕРГОЖИН, Т.К. ЧАЛОВ, Т.В. КОВРИГИНА,
К.Т. СЕРИКБАЕВА, А.И. НИКИТИНА*

(АО « Институт химических наук им. А.Б. Бектурова », г. Алматы)

НОВЫЙ АНИОНИТ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОГО ПРОИЗВОДНОГО ВИНИЛОВОГО ЭФИРА МОНОЭТАНОЛАМИНА, АЛЛИЛГЛИЦИДИЛОВОГО ЭФИРА И ПОЛИЭТИЛЕНИМИНА ДЛЯ СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация

Представлены результаты исследований по извлечению ионов тяжелых металлов (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} и Zn^{2+}) из водных модельных сульфатных растворов в статических условиях новым анионитом на основе эпоксицированного винилового эфира моноэтанолamina, аллилглицидилового эфира и полиэтиленимина. Установлено, что его сорбционная емкость в оптимальных условиях достигает следующих значений для ионов Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} : 705,2; 598,8; 536,4 и 436,0 мг/г соответственно.

Тірек сөздер: ауыр металдар ионы, сорбция, анионит, сорбция сыйымдылығы.

Ключевые слова: ионы тяжелых металлов, сорбция, анионит, сорбционная емкость.

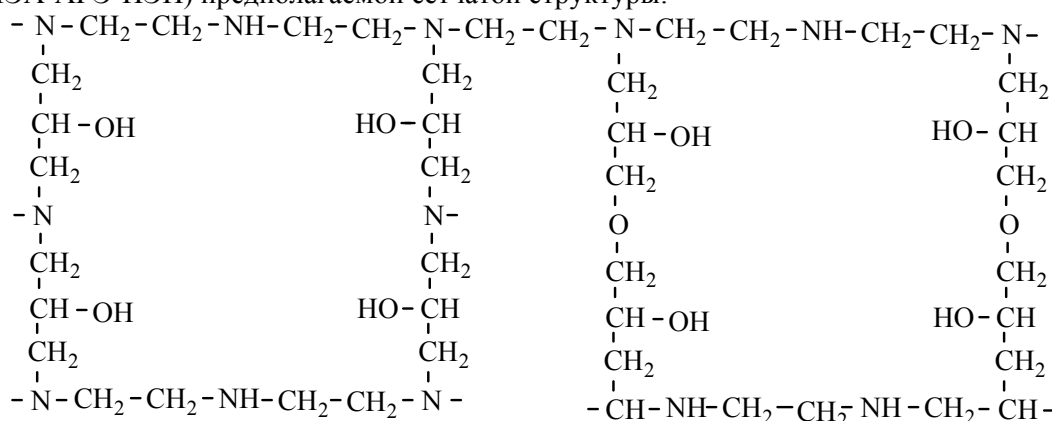
Keywords: heavy metal ions, sorption, anion exchanger, capacity sorption.

Для создания ресурсосберегающих технологических процессов большой интерес представляет разработка сорбционных методов очистки водных растворов различной природы от ионов тяжелых металлов [1]. Их соединения относятся к ядам кумулятивного, аддитивного, канцерогенного, мутагенного действия и входят в состав сточных вод многих предприятий цветной металлургии, машиностроительных, обогатительных, гальванических, радиотехнических и др. производств [2]. Содержание тяжелых металлов в жидких отходах в 10-20 раз превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) [3]. Современные технологии не обеспечивают эффективной очистки от них сточных вод, так после реагентной обработки, чаще всего применяемой на предприятиях, остаточное содержание металлов достигает 1-5 мг/л при ПДК для большинства из них 0,001-0,100 мг/л. Причем из-за несовершенства применяемых технологий и аппаратуры для извлечения ионов тяжелых металлов имеют место значительные их потери [4]. Например, в гальванотехнике потери солей тяжелых металлов составляют до 60-70%. Гальванотехническое производство относится к числу экологически опасных, отличается вредными условиями труда и большим количеством сточных вод [3]. Ежегодно в окружающую среду в РФ выбрасывается значительное количество токсичных гальванических стоков, содержащих около 50 тыс. т тяжелых металлов. Как правило, средний объем сточных вод, образующихся на одном гальваническом производстве, составляет 600-800 м³/сут. Значимой экологической проблемой горно-металлургической отрасли являются также шахтные воды, содержащие вредные соединения тяжелых металлов, которые загрязняют водоемы при сбросе рудничных вод [5,6]. Гидролитическая очистка этих стоков, как традиционный метод их переработки, не решает проблемы, поскольку связана с образованием трудно утилизируемых шламов. Более целесообразной может быть реализация ионообменной технологии, которая исключает образование вторичных отходов. Считается, что существенным недостатком процессов сорбции является высокая стоимость синтетических ионообменных материалов, но при этом не учитывается стоимость извлекаемых металлов. К достоинствам сорбционной очистки сточных вод относятся высокая эффективность, управляемость, возможность извлечения сразу нескольких ионов тяжелых металлов и их

рекуперация [7]. Значения емкости и избирательности по отношению к целевым ионам являются основными характеристиками при выборе сорбента для практического использования [8]. В связи с этим разработка новых эффективных сорбентов, обладающих высокими сорбционными и кинетическими свойствами по отношению к ионам тяжелых металлов является актуальной.

К наиболее перспективным для синтеза поликонденсационных ионитов относятся эпоксидные соединения, что обусловлено их высокой реакционной способностью, повышенной термической и химической устойчивостью, а также возможностью регулирования проницаемости конечных продуктов за счет использования мономеров с различным расстоянием между активными группами [9]. Для создания трехмерного макромолекулярного каркаса поликонденсационных ионитов исходные вещества должны содержать в молекуле не менее трех реакционноспособных групп или атомов.

Нами из эпоксицированного винилового эфира моноэтаноламина (ЭВЭМЭА), аллилглицидилового эфира (АГЭ) и полиэтиленimina (ПЭИ) синтезирован новый анионит (ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ) предполагаемой сетчатой структуры:



Цель работы – изучение сорбции ионов тяжелых металлов новым анионитом ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ из модельных сульфатных растворов.

Экспериментальная часть

Анионит ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ синтезировали поликонденсацией эпоксицированного винилового эфира моноэтаноламина, аллилглицидилового эфира и полиэтиленimina при массовом соотношении ЭВЭМЭА : АГЭ : ПЭИ, равном 1 : 1 : 2,5, температуре 75°C и продолжительности 2 ч, с последующим отверждением реакционной массы при температуре 110°C в течение 48 ч. Затем ее измельчали и получали ионит с размерами частиц 0,5-1,0 мм. Методом потенциометрического титрования было установлено, что ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ в ОН-форме является слабоосновным анионитом. Статическая обменная емкость (СОЕ) анионита по 0,1 н раствору HCl составляет 14,7 мг-экв/г.

Сорбцию ионов Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} и Zn^{2+} анионитом ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ в ОН-форме (размер зерен 0,5–1,0 мм) изучали в статических условиях при соотношении сорбент : раствор, равном 1:400, комнатной температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$, варьируя концентрацию металлов в растворах сульфатов от 0,2 до 2,6 г/л и их кислотность в пределах pH от 0,8 до 6,1 добавлением 0,1 н раствора H_2SO_4 . Продолжительность контакта сорбента с растворами составляет от 30 мин до 7 сут. Для приготовления модельных растворов использовали соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ марки «х.ч».

Сорбционную емкость (СЕ) рассчитывали по разности исходной и равновесной концентрации растворов, которую определяли методом классической полярографии на фоне 0,5 М раствора NH_4Cl по волнам восстановления Cu^{2+} ($E_{1/2} = -0,16$ В), Ni^{2+} ($E_{1/2} = -1,12$ В), Co^{2+} ($E_{1/2} = -1,36$ В) и Zn^{2+} ($E_{1/2} = -1,02$ В). Полярограммы снимали на универсальном полярографе ПУ-1 в термостатированной ячейке при температуре $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, используя ртутный капаящий электрод. Кислород из анализируемых растворов удаляли путем продувания аргона в течение 5 мин. В качестве электрода сравнения служил насыщенный каломельный электрод.

Структуру поверхности анионита исследовали методом электронной микроскопии на сканирующем микроскопе JSM 6510LA фирмы JEOL (Япония) при разрешающей способности микроскопа $30 \text{ \AA} \cdot \text{см}^{-1}$.

Результаты и обсуждение

Было изучено влияние концентрации сернокислых растворов на извлечение ионов Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} и Zn^{2+} анионитом ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ в ОН – форме (рисунки 1,2).

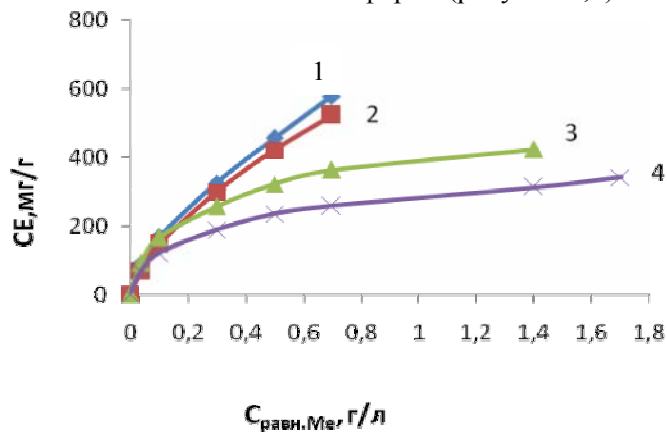


Рисунок 1 – Изотермы сорбции ионов Cu^{2+} (1), Ni^{2+} (2), Zn^{2+} (3) и Co^{2+} (4) из сернокислых растворов анионитом ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ. Продолжительность контакта 7 сут

Как видно из рисунка 1, анионит ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ обладает высокой поглощающей способностью по отношению к катионам Cu^{2+} и Ni^{2+} и несколько хуже сорбирует ионы Zn^{2+} и Co^{2+} . При извлечении ионов тяжелых металлов из растворов, содержащих 2,0–2,6 г/л металлов, СЕ анионита ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ достигает значений по ионам Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} соответственно 565,6; 522,8; 433,2 и 341,6 мг/г.

Из рисунка 2 следует, что степень извлечения (А) ионов тяжелых металлов с повышением их концентрации в сернокислых растворах уменьшается.

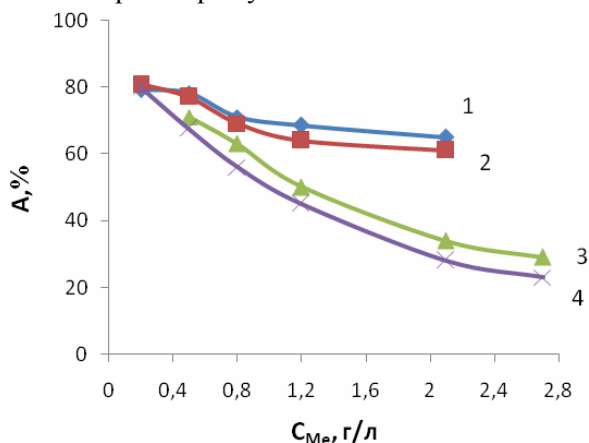


Рисунок 2 – Зависимость степени извлечения ионов Cu^{2+} (1), Ni^{2+} (2), Zn^{2+} (3) и Co^{2+} (4) от концентрации сернокислых растворов анионитом ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ. Продолжительность контакта 7 сут

При этом для ионов Zn^{2+} и Co^{2+} наблюдается более сильное падение значений А, чем для катионов Cu^{2+} и Ni^{2+} . При поглощении ионов тяжелых металлов из растворов сульфатов с их концентрацией 0,2 - 0,3 г/л степень извлечения ионов Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} практически одинакова и составляет 75,6 – 80,7 %.

Сорбция ионов тяжелых металлов в значительной степени зависит от величины рН растворов, а также от кинетической активности ионитов. Нами установлены оптимальные значения рН сульфатных растворов, при которых наблюдается максимальная поглощающая способность анионита ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ по отношению к ионам Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} (таблица).

Таблица – Сорбционные свойства анионита ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ по отношению к ионам тяжелых металлов

Катион	рН	СЕ		$\tau_{\text{равн}}$, Ч
		мг/г	мг-экв/г	
Cu^{2+}	4,1	705,2	22,2	48
Ni^{2+}	6,1	598,8	20,4	24
Zn^{2+}	0,8	536,4	16,4	5
Co^{2+}	5,4	436,0	14,8	1

Как видно из данных таблицы, ряд избирательности ионов тяжелых металлов для анионита ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ имеет вид: $\text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Co}^{2+}$, что несколько отличается от ряда избирательности для хелатных азотфосфорсодержащих ионитов на основе этилендиамина и диэтилтриамина ($\text{Cu}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Co}^{2+}$) [10]. Показано [4], что сорбционная способность минерала – брусита по отношению к металлам уменьшается в ряду: $\text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Co}^{2+} > \text{Ni}^{2+}$. Время достижения равновесного состояния между анионитом ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ и растворами CuSO_4 , ZnSO_4 , NiSO_4 , CoSO_4 изменяется в обратной последовательности.

Значения СЕ аминоксодержащего хемосорбционного полиамидного волокна ПОЛАН-ОГ при извлечении из растворов, содержащих 1 г/л ионов тяжелых металлов, составляет по ионам Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} соответственно 98,36; 99,24; 99,44; мг/г [11]. Лучшие результаты по извлечению ионов Cu^{2+} при рН 4-5 из растворов, полученных при выщелачивании серной кислотой руд Жезказганского и Кальмакырского месторождений и содержащих 1,50-6,25 г/л меди, показал промышленный полиамфолит АНКБ, в котором помимо аминных групп содержатся карбоксильные [12]. СЕ на нем по ионам Cu^{2+} достигает 120-160 мг/г. СЕ пористого анионита АМ-26 смешанной основности и гелевого высокоосновного анионита АМП по ионам Zn^{2+} при их извлечении из растворов ZnSO_4 , содержащих 14,6 – 15,0 г/л цинка, равняется соответственно 88 и 151 мг/г, а степень извлечения – 6 и 10 % мас. [13]. Промышленные аниониты ВП-1П, АВ-17, АН-31 и АНКБ-35 имеют СЕ по ионам Zn^{2+} , равную соответственно 3,4 (рН 4,5), 3,0 (рН 11,0), 2,2 (рН 3,8) и 0,57 (рН 2,9) мг-экв/г [14]. При адсорбции Zn^{2+} на новом циклодекстриновом полимере установлено [15], что равновесие в системе достигается за 300 мин, оптимальная величина рН составляет 5-5,6 и СЕ составляет 0,78 ммоль/г (51,0 мг/г). На биосорбенте – отходе производства ферментного препарата мегатерии при извлечении ионов Co^{2+} из раствора, содержащего 0,2 г/л кобальта, равновесие наступает через 30 мин, СЕ и степень извлечения равняются 2,9 мг/г и 27% [16]. При использовании в качестве сорбента шелухи маниоки максимальная емкость по ионам Co^{2+} достигает 41,8 мг/г [17]. Из сопоставления литературных данных с найденными значениями СЕ нового анионита ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ следует, что он обладает более высокой извлекающей способностью по отношению к ионам тяжелых металлов, чем известные и промышленные аниониты. Это, очевидно, обусловлено химической структурой полимерной матрицы ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ и строением его поверхности (рисунок 3).

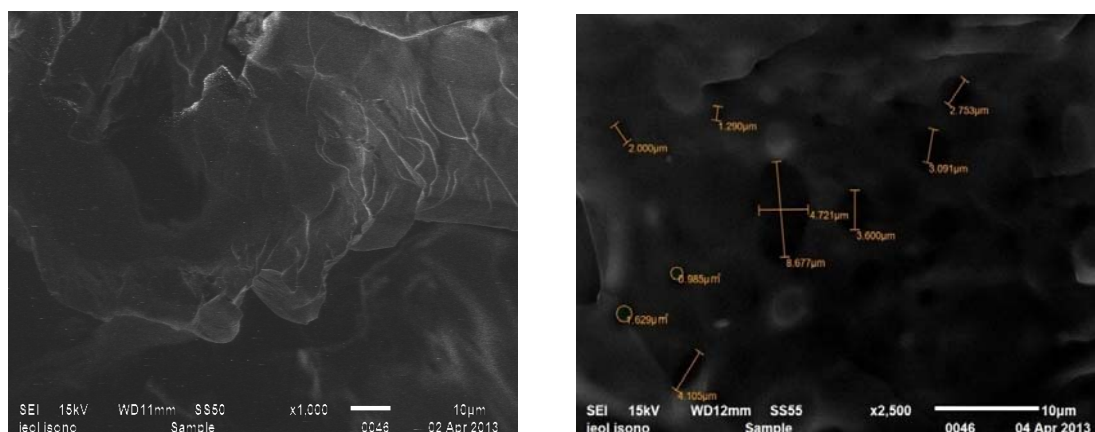
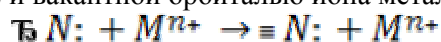


Рисунок 3 – Электронные микроснимки поверхности анионита ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ

Данные электронной микроскопии показывают, что анионит ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ имеет развитую складчатую поверхность, пронизанную множеством макропор, размеры которых колеблются в широких пределах от 0,985 до 8,677 мкм.

Сорбция анионитами катионов тяжелых металлов объясняется образованием координационных связей по донорно-акцепторному механизму между электронно-донорными атомами ионита (N,O) и вакантной орбиталью иона металла [18]:



При этом изменение кислотности раствора будет влиять на процесс связывания ионов металлов функциональными группами сорбента, так как энергия координационной связи $L \rightarrow H^+$ больше энергии связи $L \rightarrow M$ (L и M соответственно лиганд и металл) [19]. Именно поэтому для исследования сорбции ионов тяжелых металлов нами использована полностью депротонированная OH – форма анионита ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ.

Заключение

Таким образом, изучены сорбционные и кинетические свойства нового анионита на основе эпоксицианированного винилового эфира моноэтаноламина, аллилглицидилового эфира и полиэтиленimina в статических условиях. Установлено, что анионит ЭВЭМЭА-АГЭ-ПЭИ обладает более высокой извлекающей способностью, по отношению к катионам Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} , чем промышленные аниониты. Благодаря этому его можно использовать для эффективного группового извлечения ионов тяжелых металлов в гидromеталлургических процессах.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Никирофорова Т.Е., Козлов В.А., Багровская Н.А., Родионова М.В. Сорбционные свойства ферментативно модифицированного льняного волокна // Журн. приклад. химии. 2007. Т.80. Вып.2. С.236-241.
- 2 Домрачева В.А., Шийрав Г Сорбционное извлечение ионов тяжелых металлов углеродными сорбентами в динамических условиях // Цветные металлы. 2013. №5. С. 24-27.
- 3 Киреев Д.С., Белоглазов И.Н., Эль-Салим С.З. Интенсификация процесса сорбции цветных металлов из сточных вод в переменном электрическом поле // Цветные металлы. 2007. №5. С.42-45.
- 4 Бочкарев Г.Р., Пушкарева Г.И., Маслий А.И., Белобаба А.Г. Комбинированная технология извлечения ионов тяжелых металлов из техногенных растворов и сточных вод // Цветные металлы. 2008. №1. С.19-22.
- 5 Тимофеев К.Л., Набойченко С.С., Лебедь А.Б., Акулич Л.Ф. Сорбционная технология извлечения цветных металлов из шахтных вод // Известия вузов. Цветная металлургия. 2012. №6. С.7-10.
- 6 Скороходов В.И., Аникин Ю.В., Радионов Б.К., Ашихин В.В., Акулич Л.Ф. Сорбционное извлечение цветных металлов из шахтных вод // Цветные металлы. 2000. №11-12. С.71-73.
- 7 Зубарева Г.И. Методы очистки кислотно-щелочных сточных вод гальванического производства от ионов тяжелых металлов // Известия вузов. Цветная металлургия. 2002. №1. С. 4-7.
- 8 Бобкова Л.А., Козик В.В., Односторонцева Т.В., Петрова В.В. Избирательность сорбции ионов кобальта (II), никеля (II), меди (II), макросетчатым карбоксильным катионитом КБ – 27 из водно-солевых растворов щелочных металлов // Журн. приклад. химии. 2012. Т.85. Вып. 7. С. 1084-1089.
- 9 Ергожин Е.Е., Бегенова Б.Е., Чалов Т.К. Азотсодержащие сорбенты // Хим.журн.Казахстана. 2009. №4. С.143-153.
- 10 Грачек В.И., Шункевич А.А., Марцынкевич Р.В. Синтез сорбционные свойства новых волокнистые азотсодержащих ионитов // Журн. приклад. химии. 2011. Т.84. Вып. 8. С. 1270 – 1275.
- 11 Дружинина Т.В., Смоленская Л.М., Струганова М.А. Сорбция тяжелых металлов их модельных растворов аминоксодержащим хемосорбционным полиамидным волокном // Журн. приклад. химии. 2003. Т. 76. Вып. 12. С. 1976 – 1980.
- 12 Лебедев К.Б., Казанцев Е.И., Розманов В.М., Пахолков В.С., Чемезов В.А. Иониты в цветной металлургии. М: Металлургия. 1975. 352с.
- 13 Патент № 2389551 РФ. Сорбционное извлечение ионов цинка из кислых хлоридных растворов / Воропанова Л.А., Гагиева З.А., Вильнер Н.А. Опубл. 20. 05. 2010.
- 14 Скороходов В.И., Радионов Б.К., Горяева О.Ю. Сорбция комплексных ионов цинка ионитами их хлоридных растворов // Журн. приклад. химии. 2004. Т. 77. Вып. 9. С. 1456 – 1461.
- 15 Li Ning, Mei Zheng. Zhongguo huanjing kexune // China Environ Sci. 2012. Т.32. №7. С. 1210 – 1215.

- 16 Комарова Н.Н., Сульман Э.М. Исследование закономерностей процесса сорбции ионов тяжелых металлов (свинца, никеля, кобальта) отходом производства ферментного препарата мегатерии // Журн. приклад. химии. 2002. Т.75. Вып. 3. С. 520 – 528.
- 17 Kosasih Aline Natasia, Febrianto Jonathan, Sunarso Jaka, Ju Yi –Hsu, Indraswati Nani, Ismadji Suryadi. Sequestering of Co(II) from aqueous solution using cassava peel (*Manihot exculenta*) // *J. Hazardous Mater.* 2010. 180. № 1-3. С. 366-374.
- 18 Челнакова П.Н. Колодяжный В.А. Селективное извлечение катионов цветных металлов из сточных вод слабоосновными анионитами // Журн. приклад. химии. 2004. Т.77. Вып. 1. С. 78-82.
- 19 Никифорова Т.Е., Козлов В.А. Особенности сорбции ионов тяжелых металлов целлюлозосодержащим сорбентом из водных сред. // Журн. приклад. химии. 2010. Т. 83. Вып. 10. С. 1642 – 1645.

REFERENCES

- 1 Nikiroforova T.E., Kozlov V.A., Bagrovskaja N.A., Rodionova M.V. Sorbcionnye svojstva fermentativno modifirovannogo l'nanogo volokna. *Zhurn. priklad. himii.* – 2007. Т.80.-Vyp.2.-s.236-241. (in Russ.)
- 2 Domracheva V.A., Shijrav G Sorbcionnye izvlechenie ionov tjazhelyh metallov uglerodnymi sorbentami v dinamicheskix uslovijah. *Cvetnye metally.* – 2013. - №5.-s. 24-27. (in Russ.)
- 3 Kireev D.S., Beloglazov I.N., Jel'-Salim S.Z. Inteksvikacija processa sorbcii cvetnyh metallov iz stochnyh vod v peremennom jelektricheskom pole. *Cvetnye metally.*- 2007. - №5. –S.42-45. (in Russ.)
- 4 Bochkarev G.R., Pushkareva G.I., Maslij A.I., Belobaba A.G. Kombinirovannaja tehnologija izvlechenija ionov tjazhelyh metallov iz tehnogennyh rastvorov i stochnyh vod // *Cvetnye metally.* – 2008.- №1.-s.19-22. (in Russ.)
- 5 Timofeev K.L., Nabojgenko S.S., Lebed' A.B., Akulich L.F. Sorbcionnye tehnologija izvlechenija cvetnyh metallov iz shahtnyh vod. *Izvestija VUZOV. Cvetnaja metallurgija.* – 2012. - №6. – s.7-10. (in Russ.)
- 6 Skorohodov V.I., Anikin Ju.V., Radionov B.K., Ashihin V.V., Akulich L.F. Sorbcionnoe izvlechenie cvetnyh metallov iz shahtnyh vod. *Cvetnye metally.* – 2000. - №11-12. – s.71-73. (in Russ.)
- 7 Zubareva G.I. Metody ochistki kislotno-shhelochnyh stochnyh vod gal'vanicheskogo proizvodstva ot ionov tjazhelyh metallov. *Izvestija VUZOV. Cvetnaja metallurgija.* – 2002. - №1. – s. 4-7. (in Russ.)
- 8 Bobkova L.A., Kozik V.V., Odnostoronseva T.V., Petrova V.V. Izbiratel'nost' sorbcii ionov kobal'ta (II), nikel' (II), medi (II), makrosetchatyh karboksil'nym kationitom KB – 27 iz vodno-solevyh rastvorov shhelochnyh metallov. *Zhurn. priklad. himii.* – 2012. – Т.85. – Vyp. 7. – S. 1084-1089. (in Russ.)
- 9 Ergozhin E.E., Begenova B.E., Chalov T.K. Azotsoderzhashhie sorbenty. *Him.zhurn.Kazahstana.* – 2009. - №4. – S.143-153. (in Russ.)
- 10 Grachek V.I., Shunkevich A.A., Marcynkevich R.V. Sintez sorbcionnye svojstva novyh voloknistye azotsoderzhashhih ionitov. *Zhurn. priklad. himii.* - 2011. - Т.84. – Vyp. 8. – S. 1270 – 1275. (in Russ.)
- 11 Druzhinina T.V., Smolenskaja L.M., Struganova M.A. Sorbcija tjazhelyh metallov ih model'nyh rastvorov aminosoderzhashhim hemosorbcionnyh poliamidnym voloknom. *Zhurn. priklad. himii.* – 2003. – Т. 76. – vyp. 2003. – S. 1976 – 1980. (in Russ.)
- 12 Lebedev K.B., Kazancev E.I., Rozmanov V.M., Paholkov V.S., Chemezov V.A. Ionity v cvetnoj metallurgii. *M: Metallurgija.* 1975. 352s. (in Russ.)
- 13 Patent № 2389551 RF. Sorbcionnoe izvlechenie ionov cinka iz kislyh hlорidnyh rastvorov. Voronanova L.A., Gagiya Z.A., Vil'ner N.A. Opubl. 20. 05. 2010. (in Russ.)
- 14 Skorohodov V.I., Radionov B.K., Gorjaeva O.Ju. Sorbcija kompleksnyh ionov cinka ionitami ih hlорidnyh rastvorov. *Zhurn. priklad. himii.* – 2004. – Т. 77. – Vyp. 9. – S. 1456 – 1461. (in Russ.)
- 15 Li Ning, Mei Zheng. Zhongguo huanjing Kexne. *China Environ Sci.* – 2012. – Т.32. - №7. – S. 1210 – 1215. (in Russ.)
- 16 Komarova N.N., Sul'man Je.M. Issledovanie zakonomernostej processa sorbcii ionov tjazhelyh metallov (svинca, nikelja, kobal'ta) othodom proizvodstva fermentnogo preparata mегatерии. *Zhurn. priklad. himii.* – 2002. – Т.75. – Vyp. 3. – S. 520 – 528. (in Russ.)
- 17 Kosasih Aline Natasia, Febrianto Fonathan, Sunarso Faka, Fu Yi –Hsu, Indraswati Nani, Ismadji Suryadi. Sequestering of Cu (II) from aqueous solution using cassava peel (*Manihot exculenta*). *7. Hazardous Mater.* – 2010. – 180.- № 1-3. – С. 366-374. (in Russ.)
- 18 Chelnakova P.N. Kolodjazhnyj V.A. Selektivnoe izvlechenie kationov cvetnyh metallov iz stochnyh vod slabоosnovnymi anionitami. *Zhurn. priklad. himii.* 2004. Т.77. Vyp. 1. S. 78-82. (in Russ.)
- 19 Nikiforova T.E., Kozlov V.A. Osobennosti sorbcii ionov tjazhelyh metallov celljulozosoderzhashhim sorbentом iz vodnyh sred. *Zhurn. priklad. himii.* 2010. Т. 83. Vyp. 10.S. 1642 – 1645. (in Russ.)

Резюме

Е.Е. Ергожин, Т.К. Чалов, Т.В. Ковригина, Қ.Т. Серікбаева, А.И. Никитина

(«Ө.Б. Бектұров атындағы Химия ғылымдары институты» АҚ, Алматы қ.)

АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫН СОРБЦИЯЛАУ ҮШІН ЭПОКСИДТЕЛГЕН ТУЫНДЫ
МОНОЭТАНОЛАМИННІҢ ВИНИЛДІК ЭФИРІ, АЛЛИЛГЛИЦИДИЛДІ ЭФИР ЖӘНЕ
ПОЛИЭТИЛЕНИМИН НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА АНИОНИТ

Эпоксидтелген моноэтанолламиннің винилдік эфiрi, аллилглицидилдi эфир және полиэтиленимин негiзiндегi жаңа анионитпен статистикалық жағдайда сулы модельдi сульфатты ерiтiндiлерден ауыр металл иондарын сiңiру бойынша зерттеу нәтижелерi көрсетiлдi. Оның сорбциялық сыйымдылығы оңтайлы жағдайда Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и Co^{2+} иондары үшiн сәйкесiнше келесiдей мәндерге жетедi 705,2; 598,8; 536,4 и 436,0 мг/г.

Тiрек сөздер: ауыр металдар ионы, сорбция, анионит, сорбция сыйымдылығы.

Summary

E.E. Ergozhin, T.K. Chalov, T.V. Kovrigina, K.T. Serikbaeva, A.I. Nikitina

(JSC "A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences", Almaty)

NEW ANION EXCHANGE RESIN BASED ON EPOXY VINYL ESTER DERIVATIVE OF
MONOETHANOLAMINE, ALLYLGLYCIDYL ETHER,
AND POLYETHYLENIMINE FOR THE SORPTION OF HEAVY METAL IONS.

The results of studies were submitted on the recovery of heavy metal ions (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} and Zn^{2+}) in aqueous solutions of sulfate model under static conditions by new anion exchanger. The anion exchanger based on epoxidized monoethanolamine vinyl ether, allyl glycidyl ether and polyethylene imine. Established that its sorption capacity under optimal conditions reaches the following values for the ions Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} and Co^{2+} : 705,2; 598,8; 536,4 and 436,0 mg / g, respectively.

Keywords: heavy metal ions, sorption, anion exchanger, capacity of sorption.

Поступила 08.01.2014 г.

УДК 665.5

*М.И. БАЙКЕНОВ¹, Ж.С. АХМЕТКАРИМОВА¹,
З.М. МУЛДАХМЕТОВ², М.Г. МЕЙРАМОВ², МА ФЭН ЮНЬ³*

¹ Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда;

² Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда;

³ Синьцзяньский университет, КНР, Урумчи)

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ ФЕНОЛОВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

Аннотация

Одним из перспективных и актуальных направлений является гидрогенизация ПКС и ее широких фракций. С целью установления кинетических параметров гидрогенизации фракции ПКС с использованием нанокатализатора, был проведен синтез нанокатализатора на основе железа, осуществлен процесс гидрогенизации в присутствии нанокатализатора, установлены выходы жидких продуктов и определена размерность поверхности твердых остатков. Установлено, что синтезированный нанокатализатор проявил высокую активность и селективность в процессе гидрогенизации.

Ключевые слова: фракция первичной каменноугольной смолы, гидрогенизация, нанокатализатор.

Тiрек сөздер: бiрiншiлiк тасшайыр фракциясы, гидрогенизация, нанокатализатор.

Keywords: fraction of primary coal tar, hydrogenation, nanocatalyst.

Нефтегазоперерабатывающая и углеперерабатывающая промышленность является одной из главных составляющих топливно-энергетического комплекса любого государства. Одним из перспективных и приоритетных направлений в нефтехимии и энергетике сегодня является изучение сырья топливного и химического назначения, получаемого в виде попутных продуктов в результате процессов переработки [1].

Первичная каменноугольная смола в Республике Казахстан и странах СНГ не находят промышленного использования для производства моторного топлива и органических веществ, в том числе товарных фенолов, которые в процессе термической переработки представляют угрозу окружающей среде [2-4].

Согласно Посланию Президента Республики Казахстан Н.Назарбаева народу Казахстана от 14 декабря 2012 г.: «...Цифровые и нанотехнологии, робототехника, регенеративная медицина и многие другие достижения науки станут обыденной реальностью, трансформировав окружающую среду...» «...Мы должны перейти от простых поставок сырья к сотрудничеству в области переработки энергоресурсов и обмену новейшими технологиями. К 2025 году мы должны полностью обеспечить собственный рынок горюче-смазочными материалами в соответствии с новыми стандартами экологичности...» «...Казахстан должен стать региональным магнитом для инвестиций. Наша страна должна стать самым привлекательным в Евразии местом для инвестиций и для трансферта технологий...» [5] ведутся поисковые работы по использованию нетрадиционных технологий и синтезу новых эффективных нанокатализаторов на основе элементов VIII группы периодической системы.

Уникальная микроструктура наносистем придает им ряд новых свойств по сравнению с обычными металлами и химическими соединениями. Особенности нано- и микрогеометрии, а также высокая удельная поверхность наносистем открывают новые возможности для создания совершенных высокоизбирательных и активных катализаторов. Некоторые из этих особенностей, по-видимому, имеют синергетическую природу, например, в биметаллических кластерах один элемент влияет на свойства смежного элемента. Детальное исследование таких взаимодействий позволит синтезировать новые избирательные катализаторы с заданными свойствами. Именно избирательность является ключевой проблемой теории и практики катализа.

В процессе гидрогенизации ПКС и угля используют высокоэффективные катализаторы на основе солей молибдена или одноразовые малоэффективные катализаторы, а также широкую нефтяную фракцию, выполняющую роль донора водорода [6]. В работах исследователей [7,8] обнаружено, что нанокатализаторы более эффективны в процессе гидрогенизации угля по сравнению с известными катализаторами. Степень конверсии органической массы угля колеблется от 15 до 20% в пользу нанокатализаторов. Также следует отметить, что при использовании одноразовых железосодержащих катализаторов, их расход колебался от 5 до 7%, а использование нанокатализаторов позволяет проводить гидрогенизацию первичной каменноугольной смолы и угля от 0,5 до 1%. Синтезированный нанокатализатор с различным размером частиц железа, был испытан на активность и селективность в процессе гидрогенизации модельных органических веществ или их смесей [2,9].

Эффект образования в реакционной зоне нанокаталитических частиц железа с различными размерами позволяет улучшить способность извлечения общих фенолов из ПКС, а также получать низкомолекулярные органические вещества, которые могут быть источниками для производства моторного топлива и активными донорами водорода в процессе гидрогенизации угля или тяжелых нефтяных остатков.

В работе [2] была изучена гидрогенизация каменноугольной смолы с целью получения сырого бензола. А гидрогенизационная переработка первичных каменноугольных смол для получения моторного топлива и ценных органических веществ не проводилась. Следовательно, возникает необходимость исследования водородно-донорных свойств широкой фракции каменноугольной смолы под воздействием нанокатализатора $\text{Fe}(\text{OAc})_3$ в гидрогенизационной переработке.

Экспериментальная часть

Объектом исследования служила фракция каменноугольной смолы до 175⁰С ТОО «Сары-Арка Спецкокс» г. Караганды (Республика Казахстан), техническая характеристика и групповой состав представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Фракционный состав исходной фракции каменноугольной смолы

Время	Групповой состав	Содержание	Вероятность
3,189	Метил-2-октилциклопропен-1-октонат	7,38	87
6,054	N-метилацетамид	1,776	0,163
6,947	Гептан	7,9	91
7,375	Метилциклогексан	12,62	91
7,853	N,N-диметилформамид	6,04	86
8,063	Толуол	29,36	95
8,455	2-метилпропил эфир уксусной кислоты	0,693	64
11,230	Фенол	3,83	94
12,587	2-метилфенол	2,976	97
12,950	4-метилфенол	8,2	97
14,140	2-этилфенол	0,848	94
14,335	3,4-диметилфенол	4,004	97
14,690	2-этилфенол	6,288	90
15,157	Нафталин	0,9	94
15,783	2-этил-6-метилфенол	0,94	81
15,975	4-этил-3-метилфенол	1,026	93
16,337	2-этил-4-метилфенол	1,213	64
17,301	2-метилнафталин	1,43	96
17,404	Тридекан	1,042	96
19,098	Тетрадекан	0,815	94
20,728	Пентадекан	0,836	96
Содержание воды, %		2,5	
Вязкость		10,7	

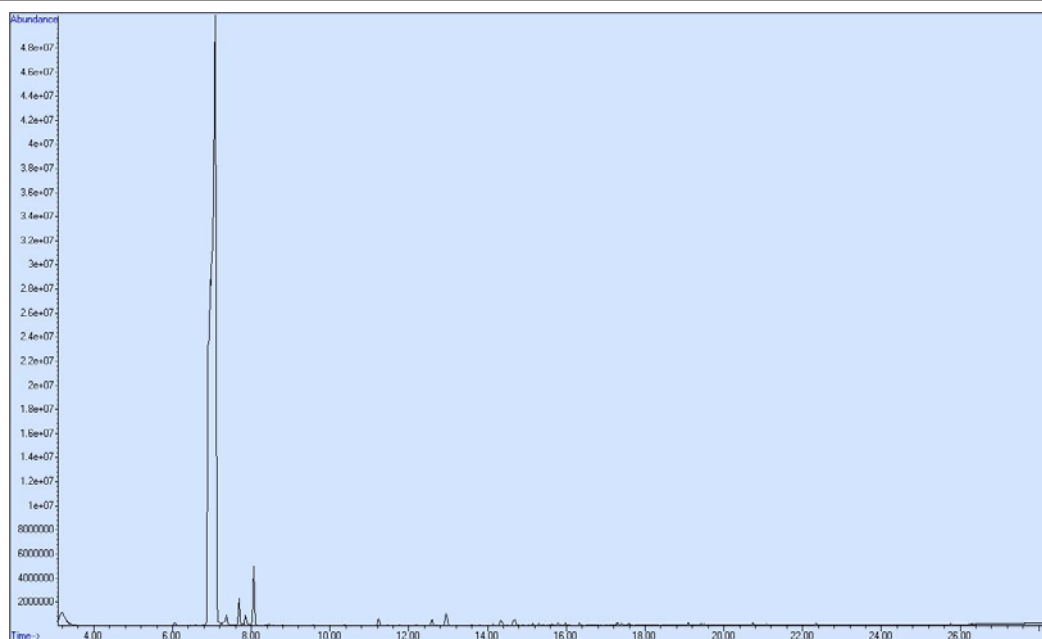
Эксперименты по гидрогенизации проводили на автоклавной установке, объем химического реактора - 0.02 л. В качестве нанокатализатора использовали Fe(OA)₃ синтезированный в КНР по методике, описываемой в работе [2].

Предварительно обезвоженную фракцию первичной каменноугольной смолы подвергли каталитической гидрогенизации в атмосфере водорода, при добавлении нанокатализатора в количестве 0,5% - 5%. Более детальные условия процесса переработки приведены в табл. 2.

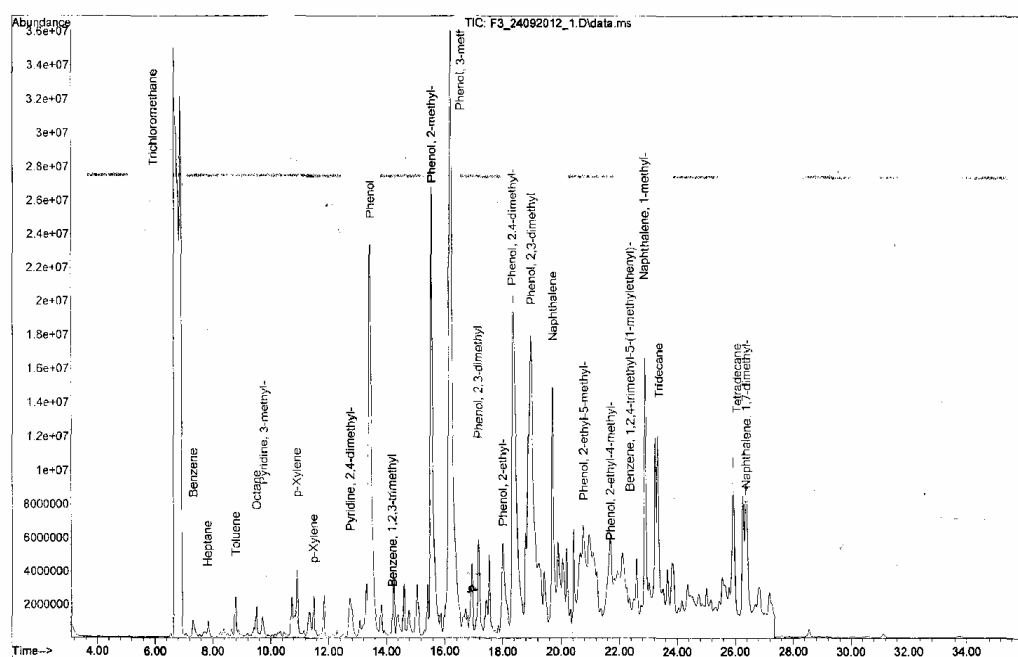
Таблица 2 – Условия эксперимента (объем реактора 0.02 л)

№ эксперимента	τ, мин	T _{сет} , °С	P, МПа	Смола, г	Катализатор		Выход, %
					г	%	
1	180	420	3.0	20.00	0,1	0,5	88
2	180	420	3.0	20.00	0,2	1.0	79
3	180	420	3.0	20.00	0,6	3.0	84
4	180	420	3.0	20.00	1.0	5.0	98

Исследование группового состава углеводородной части фракции каменноугольной смолы определяли методом хромато-масс-спектрометрии на приборе HP 5890/5972 MSD фирмы «Аджилент» (США). Условия хроматографирования: Колонка DB-XLB-5, 30мм×0,5мм; газ – гелий, 0,8 мл/мин; в интервале температур 50⁰С – 4 мин, 50-150⁰С – 10⁰С/ мин, 150-300⁰С – 20⁰С/мин, 300⁰С – 4 мин; испаритель: 200-300⁰С. Идентификация веществ проводилась по масс-спектральной базе данных NIST 98. Хроматограммы фракций смол до и после каталитической гидрогенизации приведены на рис. 1.



a



b

Рисунок 1 – Хроматограммы исходной фракции каменноугольной смолы (a) и фракции при взаимодействии нанокатализатора 5% (b)

Топография поверхности нанокатализатора $\text{Fe}(\text{OA})_3$, а также твердых остатков гидрогенизации снимались на атомно-силовом микроскопе JSPM-5400 фирмы JEOL. Образец запрессовывался в таблетку с помощью пресса. Съемка поверхности производилась в режиме AC-AFM (тип обратной связи), метод измерения – «Топография». Площадь сканируемой поверхности 20×20 мкм, скорость сканирования 6 мкм/с. В процессе сканирования использовались зонды CSC37/AIBS фирмы MikroMasch. Полученные изображения анализировались с помощью программы WinsplIDataProcessing.

Обсуждение результатов

Полученные результаты показывают, что при размере частиц нанокатализатора 50 нм его активность на единицу массы фракции первичной каменноугольной смолы заметно возрастает. Сравнивая поведение наноразмерного катализатора $\text{Fe}(\text{OA})_3$ с известными катализаторами [6,7], можно отметить, что рассматриваемый наноразмерный катализатор при том же уровне конверсии CO , отличается большей селективностью в отношении образования жидких продуктов. На рисунке 2 и 3 представлены структура нанокатализатора и твердого остатка фракции первичной каменноугольной смолы после воздействия нанокатализатора в количестве 0,5%.

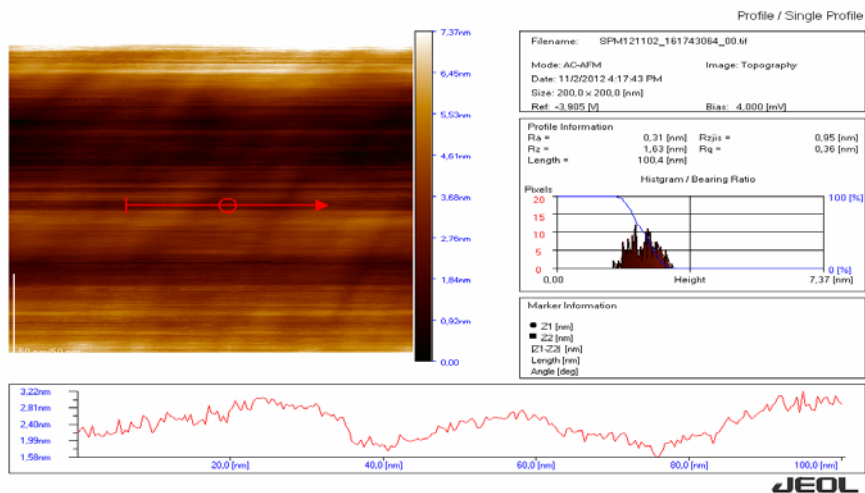


Рисунок 2 – Электронно-микроскопический снимок наноразмерного катализатора $\text{Fe}(\text{OA})_3$

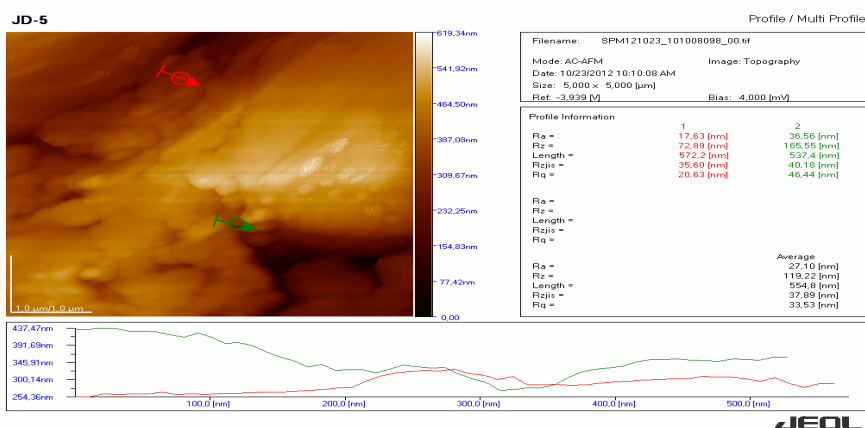


Рисунок 3 – Электронно-микроскопический снимок твердого остатка при взаимодействии нанокатализатора в количестве 0,5%

Органические вещества, вступая во взаимодействие с реакционными центрами, дезактивируют их, т.е. при уменьшении количества катализатора выход продуктов гидрирования уменьшается, а выход продуктов деструкции увеличивается. Сравнивая результаты, полученные при гидрогенизации смолы в присутствии нанокатализатора $\text{Fe}(\text{OA})_3$ в различных соотношениях в среде водорода, можно заключить, что степень конверсии смолы в первом случае ниже, чем в последнем, т.к. в процессе гидрогенизации в присутствии нанокатализатора 0,5 % выход группового состава фракции ниже (78,71%), чем при использовании 5% (92,42%) катализатора. Проведенные исследования подтверждают эффективность применения нанокаталитической добавки $\text{Fe}(\text{OA})_3$ в процессе гидрогенизации фракции каменноугольной смолы.

Вместе с тем известно, что устойчивость суспензии во многом определяется размером твердых частиц, входящих в ее состав: сильное уменьшение их размера заметно снижает склонность системы к расслоению [10]. Использование наноразмерных катализаторов позволяет существенно стабилизировать систему и практически полностью избежать внутридиффузионных ограничений. Результаты проведенных экспериментов (табл.3) по гидрогенизационной переработке

каменноугольной смолы показали, что расход катализатора 3; 5 % позволяет добиться в процессе гидрогенизации увеличение выхода активного атомарного водорода, который препятствует реакциям конденсации и понижает стабильность ассоциатов.

Таблица 3 – Фракционный состав фракций каменноугольной смолы при взаимодействии нанокатализатора $Fe(OA)_3$

Индивидуальный состав	Содержание			
	0,5 % катализатор	1 % катализатор	3 % катализатор	5 % катализатор
Фенол	7,07	4,091	7,336	7,723
4-метилфенол	6,179	2,777	13,622	14,65
2-этилфенол	1,026	0,950	1,824	1,758
2,4-диметилфенол	4,034	-	7,386	-
Нафталин	0,784	1,236	2,343	2,589
2-этил-5-метилфенол	-	1,5	2,065	2,482
1-метилнафталин	4,173	-	2,897	-
2-метилнафталин	0,730	1,249	3,343	2,637
Тридекан	0,830	-	-	1,691
Тетрадекан	9,498	-	2,248	1,729
Пентадекан	8,414	-	1,744	-
Гексадекан	6,864	-	0,959	-
2,3-дегидро-1,6-диметил-1Н-инден	-	-	1,054	0,581
2,3-дегидро-4,7-диметил-1Н-инден	-	-	1,414	3,114
2,6-диметилнафталин	4,814	-	0,469	-
1,4-диметилнафталин	13,93	-	1,780	1,357
2,3-диметилнафталин	2,645	-	0,662	2,122
1,6,7-триметилнафталин	6,855	-	0,198	-
Гептадекан	3,685	-	0,976	-
Ундекан	-	-	0,875	0,816
Додекан	-	-	0,596	0,914

На основании экспериментальных исследований гидрогенизации фракции первичной каменноугольной смолы установлено, что в структуре смол и асфальтенов содержатся группы R-O-R, гидролиз которых, вероятно, будет происходить с образованием фенолов [11,12]. Содержание в продуктах реакции углеводородов и кислородсодержащих соединений, а также перераспределение групповых составляющих фракции первичной каменноугольной смолы при гидрогенизационных превращениях позволяет предположить, что деструкция асфальтенов протекает по алкильным заместителям, содержащим связи углерод-гетероатом [12]. В процессе каталитического распада фракций первичной каменноугольной смолы содержание фенолов по сравнению с исходной фракцией (3,83%), увеличивается с 7,07 до 7,72% в соответствии с добавляемым количеством нанокатализатора. С точки зрения механизма протекающей реакции происходит гетеролитический распад молекулы исходного вещества непосредственно в присутствии нанокатализатора по карбоний-ионному механизму с преимущественным образованием углеводородов с третичным атомом углерода (разветвленные структуры). Сравнивая результаты жидких продуктов, полученных при гидрогенизации смолы в присутствии нанокатализатора $Fe(OA)_3$ в различных соотношениях в среде водорода, как было уже отмечено, степень конверсии смолы в первом случае ниже, чем в последнем, т.к. в процессе гидрогенизации в присутствии нанокатализатора 0,5 % выход фенола и его производных ниже (26,63%), чем при использовании 5% (47,56%) катализатора.

Селективность катализатора в отношении образования жидких углеводородов заметно возрастала, достигая 45,60% выхода фенола и его производных при добавлении 5%. В случае при использовании 0,5% катализатора выход нафталина и его производных составляет 37,99%, а парафинов 32,75%. Эти результаты (рис.4) с большей долей вероятности указывают на агломерацию наночастиц катализатора $Fe(OA)_3$.

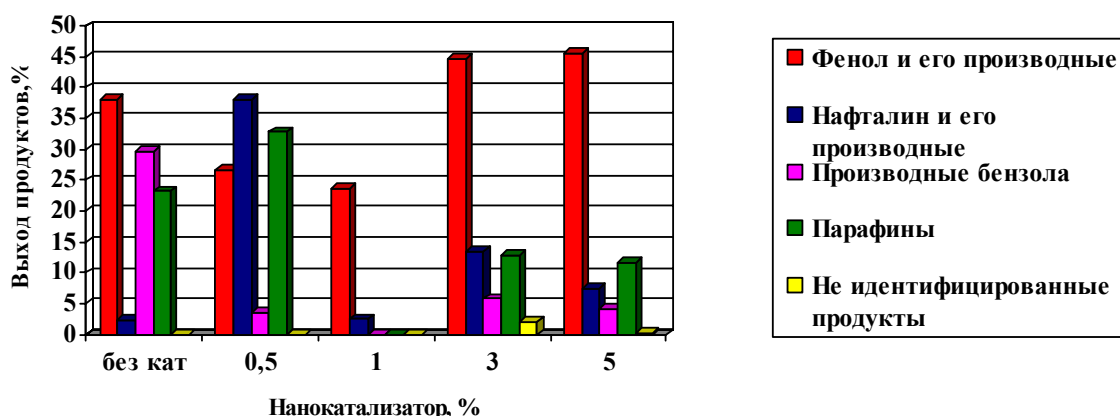


Рисунок 4 – Групповой состав фракций первичной каменноугольной смолы

Заключение

Таким образом, проведена оценка влияния каталитической добавки $Fe(OAc)_3$ на процесс гидрогенизации каменноугольной смолы. По результатам проведенных экспериментов можно заключить, что наноразмерный катализатор является новой разработанной каталитической добавкой, способствующей более глубокой химической модификации и деструкции органической массы углеводородного сырья, приводящей к значительно более высокому выходу светлых продуктов. Вследствие этого поиск и применение нанокаталитических добавок в процессе переработки позволяет повысить эффективность известных в данной области технологий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Wei XY., Ogata E., Zong ZM., Zhou Sl., Liu JZ. Advances in the study on hydrogen transfer to model compounds for coal liquefaction. 2000. P. 103.
- 2 Чистяков А.Н. Химия и технология переработки каменноугольных смол. Челябинск: Metallurgy. 1990. 160 с.
- 3 Гоголева Т.Я., Шустиков В.И. Химия и переработка каменноугольной смолы. – М.: Metallurgy. 1992. 256 с.
- 4 Патент РК № 6900, Карасев Н.И., Кучин В.Н., Окрут И.И. 1995 Гидродинамический нагреватель
- 5 <http://www.akorda.kz>
- 6 Малолетнев А.С. Современное состояние проблемы гидрогенизации угля // Химия твердого топлива. 2009. №3. С.44-57.
- 7 Байкенов М.И., Амерханова Ш.К., Уали А.С. Способ извлечения фенолов из каменноугольной смолы путем экстракционной и кватеронной обработки. Заключение о выдаче инновационного патента на изобретение №022739. 08.09.2011г. МЮ РК.
- 8 Головин Г.С., Малолетнев А.С. Комплексная переработка углей и повышение эффективности их использования // Под общ. Ред. В.М. Щадова. М: НТК «Трек». 2007. 292 с.
- 9 Gudun K.A., Baikenov M.I., Ma Feng-yun. Hydrogenation of a model mixture of anthracene with benzothiophene // Solid Fuel Chemistry. 2010. Vol. 44. № 6. P. 419–422.
- 10 Хажидиев С.Н., Лядов А.С., Крылова М.В., Крылова А.Ю. Синтез Фишера-Тропша в трехфазной системе в присутствии наноразмерных катализаторов // Нефтехимия. 2011. Т.51. №2. С.84-95.
- 11 Любименко В.А., Петрухина Н.Н., Туманян Б.П., Колесников И.М. Термодинамические параметры реакций превращения некоторых компонентов тяжелых нефтей при паротепловом воздействии // Химия и технология топлив и масел. 2012. №4. С.27-33.
- 12 Kamercky A.R., Nichols D.A., Siskm M. et al // Chem Rev. 2001. №4. P.837-892.

REFERENCES

- 1 Wei XY., Ogata E., Zong ZM., Zhou Sl., Liu JZ. Advances in the study on hydrogen transfer to model compounds for coal liquefaction. 2000. P.103. (in Eng).
- 2 Chistjakov A.N. Himija i tehnologija pererabotki kamennougol'nyh smol. 1990. 160p. (in Russ).
- 3 Gogoleva T.Ja., Shustikov V.I. Himija i pererabotka kamennougol'noj smoly. 1992. 256p. (in Russ).
- 4 Patent RK № 6900, Karasev N.I., Kuchin V.N., Okrut I.I. 1995. (in Russ).
- 5 <http://www.akorda.kz>.
- 6 Maloletnev A.S. Himija tverdogo topliva. 2009. 3. P.44-57. (in Russ).
- 7 Bajkenov M.I., Amerhanova Sh.K., Uali A.S. Zakljuchenie o vydache innovacionnogo patenta na izobretenie №022739. 08.09.2011. MJu RK. (in Russ).
- 8 Golovin G.S., Maloletnev A.S. Kompleksnaja pererabotka uglej i povyshenie jeffektivnosti ih ispol'zovanija. 2007. 292 p. (in Russ).

- 9 Gudun K.A., Baikenov M.I., Ma Feng-yun. *Solid Fuel Chemistry*. **2010**. 6. P. 419–422. (in Eng).
 10 Hazhdiev S.N., Ljadov A.S., Krylova M.V., Krylova A.Ju. *Neftehimija*. **2011**. 2. P. 84-95. (in Russ).
 11 Ljubimenko V.A., Petruhina N.N., Tumanjan B.P., Kolesnikov I.M. *Himija i tehnologija topliv i masel*. **2012**. 4. P.27-33. (in Russ).
 12 Kamercky A.R., Nichols D.A., Siskm M. et al. *Chem Rev*. **2001**. 4. P.837-892. (in Eng).

Резюме

¹Байкенов М.И., ¹Ахметкәрімова Ж.С., ²Молдахметов З.М.,
²Мейрамов М.Г., ³Ма Фэн Юнь

(¹Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды қ. Қазақстан, ²ҚР Органикалық синтез және көмір химия институты, Қарағанды қ., Қазақстан, ³Синьцзянь университеті, Үрімші қ., ҚХР)

ТАСШАЙЫР ФЕНОЛДАРЫНЫҢ ИЗОМЕРИЗАЦИЯСЫ

Мақалада біріншілік тасшайыр фракциясының гидрогенизациясы, әдеби деректердің талдауы, жеңіл өнімдерінің жекеше және топтық құрамы, қатты қалдықтардың электронды-микроскопиялық топографиясы келтірілген.

Тірек сөздер: біріншілік тасшайыр фракциясы, гидрогенизация, нанокатализатор.

Summary

¹Baykenov M.I., ¹Akhmetkarimova ZH.S., ²Muldahmetov Z.M.,
²Meyramov M.G., ³Feng Yung Ma

(¹Karaganda State University by academic EA. Buketov, Karaganda, Kazakhstan
²Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry of the Republic of Kazakhstan, Karaganda, Kazakhstan,
³Xingzyang University, Urumqi, China)

ISOMERIZATION PHENOLS OF COAL TAR

The article presents the fraction of the primary hydrogenation of coal tar, an analysis of published data, individual and group compositions of liquid products, electronic mikroskopichekaya topography of solid residues.

Поступила 13.01.2014 г.

УДК 532.529:661.9

Б.Р. ИСМАИЛОВ, О.С. БАЛАБЕКОВ, А.Н. УРМАТОВА

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Шымкент,
 Южно-Казахстанский государственный педагогический институт, Шымкент,
 Международный Казахско-Турецкий университет им. Х.А.Яссави, Туркестан)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОКАПЕЛЬНОЙ СМЕСИ НА НАЧАЛЬНОМ УЧАСТКЕ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО КАНАЛА МАССООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Аннотация

Целью работы является нахождение поля скорости газа и траекторий капель на начальном участке многоступенчатого канала с пластинчатыми насадками. Динамические характеристики газокapельной смеси, образованной диспергированием жидкости потоком газа найдены численным решением систем уравнений

сохранения количества движения для сплошной фазы и движения дисперсной фазы-капель жидкости. Найдены явные выражения для скорости газа на входном участке в виде параболы Пуазейля и произведен расчет траектории капель разных диаметров. Результаты работы могут быть применены для нахождения массообменных характеристик работы аппаратов химической технологии с учетом времени пребывания капель в ступени контакта, доли капель в общем объеме жидкости в аппарате, коэффициента массообмена.

Ключевые слова: математическое моделирование, газок капельная смесь, массообменный аппарат, начальный участок.

Тірек сөздер: математикалық үлгілеу, газ-тамшы қоспасы, массаауысу аппараты, бастапқы тарауы.

Keywords: mathematical modeling, mixture of gas and droplets, mass transfer apparatus, initial section.

Аппараты с многоступенчатым взаимодействием фаз (АМВФ) [1], благодаря своим высоким технико-экономическим показателям, широко применяются в химической технологии при проведении процессов абсорбции, десорбции, ректификации, очистки отходящих газов и др. Газок капельная смесь в многоступенчатом канале АМВФ имеет сложную структуру, которая в общем случае определяется неоднородным нестационарным газовым потоком и полидисперсностью капель жидкости [2].

Исследованию структуры газок капельной смеси в АМВФ и других аппаратах с подобной гидродинамикой посвящено большое число работ [3-6]. В частности, в работах [4-6] многоступенчатый канал АМВФ представлен как объединение начального и стабилизированного участков. Такая методика обоснована доказательством разрешимости уравнений сохранения количества движения, результатами численных экспериментов с разными исходными данными режимных и конструкционных параметров АМВФ для стабилизированного участка многоступенчатого канала.

Наряду с этим, развитие течения газок капельной смеси на начальном участке остается малоизученной задачей. Длина начального участка канала АМВФ составляет небольшую долю многоступенчатого канала, однако учет распределения динамических и массообменных характеристик газа в нем позволяет уточнить расчет интегральных показателей работы АМВФ и проводить оптимизацию режимных характеристик. Поэтому моделирование и расчет распределения характеристик газок капельной смеси на начальном участке многоступенчатого канала является актуальной задачей.

В данной работе рассмотрено решение задачи о движении капель жидкости в многоступенчатом канале, в котором используется принцип диспергирования жидкости газом. Как было показано в работах Балабекова О.С. и его последователей [1-6], в АМВФ реализуются пленочное, струйное и капельное течения жидкости. Однако, учитывая тот факт, что в интенсивных режимах взаимодействия фаз пленка жидкости дробится на струйки, которые моментально распадаются на капли, последние являются основным устойчивым структурным элементом жидкости [1]. Численные эксперименты, проведенные по математическим моделям турбулентного течения газа в АМВФ [6], показали количественную и качественную зависимость поля скоростей от геометрических размеров и режимных характеристик. Главным выводом при этом можно считать полученные зависимости динамических характеристик - скорости, завихренности, кинетической энергии и локального масштаба от координат. Для двумерного обтекания пластин они позволяют обработать эти зависимости в следующем виде:

$$u_{i,j} = f_1(Re, i, j), v_{i,j} = f_2(Re, i, j), k_{i,j} = f_3(Re, i, j), l_{i,j} = f_4(Re, i, j), \quad (1)$$

где i, j – координаты сеточных узлов сеточной области; Re – число Рейнольдса для газа; функции $f_{i,j}$ зависят от комплекса t_g/b (t_g и b – ширина и высота одной ступени контакта, соответственно).

Такие зависимости существуют и для ламинарного режима течения газа в многоступенчатом канале. В неподвижной среде капля с диаметром d падает (витает) со следующей скоростью [7]:

$$u_{um} = \sqrt{\frac{4gd(\rho_{ж} - \rho_{г})}{3\xi\rho_{г}}}, \quad (2)$$

где $g=9,8 \text{ м/с}^2$; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м^3 ; $\rho_{г}$ – плотность газа, кг/м^3 ; ξ – коэффициент сопротивления, имеющий разные значения в зависимости от числа Рейнольдса для капли

$Re_0 = \frac{ud\rho_2}{\mu_2}$. В движущемся газовом потоке скорость каплей будет отличаться от (2) и она будет

во многом определяться локальной скоростью газа в контактной зоне.

Для получения количественных данных в контактной зоне АМВФ были измерены размеры капель при диспергировании жидкости в многоступенчатом канале с регулярно расположенными пластинчатыми насадками [3], которые показали, что с допустимой погрешностью функция распределения капель по размерам имеет следующий вид (закон Розина-Раммлера):

$$F(x) = \exp\left(-\frac{d}{\bar{d}}\right)^n, \quad (3)$$

где \bar{d} - константа размерности; n - константа распределения диаметра капель.

Диаметр наиболее часто встречающихся капель находим как значение, реализующий максимум первой производной от $F(x)$:

$$d_{\text{mod}} = \bar{d} \left(\frac{n-1}{n} \right)^{\frac{1}{n}}. \quad (4)$$

Уравнение (2), полученное сравнением сил аэродинамического сопротивления и тяжести капель, действительно для неподвижной среды. В газокпельном движущемся потоке за скорость капли необходимо принимать относительную скорость капли, т.е. ее скорость капли относительно скорости газа. На рис.1 показана схема начального участка многоступенчатого канала, где нами будет рассчитаны траектории капель разных диаметров. Для упрощения анализа происходящего процесса взаимодействия газа и жидкости рассмотрим канал с одной гирляндой пластинчатых насадок.

Ставим задачу моделирования и расчета движения капель разных диаметров непосредственно у проемов A, B начального участка. Пусть m_1, m_2 - числа делений расчетной сеточной области решения уравнений для газового потока у проемов A и B , соответственно; m, n - общие числа делений по горизонтальной и вертикальной оси, соответственно. Так как в начальный участок входит невозмущенный поток, то входные профили скорости на проемах A, B можно считать параболическими:

$$u(y) = ay^2 + by + c \quad (5)$$

При выборе квадратной сетки для решения уравнений сохранений количества движения для газового потока [5,6] $h_x = h_y, h_y = \frac{1}{m}$. Отсюда $n = \frac{ml}{d}$.

Функция тока связана со скоростью соотношениями

$$\frac{\partial \psi}{\partial y} = u(y), \quad \psi(y) = \int u(y) dy \quad (6)$$

В безразмерном виде

$$\psi|_{\Gamma_1} = 0, \quad \psi|_{\Gamma_2} = 1, \quad Q = \psi|_{\Gamma_2} - \psi|_{\Gamma_1} \quad (7)$$

Для нахождения коэффициентов функции (5) для проема A используем условия прилипания:

$u(0) = 0$, т.е. $c = 0$; для $y_k = m_1 h$: $u(m, h) = a(m, h)^2 + b(m, h)$, т.е.

$$a(m, h) + b = 0 \quad (8)$$

По условию (6)

$$\int_0^{m,h} (ay^2 + by) dy = \int_0^{m,h} (ay^2 - am, hy) dy = -a \frac{(m, h)^3}{6}. \quad (9)$$

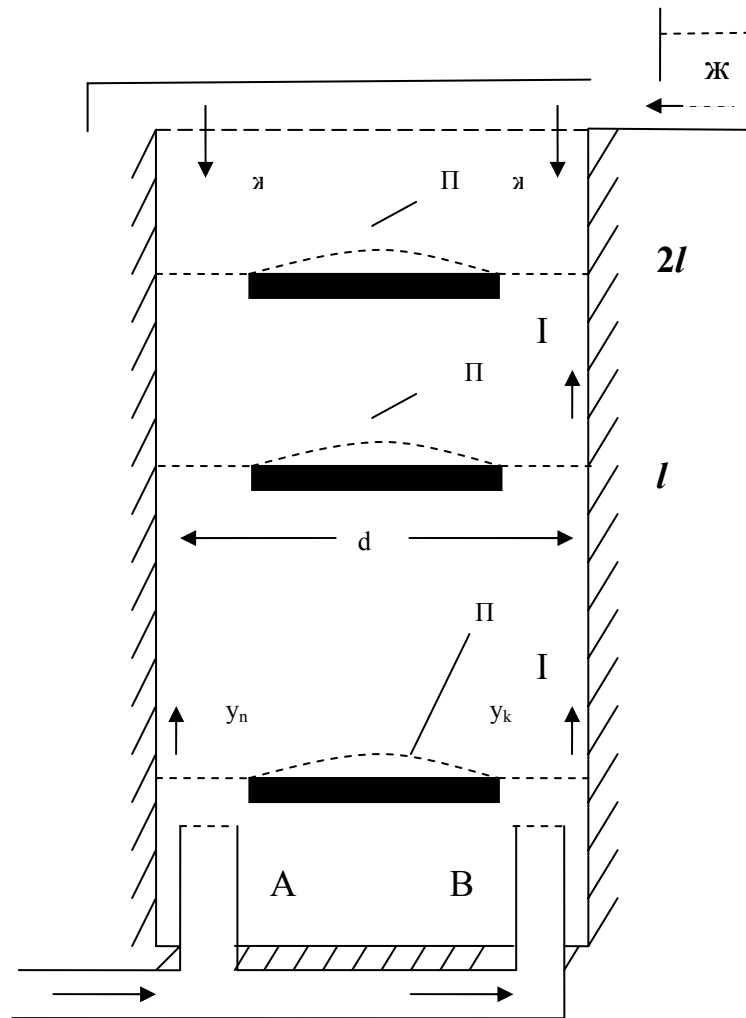


Рисунок 1 – Схема начального участка многоступенчатого канала: y_n, y_k - координаты кромок пластины; d, l - ширина и высота ступени контакта; A, B - проемы для газа; Π - пленка жидкости.

$$\text{Отсюда } a = -\frac{3}{(m, h)^3}, \quad b = \frac{3}{(m, h)^2}.$$

Аналогично для проема B получим $u(y) = \bar{a}y^2 + \bar{b}y + \bar{c}$,

$$y=1: \quad \bar{a} + \bar{b} + \bar{c} = 0 \quad (10)$$

$$y=y_k: \quad \bar{a}y_k^2 + \bar{b}y_k + \bar{c} = 0 \quad (11)$$

$$Q = \frac{1}{2}: \quad \int_{y_k}^1 (\bar{a}y^2 + \bar{b}y + \bar{c}) dy = \frac{1}{2} \quad (12)$$

Уравнения (10)-(12) можно записать в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} \bar{a} + \bar{b} + \bar{c} &= 0 \\ \bar{a}y_k^2 + \bar{b}y_k + \bar{c} &= 0 \\ \frac{1+y_k+y_k^2}{3}\bar{a} + \frac{1+y_k}{2}\bar{b} + \bar{c} &= \frac{1}{2} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Решениями системы (13) являются числа:

$$\left. \begin{aligned} \bar{a} &= \frac{3}{2}(y_k - 1)(y_k + 2), \\ \bar{b} &= \frac{3}{2}(y_k^2 - 1)(y_k + 2), \\ \bar{c} &= \frac{3}{2}y_k(y_k - 1)(y_k + 2). \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Таким образом, уравнения для скорости имеют следующий вид:

$$\text{для } A: u(y) = -\frac{3}{y_n^3}(y^2 - y_n \cdot y), \quad (15)$$

$$\text{для } B: u(y) = -\frac{3}{2}(y_k - 1)(y_k + 2)(y^2 - (y_k + 1)y + y_k), \quad y_k \leq y \leq 1 \quad (16)$$

Для расчета траекторий капель в рассчитанном поле скоростей (15)-(16) используем следующую систему дифференциальных уравнений [8-9]:

$$\frac{dw}{dt} = -K \cdot w^2 - g \cdot \sin \gamma - (P_x \cdot \cos \gamma + P_y \cdot \sin \gamma) - \quad (17)$$

$$-w \cdot (e'_x \cdot \cos \gamma + e'_y \cdot \sin \gamma) - w \cdot A - A \cdot (W_z^x \cdot \cos \gamma + W_z^y \cdot \sin \gamma),$$

$$\frac{d\gamma}{dt} = -\frac{g \cdot \cos \gamma}{w} + \frac{(P_x \cdot \sin \gamma - P_y \cdot \cos \gamma)}{w} - e'_y \cdot \cos \gamma + e'_x \cdot \sin \gamma - \quad (18)$$

$$-\frac{A \cdot (W_z^x \cdot \sin \gamma - W_z^y \cdot \cos \gamma)}{w},$$

где для удобства введены обозначения:

$$\vec{P}(\vec{r}) = \left(\vec{W}_z \cdot \frac{\partial \vec{W}_z}{\partial \vec{r}} \right) = P_x \cdot \vec{i} + P_y \cdot \vec{j}, \quad (19)$$

$$\vec{e}'(\vec{r}) = \left(\vec{e} \cdot \frac{\partial \vec{W}_z}{\partial \vec{r}} \right) = e'_x \cdot \vec{i} + e'_y \cdot \vec{j}. \quad (20)$$

Компоненты этих векторов определяются выражениями:

$$P_x = \frac{\partial \vec{W}_z^x}{\partial x} \cdot \vec{W}_z^x + \frac{\partial \vec{W}_z^x}{\partial y} \cdot \vec{W}_z^y, \quad (21)$$

$$P_y = \frac{\partial \vec{W}_z^y}{\partial x} \cdot \vec{W}_z^x + \frac{\partial \vec{W}_z^y}{\partial y} \cdot \vec{W}_z^y, \quad (22)$$

$$e'_x = \frac{\partial \vec{W}_z^x}{\partial x} \cdot \cos \gamma + \frac{\partial \vec{W}_z^x}{\partial y} \cdot \sin \gamma, \quad (23)$$

$$e'_y = \frac{\partial \vec{W}_z^y}{\partial x} \cdot \cos \gamma + \frac{\partial \vec{W}_z^y}{\partial y} \cdot \sin \gamma, \quad (24)$$

где единичный вектор направления относительной скорости капли определяется через угол γ следующим образом:

$$\vec{e} = \cos \gamma \cdot \vec{i} + \sin \gamma \cdot \vec{j}. \quad (25)$$

Координатное представление скорости капли выражается следующими двумя уравнениями:

$$\frac{dx}{dt} = W_z^x + w \cdot \cos \gamma, \quad (26)$$

$$\frac{dy}{dt} = W_z^y + w \cdot \sin \gamma. \quad (27)$$

Обозначим $W_\Gamma^x = u$, $W_\Gamma^y = \mathcal{G}$. Для одномерного случая в начальном участке

$$\mathcal{G} = 0, \quad e'_x = \frac{du}{dy} \sin \gamma, \quad P_x = 0, \quad P_y = 0, \quad e'_y = 0.$$

Поэтому из (17)-(18) получим следующую систему:

$$\frac{dw}{dt} = -k\omega^2 - q \sin \gamma - \omega \frac{du}{dy} \sin \gamma \cos \gamma - \omega \cdot Z - Z \cdot (u \cos \gamma) \quad (28)$$

$$\frac{d\gamma}{dt} = -\frac{q \cos \gamma}{\omega} + \frac{du}{dy} \sin^2 \gamma - \frac{Z}{\omega} u \sin \gamma \quad (29)$$

где Z - параметр, описывающий процесс испарения жидкости с поверхности капель. При отсутствии испарения, система с подстановкой производной от u в (28)-(29) имеет вид:

$$\frac{dw}{dt} = -k\omega^2 - g \sin \gamma - \frac{3}{y_n^3} (2y - y_n) \sin^2 \gamma, \quad (30)$$

$$\frac{d\gamma}{dt} = -\frac{g \cos \gamma}{\omega} - \frac{3}{y_n^3} (2y - y_n) \sin^2 \gamma. \quad (31)$$

Для сформировавшейся капли на начальном участке имеем начальные условия:

$$w(0) = u_0, \quad \gamma(0) = 0, \quad (32)$$

Вышеприведенная упрощенная методика позволяет находить такие интегральные массообменные характеристики работы АМВФ, как время пребывания капель в ступени контакта, долю капель в общем объеме жидкости в аппарате и в конечном итоге – оценить эффективность массообмена в аппарате.

Условные обозначения: d - диаметр капли, м; d_{mod} – диаметр наиболее часто встречающихся капель, м; k - кинетическая энергия турбулентных пульсаций; l - локальный масштаб турбулентных пульсаций; m - число делений в конечно-разностной сетке по направлению y ; n - число делений в конечно-разностной сетке по направлению x ; u, v - составляющие скорости газа по продольному и поперечному координатам; \vec{e} - единичный вектор направления относительной скорости капли; γ - угол между относительной скоростью и скоростью капли; x, y – координаты капли.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта 0745/ГФ.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Балабеков О.С. Закономерность взаимодействия вихрей, возникающих при отрывном обтекании потоком газа или жидкости дискретно расположенного вдоль него тел. Диплом об открытии № 144, 2000.
- 2 Волненко А. А. Научные основы разработки и расчета вихревых массообменных и пилеулавливающих аппаратов: Автореф. дис. докт. Шымкент. 1999.40с.
- 3 Исмаилов Б.Р. Моделирование многоступенчатого взаимодействия газа и жидкости в колонных массообменных аппаратах. Автореф. дис. докт. Шымкент.2002.40с.
- 4 L.P. Kholpanov, B.R. Ismailov, O.S. Balabekov, Distribution of Gas Flow parameters in mass transfer columns with regularly spaced shelves. // Theoretical foundations of chemical engineering. 2008. №5. pp.409-413.
- 5 B.R. Ismailov, L.P. Kholpanov, P. Vlasic, Modeling of multiphase flow containing bubbles, drops and solid particles. // Engineering mechanics.2009.№6. pp.441-451.
- 6 B. Ismailov, A. Urmatova, Kh. Mathematical Modelling and Calculation of Dynamic Characteristics of Gas in Multistage Channels. // Applied Mathematical Sciences. 2013.Vol. 7. № 132. pp. 6571 – 6582.
- 7 Кутепов А.М., Полянин А.Д. и др. Химическая гидродинамика: справочное пособие. М.: Бюро Квантум, 1996. 336 с.
- 8 Бренер А.М., Болгов Н.П. и др. Упрощенная модель движения капли в газовом потоке // Теоретические основы химических технологий. 1987. Т.21. №1. С.126-130.]
- 9 Бренер А.М., Сейтжанов К., Жумартбаев Э.У. Моделирование движения капель в стационарных вихревых зонах теплообменных аппаратов// Респ.научн.журн. Наука и образование Южного Казахстана. 1996.№2. С. 178-179.

REFERENCES

- 1 Balabekov O.S. Zakonomernost' vzaimodejstviya vihrej, voznikajushhih pri otrivnom obtekanii potokom gaza ili zhidkosti diskretno raspolozhennogo vdol' nego tel. *Diplom ob otkrytii*. № 144, **2000**. (in Russ.)
- 2 Volnenko A. A. Nauchnye osnovy razrabotki i rascheta vihrevykh massoobmennykh i pyleulavlivajushhih apparatov: *Avtoref. dis. dokt.* Shymkent. **1999**. 40s. (in Russ.)
- 3 Ismailov B.R. Modelirovanie mnogostupenchatogo vzaimodejstviya gaza i zhidkosti v kolonnykh massoobmennykh apparatah. *Avtoref. dis. dokt.* Shymkent. **2002**. 40s. (in Russ.)
- 4 L.P. Kholpanov, B.R. Ismailov, O.S. Balabekov, Distribution of Gas Flow parameters in mass transfer columns with regularly spaced shelves. *Theoretical foundations of chemical engineering*. **2008**. №5. pp.409-413.
- 5 B.R. Ismailov, L.P. Kholpanov, P. Vlasic, Modeling of multiphase flow containing bubbles, drops and solid particles. *Engineering mechanics*. **2009**. №6. pp.441-451.
- 6 B. Ismailov, A. Urmatova, Kh. Mathematical Modelling and Calculation of Dynamic Characteristics of Gas in Multistage Channels. *Applied Mathematical Sciences*. **2013**. Vol. 7. № 132. pp. 6571 – 6582.
- 7 Kutepov A.M., Poljanin A.D. i dr. *Himicheskaja gidrodinamika: spravocnoe posobie*. M.: Bjuro Kvantum, **1996**. 336 s. (in Russ.)
- 8 Brener A.M., Bolgov N.P. i dr. Uproshhennaja model' dvizhenija kapli v gazovom potoke. *Teoreticheskie osnovy himicheskikh tehnologij*. **1987**. T.21. №1. S.126-130. (in Russ.)
- 9 Brener A.M., Sejtzhanov K., Zhumartbaev Je.U. Modelirovanie dvizhenija kapel' v stacionarnykh vihrevykh zonah teplomassoobmennykh apparatov. *Resp.nauchn.zhurn. Nauka i obrazovanie Juzhnogo Kazahstana*. **1996**. №2. S. 178-179. (in Russ.)

Резюме

Б.Р. Исмаилов, О.С. Балабеков, А.Н. Урматова

(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті, Шымкент, Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық институты, Шымкент, Қ.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан)

МАССААУЫСУ АППАРАТТАРЫНЫҢ КӨПСАТЫЛЫ КАНАЛДАРЫНЫҢ БАСТАПҚЫ ТАРАУЫНДАҒЫ ГАЗ-ТАМШЫ ҚОСПАСЫ МІНЕЗДЕМЕЛЕРІНІҢ ТАРАЛЫМЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕУ

Пластиналық саптамалы көпсатылы каналдағы газ жылдамдығы және тамшылардың траекториялары табылған. Газ-тамшы қоспасының динамикалық мінездемелері тұтас фаза үшін қозғалыс мөлшерінің сақталу теңдеулерінің және дисперстік фаза – тамшылар үшін қозғалыс теңдеулерінің жүйелерін сандық тәсілмен шешу арқылы табылған.

Тірек сөздер: математикалық үлгілеу, газ-тамшы қоспасы, массаауысу аппараты, бастапқы тарауы.

Summary

B.R.Ismailov, O.S. Balabekov, A.N. Urmatova

(The southern Kazakhstan State University of M.Auezov, Almaty, South Kazakhstan State Pedagogical Institute, Shymkent, International Kazakh-Turkish University of H.A.Yassavi, Turkestan)

MATHEMATICAL MODELING OF DISTRIBUTED PERFORMANCE GAS AND DROPLES MIXTURE IN THE INITIAL SECTION MULTISTAGE CHANNEL MASS-TRANSFER APPARATUS

Found the field of gas velocity and droplet trajectories in the initial section multi-channel plate nozzles. Dynamic characteristics of gas-droplet mixture found by numerical solution of systems of equations of conservation of momentum for the continuous phase and the dispersed phase-motion of liquid droplets.

Keywords: mathematical modeling, mixture of gas and droplets, mass transfer apparatus, initial section.

Поступила 23.07.2014 г.

А. Б. БАЕШОВ, А. О. БАЕШОВА, Н. Б. САРСЕНБАЕВ

(АО «Институт органического катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского», г. Алматы)

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ В ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ «СЕРА-СУЛЬФИД-ИОН»

Аннотация

Исследована природа возникновения электродвижущей силы между двумя графитовыми электродами, находящимися в разном электродном пространстве электролизера, имеющими разные температуры в присутствии системы "S-S²⁻" в щелочном растворе. Показано, что при разности температур между графитовыми электродами равной 60°C формируются ЭДС величиной 138,4 мВ и ток короткого замыкания (ТКЗ) - 0,290 мА.

Ключевые слова: электрод, электродвижущая сила, ток короткого замыкания, окислительно-восстановительная реакция.

Тірек сөздер: электрод, электр қозғаушы күш, қысқа тұйықталған ток, тотығу-тотықсыздану реакциясы.

Key words: electrode, electromotive force, short-circuit current, redox reaction.

Устойчивое развитие мирового сообщества в первую очередь предполагает отсутствие энергетических кризисов. Если традиционные энергетические ресурсы - уголь, нефть, газ истощаются, то необходимо искать другие возможности получения энергии. Возникает необходимость пользоваться возобновляемыми источниками энергии - это прежде всего солнечная энергия и ее производные, энергия гидротермальных вод, энергия ветра, гидроэнергия, энергия биомассы.

Как известно, востребованность возобновляемой энергетики в основном обусловлена двумя обстоятельствами:

1) истощение запасов органического топлива

2) отрицательное влияние традиционной топливной энергетики на биосферу, т.е. на среду обитания человечества.

Обеспечение энергоресурсами является одним из основных показателей энергетической безопасности страны. Степень зависимости от импорта достаточно полно характеризуется коэффициентом самообеспеченности энергией (K_c), величина которого равна отношению энергии, производимой в стране, к энергии, потребляемой в стране. Если данный коэффициент меньше единицы - страна зависит от импорта, а если больше единицы - страна импортирует энергоресурсы [1].

Возобновляемые источники энергии в течение последних лет позиционируются Казахстаном в качестве одного из векторов развития энергетического комплекса, т.к. наша республика имеет достаточно обширный потенциал ее источников. К примеру, согласно ряда исследований, валовый гидропотенциал нашей республики ориентировочно оценивается в 170 млрд кВт/ч в год, технически возможный к реализации - 62 млрд (экономический - 29 млрд, из них используется - 7,4 млрд кВт в год) [2]. Если остановиться более подробно, на сегодняшний день доля гидроэлектростанций (ГЭС) в структуре генерирующих мощности Казахстана составляет около 12,3%. Этот показатель значительно ниже, чем в экономически развитых странах. Более того, 68% генерирующих мощности гидроэлектростанций отработали более 30 лет. Определенные успехи принесет реализация в ближайшие годы нескольких крупнейших проектов ГЭС: Мойнакской ГЭС с установленной мощностью 300 МВт, Кербулакской ГЭС - 49,5 МВт, Булакской ГЭС - 68,25 МВт.

В свою очередь, ветроэнергетический потенциал Казахстана оценивается от 0,929 до 1,82 млрд кВт /ч в год. Исследования, проведенные в рамках проекта Программы развития ООН по ветроэнергетике, показывают наличие в ряде районов Казахстана общей площадью около 50 тыс.

км² среднегодовой скорости ветра более 6 м/с. Это делает их привлекательными для развития ветроэнергетики. Наиболее значительными являются ветроэнергетические ресурсы Жунгарского коридора (17 тыс. кВт/ч на кв. м).

Потенциально возможная выработка солнечной энергии оценивается [3] в 2,5 млрд кВт/ч в год. Несмотря на то, что Казахстан расположен в северных широтах, потенциал солнечной радиации на территории республики достаточно значителен (составляет 1,3-1,8 тыс. кВт/ч на 1 км² в год, количество солнечных часов в году – 2,2-3,0 тыс.). При этом солнечная энергия может использоваться не только для выработки электроэнергии, но и для получения тепла, что обуславливает возможность точечного внедрения солнечных установок, в том числе и районах, отдаленных от центрального электро- и тепло-снабжения.

До 2015 года предусмотрен ввод в строй солнечных установок с суммарной мощностью 91 МВт, главным образом в Алматинской области. Вместе с тем, в Казахстане предпринимаются практические меры, направленные на создание производственной базы, выпускающей кремний и фотоэлектрические элементы, необходимые для развития солнечной энергетики.

Следует отметить, что по литературным данным [3], интенсивность света на уровне моря составляет 1-3 кВт на квадратный метр, также известно, что среднее за год значение суммарной солнечной радиации на широте 55⁰ поступающей в сутки на 20 м² горизонтальной поверхности составляет 50-60кВт/ч. Это соответствует затратам энергии на отопление дома площадью 60 м².

Для перевода солнечной энергии в электрическую применяются фотоэлектрические полупроводниковые преобразователи (кремний, селениды, теллуриды и сульфиды металлов, арсениды галлия и алюминия и т.д) на основе фотоэффекта и способа прямого превращения тепловой энергии Солнца в электрическую на основе термоэлектрического явления.

Основным недостатком фотоэлектрических преобразователей является нестабильность величины получаемого электрического тока, т. к. величина тока зависит от облачности, кроме того, они ток дают только днем. Запасаться энергией путем накопления аккумуляторами является дорогостоящим и нерешенным вопросом.

В данной работе впервые предлагается применение электрохимических процессов для преобразования тепловой энергии Солнца или энергии геотермальных вод в электрическую на основе результатов фундаментальных исследований и закономерностей, полученных нами.

Существующие термопары имеют очень низкий коэффициент преобразования, их величина не превышает 0,034 мВ/град.

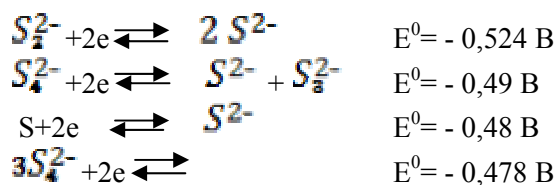
Ранее в работах [4] было показано, что в присутствии red-ox системы железо (III) – железо (II) между графитовыми электродами в электролитах, находящихся в разных электродных пространствах и имеющих разные температуры, возникает электродвижущая сила определенной величины, зависящая от условий исследований. В данной работе нами исследована природа возникновения электродвижущей силы между графитовыми электродами в присутствии «red-ox» системы «S⁰-S²⁻» в водном растворе.

Установка состоит из двух стеклянных электролизеров, которые соединены между собой электролитическим мостиком. Первый электролизер имеет термостатированную рубашку и присоединен к термостату U-3, по мере необходимости в растворе в одном пространстве электролизера можно устанавливать любую температуру в пределах 20-90⁰С, а во втором пространстве электролизера электролит всегда имеет комнатную температуру. В качестве электрода использовали графит и стеклоуглерод. Методика исследования подробно изложена в работе [4].

Согласно уравнению Нернста, величина «red-ox» потенциала электрода зависит от температуры раствора, в этой связи возникновение разности температуры в разных электродных пространствах создает условия для формирования электродвижущих сил в электрохимической системе.

Исследован процесс формирования электродвижущей силы (ЭДС) на твердых электродах при наличии разности температур в электродных пространствах электролизера, содержащих окислительно-восстановительную систему «Сера – сульфид-ион» в водном растворе.

Согласно термодинамическим данным элементарная сера и сульфид-ионы могут формировать различные окислительно-восстановительные системы [5-7]:



Из приведенных данных видно, что величина стандартных потенциалов окислительно – восстановительной системы «сера – сульфид-ион» в зависимости от условий меняется в пределах «минус» 0,33 – «минус» 0,524 В.

Аллен и Хиклинг [8] обнаружили, что потенциал инертного электрода, погруженного в раствор 1м NaOH +1 м Na₂S + 1м S устойчив во времени, не зависит от перемешивания раствора и от материала электрода, но зависит от концентрации Na₂S и S:

$$E = E^0 + \ln$$

где $\Sigma [Na_2S]$ – сумма концентрации Na₂S и Na₂S_x. После катодной или анодной поляризации потенциал быстро возвращается к постоянной величине ($E^0 = -0,522$ В отн. НВЭ в 1 М NaOH).

Латимер [7] построил диаграммы окислительно – восстановительных переходов для серы, удобные для объяснения практических свойств ее соединений.

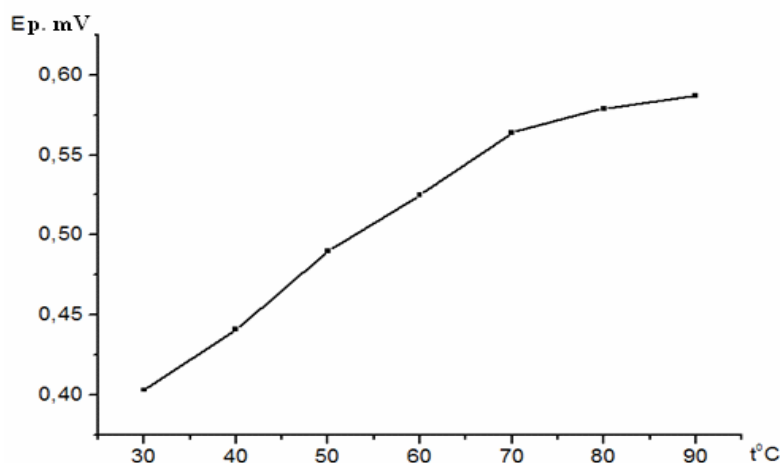


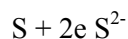
Рисунок 1 – Изменение величины «red-ox» потенциала графитового электрода относительно хлор - серебряного электрода сравнения в растворе: NaOH-100 г/л, Na₂S-5г/л, t₀=30°C

На рис 1. приведены данные об изменении «red-ox» потенциала графитового электрода в щелочном полисульфидном растворе.

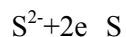
Как видно из рис. 1, с повышением температуры раствора увеличивается величина «red-ox» потенциал графитового электрода системы «S²⁻ - S⁰».

Результаты предварительных исследований показывают что ЭДС и величины тока короткого замыкания в щелочном растворе полисульфида натрия, т. е. в «red-ox» система «сера (ад. атомы) – сульфид (полисульфид) – ион» в зависимости от разности температуры в электродных пространствах электролизера изменяются. Установлено, что с повышением разности температур существенно растет величина ЭДС и тока короткого замыкания.

В данном случае формирование ЭДС между графитовыми электродами можно объяснить следующим образом. При разных температурах в электродных пространствах электролизера на каждом электроде будет устанавливаться потенциал разной величины т.к. потенциал электрода зависит от температуры. При замыкании внешней цепи в электрохимической системе будет протекать электрический ток. На электроде, находящемся в теплом пространстве электролизера, «ад. атомы» серы окисляются с образованием сульфид - ионов:

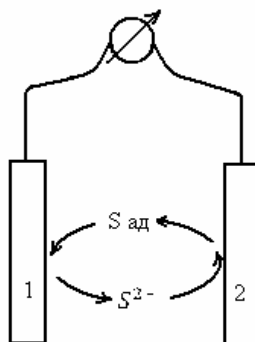


При этом на электроде, погруженном в раствор с комнатной температурой, сульфид-ион восстанавливается до элементарной серы:



Схематично это показано на рисунке 2.

В окислительно-восстановительных реакциях на электродах могут участвовать как моносульфид-, так и полисульфид-ионы:



$$t_1 > t_2$$

Рисунок 2 – Принципиальная схема протекания реакции окисления и восстановления на графитовых электродах, находящихся в растворах с разными температурами при преобразовании тепловой энергии раствора в электрический ток.

При использовании окислительно-восстановительной системы $S^{2-} - S$, т.е. полисульфидного раствора, изменение температуры между электродными пространствами на графитовом электроде способствует формированию более высоких значений ЭДС и тока короткого замыкания (ТКЗ), чем при использовании «red-ox» системы $Fe^{2+} - Fe^{3+}$.

В таблице 1 приведены результаты исследования в растворе сульфата натрия, содержащем 1 г/л Na_2SO_4 и 1 г/л полисульфида натрия (Na_2S_n).

Таблица 1 – Влияние разности температур в электродных пространствах электролизера на величину ЭДС и ТКЗ между электродами ($Na_2SO_4 - 1$ г/л, $Na_2S_n - 1$ г/л)

T, °C	20	30	40	50	60	70	80	90
E, мВ	0,0	18,1	32,3	58,0	62,4	65,5	69,6	73,1
I, мА	0,0	0,019	0,035	0,071	0,075	0,079	0,084	0,090

Увеличение концентрации сульфата натрия и полисульфида натрия существенно влияет на величину ЭДС и ТКЗ (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние разности температур в электродных пространствах электролизера на величину ЭДС и ТКЗ между электродами ($Na_2SO_4 - 10$ г/л, $Na_2S_n - 5$ г/л)

T, °C	20	30	40	50	60	70	80	90
E, мВ	0,0	40,1	65,3	80,0	89,4	112,2	138,4	141,1
I, мА	0,0	0,080	0,130	0,171	0,190	0,245	0,290	0,390

При использовании окислительно-восстановительной системы « $S^{2-} - S^0$ » при разности температур между электродными пространствами, равной $60^\circ C$, между графитовыми электродами формируются ЭДС величиной 138,4 мВ и ТКЗ – 0,290 мА. При этом коэффициент преобразования тепловой энергии ЭДС составляет 2,3 мВ/град.

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что применяя два одинаковых инертных электрода (графитовые) за счет изменения температуры между электродными

пространствами можно создать условия для формирования электродвижущей силы между электродами. В щелочном растворе гидроксида натрия (100 г/л) при концентрации полисульфида натрия (5 г/л) достигается максимальная величина ЭДС и ТКЗ (рис. 3).

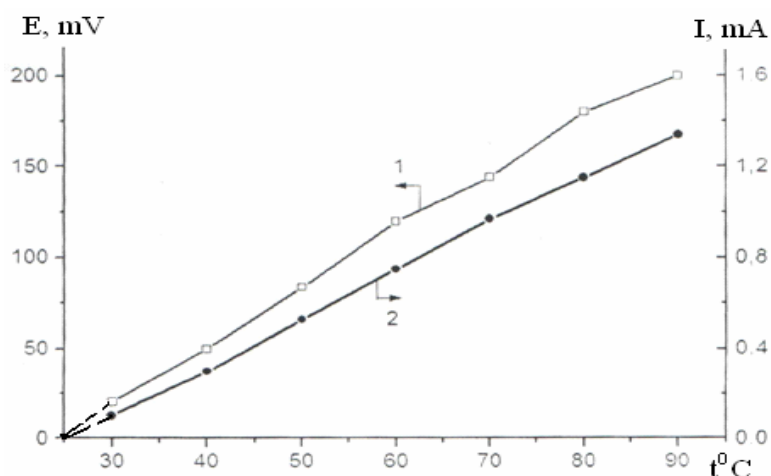


Рисунок 3 – Зависимость изменения величины ЭДС (1) и ТКЗ (2) между графитовыми электродами: NaOH – 100 г/л, Na₂S_n – 5 г/л, $t_0 = 22^\circ\text{C}$

В том случае, когда вместо графита применяли стеклографитовые электроды, величины ЭДС и ТКЗ заметно уменьшаются. Это, по-видимому, связано с низкой электропроводностью используемого электрода.

Как видно из рис. 3, в щелочном полисульфидном растворе при разности температур между электродами, равной $\sim 70^\circ\text{C}$, формируется ЭДС величиной 200 мВ, ТКЗ – 1,6 мА.

Исследование влияния продолжительности на изменение величины ЭДС показали, что в начале, в течение 10 минут наблюдается незначительное снижение ЭДС, а далее в течение 120 минут изменение величины ЭДС практически не наблюдается.

Таким образом, нами впервые показано, что при погружении двух графитовых электродов в электролит, содержащий сульфид – ион и «ад. атомы» серы (полисульфид – ионы), можно создать условия для формирования электродвижущей силы (ЭДС) при наличии разности температур между электродными пространствами. В щелочном полисульфидном растворе при разности температур в электродных пространствах, равной 65°C , величина ЭДС составляет 201,0 мВ, а ТКЗ 1,36 мА.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 <http://www.energsovet.ru/stat328.Htme>
- 2 <http://kazenergy.com/en/analytics/alternative-energy-sources-5329-2011-07-29-17-55-58.htm/>.
- 3 Лаврус В. С. Источники энергии. – М., 1977 – 358 с.
- 4 Баешов А., Баешова А.К., Конурбаев А. Е. Об электрохимическом преобразовании тепловой энергии в электрическую. Доклады НАН РК, 2012, №5, с. 27-33.
- 5 Справочник по электрохимии. Под ред. А. М. Сухотина. – Л., Химия.- 488 с
- 6 Баешов А., Жданов С. И., Тулебаев А. К. и др. Электрохимия серы и ее соединения, Алматы, Ғылым, 1997, - 160 с.
- 7 Латимер В. М. Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах, М. 1954, -228 с.
- 8 Allen P. L. Hickling A., Trans. Faraday. Soc. 1957 p. 1625

REFERENCES

- 1 <http://www.energsovet.ru/stat328.Htme>
- 2 <http://kazenergy.com/en/analytics/alternative-energy-sources-5329-2011-07-29-17-55-58.htm/>.
- 3 Lavrus V. S. Istochniki energii. – M., 1977 – 358 s.
- 4 Baeshov A., Baeshova A.K., Konurbaev A. E. Ob elektroximicheskom preobrazovanii teplovoj energii v elektricheskuyu. Doklady NAN RK, 2012, №5, s. 27-33.
- 5 Spravochnik po elektroximii. Pod red. A. M. Suxotina. – L., Ximiya.- 488 s
- 6 Baeshov A., Zhdanov S. I., Tulebaev A. K. i dr. Elektroximiya sery i ee soedinenii, Almaty, Fylym, 1997, - 160 s.
- 7 Latimer V. M. Okislitelnye sostoyaniya elementov i ix potentsialy v vodnyx rastvorax, M. 1954, -228 s.
- 8 Allen P. L. Hickling A., Trans. Faraday. Soc. 1957 p. 1625

Резюме*Ә. Б.Баешов, А. О.Баешова, Н. Б.Сәрсенбаев*

(Д.В.Сокольский атындағы Органикалық катализ және электрохимия институты)

**"КҮКІРТ-СУЛЬФИД-ИОН" ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН
ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНА ТҮРЛЕНДІРУ**

Сілтілі ерітіндіде "S-S²⁻" жүйесінде, электролизердің температурасы әртүрлі электрод кеңістіктерінде орналасқан екі графит электродтары арасында түзілетін электр қозғаушы күштің (ЭҚК) түзілу табиғаты зерттелді. Электродтар кеңістігі арасындағы температура айырмашылығы 6°C болғанда ЭҚК мәні 138,4 мВ және қысқа тұйықталған ток (ҚТТ) мәні – 0,290 мА тең болатындығы көрсетілді.

Тірек сөздер: электрод, электр қозғаушы күш, қысқа тұйықталған ток, тотығу-тотықсыздану реакциясы.

Summary*A. B.Baeshov, A. O.Baeshova, N. B.Sarsenbaev*

(Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry of D.V.Sokolsky, Almaty)

**THE TRANSFORMATION THE TERMAL ENERGY INTO THE ELECTRIC ENERGY
BY REDOX SYSTEM "SULFUR-SULFIDE-ION"**

The nature of the appearance of the electromotive force between of two graphite electrodes located in the different space of electrode cell and having the different temperature at the presence of "S-S²⁻" system in alkaline solution have been investigated. It is shown that 138,4 mV EMF and short circuit current - 0,290 mA are formed at the temperature difference between graphite electrodes - 60°C.

Key words: electrode, electromotive force, short-circuit current, redox reaction.

Поступила 14.01.2014 г.

УДК 594.1:538.113:614.876

Р. НАСИРОВ, А. КАБЫЛХАМИТОВА, Н. С. ЖУМАШЕВА

(Атырауский государственный университет им. Х. Досмухамедова)

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ АНИОН-
РАДИКАЛОВ РАКОВИН ДВУХСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ
МЕТОДОМ ЭПР-СПЕКТРОСКОПИИ***(Представлена академиком НАН РК Г.Д. Закумбаевой)***Аннотация**

Установлена связь между интенсивностью сигналов электронного-парамагнитного резонанса (ЭПР) раковин некоторых видов двухстворчатых моллюсков Прикаспийской впадины с геологическими возрастами изученных особей. Различное содержание анион-радикалов $SO_2^{\bullet-}$ и $SO_3^{\bullet-}$ в раковинах моллюсков этих морей, вероятно, обусловлено различным содержанием сульфатов в океанической воде и каспийской.

Ключевые слова: радиационно-индуцированные, анион-радикалы, раковины, двухстворчатые, моллюски, метод, ЭПР-спектроскопия.

Тірек сөздер: радиацияның әсері, анион-радикалдар, қабыршақтар, қосаяқты ұлулар, әдіс, ЭПР-спектроскопия.

Keywords: Research, radiation-induced, radical anions, of the shells, bivalve mollusks, EPR spectroscopy, method.

Относительный возраст четырех основных ярусов (стратиграфо-генетических комплексов) четвертичных каспийских отложений определен на основании изучения внешних покровов морских и солоноватоводных организмов, в частности, по руководящим таксонам двустворчатых моллюсков [1, 2].

Вместе с тем совершенно очевидно, что определение абсолютного возраста этих же отложений представляет огромный научный и практический интерес. Изучение абсолютного возраста руководящих таксонов моллюсков родов *Didacna*, *Hupanis*, *Cerastoderma*, *Dreissena* и др. не только важно для уточнения временных границ между отложениями различных стратонамов, но и является очень важным для датирования основных этапов и фаз плейстоцен- голоценовых колебаний уровня Каспия. Р. Насировым [3, 4] были изучены радиационно-индуцированные сигналы ЭПР раковин некоторых видов двустворчатых моллюсков Прикаспийской впадины и установлена связь между интенсивностью сигналов с хронологическими периодами развития изученных особей.

Для датирования абсолютных геологических возрастов был применен метод ЭПР раковин руководящих форм двустворчатых моллюсков из хвалынского и новокаспийского стратиграфо-генетических комплексов морских отложений. Для этой цели на разных участках в пределах хвалынской и новокаспийской аккумулятивных морских террас были отобраны образцы раковин руководящих форм, по которым и был выполнен комплекс исследований методом ЭПР. Образцы были отобраны на следующих участках (таблица 1): урочище Кобыстану – правая надпойменная терраса реки Уил – хвалынские отложения; урочище Карабау – береговая терраса в устье реки Уил – хвалынские отложения; урочище Азгыр – юго-восточный склон Азгырской солянокупольной структуры – хвалынские отложения; урочище Манаш – северное побережье Каспийского моря – новокаспийские отложения.

Спектры ЭПР, состоящие из четырех линий (А, В, С и D) [3], наблюдались для всех исследованных арагонитовых раковин верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений северного Прикаспия. На рисунке 1 показаны фотографии некоторых раковин двустворчатых моллюсков, которые были использованы для датирования методом ЭПР.

Для определения возраста исследуемых арагонитовых раковин, взятых из отложений хвалынской и новокаспийской террас, использовались соотношения

$$T_{\text{ЭПР}}^x = \frac{TD^x}{D^x}, T_{\text{ЭПР}}^{\text{э}} = \frac{TD^{\text{э}}}{D^{\text{э}}} \quad (13)$$

$T_{\text{ЭПР}}^x$, $T_{\text{ЭПР}}^{\text{э}}$ – возрасты исследуемого и эталонного образцов, датированные методом ЭПР; TD^x и $TD^{\text{э}}$ – общая доза природной радиации (Грей), полученная исследуемым и эталонным образцами соответственно D^x и $D^{\text{э}}$ – годовая доза (миллиГр/год), полученная исследуемым и эталонным образцами, соответственно.

Константа годичной дозы одного и того же материала (из одного района) $D^x = D^{\text{э}}$, что приводит к выражению

$$T_{\text{ЭПР}}^x / T_{\text{ЭПР}}^{\text{э}} = TD^x / TD^{\text{э}}$$

Отсюда

$$T_{\text{ЭПР}}^x = T_{\text{ЭПР}}^{\text{э}} \cdot \frac{TD^x}{TD^{\text{э}}}$$

Использование этой формулы предполагает наличие эталона, для которого известны независимым образом определенные возраст и общая доза ($TD^{\text{э}}$). Возраст определяется радиоуглеродным методом, а общая доза – из корреляционной зависимости интенсивности сигнала ЭПР от дополнительной дозы, полученной в лабораторных условиях. Для приготовления такого

эталона был использован образец раковины *Didacna gr. subcatillus* Andrussov из хвалынских отложений (возраст 27,7 тыс. лет), подвергнутый облучению известной дозой γ -источника Co^{60} .

Таблица 1 – Результаты определения методом ЭПР абсолютного возраста раковин двустворчатых моллюсков, заключенных в новокаспийских и хвалынских отложениях Прикаспийской впадины

Наименование моллюсков	Место отбора пробы	TD, Грей	$T_{ЭПР}$, тыс. лет
<i>Dreissena aff. Andrusovi</i>	урочище Насир	6,4	6,6
<i>Cerastoderma sp.</i>	урочище Насир	6,3	6,4
<i>Dreissena andrusovi</i>	урочище Насир	6,7	6,8
<i>Didacna trigonoides</i>	урочище Нурмаш	6,7	6,8
<i>Cerastoderma sp.</i>	урочище Нурмаш	6,7	6,8
<i>Cerastoderma sp.</i>	пос. Жанбай	6,7	6,8
<i>Didacna trigonoides</i>	пос. Жанбай	5,9	6,1
<i>Cardium edule</i>	Левый берег р. Урал (у пос. Дамба)	7,5	6,6
<i>Didacna praetrigonoides</i>	с. Сергиевка, Астраханская область	9,7	9,5
<i>Dreissena andrusovi</i>	урочище Манаш	11,1	11,3
<i>Dreissena polymorpha</i>	урочище Манаш	10,4	10,7
<i>Didacna trigonoides</i>	урочище Манаш	10,0	10,2
<i>Didacna gr. trigonoides</i> Pallas	урочище Баскудук	11,0	11,2
<i>Dreissena andrusovi</i>	урочище Баскудук	10,2	10,7
<i>Didacna trigonoides</i>	урочище Карабау	10,0	10,2
<i>Didacna protracta submedia</i>		42,0	40,4



Рисунок 1 – Фотографии раковин моллюсков, которые были использованы для датирования методом ЭПР (*Cardium edule*, $T_{ЭПР} = 6,8$ тыс. лет.; *Didacna protracta*, $T_{ЭПР} = 40,4$ тыс. лет.; *Polinices sp.* – современная раковина; *Dreissena polymorpha*, $T_{ЭПР} = 11,3$ тыс. лет)

На рисунке 2 представлен спектр ЭПР этого образца. Он состоит из четырех линий, которые в соответствии с классификацией [5] относятся: А к $SO_2^{\bullet-}$ ($g = 2,0057$); В к $SO_3^{\bullet-}$ ($g = 2,0031$); С к $CO_2^{\bullet-}$ ($g = 2,0006$) в состоянии свободного вращения и D – к $CO_2^{\bullet-}$ ($g = g_{yy} = 1,9968$) в орторомбическом окружении. Как видно из рисунка 2, величина СВЧ мощности существенно влияет на интенсивность линий различных парамагнитных частиц. По этой причине для построения корректных корреляционных зависимостей интенсивности сигнала ЭПР от дозы дополнительного облучения необходимо определить оптимальные величины СВЧ мощности, чтобы избежать искажающего влияния насыщения.

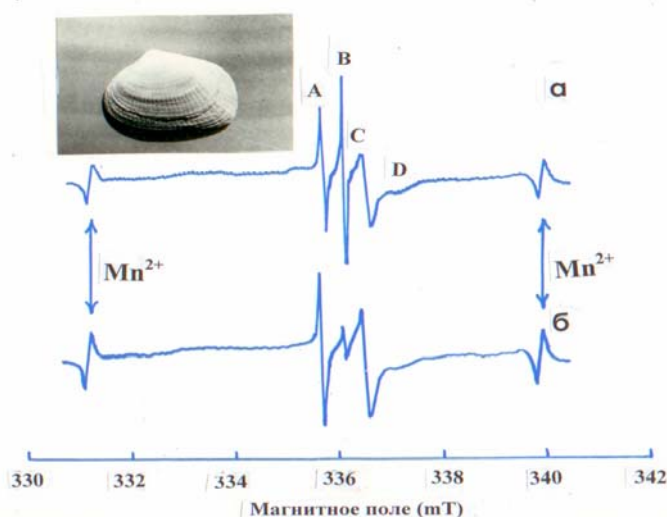


Рисунок 2 – Спектры ЭПР раковины *Didacna gr. subcatillus* Andrussow, датированный радиоуглеродным методом (27,7 тыс. лет) при различных мощностях: а – при мощности СВЧ 1mW; б – при мощности СВЧ 10 mW

На рисунке 3 представлен зависимости интенсивности сигналов ЭПР частиц от \sqrt{P} . График для С практически линеен во всем диапазоне \sqrt{P} . Именно этот сигнал был использован в дальнейшем для определения возраста исследуемых объектов.

С целью установления причины изменения спектров ЭПР серусодержащих анион-радикалов $SO_2^{\bullet-}$ и $SO_3^{\bullet-}$ нами методом ЭПР проведено сравнительное изучение арагонитовых раковин моллюсков, взятых из отложений Каспийского и Северного морей.

На рисунке 4 показаны спектры ЭПР некоторых раковин двустворчатых моллюсков, взятых из разных отложений вышеназванных морей. Как видно из этого рисунка и таблицы 2, голоцен-плейстоценовые раковины хвалынского отложения Каспия содержат значительно большее количество $SO_2^{\bullet-}$ и $SO_3^{\bullet-}$ анион-радикалов (рисунок 4а и 4б), чем раковины голоценового отложения (рисунок 4в) Северного моря, несмотря на небольшое различие из возрастов.

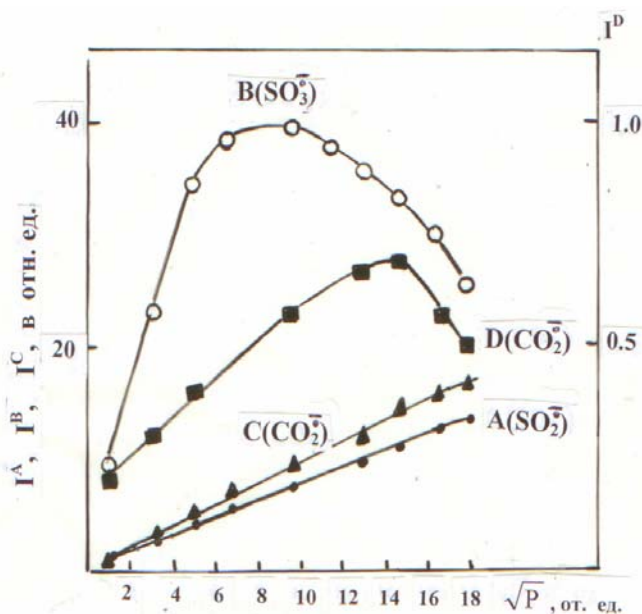


Рисунок 3 – Зависимость интенсивности $I_{отн}$ сигналов ЭПР А, В, С и D от \sqrt{P}

Нами также введен параметр К, характеризующий отношение сигналов ЭПР С ($\text{CO}_2^{\bullet-}$) и А ($\text{SO}_2^{\bullet-}$).

Как видно из экспериментальных данных, отношение К очень высокое для раковин, взятых из голоценового отложения Северного моря. Для выяснения причин такого аномального изменения значения параметра К проведен дополнительный элементный анализ состава некоторых раковин (таблица 2). Как видно из таблицы 2 в содержаниях N, C, H значительного различия не наблюдается, однако содержание S в раковинах голоцен-плейстоценовых отложений Каспия значительно выше, чем в раковинах вюрмских отложений Северного моря.

Таким образом, можно с уверенностью предположить, что различие в интенсивностях сигналов А ($\text{SO}_2^{\bullet-}$) ЭПР определяется неодинаковым содержанием серы в раковинах, взятых из отложений Каспийского и Северного морей.

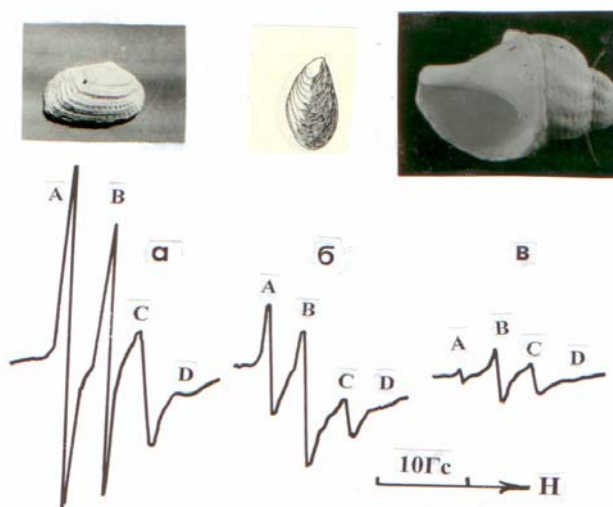


Рисунок 4 – Изменение интенсивности сигнала ЭПР А, В, С, и D в арагонитовых раковинах моллюсков; спектры записаны при одинаковых условиях (при 25°C): а – *Didacna gr. protracta* Eichwald (урочище Ашыгар, Прикаспийская впадина), $T_{\text{ЭПР}} = 43,9$ тыс. лет; б – *Dreissena polymorpha* (урочище Манаш, Прикаспийская впадина, $T_{\text{ЭПР}} = 10,7$ тыс. лет); в – *Vuccinum* (Кент, побережье Северного моря, $T_{\text{ЭПР}} = 10,5$ тыс. лет)

Различное содержание анион-радикалов $\text{SO}_2^{\bullet-}$ и $\text{SO}_3^{\bullet-}$ в раковинах моллюсков этих морей, вероятно, обусловлено различным содержанием сульфатов в океанической воде (10,8%) и каспийской (30,5%) [6], а также согласно Кей и Микки [7], накопленной дозой природной радиации и температурным режимом среды, в которой они находились.

Таблица 2 – Результаты элементного анализа и возраст ($T_{\text{ЭПР}}$) раковин плейстоценовых отложений Каспийского и голоценовых отложений Северного моря

Наименование моллюсков	$T_{\text{ЭПР}}$	N, %	C, %	H, %	S, %
Плейстоценовые раковины Каспия					
<i>Dreissena distincta</i> Andr.	31,9	0,9331	11,8028	0,1808	0,614
<i>Didacna gr. protracta</i> Eichwald	43,9	0,8948	12,2332	0,2804	0,406
Раковины Северного моря					
<i>Glycymeris</i>	44,6	1,0367	12,1076	0,3223	0,0207
<i>Vuccinum</i>	10,5	1,0211	12,0493	0,3228	0,0139

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Федоров П.В. Стратиграфия четвертичных отложений и история развития Каспийского моря. – Москва: Изд. АН СССР. – 1957. – 298 с.
- 2 Бодылевский В.И. Малый атлас руководящих ископаемых. – Ленинград: Недра. – 1984. – 264 с.
- 3 Nasirov R. Dating shells of bivalve mollusks taken from marine terraces of the Caspian Hollow by their spectra EPR // Abstract. 28-th Congress Ampere. University of Kent at Canterbury. – 1996. – P.348–349.
- 4 Насиров Р., Шишковский Н. Датирование раковин двустворчатых моллюсков Прикаспийской впадины по их спектрам ЭПР // Изв. НАН РК, сер. биол. – 1995. – №6. – С.75–78.
- 5 Ikeya M., New Applications of Electron Spin Resonance. Dating, Dosimetry and Microscopy, Singapore–London, World Scientific, 1993.
- 6 Жижченко Б.П. Методы палеогеографических исследований. – Ленинград: Гостоптехиздат. – 1959. – 370 с.
- 7 Kai A., Miki T. Electron spin resonance of sulfite radicals in irradiated calcite and aragonite // Rad. Phys. Chem. – 1992. V. 40. P. 469–478.

REFERENCES

- 1 Fedorov P.V. Stratigrafija chetvertichnyh otlozhenij i istorija razvitija Kaspijskogo morja. – Moskva: Izd. AN SSSR. – 1957. – 298 s.
- 2 Bodylevskij V.I. Malyj atlas rukovodjashih iskopaemyh. – Leningrad: Nedra. – 1984. – 264 s.
- 3 Nasirov R. Dating shells of bivalve mollusks taken from marine terraces of the Caspian Hollow by their spectra EPR // Abstract. 28-th Congress Ampere. University of Kent at Canterbury. – 1996. – P.348–349.
- 4 Nasirov R., Shishkovskij N. Datirovanie rakovin dvustvorchatyh molljuskov Prikaspijskoj vpadiny po ih spektram JePR // Izv. NAN RK, ser. biol. – 1995. – №6. – S.75–78.
- 5 Ikeya M., New Applications of Electron Spin Resonance. Dating, Dosimetry and Microscopy, Singapore–London, World Scientific, 1993.
- 6 Zhizhchenko B.P. Metody paleogeograficheskikh issledovanij. – Leningrad: Gostoptehizdat. – 1959. – 370 s.
- 7 Kai A., Miki T. Electron spin resonance of sulfite radicals in irradiated calcite and aragonite // Rad. Phys. Chem. – 1992. V. 40. P. 469–478.

Резюме

Р. Насиров, А. Қабылхамитова, Н. С. Жұмашева

(Х. Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті)

РАДИАЦИЯНЫҢ ӘСЕРІНЕН ПАЙДА БОЛАТЫН ҚОСАЯҚТЫ ҰЛУЛАРДЫҢ
ҚАБЫРШАҚТАРЫНДАҒЫ АНИОН-РАДИКАЛДАРДЫ ЭПР-СПЕКТРОСКОПИЯ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

Каспий ойпатында өмір сүрген қосаяқты ұлулар қабыршағының электрондық парамагниттік резонанс (ЭПР) сигналы қарқындылығымен олардың геологиялық жастары арасындағы байланыс анықталған. Қосаяқты ұлулар сыртқы қабыршағындағы $SO_2^{\cdot-}$ және $SO_3^{\cdot-}$ әртүрлі мөлшердегі анион-радикалдары, ол Каспий және Солтүстік теңіздегі сульфаттардың әртүрлі мөлшерімен анықталады.

Тірек сөздер: радиацияның әсері, анион-радикалдар, қабыршақтар, қосаяқты ұлулар, әдіс, ЭПР-спектроскопия.

Summary

R. Nasirov, A. Kabulhamitova, N.S. Zhumasheva

(The Atyrau state university of a name of H.Dosmukhamedov)

RESEARCH OF RADIATION-INDUCED RADICAL ANIONS OF THE SHELLS OF BIVALVE
MOLLUSKS BY EPR SPECTROSCOPY METHOD

Set connection between intensive signal of the Electronic Paramagnetic Resonance (EPR) of some species of shells Precaspian hollow's bivalve mollusks with geological age. Different content of $SO_2^{\cdot-}$ and $SO_3^{\cdot-}$ anion radicals in mollusk shells of these seas, probably due to different content of sulfates in the ocean and Caspian water.

Поступила 23.12.2013 г.

В.П. МАЛЫШЕВ, А.М. МАКАШЕВА

СВЯЗЬ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ САМОДИФФУЗИИ С КОНЦЕПЦИЕЙ ХАОТИЗИРОВАННЫХ ЧАСТИЦ

(Представлена член-корр. НАН РК Толымбековым М.Ж.)

Аннотация

На основе анализа справочных данных по теплотам плавления, кипения и энергии активации самодиффузии по типичным металлам установлено, что энергия активации самодиффузии остается выше теплоты плавления и ниже теплоты испарения этих металлов. Это соответствует диапазону существования жидкоподвижных частиц по классификации на основе концепции хаотизированных частиц.

Тот факт, что частицы, способные на самодиффузию в твердом состоянии, по энергетике соответствуют диапазону существования жидкоподвижных частиц, свидетельствует о дополнительном важном физическом смысле этого класса хаотизированных частиц. Помимо обеспечения пластичности и растворимости металлов, жидкоподвижные частицы, будучи к тому же и диффундирующими, на этом основании более конкретно раскрывают свою мобильную природу и механизм реализации пластичности и растворимости при переходе от равновесного термодинамического состояния к неравновесному кинетическому.

Предложена формула для оценки энергии активации самодиффузии, согласно которой она составляет около половины от теплоты испарения вещества. Выведена температурная зависимость для доли самодиффундирующих частиц.

Ключевые слова: теплота плавления, теплота кипения, самодиффузия, хаотизированные частицы, металлы.

Тірек сөздер: балку жылуы, қайнау жылуы, өздігінен диффузиялану, бейберекеттенген бөлшектер, металдар.

Keywords: heat of melting, heat of boiling, self-diffusion, randomized particles, metals

Введение

Тепловое состояние вещества описывается распределением Больцмана по кинетической энергии хаотического движения частиц с уровнями энергии от нуля до бесконечно большого. В связи с этим представляет интерес определить место самодиффундирующих частиц в современной градации энергии хаотизированных частиц по ответственности их за стабилизацию твердого, жидкого и газообразного состояний вещества.

Расчетная часть

Теплоты плавления, кипения и энергия активации самодиффузии простых веществ, также как и их температуры плавления и кипения приведены в справочнике [1], из которого взяты данные для типичных металлов при наличии всех этих характеристик (таблица 1).

Как видно из полученных данных, для самых различных металлов с температурами плавления от 429 до 3653 К и кипения от 1180 до 5640 К, с теплотой плавления от 2,81 до 35,30 кДж/моль и теплотой кипения от 99,6 до 770,18 кДж/моль энергия активации самодиффузии остается выше теплоты плавления и ниже теплоты испарения этих металлов. Это позволяет отнести частицы, преодолевающие барьер активации самодиффузии, к классу жидкоподвижных частиц в рамках концепции хаотизированных частиц.

Эта концепция базируется на распределении Больцмана [2], которое относительно кинетической энергии хаотического теплового движения частиц справедливо не только для газообразного, но и конденсированного состояний вещества [3]. Согласно данной концепции [4-7], частицы, имеющие энергию не выше теплоты плавления, отвечают за дальний порядок связи несмотря на виртуальный характер пребывания их в узлах кристаллической решетки в твердом состоянии или во фрагментах этой решетки (кластерах) в жидком или газообразном состояниях. Эти частицы названы *кристаллоподвижными*, а их доля при любой температуре согласно распределения Больцмана выражается зависимостью.

$$P_{crm} = 1 - \exp\left(-\frac{\Delta H_m}{RT}\right). \quad (1)$$

Таблица 1 – Справочные данные по теплоте плавления (ΔH_m), испарения (ΔH_{ev}) и энергии активации самодиффузии (E_{sd}), кДж/моль, по температурам плавления (T_m , К) и кипения (T_b , К) типичных металлов

Me	T_m	T_b	ΔH_m	E_{sd}	ΔH_{ev}	$E_{sd}/\Delta H_{ev}$
1	2	3	4	5	6	7
Ag	1233	2437	11,28	192,17	254,30	0,758
Au	1337	3081	12,68	164,96	335,06	0,492
Be	1560	2723	14,64	147,5	314,76	0,469
Cd	594	1039	6,41	76,2	99,6	0,765
Ce	1071	3530	5,18	85,7	435,1	0,197
Co	1767	3230	15,51	259,58	383,2	0,677
Cr	2150	2945	13,81	247,86	343,98	0,721
Cu	1356	2846	13,05	205	304,4	0,674
Fe	1811	3145	15,19	239,48	340,4	0,704
Hf	2503	4876	21,78	183	575,14	0,318
In	429	2323	3,27	88,6	232,67	0,381
La	1193	3727	6,21	171	430,90	0,397
Li	453	1615	2,887	53,8	147,753	0,364
Mo	2895	4883	27,6	386,02	593,96	0,650
Nb	2742	5115	27,56	397,75	683,73	0,582
Pa	1848	4503	14,64	266,3	460,54	0,578
Pb	600	2018	4,848	116,81	183,5	0,637
Pd	1827	3150	16,69	266,3	361,65	0,736
Pr	1204	3485	6,92	169,5	338,2	0,501
Pt	2045	4100	19,68	278,4	502,80	0,554
Pu	912	3508	2,81	65,7	382,02	0,172
Ra	973	1593	8,38	92,11	162,02	0,569
Ta	3270	5560	31,43	413,2	770,18	0,537
1	2	3	4	5	6	7
Th	1999	4315	15,64	349,6	585,44	0,597
Ti	1941	3442	17,163	122,67	468,94	0,262
Tl	576	1730	4,312	83,74	162,50	0,515
U	1406	4407	8,518	111,4	446,54	0,205
V	2190	3665	17,59	255,2	457,18	0,558
W	3653	5640	35,30	398	736,69	0,540
Y	1793	3610	17,17	256	392,98	0,651
Zn	692	1180	7,19	92,11	115,38	0,798
Zr	2125	3923	20,07	100,48	579,88	0,173
среднее	–	–	13,92	198,01	383,17	0,524

Частицы с энергией выше теплоты кипения являются максимально хаотизированными, разобщенными, и они названы *пароподвижными*. Для них характерен нулевой порядок связи, а их доля подчиняется зависимости

$$P_{vm} = \exp\left(-\frac{\Delta H_{ev}}{RT}\right). \quad (2)$$

Частицы, имеющие энергию хаотического движения выше теплоты плавления, но ниже теплоты испарения, отвечают за ближний бесструктурный порядок связи, названы *жидкоподвижными*. Их доля находится по разности между единицей и долями кристаллоподвижных и пароподвижных частиц

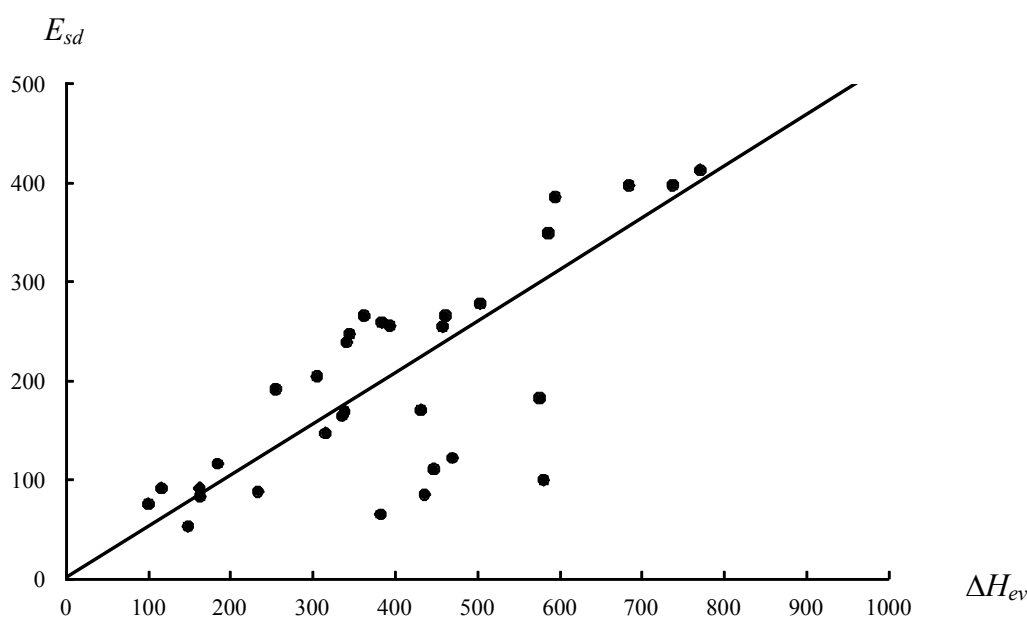
$$P_{lqm} = 1 - (P_{crm} - P_{vm}) = \exp\left(-\frac{\Delta H_m}{RT}\right) - \exp\left(-\frac{\Delta H_{ev}}{RT}\right). \quad (3)$$

Поскольку сумма долей кристаллоподвижных, жидкоподвижных и пароподвижных частиц согласно распределения Больцмана строго равна единице, эти частицы всегда существуют вместе

при любых температурах (кроме 0 и ∞), а следовательно, в любых агрегатных состояниях – твердом, жидком и газообразном, меняя в них лишь свое соотношение и постоянно обмениваясь энергией.

Тот факт, что частицы, способные на самодиффузию в твердом состоянии, по энергетике соответствуют диапазону существования жидкоподвижных частиц, свидетельствует о дополнительном важном физическом смысле этого класса хаотизированных частиц. Помимо обеспечения пластичности и растворимости металлов, которые рассмотрены в монографии [8], жидкоподвижные частицы, будучи к тому же и диффундирующими, на этом основании более конкретно раскрывают свою мобильную природу и механизм реализации пластичности и растворимости при переходе от равновесного термодинамического состояния к неравновесному кинетическому.

Закономерная взаимосвязь энергии активации самодиффузии с теплотой плавления и кипения может быть проиллюстрирована статистической обработкой данных таблицы 1. Так, связь $E_{sd} = f(\Delta H_{ev})$ может быть найдена как прямолинейная по графическому характеру размещения соответствующих данных (рис. 1).



Точки – справочные данные [1], линия – по уравнению (8)

Рисунок 1 – Зависимость энергии активации самодиффузии от теплоты испарения для типичных металлов (кДж/моль)

Для выражения прямолинейного характера этой зависимости необходимо прежде всего удостовериться в однородности множества $E_{sd}/\Delta H_{ev}$ (см. табл. 1). Она может быть установлена по критерию Налимова [9, 10]

$$r_{\frac{\max}{\min}} = \frac{|\bar{x} - x_{\frac{\max}{\min}}|}{S(x)\sqrt{\frac{n-1}{n}}} \leq r_{cr}, \quad (4)$$

$$S(x) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (5)$$

где $x_{\frac{\max}{\min}}$ – минимаксная величина множества, \bar{x} – среднее значение, $S(x)$ – среднеквадратическая

ошибка, n – объем множества. Нормативные табличные значения критерия Налимова r_{cr} для 5% уровня значимости приведены в работе [10], которые аппроксимированы в [8] с точностью до 5% к уравнению

$$r_{cr} = 1,483(n - 2)^{0,187}. \quad (6)$$

Здесь $f = n - 2$ – число степеней свободы критерия Налимова.

Для рассматриваемого множества $E_{sd}/\Delta H_{ev}$ наиболее отклоняющееся значение 0,173 относится к плутонию, и тогда

$$r_{\min}^{\max} = \frac{|0,524 - 0,172|}{0,1812\sqrt{31/32}} = 1,974 < r_{cr} = 1,483 \cdot 30^{0,187} = 2,773.$$

Таким образом, неравенство удовлетворяется, множество однородно, а его среднее значение является представительным.

В данном случае важно также обосновать необходимость выхода прямолинейной зависимости из начала координат, поскольку по физическим соображениям очевидно, что при сколь угодно малой теплоте кипения энергия активации самодиффузии становится близкой нулю. Условие выхода прямой из начала координат при обработке любого множества соблюдается, если совпадают или практически равны два способа усреднения

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i}. \quad (7)$$

В рассматриваемом случае

$$\frac{1}{32} \sum_{i=1}^{32} \frac{E_{sd,i}}{\Delta H_{ev,i}} = 0,524, \quad \frac{\sum_{i=1}^{32} E_{sd,i}}{\sum_{i=1}^{32} \Delta H_{ev,i}} = \frac{6336,32}{12261,44} = 0,517.$$

С округлением до второй значащей цифры получаем в обоих вариантах величину среднего 0,52, что позволяет представить уравнение, связывающее энергию активации самодиффузии с теплотой испарения в виде

$$E_{sd} = 0,52\Delta H_{ev}. \quad (8)$$

Коэффициент нелинейной множественной корреляции расчетных значений со справочными данными составил $R = 0,727$, при значимости его для 95% уровня достоверности [12] $t_R = 8,43 > 2$. При этом коэффициент корреляции, по Р. Шеннону [13], определяет степень детерминации любой модели согласно выражению $D = R^2$. В данном случае $D = 0,528$, что указывает на определяющую роль функциональной связи в сравнении с воздействием случайных или неучтенных факторов при определении энергии активации самодиффузии как функции теплоты испарения. Имеется возможность также определить доверительный интервал этой функции, как рекомендовано в работе [14]

$$\delta = \pm |y_{\max} - y_{\min}| / t_R, \quad (9)$$

где y_{\max} и y_{\min} – максимальное и минимальное значения в экспериментальном массиве данных. Для данного случая

$$\delta = \pm |398 - 53,8| / 8,43 = \pm 40,8 \text{ кДж/моль},$$

что составляет $\pm 20,6\%$ от среднего значения функции. Такая точность характерна для определения энергии активации самодиффузии как усредненной для различных диапазонов температур в пределах твердого состояния вещества, сильно отличающихся для различных металлов.

Исходя из представления о природе жидкоподвижных частиц, потенциально способных к выходу из узлов кристаллической решетки при превышении ими энергии теплового движения, равной ΔH_m , оказывается, что для обеспечения самодиффузии, т.е. броуновского самодвижения атомов в объеме кристалла требуется дополнительная энергия активации. Следовательно, такие частицы должны обладать энергией $\Delta H_m + E_{sd}$ и составлять лишь некоторую часть от общей доли жидкоподвижных частиц. Эту долю по аналогии с выражением для общей доли жидкоподвижных частиц (3) можно выразить как

$$P_{sd} = \exp\left(-\frac{\Delta H_m + E_{sd}}{RT}\right) - \exp\left(-\frac{\Delta H_{ev}}{RT}\right). \quad (10)$$

Для иллюстрации приведем сравнительные расчеты по (3) и (10) для точки плавления металлов, чтобы иметь представление об общей доле жидкоподвижных частиц и той их части, которой обеспечивается самодиффузия, при наибольшем развитии процессов образования этих частиц в твердом теле (таблица 2).

Таблица 2 – Доли жидкоподвижных (P_{lqm}), самодиффундирующих (P_{sd}) и пароподвижных (P_{vm}) частиц при температуре плавления типичных металлов

Me	P_{lqm}	P_{sd}	P_{vm}	Me	P_{lqm}	P_{sd}	P_{vm}
Ag	0,333	$2,39 \cdot 10^{-9}$	$1,61 \cdot 10^{-11}$	Pb	0,378	$2,56 \cdot 10^{-11}$	$1,06 \cdot 10^{-16}$
Au	0,320	$1,15 \cdot 10^{-7}$	$8,16 \cdot 10^{-14}$	Pd	0,333	$7,07 \cdot 10^{-9}$	$4,58 \cdot 10^{-11}$
Be	0,323	$3,72 \cdot 10^{-6}$	$6,04 \cdot 10^{-12}$	Pr	0,501	$2,22 \cdot 10^{-8}$	$2,13 \cdot 10^{-15}$
Cd	0,273	$5,27 \cdot 10^{-7}$	$1,74 \cdot 10^{-9}$	Pt	0,368	$2,85 \cdot 10^{-8}$	$1,44 \cdot 10^{-13}$
Ce	0,559	$3,70 \cdot 10^{-5}$	$6,02 \cdot 10^{-22}$	Pu	0,690	$1,19 \cdot 10^{-4}$	$1,16 \cdot 10^{-22}$
Co	0,348	$7,38 \cdot 10^{-9}$	$4,70 \cdot 10^{-12}$	Ra	0,355	$4,03 \cdot 10^{-6}$	$2,01 \cdot 10^{-9}$
Cr	0,462	$4,35 \cdot 10^{-7}$	$4,40 \cdot 10^{-9}$	Ta	0,315	$7,90 \cdot 10^{-8}$	$4,38 \cdot 10^{-13}$
Cu	0,314	$3,99 \cdot 10^{-9}$	$1,88 \cdot 10^{-12}$	Th	0,390	$2,86 \cdot 10^{-10}$	$5,04 \cdot 10^{-16}$
Fe	0,365	$4,50 \cdot 10^{-8}$	$1,52 \cdot 10^{-10}$	Ti	0,345	$9,26 \cdot 10^{-5}$	$2,40 \cdot 10^{-13}$
Hf	0,351	$5,33 \cdot 10^{-5}$	$9,95 \cdot 10^{-13}$	Tl	0,406	$1,04 \cdot 10^{-8}$	$1,84 \cdot 10^{-15}$
In	0,400	$6,52 \cdot 10^{-12}$	$4,69 \cdot 10^{-29}$	U	0,483	$3,51 \cdot 10^{-5}$	$2,58 \cdot 10^{-17}$
La	0,535	$1,74 \cdot 10^{-8}$	$1,36 \cdot 10^{-19}$	V	0,381	$3,12 \cdot 10^{-7}$	$1,25 \cdot 10^{-11}$
Li	0,465	$2,91 \cdot 10^{-7}$	$9,19 \cdot 10^{-18}$	W	0,313	$6,37 \cdot 10^{-7}$	$2,93 \cdot 10^{-11}$
Mo	0,318	$3,44 \cdot 10^{-8}$	$1,92 \cdot 10^{-11}$	Y	0,316	$1,10 \cdot 10^{-8}$	$3,56 \cdot 10^{-12}$
Nb	0,299	$7,91 \cdot 10^{-9}$	$9,45 \cdot 10^{-14}$	Zn	0,287	$3,00 \cdot 10^{-8}$	$1,95 \cdot 10^{-9}$
Pa	0,386	$1,15 \cdot 10^{-8}$	$9,61 \cdot 10^{-14}$	Zr	0,321	$1,09 \cdot 10^{-3}$	$5,57 \cdot 10^{-15}$

Здесь в первую очередь обращает внимание сопоставимость долей жидкоподвижных частиц для различных металлов при среднем значении этого показателя 0,382. Поскольку вклад пароподвижных частиц при температуре плавления (а следовательно, и при более низких) пренебрежимо мал, не превышая 10^{-9} , то доля кристаллоподвижных частиц составит по разности с единицей величину $P_{crm} = 0,612$. Как показано в работе [8], близость отношения $P_{crm}:P_{lqm}$ именно в точке разрушения кристалла при плавлении к пропорции золотого сечения (1,618) отнюдь не случайная и раскрывает природу этого фазового перехода: выше температуры плавления доля кристаллоподвижных частиц, отвечающих за дальний порядок связи, а тем самым и за целостность кристалла, становится меньше этой критической доли, и они не способны удерживать кристалл в связанном состоянии. По-видимому, пропорция золотого сечения относится к таким общесистемным критериям, которые характеризуют предельную идеальную устойчивость целого по такому соотношению внутренних частей, когда одна из них обеспечивает структурную определенность, а другая – оптимальную адаптивность, приспособляемость [15].

Однако прежде всего необходимо проверить однородность множества P_{lqm} . В нем наибольшие отклонения характерны опять-таки для плутония, имеющего $P_{lqm} = 0,690$.

Проверка по критерию Налимова дает следующие результаты:

$$r_{\min}^{\max} = \frac{|0,382 - 0,690|}{9,14 \cdot 10^{-2} \sqrt{31/32}} = 3,424 > r_{cr} = 1,483 \cdot 30^{0,187} = 2,773.$$

Следовательно, неравенство не удовлетворяется, и «выскакивающее» значение должно быть исключено из рассматриваемого множества. Следует отметить, что при всей востребованности плутония он является искусственным радиоактивным элементом, трудно поддающимся надежной очистке [1].

В исключенном от плутония множестве среднее значение $P_{lqm} = 0,372$, а наиболее отклоняющаяся величина P_{lqm} относится к церию, составляя 0,559. При этом получается вполне однородное множество:

$$r_{\min}^{\max} = \frac{|0,372 - 0,559|}{7,21 \cdot 10^{-2} \sqrt{30/31}} = 2,636 < r_{cr} = 1,483 \cdot 29^{0,187} = 2,784,$$

и новое среднее значение в пределах среднеквадратической ошибки

$$\overline{P_{lqm}} = 0,372 \pm 7,21 \cdot 10^{-2} = 0,300 \div 0,444$$

включает пропорцию золотого сечения по бесструктурной составляющей (0,382) с отличием от уточненного среднего значения всего на 2,6%.

Обсуждение результатов

Что касается доли самодиффундирующих частиц, то она, конечно, намного меньше общей доли жидкоподвижных частиц, которые служат своеобразным резервуаром для всех более энергичных частиц. Благодаря им происходит отклонение твердого тела от равновесного состояния при быстром нагреве, при упругой и пластической деформации, а также разрушение кристалла, с одной стороны, и восстановление равновесного состояния, с другой. Для инициирования этих процессов достаточно лишь небольшой доли жидкоподвижных частиц, наиболее близкой к тепловой энергии испарения, составляя от нее около половины. Сама же доля самодиффундирующих частиц превышает долю пароподвижных на два и более порядков. С этим согласуется весьма слабая испаряемость твердых тел в сравнении с их свойствами, определяемыми существованием жидкоподвижных частиц (растворимость, пластичность), которые, как и другие характеристики твердого, жидкого и газообразного состояний, раскрываются с единых позиций в рамках концепции хаотизированных частиц [16, 17].

Ввиду большого разнообразия диапазонов изменения долей самодиффундирующих частиц для различных металлов ограничимся примером температурной зависимости P_{sd} для железа (рис. 2) по формуле (10).

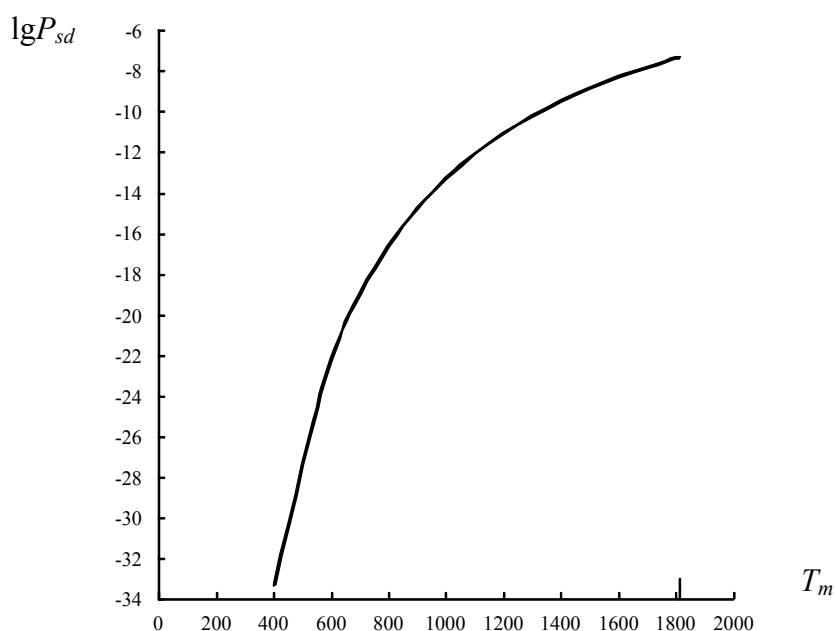


Рисунок 2 – Зависимость доли самодиффундирующих частиц от температуры для железа

Выводы

1. На примере типичных металлов установлено, что энергия активации самодиффузии выше теплоты плавления и ниже теплоты испарения. Это соответствует диапазону существования жидкоподвижных частиц по классификации на основе концепции хаотизированных частиц.

2. Предложена формула для оценки энергии активации самодиффузии, согласно которой она составляет около половины от теплоты испарения вещества.

3. С помощью температурной зависимости для доли жидкоподвижных частиц выражена аналогичная закономерность для доли самодиффундирующих частиц. Показано, что в точке плавления эта доля, как правило, не превышает 10^{-5} .

4. Принадлежность самодиффундирующих частиц к классу жидкоподвижных частиц дополняет представление о последних как о резервуаре для реализации равновесных и неравновесных состояний кристаллического вещества, таких как предрасположенность к растворению и плавлению, к упругой и пластической деформации, в которых роль самодиффундирующих частиц по их наиболее высокому энергетическому статусу сводится к иницированию соответствующих изменений этих состояний.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Свойства элементов: Справ, изд. / Под ред. Дрица М.Е. – М.: Металлургия, 1985. – 672 с.
- 2 Больцман Л. Избранные труды. Молекулярно-кинетическая теория газов. Термодинамика. Статистическая механика. Теория излучения. Общие вопросы физики. – М.: Наука, 1984. – 590 с.
- 3 Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика. – М.: Высш. школа, 1983. – 416 с.
- 4 Malyshev V.P., Nurmagambetova (Makasheva) A.M. United interpretation of aggregate substance conditions by degree of its chaotization // Eurasian Physical technical journal. – 2004. – Vol. 1. – № 2. – P. 10-14.
- 5 Малышев В.П., Бектурганов Н.С., Турдукожаева (Макашева) А.М., Сулейменов Т. Основные понятия и зависимости в концепции хаотизированных частиц // Вестник Национальной инженерной академии РК. – 2009. – № 1. – С. 71-85.
- 6 Малышев В.П., Турдукожаева А.М., Сулейменов Т. Виртуальность твердого, жидкого и газообразного состояний вещества // Энциклопедия инженера-химика. – 2009. – № 12. – С. 13-23.
- 7 Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M. Boltzmann distribution as a basis of the concept of randomized particles // Industrial technology and engineering. – 2011. – № 1. – P. 61-76.
- 8 Малышев В.П., Абдрахманов Б.Т., Нурмагамбетова А.М. Плавкость и пластичность металлов. – М.: Научный мир, 2004. – 148 с.
- 9 Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1977. – 207 с.
- 10 Рузинов Л.П. Статистические методы оптимизации химических процессов. – М.: Химия, 1972. – 486 с.
- 11 Дукарский О.М., Закурдаев А.Г. Статистический анализ и обработка данных на ЭВМ “Минск-22”. – М.: Статистика, 1971. – 179 с.
- 12 Сиськов В.И. Корреляционный анализ в экономических исследованиях. – М.: Статистика, 1975. – 168 с.
- 13 Шеннон К.Э. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
- 14 Малышев В.П. К определению ошибки эксперимента, адекватности и доверительного интервала аппроксимирующих функций // Вестник НАН РК. – 2000. – № 4. – С. 22-30.
- 15 Сороко Э.М. Управление развитием социально-экономических структур. – Минск: наука и техника, 1985. – 144 с.
- 16 Малышев В.П., Турдукожаева А.М., Оспанов Е.А., Саркенов Б. Испаряемость и кипение простых веществ. – М.: Научный мир, 2010. – 304 с.
- 17 Малышев В.П., Бектурганов Н.С., Турдукожаева А.М. Вязкость, текучесть и плотность веществ как мера их хаотизации. – М.: Научный мир, 2012. – 288 с.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Svoystva elementov: Sprav, izd. / Pod red. Drica M.E. M.: Metallurgiya, 1985. 672 s.
- 2 Bolcman L. Izbrannye trudy. Molekulyarno-kineticheskaya teoriya gazov. Termodinamika. Statisticheskaya mexanika. Teoriya izlucheniya. Obshhie voprosy fiziki. – M.: Nauka, 1984. – 590 s.
- 3 Leontovich M.A. Vvedenie v termodinamiku. Statisticheskaya fizika. – M.: Vyssh. shkola, 1983. – 416 s.
- 4 Malyshev V.P., Nurmagambetova (Makasheva) A.M. United interpretation of aggregate substance conditions by degree of its chaotization // Eurasian Physical technical journal. – 2004. – Vol. 1. № 2. R. 10-14.
- 5 Malyshev V.P., Bekturganov N.S., Turdukozhaeva (Makasheva) A.M., Sulejmenov T. Osnovnye ponyatiya i zavisimosti v koncepcii хаotizirovannyx chastic // Vestnik Nacionalnoj inzhenernoj akademii RK. – 2009. – № 1. – S. 71-85.
- 6 Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M., Sulejmenov T. Virtualnost tverdogo, zhidkogo i gazoobraznogo sostoyaniy veshhestva // Enciklopediya inzhenera-ximika. – 2009. – № 12. – S. 13-23.
- 7 Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M. Boltzmann distribution as a basis of the concept of randomized particles // Industrial technology and engineering. – 2011. – № 1. – P. 61-76.
- 8 Malyshev V.P., Abdraxmanov B.T., Nurmagambetova A.M. Plavkost i plastichnost metallov. M.: Nauchnyj mir, 2004. 148 s.
- 9 Nalimov V.V. Teoriya eksperimenta. M.: Nauka, 1977. 207 s.
- 10 Ruzinov L.P. Statisticheskie metody optimizacii ximicheskix processov. M.: Ximiya, 1972. 486 s.
- 11 Dukarskij O.M., Zakurdaev A.G. Statisticheskij analiz i obrabotka dannyx na EVM “Minsk-22”. M.: Statistika, 1971. 179 s.
- 12 Siskov V.I. Korrelyacionnyj analiz v ekonomicheskix issledovaniyax. M.: Statistika, 1975. 168 s.
- 13 Shennon K.E. Imitacionnoe modelirovanie sistem – iskusstvo i nauka. – M.: Mir, 1978. – 418 s.

14 Malyshev V.P. K opredeleniyu oshibki eksperimenta, adekvatnosti i doveritelnogo intervala approksimiruyushhix funkciy // Vestnik NAN RK. 2000. № 4. S. 22-30.

15 Soroko E.M. Upravlenie razvitiem socialno-ekonomicheskix struktur. – Minsk: nauka i texnika, 1985. – 144 s.

16 Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M., Ospanov E.A., Sarkenov B. Isparyaemost i kipenie prostyx veshhestv. – M.: Nauchnyj mir, 2010. – 304 s.

17 Malyshev V.P., Bekturganov N.S., Turdukozhaeva A.M. Vyazkost, tekuchest i plotnost veshhestv kak mera ix хаotizacii. – M.: Nauchnyj mir, 2012. – 288 s.

Резюме

В.П. Малышев, А.М. Мақашева

ӨЗДІГІНЕН ДИФФУЗИЯЛАНУДАҒЫ БЕЛСЕНДІРІЛУ ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ БЕЙБЕРЕКЕТТЕНГЕН БӨЛШЕКТЕР ТҰЖЫРЫМДАМАСЫМЕН БАЙЛАНЫСЫ

Типтес металдар бойынша өздігінен диффузиялану белсенділігінің энергиясы және қайнау, балқу жылулары бойынша анықтамалық мәліметтерге талдау жасау негізінде өздігінен диффузияланудың белсендіру энергиясы, осы металдардың балқу жылуынан жоғары және булану жылуынан төмен болып қалатыны анықталды. Бұл бейберекеттенген бөлшектер тұжырымдамасы негізінде топтастыру бойынша сұйық қозғалысты бөлшектер болатын диапазонға сәйкес келеді.

Қатты күйде өздігінен диффузиялануға қабілетті бөлшектердің энергетикасы бойынша сұйыққозғалысты бөлшектер болатын диапазонға сәйкес келу факті, бейберекеттенген бөлшектердің осы класының қосымша маңызды физикалық мағынасын дәлелдейді. Металдардың ерігіштігі мен иілгіштігін қамтамасыз етумен қатар, сұйық қозғалысты бөлшектер әрі диффузияға қабілетті бола тұрып, осы негізде өзінің ұтқыр табиғатын және тепе-теңдіктегі термодинамикалық күйден тепе-тең емес кинетикалыққа ауысқанда иілгіштік пен ерігіштіктің іске асу механизмін барынша дәлдікпен айқындайды.

Өздігінен диффузияланудың белсендіру энергиясына бағалау жасау үшін формула ұсынылды, оған сәйкес ол, заттың булану жылуының жартысына жақынын құрайды. Өздігінен диффузияланатын бөлшектердің үлесі үшін температуралық тәуелділік шығарылып алынды.

Тірек сөздер: балқу жылуы, қайнау жылуы, өздігінен диффузиялану, бейберекеттенген бөлшектер, металдар.

Summary

V.P. Malyshev, A.M. Makasheva

CONTACT THE ACTIVATION ENERGY OF SELF-DIFFUSION OF THE CONCEPT OF RANDOMIZED PARTICLES.

Based on the analysis of reference data for the heat of melting, the heat of boiling and the activation energy of self-diffusion for typical metals found that the activation energy of self-diffusion remains above the melting heat and lower heat of evaporation of these metals. This corresponds to the existence of liquid-mobile particles by classification based on the concept of randomized particles.

The fact that the particles are able to self-diffusion in the solid state, the energy correspond to the range of the existence liquid-mobile particles, indicating a further important physical sense of this class of randomized particles. In addition to providing plasticity and solubility of metals, liquid-mobile particles being also diffusing and, on this basis more specifically reveal its mobile nature and implementation mechanism of the plasticity and solubility of the transition from the state of thermodynamic equilibrium to a nonequilibrium kinetic.

A formula for estimating the activation energy of self-diffusion is proposed by which it is approximately half of the heat of evaporation of the substance. The temperature dependence of the proportion of self-diffusion of the particles is derived.

Keywords: heat of melting, heat of boiling, self-diffusion, randomized particles, metals.

Поступила 20.12.2013 г.

Н.С. БУКТУКОВ, Е.И. РОГОВ, Г.П. МЕТАКСА

(Институт Горного дела им. Д.А. Кунаева, Алматы. Казахстан)

СТРУКТУРА НООСФЕРЫ В НАЧАЛЕ 21 ВЕКА (пространственно-временные взаимосвязи)

Аннотация

Структура ноосферы подчиняется законам пространственно – временных откликов на внешние воздействия по частотному признаку, которой предопределяет направленность развития научного знания в каждой подгруппе разработанной матрицы. Пространственные уровни рассмотрения определяются скоростными параметрами системы «воздействие – отклик» и отображают уровни накопленной научной мысли по соответствующему частотному признаку направлению.

Практическая ценность работы заключается в появлении возможности прогнозировать направления развития научной мысли на следующем этапе и движения, т.е. к 21 веку.

Ключевые слова: ноосфера, пространство, время, частота, формы преобразования, структура ноосферы.

Keywords: noosphere, space, time, frequency, shape transformation, the structure of the noosphere.

Тірек сөздер: ноосфера, кеңістік, уақыт, жиілік, қайта жаңару түрлері, ноосфера құрылымы.

Двадцать первый век должен дать практические разрешения всех накопленных современной цивилизацией проблем: от угрозы глобального потепления и изменения направления морских течений до изменения психологии людей. Все эти причинно-следственные связи имеют единую обусловленность, о чем свидетельствуют многочисленные догадки интуитивного происхождения и малочисленные научные работы.

Научная сфера (ноосфера) накопила большой объем знаний, распределенных по многочисленным направлениям, на первый взгляд не связанными между собой. Наша задача сводится к поиску общих закономерностей, которыми пользуются все отрасли специальных знаний для описания механизмов отклика на внешние воздействия.

Наиболее общим для всех наук представлением о всех формах движения является понятие скорости, в котором пространство и время связаны линейным соотношением [1]:

$$V = \frac{S}{T} = \frac{\lambda}{T} \quad (1)$$

где: V - скорость, S , λ - путь или длина волны, T - время или период волны.

Диапазон наших знаний о скоростных соотношениях находится в пределах (от скоростей смещения горных пород) от миллиметров в год до $3 \cdot 10^8$ м/с (для скорости распространения электромагнитных волн). Более узкий диапазон скоростей характеризует механические перемещения в структурированных средах: твердофазных, жидкофазных и газофазных. В этом случае для оценки скорости используются степенные соотношения

$$\text{Для твердых веществ} \quad V_{np.}^2 = \frac{E}{\rho}; \quad V_{non.}^2 = \frac{G}{\rho} \quad (2)$$

$$\text{Для жидкостей} \quad V_{жс}^2 = \frac{\gamma}{\nu \cdot \beta} \quad (3)$$

Для газов
$$V_2^2 = \frac{\gamma \cdot P}{\rho} \quad (4)$$

где: E - модуль Юнга, G - модуль сдвига, ρ - плотность, γ - отношение тепло-емкостей $\gamma = c_p/c_v$, β - изотермическая сжимаемость, P - давление.

Здесь плотность и структурные особенности веществ в различных состояниях проявляют себя со скоростями меньшего, чем в первом случае диапазона: от мм/с до 240 км/с (движение Солнечной системы по орбите).

Следующий уровень пространственно-временных соотношений был открыт Кеплером и сформулирован в виде третьего закона, а именно для всех планет Солнечной системы справедливо отношение:

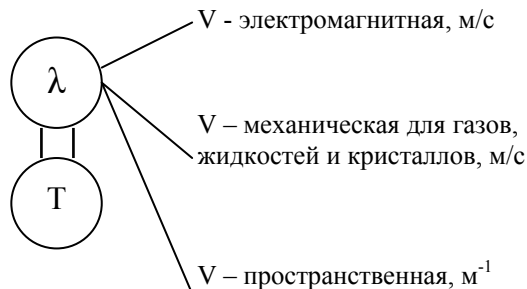
$$\frac{R^3}{T^2} = const \quad (5)$$

где: R - расстояние от Солнца до планеты, T - период обращения планеты.

Нами было показано, что этот закон характеризует динамическое равновесие не только между планетами нашей системы. Он справедлив также для многих внутрипланетных процессов биосферы и техносферы [2].

Причинно-следственные явления от любого вида взаимодействия определяются законом комплексных (призматических) взаимодействий, устанавливающих связь между причиной и следствием через вышеназванные пространственно-временные соотношения для каждого уровня рассмотрения. Так, любое взаимодействие, описываемое законами теории колебаний, имеет свои пространственные (λ) и временные (T) параметры, которые могут проявить себя на всех уровнях рассмотрения в зависимости от вида преобразования энергии и особенностей среды отклика на внешнее любое воздействие.

Ниже приводится функциональная схема взаимодействия для обоих параметров.



В качестве примера возьмем размер структурной единицы, соответствующей максимальной частоте 10^{13} Гц, характерной для тепловых колебаний кристаллической решетки твердого вещества. Зная, что любое движение в окружающей среде вызывает как механический так и электромагнитный отклик (эффект рамки с проводником), можно рассчитать в каких пространственных условиях реализуется резонансный отклик на этой частоте ($\lambda = V/\nu$) [3]:

- для электромагнитных волн:

$$\lambda_1 \approx 3 \cdot 10^8 / 10^{13} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 30 \text{ мкм} - \text{размер, характерный для зерен в поликристаллах};$$

- для механических волн в твердом теле:

$$\lambda_2 \approx 5 \cdot 10^3 / 10^{13} = 5 \cdot 10^{-10} = 5 \text{ \AA} - \text{размер, характерный для межатомных расстояний кристалла};$$

- для механических волн в жидкости:

$$\lambda_3 \approx 1500 / 10^{13} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 1,5 \text{ \AA} - \text{размер, характерный для межатомных расстояний};$$

$$\lambda_4 \text{ (для газов)} \approx 330 / 10^{13} = 3,3 \cdot 10^{-11} \text{ м} - \text{порядок величин для внутриатомных расстояний}.$$

Для каждой структурной единицы можно определить период T , в течение которого она сохраняет динамическое равновесие по третьему закону Кеплера (5). Так, для твердого состояния при $R = \lambda_1$ получим период $T \approx 89,6$ с. Именно такого порядка величин дают сейсмограммы при землетрясениях.

Если рассмотреть диапазон всех открытых к настоящему времени видов отклика, выразив их в герцах, и распределить по перечисленным уровням рассмотрения, получим матрицу соответствия, в которой семи диапазонам спектра колебаний, взятым через 3 порядка величин [4], соответствуют 4 вида преобразований (таблица 1).

Таблица 1 - Структура современной ноосферы

Частота, Гц Вид преобразования	$10^0 - 10^3$	$10^3 - 10^6$	$10^6 - 10^9$	$10^9 - 10^{12}$	$10^{12} - 10^{15}$	$10^{15} - 10^{18}$	$10^{18} - 10^{21}$
электромагнитное	промышленная электротехника	радиотехника	телеметрия	СВЧ-техника	инфракрасная техника	оптика, лазерная техника, физика заряженных частиц	ядерная техника, радиационная физхимия
механическое	теплотехника, механика	акустика, теория дефектов	ультразвуковая техника, теория упругости	теория теплопроводности	теория горения, взрывотехника	нет механических взаимодействий	нет механических проявлений
гравитационное, по третьему закону Кеплера	биотехнология, молекулярная химия	кристаллохимия, рентгенофизика	теория электролиза	термоядерные процессы	теория физического вакуума	холодные ядерные реакции	реликтовое излучение
комплексное (призматическое)	тектоносфера	техносфера	атмосфера	гидросфера	биосфера	социосфера	резонансная часть ноосферы

Полученная матрица 7x4 является моделью структуры современной ноосферы, включающей перечень существующих знаний, полученных в ходе развития современной техносферы. Первая строка матрицы отражает достижения промышленной электротехники, радиомеханики, телеметрии, СВЧ-техники, инфракрасной техники, оптики и лазерной техники, ядерной техники и радиационной физхимии.

Вторая строка матрицы соответствует формам механических преобразований по степенным соотношениям и включает знания этой области вплоть до оптического диапазона частот (выше – механических колебаний не существует). Здесь представлены достижения механики, теплотехники, акустики, ультразвуковой техники, теории теплопроводности, горения и взрыва.

Для третьей строки матрицы, построенной по масштабным признакам, наиболее представительными являются биотехнология, кристаллохимия, электролиз, термоядерные процессы и некоторые доказательства существования физического вакуума.

На уровне призматических преобразований находятся науки, отражающие комплексные взаимодействия предыдущих уровней рассмотрения: тектоносфера, техносфера, атмосфера, гидросфера, биосфера, социосфера и ноосфера.

Полученная матрица дает представление о взаимной обусловленности причин со следствиями и может быть полезна специалистам, занимающимся проблемой сохранения равновесия планеты, которая взаимодействует с окружающей средой в режиме взаимного обмена энергиями с

конкретными пространственно-временными параметрами. Так, например, в случае совпадения частотных режимов отклика и воздействия мы имеем резонансный режим взаимодействия, который может выражать себя в зависимости от частоты во всех видах преобразования (излучение, нагрев, взрыв, поляризация, смещение и др.).

При совпадении частотных или пространственных признаков любое воздействие и отклик сопровождаются максимальным поглощением энергии и в зависимости от емкости принимающей системы или способности к переизлучению могут либо сохранить равновесие или перейти в новое состояние.

Таким образом, выполненная работа содержит результаты анализа накопленных наукой и техникой знаний с позиций градации пространственно - временных соотношений по линейному, степенному и гравитационному признакам. Показано, что для уровня линейных пространственно – временных признаков (электромагнитные взаимодействия) получили развитие такие отрасли науки как электромеханика, радиотехника, телеметрия, СВЧ и ИК – техники, оптика, ядерная физика. Для механических взаимодействий (степенные соотношения) при возрастании частоты на три порядка возникли и практически используются теплотехника, механика, акустика, ультразвуковая техника, теории теплопроводности, горения и взрывотехника.

По пространственно – временным соотношениям, определяемым третьим законом Кеплера развиваются биотехнология, кристаллохимия, электролиз, термоядерные процессы, холодный ядерный синтез.

При комплексных взаимодействиях, включающих реакции отклика вещества на неоднородные структурированные среды, попадают процессы в которых могут протекать реакции отклика с разными скоростями (призматические преобразования), т.е. реализуются все макропроцессы характеризующие адаптацию среды на внешние воздействия со стороны тектоносферы, техносферы, атмосферы, гидросферы, биосферы, социосферы и ноосферы.

Практическая ценность выполненной работы заключается в появлении возможности прогнозировать направления развития научной мысли на следующем этапе ее развития, т.е. в 21 веке для каждого вида трансформации поступающей энергии.

В соответствии с существующей частотной шкалой можно планировать развитие конкретной отрасли науки по разработанной матрице. В связи с возрастанием интенсивности гамма – излучения при перемещении нашей планеты в мировом пространстве в 21 веке можно прогнозировать скачкообразное развитие новых отраслей ноосферы по законам, сформулированным в разработанной матрице. Так, например, в горном деле будут развиваться такие наукоемкие геотехнологии, которые требуют комплексного использования всех достижений смежных наук:

- Глубокая переработка минерального сырья (безотходные технологии);
- Использование месторождений в качестве реакторов повторного использования без нарушений условий природного залегания;
- Практическое применение реакций холодного ядерного синтеза.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Яворский Б.М., Детлаф Д.А. Справочник по физике. - М., Наука, 1984, 942 с.
- 2 Буктуков Н.С., Метакса Г.П., Молдабаева Г.Ж. Спектральный состав откликов на внешнее воздействие при разработке месторождений открытым способом // Научно – техническое обеспечение горного производства, т. №83, с. 144 – 149, 2013
- 3 Метакса Г.П., Сармурзина Р.Г. Особенности формирования системных связей в твердом веществе. - Алматы, 1993, Мин. Науки и НТ, 22 с.
- 4 Даниленко В.М. Доклад на I Вс. Школе по диаграммам состояние. Б. Ялта (Кацивели), 1978.

REFERENCES

- 1 Javorskij B.M., Detlaf D.A. Spravochnik po fizike, M., Nauka, 1984, 942 s.
- 2 Buktukov N.S., Metaksa G.P., Moldabaeva G.Zh. Spektral'nyj sostav otklikov na vneshnee vozdejstvie pri razrabotke mestorozhdenij otkryтым способом, Nauchno – tehническое obespechenie gornogo proizvodstva, t. №83, s. 144 – 149, 2013
- 3 Metaksa G.P., Sarmurzina R.G. Osobennosti formirovaniya sistemnyh svyazej v tver-dom veshhestve. - Almaty, 1993, Min. Nauki i NT, 22 s.
- 4 Danilenko V.M. Doklad na I Bs. Shkole po diagrammam sostojanie. B. Jalta (Kaciveli), 1978.

Резюме

Н.С. Буктиков, Е.И. Рогов, Г.П. Метакса

(Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен ісі институты, Алматы. Қазақстан)

21 ҒАСЫРДЫҢ БАСЫНАҒЫ НООСФЕРА ҚҰРЫЛЫМЫ (кеңістіктік-уақыттық өзара байланыс)

Ноосфера құрылымы зерттелген матрицаның әрбір топшасындағы ғылыми танымның даму бағыттарын анықтайтын жиілік белгісі бойынша сыртқа әсеретегін кеңістіктік-уақыттық баға беру заңына бағынады. Талқылаудың кеңістіктік деңгейі «сер ету – баға беру» жылдамдық параметрлер жүйесімен аықталады және бағыттың жиілік белгілеріне сәйкес келетін жинақталған ой-пікір деңгейімен бейнеленеді.

Алдағы кезен мен қозғалыстарда, яғни 21 ғасырда ғылыми ой-пікірдің даму бағыттарын болжауға мүмкіндік тууы – жұмыстың практикалық бағалылығы болып табылады.

Тірек сөздер: ноосфера, кеңістік, уақыт, жиілік, қайта жаңару түрлері, ноосфера құрылымы.

Summary

N.S. Buktukov, E.I. Rogov, G.P. Metaksa

(Mining institute of D. A. Kunayev, Alma-Ata. Kazakhstan)

STRUCTURE OF NOOSPHERE THE EARLY 21ST CENTURY (spatio-temporal interconnection)

Noosphere structure obeys the laws of space - time response to external stimuli on the basis of frequency , which determines the orientation of the development of scientific knowledge in each sub- matrix developed . Levels are determined by considering the spatial parameters of the system speed "impact - response" and display the accumulated levels of scientific thought on the basis of the direction of the appropriate frequency .

The practical value of the work lies in the possibility to predict the appearance of lines of development of scientific thought in the next step and movement , that is to the 21st century.

Keywords: Noosphere, space, time, frequency, shape transformation, the structure of the noosphere.

Поступила 22.12.2013 г.

УДК 669.4'776.017.3 - 985 - 984

В. Н. ВОЛОДИН, Н.М. БУРАБАЕВА, С.А. ТРЕБУХОВ

(АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения», г. Алматы)

ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД ЖИДКОСТЬ-ПАРА В СИСТЕМЕ СЕЛЕНИД СВИНЦА – СЕЛЕН ПРИ АТМОСФЕРНОМ И НИЗКИХ ДАВЛЕНИЯХ

Аннотация

На основании величины парциального давления насыщенного пара составляющих системы селенид свинца - селен рассчитаны границы полей сосуществования жидкости и пара при 101325, 100 и 10 Па. Температура кипения заэвтектических сплавов при атмосферном давлении размещена в области распада системы, доэвтектических – в двухфазной области PbSe+Ж. Кривая изменения состава пара практически во всем интервале концентраций растворов совпадает с ординатой селенового края диаграммы

состояния, что свидетельствует о возможности полного удаления примеси свинца в кубовый остаток. При понижении давления поле жидкость+пар сдвигается на область PbSe+Ж. Вследствие того, что поле жидких растворов вблизи селенового края диаграммы вырождено, испарение селена в вакууме будет сопровождаться одновременной кристаллизацией селенида свинца.

Ключевые слова: селенид свинца, селен, диаграмма состояния, жидкость, пар, давление пара, кипение, кристаллизация.

Тірек сөздер: қорғасын селениді, селен, күй диаграммасы, сұйықтық, бу, бу қысымы, қайнау, кристалдану.

Keywords: selenid of lead, selenium, diagram of the condition, liquid, vapor, steam pressure, boiling, crystallization.

Свинец присутствует в техническом селене в виде селенида свинца. В связи с тем, что основным способом очистки черного селена является вакуумная дистилляция, представляется необходимым определение границ фазового перехода жидкость-пар в системе PbSe-Se, позволяющего во многом определить поведение компонентов в процессе испарения.

Термодинамические исследования системы в большинстве своем посвящены определению давления пара и некоторых констант для твердого селенида свинца. В системе свинец-селен присутствует соединение PbSe [1] с очень узкой областью гомогенности ($\pm 0,012$ ат.% [2]), плавящееся при $1080,7$ °C ($1353,7$ К). Эвтектика при $327,2$ °C вырождена, сплав эвтектического состава содержит $0,013$ ат.% Se. При $76-98,8$ ат. % селена наблюдается расслаивание.

Определением давления и состава пара твердого селенида свинца занимался ряд исследователей [2-5]. Авторы [3] методом испарения с открытой поверхности при $774-941$ К и методом Кнудсена при $914-991$ К определили давление пара твердого селенида свинца. В работе приводятся сведения о том, что давление пара селена для бинарной диаграммы Pb-PbSe вплоть до 930 °C меньше $0,1$ Па, в паре присутствует в основном селенид свинца. Рассчитанная величина теплоты сублимации селенида свинца – $211,17$ кДж/моль. В системе PbSe-Se до 681 °C давление пара селена отвечает уравнению: $\ln p_{Se} [Па] = 23,693 - 11684 \cdot T^{-1}$.

В исследовании [4] торзионным методом Лэнгмюра при $887-948$ К и торзионно-эффузионным методом при $936-1106$ К определено давление пара селенида свинца и рассчитана энтальпия испарения, составившая величину $232,88$ кДж/моль. Авторами [5] также методом Кнудсена определено давление пара селенида свинца при $936-1016$ К и энтальпия испарения, равная 223 кДж/моль. Работы по определению величины и состава пара селенида свинца обобщены в [6,7]. Масс-спектрометрическими исследованиями [7] установлено конгруэнтное испарения кристаллического PbSe. Присутствие в паровой фазе Se_2 и Pb по аналогии с сульфидом свинца весьма незначительно.

В монографии [8] фазовое равновесие жидкость-пар в системе свинец-селен рассчитано на основании ряда допущений с соответствующими погрешностями. Вместе с тем, к настоящему времени нами экспериментально определено давление компонентов в системе PbSe-Se, что позволяет рассчитать температуру кипения и состав паровой фазы над растворами.

Целью настоящего исследования являлось определение границ фазового перехода жидкость-пар в системе селенид свинца-селен.

Нами принят за основу метод определения границ фазового перехода жидкость-пар на основании парциальных давлений насыщенного пара составляющих системы.

Экспериментально определенное давление пара селена (p_{Se}) и селенида свинца (p_{PbSe}) соответствует выражениям:

$$\begin{aligned} \ln p_{Se} [Па] &= (-5323 x_{Se}^4 + 15419 x_{Se}^3 - 17258 x_{Se}^2 + 10230 x_{Se} - 15042) \cdot T^{-1} + \\ &+ 10,768 x_{Se}^4 - 31,195 x_{Se}^3 + 34,92 x_{Se}^2 - 20,704 x_{Se} + 30,216 + \ln x_{Se}, \text{ и} \\ \ln p_{PbSe} [Па] &= (-5323 x_{PbSe}^4 + 12970 x_{PbSe}^3 - 11748 x_{PbSe}^2 + \\ &+ 5199 x_{PbSe} - 25189 + 679 \ln x_{PbSe}) \cdot T^{-1} + \end{aligned}$$

$$+ 10,768 x_{PbSe}^4 - 26,234 x_{PbSe}^3 + 23,758 x_{PbSe}^2 - 10,509 x_{PbSe} + 29,637 - 0,377 \ln x_{PbSe},$$

где: x_{Se} , x_{PbSe} - мольные доли селена и селенида свинца в сплаве, T - температура, К.

Температуру кипения определяли равной температуре, при которой сумма парциальных давлений пара компонентов, составляющих систему, в соответствии с законом Дальтона равна атмосферному (101325 Па) или другому давлению, соответствующему условиям вакуумных технологий. Состав паровой фазы над раствором определенного состава (x_1 , $x_2=1-x_1$) определяли как

$$y_1 = \frac{p_1}{p_1 + p_2},$$

где y_1 – концентрация 1-го компонента в паре.

Границы фазовых переходов жидкость-пар: температура кипения и соответствующий ей состав пара, при атмосферном давлении, 100 и 10 Па приведены в табл.

В связи с тем, что при понижении давления до 100 и 10 Па температура кипения жидкого селенида свинца снижается ниже его температуры плавления в расчетах использована зависимость давления пара из работы [7] для кристаллического селенида свинца, приведенная выше. При расчетах для низких давлений вследствие весьма малого значения величины давления пара селенида свинца над растворами селенового края диаграммы состояния (так как состав сплава при дистилляции летучего с кристаллизацией твердой фазы в изотермических условиях остается постоянным) последнее условно принято равным нулю.

Таблица – Температура кипения и состав паровой фазы для сплавов системы PbSe-Se при давлении 0,1 МПа, 100 и 10 Па

Содержание Se в сплаве, мол. доля	Давление, Па:					
	101325		100		10	
	Температура кипения, °С	Содержание PbSe в паре, мольная доля	Температура кипения, °С	Содержание PbSe в паре, мольная доля	Температура кипения, °С	Содержание PbSe в паре, мольная доля
1	687	0	344	~0	279	~0
0,8	687	$8,93 \cdot 10^{-5}$	344	~0	279	~0
0,6	688	$8,86 \cdot 10^{-5}$	344	~0	279	~0
0,4	690	$9,83 \cdot 10^{-5}$	344	~0	279	~0
0,2	689	$9,90 \cdot 10^{-5}$	344	~0	279	~0
0,1	696	$1,18 \cdot 10^{-4}$	344	~0	279	~0
$5 \cdot 10^{-2}$	715	$1,99 \cdot 10^{-4}$	344	~0	279	~0
$1 \cdot 10^{-2}$	803	$1,51 \cdot 10^{-3}$	-	-	-	-
$5 \cdot 10^{-3}$	855	$4,20 \cdot 10^{-3}$	-	-	-	-
$1 \cdot 10^{-3}$	1000	0,0481	681	0,0380	536	0,0025
$5 \cdot 10^{-4}$	1068	0,1260	728	0,1404	575	0,0113
$1 \cdot 10^{-4}$	1189	0,5563	789	0,6559	665	0,2328
$5 \cdot 10^{-5}$	1214	0,7355	798	0,8108	689	0,4733
$1 \cdot 10^{-5}$	1237	0,9385	805	0,9591	710	0,8618
0	1243	1	807	1	715	1

Границы фазового перехода при атмосферном давлении и в вакууме для концентрационного интервала, соответствующего квазибинарной системе PbSe-Se нанесены на равновесную диаграмму состояния [2] и приведены на рис.

На диаграмме состояния отображены три области сосуществования жидкости и пара при давлениях 101325 (атмосферном), 100 и 10 Па. Температура кипения заэвтектических сплавов при атмосферном давлении размещена в области расслаивания системы, доэвтектических – в двухфазной области PbSe+Ж. Кривая изменения состава пара практически во всем интервале концентраций растворов совпадает с ординатой селенового края диаграммы состояния. Это свидетельствует о возможности практически полного удаления примеси свинца в селене переводом последнего в паровую фазу. Свинец в виде селенида свинца полностью будет концентрироваться в кубовом остатке.

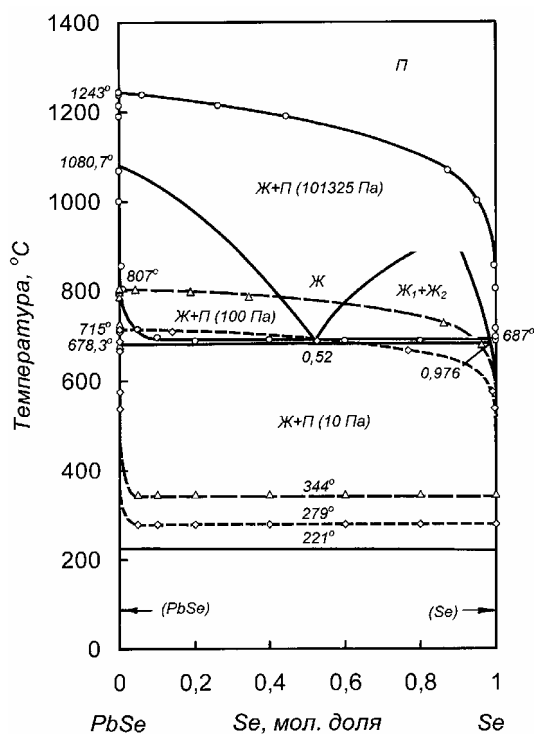


Рисунок 4 – Диаграмма состояния системы селенид свинца-селен

При понижении давления поле жидкость+пар (Ж+П) сдвигается на область PbSe+Ж. Причем, вследствие того, что поле жидких растворов вблизи селенового края диаграммы вырождено, испарение селена в вакууме будет сопровождаться одновременной кристаллизацией селенида свинца.

Примесь свинца в виде селенида сконцентрируется в остатке от дистилляции. Предотвратить процесс кристаллизации PbSe повышением технологического давления не представляется возможным из-за весьма малой по концентрации ширины поля жидких растворов вплоть до атмосферного давления.

Присутствие твердой фазы в сплаве может затруднить дистилляционный процесс очистки селена при непрерывном осуществлении технологии. Вместе с тем, паровая фаза над сплавами этой части диаграммы состояния при низком давлении практически полностью будет представлена селеном.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Диаграммы состояния двойных металлических систем. Под ред. Лякишева Н.П. М.: Машиностроение, 2001. Т.3, кн.1. 872 с.
- 2 Шанк Ф. Структура двойных сплавов. М.: Металлургия. 1983. 760с.
- 3 Зломанов В.Н., Поповкин Б.А., Новоселова А.В. Определение давления насыщенного пара твердого селенида свинца // Ж. неорг. химии. 1959. Т.4. №12. С.2661-2664.
- 4 Hansen E.E., Munir Z.A., Mitchell M.J. Sublimation Pressure and Sublimation Coefficient of Singl-Crystal Lead Selenide//J. Amer. Ceram. Soc. 1969. V.52. №11. P.610-612.
- 5 Соколов В.В., Пащинкин А.С., Новоселова А.В. и др. Давление насыщенного пара твердых теллуридов олова и свинца и селенида свинца//Изв. АН СССР. Неорг. материалы. 1969. Т.5. №1. С15-19.
- 6 Исакова Р.А., Резняков А.А., Спивак М.М. Рафинирование селена. Алма-Ата, Наука. 1975. 107с.
- 7 Новоселова А.В., Пащинкин А.С. Давление пара летучих халькогенидов металлов. М.: Наука. 1978. 112с.
- 8 Володин В.Н. Фазовое равновесие жидкость-пар в двойных системах свинца при низком давлении. Караганда: ТОО «Арко». 2012. 291с.

REFERENCES

- 1 *Diagrammy sostojanija dvojnih metallicheskih sistem.* Pod red. Ljakisheva N.P. M.: Mashinostroenie, **2001**, 3, 1, 872. (in Russ.)
- 2 Shank F. *Struktura dvojnih splavov.* M.: Metallurgija, **1983**, 760. (in Russ.)
- 3 Zlomanov V.N., Popovkin B.A., Novoselova A.V. *Zh. neorg. Himii*, **1959**, 4, 12, 2661-2664. (in Russ.)
- 4 Hansen E.E., Munir Z.A., Mitchell M.J. *J. Amer. Ceram. Soc.*, **1969**, 52, 11, 610-612.
- 5 Sokolov V.V., Pashinkin A.S., Novoselova A.V. i dr. *Izv. AN SSSR. Neorg. Materialy*, **1969**, 1, 15-19. (in Russ.)
- 6 Isakova R.A., Reznjakov A.A., Spivak M.M. *Rafinirovanie seleno.* Alma-Ata, Nauka. **1975**, 107. (in Russ.)
- 7 Novoselova A.V., Pashinkin A.S. *Davlenie para letuchih hal'kogenidov metallov.* M.: Nauka, **1978**. 112. (in Russ.)
- 8 Volodin V.N. *Fazovoe ravnovesie zhidkost'-par v dvojnih sistemah svinca pri nizkom davlenii.* Karaganda. **2012**. 291. (in Russ.)

Резюме

В. Н. Володин, Н.М. Бурабаева, С.А. Требухов

(«Жер туралы ғылымдар, металлургия және кен байыту орталығы» АҚ, Алматы)

АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖӘНЕ ТӨМЕН ҚЫСЫМДА ҚОРҒАСЫН СЕЛЕНИДІ –
СЕЛЕН ЖҮЙЕСІНДЕГІ СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ БУҒА ФАЗАЛЫҚ АУЫСУЫ

Қорғасын селениді – селен жүйесін құрайтын қаныққан бу парциалды қысымының шамасына негізделіп 101325, 100 және 10 Па-да сұйық пен бу бірге жүруінің жүйек шекарасы есептелді. Атмосфералық қысымда эвтетикадан кейінгі балқымалардың қайнау температурасы жүйелердің қабаттану аймағына, ал эвтетикаға дейінгі болса PbSe+C екіфазалы аймағына орналасады. Бу құрамының қисық өзгеруі іс жүзінде ерітінділердің концентрациялар аралығы күй диаграммасының селенді шетінің ординатасымен сәйкес келеді. Ол дегеніміз кубтық қалдықтағы қорғасын қалдығын толығымен жою мүмкін екендігін дәлелдейді. Қысымды төмендеткенде сұйық+бу жазығы PbSe+C аймағына жылжиды. Сондықтан селенді күй диаграммасының қасындағы сұйық ерітінділер жазығы құлдыраған, вакуумда селеннің ұшуы қорғасын селенидінің кристалдануымен бір уақытта жүреді.

Тірек сөздер: қорғасын селениді, селен, күй диаграммасы, сұйықтық, бу, бу қысымы, қайнау, кристалдану.

Summary

V. N. Volodin, N.M. Burabaeva, S.A. Trebuhov

THE PHASE TRANSITION FROM THE LIQUID-VAPOR SYSTEM OF LEAD SELENIDE –
SELENIUM AT ATMOSPHERIC AND LOW PRESSURES

(Center for Earth Sciences, Metallurgy and Enrichment, Almaty)

Based on the amount of the partial pressure of saturated steam system components of lead selenide - selenium calculated field boundaries of coexistence of the liquid and vapor at 101325, 100 and 10 PA. Boiling point after an eutectic alloys at atmospheric pressure is placed in the area of exfoliate system, to eutectic - in the mushy region PbSe +J. Curve changes in the composition of a pair of almost all over the concentration range of solutions coincides with the ordinate selenium edge of the chart status, that testifies to possibility of complete delete of admixture of lead in a deep blue remain. At pressure drop pressure field liquid +vapor is moved on an area of PbSe +J. Due to the fact that the field of liquid solutions near selenium edge of the chart vacuously, evaporation of selenium in a vacuum will be accompanied by simultaneous crystallization of lead selenide.

Keywords: selenid of lead, selenium, diagram of the condition, liquid, vapor, steam pressure, boiling, crystallization.

Поступила 12.22.2013 г.

Л.Б.СЕЙЛОВА

(Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЦИТОМИКСИСА У АПОМИКТИЧЕСКОЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Аннотация

Приведены результаты изучения у апомиктической сахарной свеклы цитомиксиса – своеобразного явления, проявляющегося в процессе формирования пыльцы (микроспорогенеза) и приводящего к резкому возрастанию уровня мужской стерильности. Описаны прямые и косвенные морфологические доказательства, а также цитологические причины, вызывающие данный феномен. Сделан вывод о наличии тесной связи между цитомиксисом и переходом диплоидной сахарной свеклы на апомиктический путь развития.

Ключевые слова: сахарная свекла, апомиксис, микроспорогенез, цитомиксис.

Тірек сөздер: қант қызылша, апомиксис, микроспорогенез, цитомиксис.

Keywords: sugar beet, apomixis, microsporogenesis, cytotoxicity.

Цитомиксис относится к распространенным в природе явлениям, наблюдаемым в вегетативных и генеративных клетках многих растений. Как правило, он связан с нарушением клеточной репродукции и обычно сопутствует микроспорогенезу – процессу образования пыльцы [1].

В классическом варианте цитомиксис представляет собой экструзию генного материала из одной материнской клетки пыльцы (МКП) в другую и служит источником формирования в потомстве три- и моносомии, анеу- и полиплоидии, т.е. несбалансированности хромосомных чисел. В конечном итоге он приводит к частичной или полной стерильности спорогенных клеток и заметно усложняет картину нарушений мейоза [2–4].

Впервые этот феномен был обнаружен у крокуса [5], затем описан у энотеры [6], тогда же был введен термин «цитомиксис». Вопрос о причинах возникновения цитомиксиса и его последствиях до сих пор остается дискуссионным. Одни авторы относят его к артефактам – реакции клеток на механическое повреждение, фиксацию материала либо приготовление препаратов [7], другие считают его регулярно действующим механизмом, создающим в МКП патологические условия [8–11].

Цитомиксис связывают также с физиологической гетерогенностью материнских клеток пыльцы, усиливающейся при отдаленной гибридизации [12], инбридинге [13], мутагенных воздействиях [14], апомиксисе [15]. Есть данные о том, что это наследственно обусловленный процесс, находящийся под контролем ряда генов [16]. Однако остаются нерешенными вопросы, связанные с его истоками и цитологическими механизмами, с природой факторов, индуцирующих данное явление. Мы постарались восполнить этот пробел, изучив специфику и характер проявления цитомиксиса у диплоидной сахарной свеклы с факультативным апомиксисом.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований послужила диплоидная ($2n=18$) сростноплодная линия сахарной свеклы с факультативным апомиксисом. Цитологические исследования проводили на бутонах в фазе цветения, фиксированных в спирт-хлороформенной смеси (2:1) и растворе Карнуа (этанол+ледяная уксусная кислота, 3:1). Мейоз при микроспорогенезе изучали: 1) на постоянных препаратах пыльников, приготовленных по общепринятой методике и окрашенных смесью метилового зеленого и пиронина по Треванну и Шарокко [17]; 2) на временных препаратах

пыльников, окрашенных 4% ацетокармином. С использованием того же красителя определяли фертильность пыльцы. Фотосъемки производили на микроскопе ИЕНАВАЛ при увеличении 3,2x12, 3,2x24, 3,2x40.

Результаты и обсуждение

Изучалось потомство инцухт-линии, завязывающей в беспыльцевом варианте от 30 до 60% апомиктических семян. После однократного самоопыления выросших из них растений были получены три подлинии со стерильностью пыльцы более 60%, у исходной материнской линии она едва достигала 5%. В столь резком возрастании уровня стерильности существенную роль сыграл цитомиксис, протекающий у апомиктической свеклы весьма своеобразно: ни на одном из постоянно приготовленных препаратах мейоза при микроспорогенезе не была замечена свойственная классическому цитомиксису экстрюзия генного материала.

Отсутствовали и предшествующие ей картины – сближение материнских клеток пыльцы, перемещение к границам МКП ядер или отдельных хромосом, слияние протопластов и самих МКП, обмен любыми внутриклеточными элементами (рис.1).

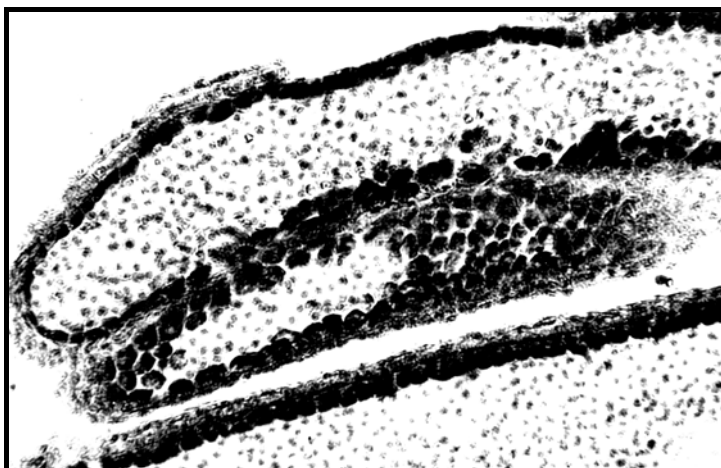


Рисунок 1 – Продольный срез пыльников нормальной свеклы

Однако наблюдалась интенсивная миграция за пределы пыльцевых мешков тетрад микроспор, одноядерной и даже взрослой, покрытой экзиной, пыльцы, движение которой было в какой-то степени целенаправленным и даже упорядоченным (рис.2,3).

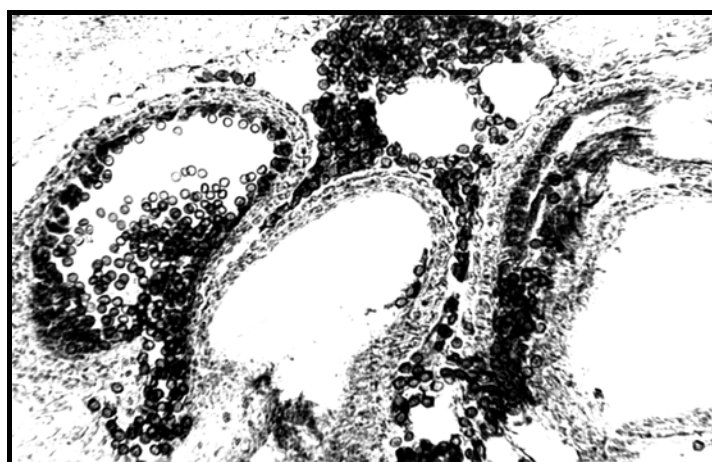


Рисунок 2 – Цитомиксис, затронувший несколько пыльников

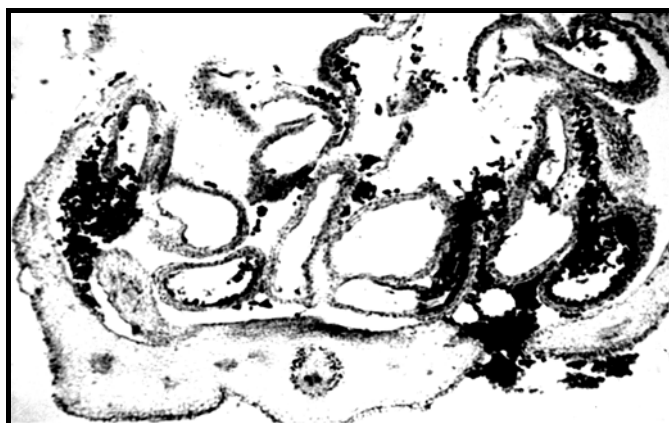


Рисунок 3 – Цитомиксисом охвачены все пыльники бутона

Содержимое пыльников вначале концентрировалось в центре либо на периферии, после чего активно устремлялось наружу по цитомиктическим каналам. Редко расположенные клетки тапетума не мешали движению, но и они вслед за МКП покидали пыльники тем же путем.

Плазма части клеток и пыльцы сливалась в бесформенную массу, тапетальные клетки формировали пикнотические сгустки, и все вместе взятой в виде массивных тяжей вытекало в полость бутонов (рис.4,5). Остающиеся пустыми, пыльники теряли свою форму и сморщивались, пыльца же становилась стерильной.

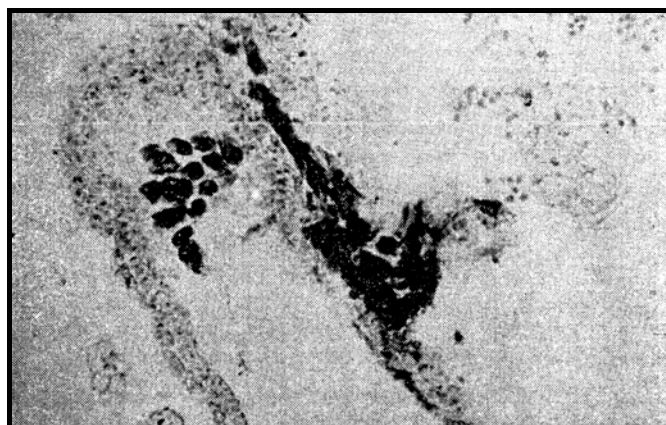


Рисунок 4 – Упорядоченный выход за пределы пыльника клеток тапетума

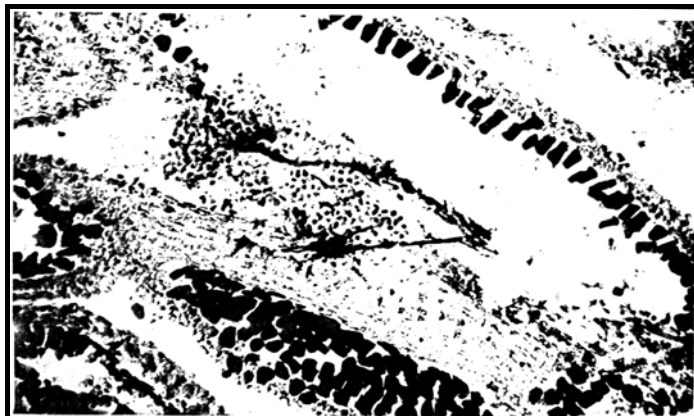


Рисунок 5 – Миграция тетрадной пыльцы с образованием пикнотических сгустков

Описанный процесс, интерпретируемый нами как цитомиксис, охватывал до 70% пыльников и в разных бутонах протекал по-разному: мог отсутствовать, проявляться в большей или меньшей степени, охватывать все пыльники. Поскольку в мейозе изученных линий число хромосомных нарушений было относительно небольшим (16%), они не могли стать причиной столь резкого возрастания уровня стерильности, которая, на наш взгляд, была обусловлена «цитомиктизацией» пыльников. Именно она и явилась прямым следствием перехода свеклы от амфимиксиса к апомиксису.

К косвенным доказательствам перехода нами отнесены:

- 1) дегенерация МКП на этапе археспория, приводящая к образованию пустых пыльников;
- 2) не закладка пыльников в бутоне или их дегенерация на любой стадии развития;
- 3) зарастание полости пыльников с их последующим превращением в пистиллодии (рис.6).

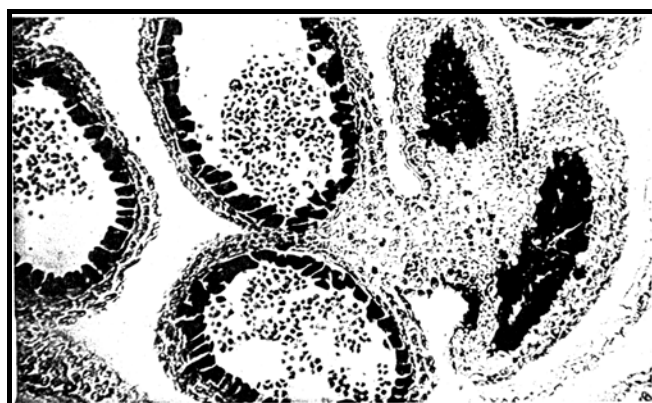


Рисунок 6 – Пыльники с мигрирующей тетрадной пыльцой и заросшей внутренней полостью

У апомиктической свеклы обнаружены также безандроцейные цветки с сильно утолщенными чашелистиками. Зафиксировано появление крупных завязей, их срастание по 2–3, наличие во вскрытых для кастрации бутонах высохших до черноты пыльников; отмечена дегенерация пыльников на всех стадиях развития, часто приобретающая массовый характер (рис.7).



Рис.7. Высохшие пыльники в нераскрытых бутонах

Все перечисленные структурные преобразования отражают бесспорную тенденцию свеклы к полной редукции мужского гаметофита, направленной на превращение цветков в «женские» однополые, в плане морфологическом, и бесполое органы семенного размножения – в функциональном.

По мнению некоторых авторов [18], при переходе на апомиксис перестройка цветка и должна быть направлена на утрату его вспомогательных функций и усиление функций, присущих органу

семенного размножения. В морфологии цветка при этом могут иметь место противоположные процессы – редукция потерявших свое значение структур и развитие новых, ранее не существовавших.

При этом реорганизация цветков у апомиктических растений может протекать с разной интенсивностью: быть максимально выраженной у облигатных апомиктов, не требующих для образования семян опыления и оплодотворения, и проявляться в меньшей степени у факультативных апомиктов, изменчивости и редукции у которых подвергается в основном андроцей.

Помимо перечисленного, у апомиктической свеклы были обнаружены однополые цветки – пестичные с рудиментарными тычинками и сильно утолщенными чашелистикам; у части зародышевых мешков, главным образом, апоспорических отмечено зарастание необходимого для продвижения пыльцы микропилярного отверстия.

Следует, однако, заметить, что формирование функционально женских цветков за счет редукции тычинок в семействе *Chenopodiaceae*, к которому относится сахарная свекла, наблюдали и ранее, в 1937 г., но в то время апомиксис у этой культуры оставался малоизученным явлением [19].

Таким образом, полученные данные подтверждают мысль о том, что цитомиксис является одним из атрибутов апомиксиса – семенного размножения, присущего сахарной свекле наряду с типичными для этой культуры аутогамии (самооплодотворением) и аллогамии (перекрестным оплодотворением). Цитомиксис, следовательно, сопровождает процесс феминизации пыльников, являясь в какой-то степени его катализатором.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Поддубная-Арнольди В.А. Цитоэмбриология покрытосеменных растений: основы и перспективы. М.: Наука, 1976. 508 с.
- 2 Koul K.K. Cytomixis in pollen mother cells of *Alopecurus arundineus*. Poir. Cytologia, 1990. Vol.55. P.169-173.
- 3 Ghaffari S.M. Occurrence of diploid and polyploidy microspores in *Sorghum bicolor* in the result of cytomixis // Afr. J. Biotechnol. 2006. Vol. 5, n.16. P.1450-1453.
- 4 Singhal V.K., Kumar R. Cytomixis during microsporogenesis in the diploid and tetraploid cytotypes of *Withania somnifera* L. // Comparative Cytogenetics. 2008. Vol. 2, n.1. P.85-97.
- 5 Körnicke M. Über Ortsveränderung von Zelekärnern. S.B.Niederrhein, Ges Natur – U.Heikunde Bonn A. 1901. S.14-25.
- 6 Gates R.R. Pollen formation in *Oenothera gigas* // Ann. Bot. 1911. Vol.25. P.909-940.
- 7 Bellucci M., Roscini C., Mariani A. Cytomixis in Pollen Mother Cell of *Medicago sativa* L. // J. of Heredity. 2003. Vol.94, n.6. P.512-516.
- 8 Bahl J.R., Tyagi V.P. Cytomixis in pollen mother cells of *Papaver dubium* L. // Cytologia. 1988. Vol.53. P.771-775.
- 9 Яндовка Л.Ф. Цитомиксис в процессе мейоза при микроспорогенезе у *Cerasus vulgaris* (*Rosaceae*) в связи с водным режимом // Ботан. журнал. 2004, № 7. С.1142- 1146.
- 10 Мурсалимов С.Р., Дейнеко Е.В. Цитомиксис в образцах из природных популяций // Вестник ВОГиС. 2009. Т.13, № 4. С.772-777.
- 11 Кравец Е.А. Цитомиксис, его природа, значение и цитологические последствия // Цитология и генетика. 2012. Т.46, № 3. С.75-85.
- 12 Орлова И.Н. Цитомиксис // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. СПб.: Мир и семья, 1994. Т.1. С.115-117.
- 13 Georgek, Geethanna S. Cytomixis and meiotic abnormalities in *Jasminum spp.* // Cur. Sci. (India). 1983. Vol.52, n. 22. P.64-65.
- 14 Элькони Л.А., Цветкова М.И. Генетическое и цитологическое исследование мутации мужской стерильности, индуцируемой стрептомицином в культуре тканей сорго // Генетика. 2008. Т.44, № 5. С.663-673.
- 15 Сейлова Л.Б., Камалетдинова Ф.И., Хайленко Н.А. Цитомиксис в мейозе, склонной к апомиксису сахарной свеклы // Известия АН РК, серия биологическая. 1992, № 6. С.84-87.
- 16 Sunghal V.K., Kumar P. Cytomixis during microsporogenesis in the diploid and tetraploid cytotypes of *Withania somnifera* L. // Comparative Cytogenetics. 2008. Vol.2, n.1. P.85-97.
- 17 Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1982. 256 с.
- 18 Кашин А.С. Гаметофитный апомиксис как неустойчивая система размножения цветковых растений. Саратов: Научная книга, 2006. 309 с.
- 19 Монюшко Б.А. Половые формы цветковых растений и закономерности их географии и происхождения // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1937. Сер.1, вып.2. С.127-132.

LITERATURA

- 1 Poddubnaya-Arnoldi V.A. Citoembriologiya pokrytosemennykh rasteniy: osnovy i perspektivy. M.: Nauka, 1976. 508 s.
- 2 Koul K.K. Cytomixis in pollen mother cells of *Alopecurus arundineus*. Poir. Cytologia, 1990. Vol.55. P.169-173.
- 3 Ghaffari S.M. Occurrence of diploid and polyploidy microspores in *Sorghum bicolor* in the result of cytomixis // Afr. J. Biotechnol. 2006. Vol. 5, n.16. P.1450-1453.
- 4 Singhal V.K., Kumar R. Cytomixis during microsporogenesis in the diploid and tetraploid cytotypes of *Withania somnifera* L. // Comparative Cytogenetics. 2008. Vol. 2, n.1. P.85-97.
- 5 Körnicke M. Über Ortsveränderung von Zelekärnern. S.B.Niederrhein, Ges Natur – U.Heikunde Bonn A. 1901. S.14-25.
- 6 Gates R.R. Pollen formation in *Oenothera gigas* // Ann. Bot. 1911. Vol.25. P.909-940.
- 7 Bellucci M., Roscini C., Mariani A. Cytomixis in Pollen Mother Cell of *Medicago sativa* L. // J. of Heredity. 2003. Vol.94, n.6. P.512-516.
- 8 Bahl J.R., Tyagi B.P. Cytomixis in pollen mother cells of *Papaver dubium* L. // Cytologia. 1988. Vol.53. P.771-775.
- 9 Yandovka L.F. Citomiksiz v processe mejoza pri mikrosporogeneze u *Cerasus vulgaris* (Rosaceae) v svyazi s vodnym rezhimom // Botan. zhurnal. 2004, № 7. S.1142- 1146.
- 10 Mursalimov S.R., Dejneko E.V. Citomiksiz v obrazcah iz prirodnykh populyacij // Vestnik VOGiS. 2009. T.13, № 4. S.772-777.
- 11 Kravec E.A. Citomiksiz, ego priroda, znachenie i citologicheskie posledstviya // Citologiya i genetika. 2012. T.46, № 3. S.75-85.
- 12 Orlova I.N. Citomiksiz // Embriologiya cvetkovyx rasteniy. Terminologiya i koncepcii. SPb.: Mir i semya, 1994. T.1. S.115-117.
- 13 Georgek, Geethanna S. Cytomixis and meiotic abnormalities in *Jasminum* spp. // Cur. Sci. (India). 1983. Vol.52, n. 22. P.64-65.
- 14 Elkoni L.A., Cvetkova M.I. Geneticheskoe i citologicheskoe issledovanie mutacii muzhskoj sterilnosti, induciruemoy streptomycinom v kulture tkanej sorgo // Genetika. 2008. T.44, № 5. S.663-673.
- 15 Sejlova L.B., Kamaletdinova F.I., Xajlenko N.A. Citomiksiz v mejoze sklonnoj k apomiksizu saxarnoj svekly // Izvestiya AN RK, seriya biologicheskaya. 1992, № 6. S.84-87.
- 16 Sunghal V.K., Kumar P. Cytomixis during microsporogenesis in the diploid and tetraploid cytotypes of *Withania somnifera* L. // Comparative Cytogenetics. 2008. Vol.2, n.1. P.85-97.
- 17 Pausheva Z.P. Praktikum po citologii rasteniy. M.: Kolos, 1982. 256 s.
- 18 Kashin A.S. Gametofitnyy apomiksiz kak neustojchivaya sistema razmnozheniya cvetkovyx rasteniy. Saratov: Nauchnaya kniga, 2006. 309 s.
- 19 Monyushko B.A. Polovye formy cvetkovyx rasteniy i zakonmernosti ix geografii i proisxozhdeniya // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 1937. Ser.1, vyp.2. S.127-132.

Резюме

Сейлова Л.Б.

(Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті)

АПОМИКТИК ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫНДА ЦИТОМИКСИСТІҢ БАЙҚАЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Апомиктік қант қызылшасында цитомиксиз – микроспорогенезде аталық бедеуліктің ұлғаюын тудыратын ерекше құбылысты зерттеу нәтижесі келтірілген. Аталған феноменді тудыратын тікелей және қосымша дәлелдер мен цитогенетикалық себептері сипатталған. Цитомиксизден қант қызылшасының апомиктік жолмен дамуының арасында тығыз байланыс барлығы туралы тұжырым жасалған.

Тірек сөздер: қант қызылша, апомиксиз, микроспорогенез, цитомиксиз.

Summary

Сейлова Л.Б.

(Kazakh national pedagogical university named after Abai)

SPECIAL ASPECTS OF CYTOMIXIS IN APOMICTIC SUGAR BEET

In apomictic sugar beet the results of studying the cytomixis were done. It takes place during the microsporogenesis and leads to the magnification power of male sterility. It is presented the direct and circumstantial morphologic evidences and cytological reasons of this phenomenon. Deduce that magnification about close correlaton between cytomixis with swich the diploid sugar beet to the apomictic path of development.

Keywords: sugar beet, apomixis, microsporogenesis, cytomixis.

Поступила 19.12.2013 г.

УДК 621.372.632:621.365.5

Н. Т. ИСЕМБЕРГЕНОВ, А. Ж. САГЫНДЫКОВА, А.М. НАУХАН

(Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА МЕТАЛЛА

Аннотация

Преобразователи частоты для индукционного нагрева металла этой технологии с низкой стоимостью, высоким коэффициентом полезного действия, малым весом и габаритами. Они обеспечивают требуемый диапазон регулирования частоты ПЧ, выбор минимального количества силовых транзисторов, минимальные установленные мощности. Разработан и изготовлен опытный образец преобразователя частоты и индуктор мощности. Произведены экспериментальные исследования и испытания опытного образца преобразователя частоты для индукционного нагрева металла в реальных условиях.

Ключевые слова: преобразователи частоты, индукционный нагрев, транзисторный модуль, симисторы, трехфазный выпрямитель, инвертор.

Тірек сөздер: жиілікті түрлендіргіш, индукциялық қыздыру, транзистор модулы, симисторлар, үшфазалы түзеткіш, инвертор.

Keywords: frequency converters, induction heating, transistor module, triacs, three-phase rectifier, inverter.

Преобразователи частоты (ПЧ) для индукционного нагрева металла состоят IGBT или MOSFET транзисторных модулей, соединенные в определенной конфигурации с драйверами управления. При этом они имеют защиту от токов короткого замыкания, перегрузок и защиту от превышения температуры.

В настоящее время применение ПЧ для индукционного нагрева металла в промышленности Казахстана практически отсутствует, так как удельная стоимость существующих зарубежных аналогов очень высока, поэтому массовое внедрение их невыгодно. Следует разрабатывать свои технологии с низкой стоимостью, высоким коэффициентом полезного действия, малым весом и габаритами.

Преобразователи частоты могут быть применены в следующих технологиях:

- для индукционного нагрева металлов с целью штамповки,
- для плавки металлов в индукционных плавильных тигельных печах,
- для индукционного нагрева металлов с целью горячей объемной закалки,
- для индукционного нагрева нефти в трубопроводах и цистернах,
- для индукционной сушки зерна, нагрева жидких сред, сушка древесины и покрытий и получения молочного порошка.

Основными задачами и целями является создание технологии производства ПЧ, которые должны: обеспечивать требуемый диапазон регулирования частоты ПЧ, выбор минимального количества силовых транзисторов, иметь высокий КПД и низкие цены, минимальные установленные мощности всего ПЧ или отдельных его элементов при тех же заданных параметрах технологии нагрева.

На рисунке 1 представлена схема преобразователя частоты, которая состоит из входных симисторов 1, трехфазного выпрямителя 2 и инвертора 3. Особенностью инвертора является то, что он выполнен на двух транзисторах. Трехфазный выпрямитель преобразовывает переменное напряжение сети в постоянное, а инвертор постоянный ток преобразовывает в переменное напряжение повышенной частоты. Индуктор - электрическую энергию высокой частоты преобразовывает в тепловую энергию, а трансформатор понижает напряжение до необходимой величины.

Выпрямитель и инвертор представлен как преобразователь частоты. Выходной трансформатор применяется для согласования параметров индуктора с заготовкой с параметрами высокочастотного инвертора. При этом массогабаритные размеры трансформатора уменьшаются в несколько раз. Входные симисторы 1 предназначены не только для бесконтактного включения преобразователя частоты в сеть, но и для регулирования входного напряжения. Дело в том, что при эксплуатации индукционного нагревателя через каждые несколько минут надо преобразователь частоты отключать от сети, так как нагретый металл (заготовка) следует вынимать от индуктора и передавать для штамповки. Далее новую заготовку вставляют в индуктор и включают преобразователь частоты в сеть. Полумостовой инвертор, образованный IGBT транзисторами T_1 и T_2 (рисунок 1), подключен к источнику напряжения постоянного тока, конденсаторы C_n (нижний и верхний) предназначены для деления напряжения питания на две равные части. Конденсатор C в выходной цепи инвертора предназначен для улучшения качества выходного напряжения и для того, чтобы добиться последовательного резонанса.

Для формирования положительного полупериода напряжения на выходе инвертора открывается транзистор T_1 , а транзистор T_2 закрыт, при этом постоянный ток от источника напряжения будет протекать через транзистор T_1 и первичную обмотку трансформатора.

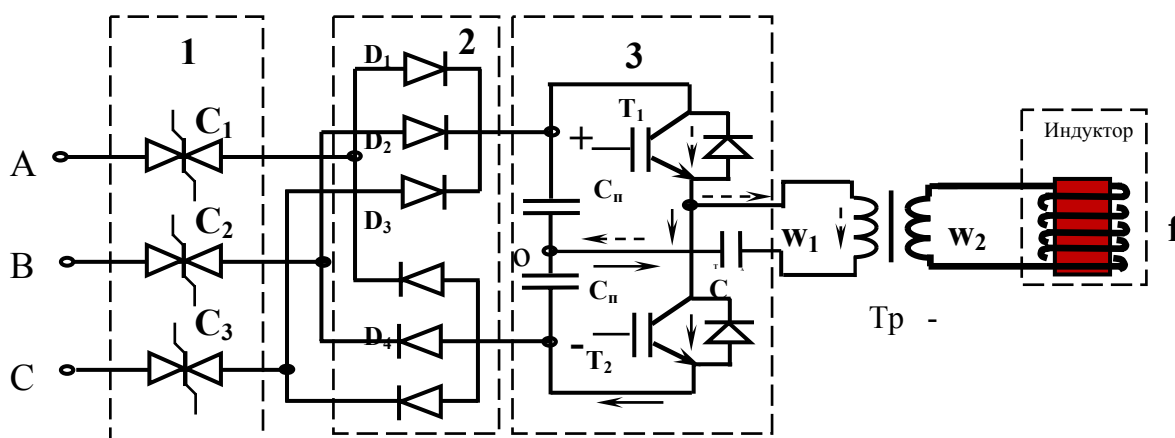


Рисунок 1 – Электрическая схема преобразователя частоты индукционного нагревателя при трехфазном питании

Для формирования отрицательного полупериода на выходе инвертора открывается транзистор T_2 , а транзистор T_1 закрывается, при этом постоянный ток от источника напряжения будет протекать через транзисторы T_2 и первичную обмотку трансформатора в обратном направлении.

Таким образом, происходит формирование ступенчатого напряжения на выходе инвертора. Следует отметить, что частота ступенчатого напряжения на индукторе определяется частотой коммутации транзисторов и может достигать десятки килогерц.

Такой режим работы инвертора с минимальным количеством силовых транзисторов позволит повысить частотный диапазон тока на индукторе и улучшить их энергетические показатели, а также повышает надежность и снижает себестоимость оборудования.

К выходу симисторов включена мостовая схема трехфазного выпрямителя 2 (рисунке 1). Как известно мостовая схема трехфазного выпрямителя обеспечивает наименьшую пульсацию выходного напряжения.

В мостовой схеме трехфазного выпрямителя неуправляемые диоды $D_1 - D_6 - D_3 - D_2 - D_5 - D_4$ открываются последовательно со сдвигом на 60° , причем диоды D_1, D_3 и D_5 открываются в положительные, а диоды D_6, D_2 и D_4 – в отрицательные полупериоды фазных напряжений. Интервал проводимости каждого диода равен 120° , в каждый момент времени открыты два диода (по одному в плече моста) и напряжение на нагрузке определяется разностью фазных напряжений, т. е. линейным напряжением. Среднее значение напряжения на нагрузке при синусоидальном напряжении сети имеет следующий вид,

$$U_{\text{ср}} = \frac{6\sqrt{2}}{\pi} U_m \sin \frac{\pi}{6} \cos \alpha = 1,35U_{\text{л}} \cos \alpha = 2,34U_{\text{ф}} \cos \alpha$$

где $U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\text{ф}}$ – действующее значение линейного напряжения вторичной обмотки трансформатора.

Разработан и изготовлен опытный образец преобразователя частоты и индуктор мощностью 6 кВт с частотой от 2 до 20 кГц при питании от одного или трехфазного напряжения. Были произведены экспериментальные исследования и испытания опытного образца преобразователя частоты для индукционного нагрева металла в реальных условиях.

На рисунке 2 представлен процесс индукционного нагрева металлической заготовки диаметром 44 мм и длиной 80 мм. В начале процесса индукционного нагрева металл неравномерно нагревался, т.е. в середине заготовки температура была ниже, чем по краям. Это означало, что глубина проникновения электромагнитной волны незначительна, поэтому следует выбрать меньшую частоту тока, однако при этом увеличится время нагрева металла. Время нагрева металл преобразователем частоты до температуры 600-650 градусов по Цельсию составила 3,5 минуты при частоте 8 кГц и при частоте 10 кГц - 2.41 минуты (рисунок 3). При этом транзисторы не перегревались, что требуется по условиям эксплуатации.



Рисунок 2 – Индукционный нагреватель в период испытания

Результаты испытания показали, что созданный индукционный нагреватель работоспособен, прошел успешное испытание, и система охлаждения индуктора работала исправно. Процесс индукционного нагрева металла можно осуществить до нужной температуры.

При разработке технической документации для изготовления лабораторного образца преобразователя частоты и выборе транзисторных JGBT модулей основное внимание было уделено топологии силовых шин модуля и способам подключения электрических цепей и отвода тепла. Даже при использовании самых современных чипов конструкция мощных ключевых модулей имеет чрезвычайно большое значение для обеспечения надежности и эффективности. Распределенные характеристики проводимости и значения паразитных индуктивностей шин связи и выводов должны иметь минимальное значение для уменьшения потерь и снижения уровня переходных перенапряжений.



Рисунок 3 – Процесс индукционного нагрева металла до температуры 731°C

На рисунке 4 представлена осциллограмма напряжения на выходе инвертора без конденсатора в первичной цепи трансформатора. Как видно из графика, осциллограмма напряжения имеет колебательный характер, это значит, что транзисторы работают в активном режиме. При этом они будут нагреваться и в конечном счете выйдут из строя. Чтобы транзисторы перевести в ключевой режим, надо включать последовательно конденсатор C в выходной цепи инвертора, улучшить качество выходного напряжения и добиться последовательного резонанса.

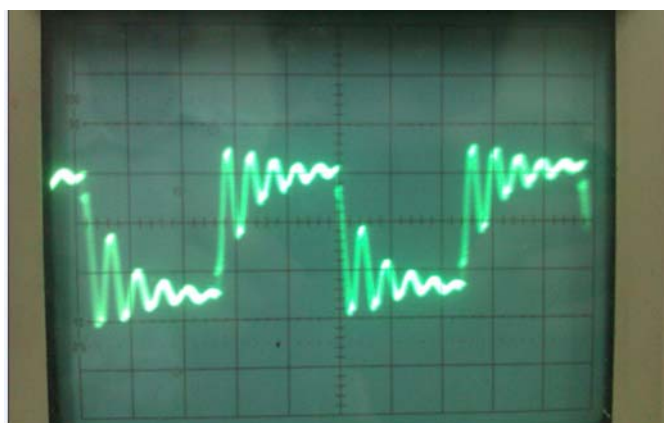


Рисунок 4 – Осциллограмма напряжения на выходе инвертора без конденсатора в первичной цепи трансформатора

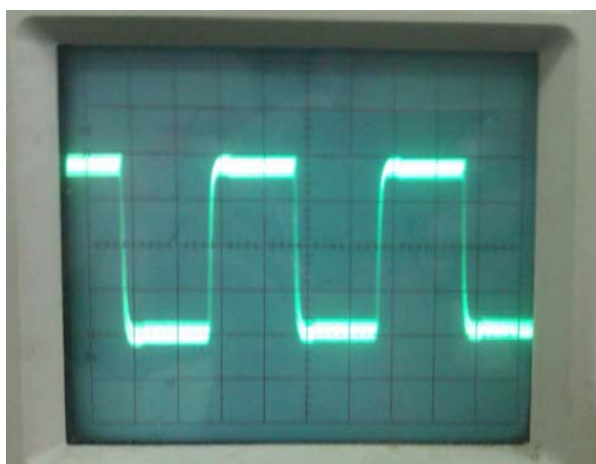


Рисунок 5 – Осциллограмма напряжения на выходе инвертора с конденсатором в первичной цепи трансформатора

На рисунке 5 представлена осциллограмма напряжения на выходе инвертора при конденсаторе в первичной цепи трансформатора. Как видно из графика, напряжения на выходе инвертора имеет прямоугольную форму, это значит, что транзисторы работают в режиме ключа, при этом они не будут нагреваться. Кроме того, подбирая экспериментальным путем значение конденсатора С можно не только улучшить качество выходного напряжения, но добиться последовательного резонанса. При резонансе активная мощность инвертора будет передаваться индуктору, т.е. заготовке для нагрева.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кувальдин А. Б. Индукционный нагреватель ферромагнитной стали. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 188 с.
- 2 Многоступенчатый транзисторный инвертор (варианты). № 60621: Авторское свидетельство на предпатент. Комитет по правам интеллектуальной собственности министерства юстиции РК. – Бюл. № 9 от 15.07.2009 г.
- 3 Преобразователь частоты на двух транзисторах для электротехнологии // XIV Междунар. конф. «Электромеханика, Электротехнологии, Электротехнические Материалы и Компоненты». – Крым: Алушта, 2012.
- 4 Безтрансформаторный инвертор (варианты). № 73453: Авторское свидетельство на патент. Комитет по правам интеллектуальной собственности министерства юстиции РК. – Бюл. № 3 от 15.03.2012.

REFERENCES

- 1 Kuv'al'din A. B. Indukcionnyj nagrevatel' ferromagnitnoj stali. M.: Jenergo-atomizdat, 1988. 188s.
- 2 Mnogostupenchatyj tranzistornyj invertor (varianty). № 60621: Avtorskoe svidetel'stvo na predpotent. Komitet po pravam intellektual'noj sobstvennosti ministerstva justicii RK. Bjul. № 9 ot 15.07.2009 g.
- 3 Preobrazovatel' chastoty na dvuh tranzistorah dlja jelektrotehnologii. XIV Mezhdunar. konf. «Jelektromehanika, Jelektrotehnologii, Jelektrotehnicheskie Materialy i Komponenty». Krym: Alushta, 2012.
- 4 Beztransformatornyj invertor (varianty). № 73453: Avtorskoe svidetel'stvo na patent. Komitet po pravam intellektual'noj sobstvennosti ministerstva justicii RK. Bjul. № 3 ot 15.03.2012.

Резюме

Н. Т. Исембергенов, А. Ж. Сагындықова

(Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ИНДУКЦИОНДЫ МЕТАЛДЫ ҚЫЗДЫРУ ҮШІН ЖИІЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШ

Металды индукционды қыздыру үшін арзан тұратын пайдалы әсер коэффициенті жоғары габариті және салмағы аз жиілік түрлендіргіштер қолданылады. Олар жиілік түрлендіргіштердің диапазонын реттеуге, күштік транзисторлардың минималды санын таңдауға және орнатылған минималды қуаттарды қамтамасыз етеді. Жиілік түрлендіргіш пен индуктордың тәжірибелік үлгісі дайындалған. Индукционды металды қыздыру үшін жиілік түрлендіргіштің эксперименталдық зерттеулері жүргізілген.

Тірек сөздер: жиілікті түрлендіргіш, индукциялық қыздыру, транзистор модулы, симисторлар, үшфазалы түзеткіш, инвертор.

Summary

N. T. Issebergenov, A. Zh. Sagyndikova

(Kazakh National Technical University after K. I. Satpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan)

TRANSISTOR FREQUENCY CONVERTERS FOR INDUCTION HEATING OF METALS

Frequency converters for induction heating of metal it is technologies with the low cost, high efficiency, small weight and dimensions. They provide the trekbuyemy range of regulation of frequency of PCh, a choice of minimalkny number of power transistors, the minimum rated capacities. Opytkny obkrazets of the converter of frequency and the inductor мощно-сти is developed and made. Pilot studies and tests of a prototype of the converter of frequency are made for induction heating of metal in actual practice

Keywords: frequency converters, induction heating, transistor module, triacs, three-phase rectifier, inverter.

Поступила 24.01.2014г.

УДК 779.35.7

У. БАЙМУРАТОВ

ОТКРЫТИЕ ЗАКОНОВ СОЦИАЛЬНОЙ ГАРМОНИИ – РЕЗУЛЬТАТ СИНТЕЗА ДУХОВНЫХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

Аннотация

В статье освещаются ранее неизвестные науке законы Социальной Гармонии и ее парадигма, обосновывается роль исламской доктрины в развитии научной теории и Гармоничной экономики.

Ключевые слова: социальная гармония, дисгармония, парадигма, законы, сферы, модель, экономика, финансы, цивилизация, партнерство.

Тірек сөздер: элеуметтік гармония, дисгармония, парадигма, заңдар, ая, үлгі, экономика, қаржы, еркениет, серіктестік.

Keywords: social harmony, disharmony, paradigm, laws, spheres, model, economy, finances, civilization, partnership.

Отношение современной науки к религии основывается на глубоком уважении к вере и серьезной оценке места и роли религии в истории социума. Последние достижения теоретической физики заставили ученых повернуться лицом к религии. Были сделаны такие открытия, которые привели к смене парадигмы и коренным образом меняют наше мировоззрение. Союз науки и религии стал необходимостью. И сегодня наступило время осмыслить духовные знания с позиции современной науки и использования их для инновационного развития. В наших исследованиях духовные знания, в частности, Исламская доктрина играют роль мировоззренческой основы социальной эволюции.

Затрагиваемая нами в статье тема высветила вновь свою особую актуальность при разработке теории Гармонии общества и экономики. Стабильная социальная эволюция к Гармонии, спасающей современную цивилизацию от деградации, как показывают исследования, невозможна без ее духовно-нравственной основы, без синтеза духовных и научных знаний. На протяжении столетий известны имена многих ученых, которые в полной мере использовали свой интеллектуальный потенциал и внесли большой вклад в науку. Эти ученые, продемонстрировав, как наука и религия могут находиться в Гармонии, одновременно послужили и человечеству. В результате наблюдений и исследований, сделанных такими определившими ход развития науки учеными, как Ньютон, Кеплер, Леонардо да Винчи, Эйнштейн, получила подтверждение точка зрения, согласно которой Вселенная была создана и упорядочена Богом и всегда полностью находится в его власти. Более того, можно утверждать, что основные принципы науки были заложены учеными, верившими в Творца, и что религия сыграла важную роль в зарождении современной науки.

Нам, ученым, очень важно знать, что Ислам не отторгает, а включает в себя необходимость развития образования, науки и инноваций, любое полезное творчество, если они не идут во вред здоровью и жизни населения, окружающей природной среде, не уничтожают цивилизацию. В Исламе никогда не было инквизиции. Напротив, он поддерживал науку. Достаточно здесь сослаться на крылатые фразы из Хадисов: «Ищите знания, даже если вам придется отправиться в Китай» или «Воистину, поиск знаний - обязанность каждого мусульманина и мусульманки». «Чернила ученого священнее, чем кровь мученика». Одобрительное отношение религии к науке очевидно из данных положений.

При системном подходе социальная Гармония - это сущностная связь, соразмерность, соответствие сфер общества как целого, на основе духовности и нравственности индивидов. Данное определение придает ей расширенное понимание. Рассматриваемый термин автор пишет с большой буквы. Ибо вкладывается в него другой, более широкий смысл, чем обычно его понимают.

Все общество в целом трудно направлять, сложно регулировать и контролировать. Поэтому необходимо и достаточно деление его на 4 сферы. Это сферы - демоэтики (основа ее - религия, затем образование, наука, менталитет, культура, язык и другие духовные ценности), демографии (воспроизводство населения), демократии (права человека, народ и власть, управление), демоэкономики - производство и потребление материальных благ. Тетрасферное изучение общества ранее предлагалось в книге «Азбука Гармонии для Глобального мира, Гармоничной цивилизации и Тетратет мышления». Отличие нашей методологии состоит в том, что нами используется потребностный подход к изучению Гармонии, а авторами «Азбуки Гармонии» - ресурсный.

Новая парадигма развития общества означает гармонию между его демоэтическим, демографическим, демократическим и демоэкономическим развитием стран. Формула ее - «D + 3D», т.е. для гармоничного развития какой-либо сферы необходимо такое же развитие всех остальных трех сфер. Все эти четыре сферы жизни социума функционируют синхронно, взаимосвязанно и полнокровно. Отставание или отсутствие какой-либо из них делает невозможной социальную эволюцию к Гармонии в обществе.

Общество, в котором духовное возвышается над материальным у большинства его граждан, где Гармония возобладает над дисгармонией, торжествуют принципы социальной справедливости и умеренности во всем, где между сферами есть соразмерность, соответствие и координация с достаточным основанием может рассматриваться как гармоничное.

Развивая гармонично все 4-е сферы общества, можно уберечься от движения по тупиковому пути и идти по вектору Гармонии. 4-х сферный подход к социальной эволюции при непременно духовно-нравственной основе общества позволяет верно определить курс Гармонии или же, наоборот, установить тупиковый вектор, т.е. движение в обратную сторону от Гармонии. Он справедлив для определения вектора и темпа движения к Гармонии в каждой стране. Поэтому предлагаемая парадигма Гармонии нами рассматривается как общемировая.

Современная социальная эволюция во многих странах происходит при отсутствии ее прочного фундамента – в условиях ослабления роли духовности, прежде всего, монотеизма (иудаизм, христианство, ислам в хронологической последовательности). Упор делается на сугубо радикальный либерализм, не сбалансированный с духовностью и нравственностью. В сознании и деяниях многих индивидов дозволенное превышает по своей значимости запретное. Это явная дисгармония. Плоды ее самые разные – социально-экономические и экологические кризисы, военно-политические конфликты, природные катаклизмы. Особенность современного этапа в том, что все эти 3 «К» стали все больше сочетаться в глобальных масштабах, что дает деструктивную синергию. Опасность состоит в реальных угрозах нашей цивилизации. И человечество стоит перед дилеммой - в погоне за материальным богатством любой ценой продолжать идти дальше по пути голого рационализма, не базирующегося на прочной духовности и нравственности, т.е., в сущности, это падение в пропасть или мир повернется в сторону спасительного движения к Гармонии. Наступил момент истины.

Духовное падение индивидов в экономической сфере проявляется в самых разных формах: как кризис доверия экономических субъектов к власти, органам управления, финансовой системе своих стран, другим гражданам из-за чрезмерного страха потерять свои деньги, активы, т.е. материальные ценности стали аномально возводиться до уровня смысла жизни человека.

Особенно опасны, как показывает история человечества, бездуховность и безнравственность. Генезис современных кризисов - это духовно-нравственное падение многих индивидов.

Мировая и многие национальные экономики во многом оторвались от духовной сферы. Стали характерными глубокий разрыв между реальным сектором и довлеющими над ним финансовыми институтами, гипертрофированное возрастание фондовых рынков и фиктивного капитала при отставании реальных активов многих крупных компаний.

Особенность настоящей эпохи состоит в крайнем обострении и синхронности протекания

самых разных кризисов, масштабных природных катаклизмов и военных конфликтов. Дальнейшее углубление и расширение их создадут, по нашему мнению, реальные угрозы для социально-экономического развития государств и для прогресса нашей цивилизации в целом.

История человечества дает повод поставить вопрос: почему погибли некоторые народы и цивилизации, которые были богаты, или находились в состоянии расцвета, на вершине технического прогресса по меркам своего времени (к примеру, народы Ад и Самуд, Гоморры и Содома, фараоны и многие другие)?

Она показала: одностороннего экономического, технологического развития наций само по себе недостаточно, если оно не совмещается с духовностью этносов. Бездуховность и безнравственность, распущенность во всех своих проявлениях губительна для индивидов и социумов в целом, для их экономики.

Урок истории очевиден – устойчивое развитие общества и его экономики возможно лишь по вектору Гармонии через системное совмещение всех 4-х «D», каждая из которых должна быть гармоничной. При этом под гармоничной социальной экономикой нами понимается хозяйственная система, способная удовлетворять разумные материальные потребности большинства индивидов духовно развитого общества на основе справедливых производственных отношений. В нем нет места для чрезмерной социальной поляризации граждан, для сверхбогатства и нищеты, крайней бедности, для различного рода вредных человеку и окружающей среде производств, для излишеств во всем.

Мир верующих совершенно другой, чем мир атеистов и агностов, со своими объективными законами. Объясняется это тем, что у истинно верующих имеется внутренний («вставленный») механизм регулирования своего образа мысли и жизни, прежде всего, ценностных ориентаций – материальных и нематериальных. Они устанавливают сами себе свои внутренние пределы роста потребностей и желаний, чего, как правило, не бывает у неверующих, по крайней мере, проявляется гораздо менее выражено, особенно при низкой культуре потребления.

Отмеченные выше контрасты в экономическом поведении индивидов позволили открыть ранее неизвестные науке объективные законы Гармонии, скрытые от глаз исследователей при одинаковом подходе ко всем субъектам и сферам общества. Единообразное и узкотехнократическое изучение их не позволяло увидеть существенных различий в их потребностях и духовных ценностях, замечать объективные законы, выявленные при дифференцированном подходе. Чем выше будет уровень духовности народов, а такой тренд виден невооруженным глазом, тем острее, очевидно, будет необходимость пересмотра ряда положений существующей экономической теории, возможно, и некоторых других областей общественных и гуманитарных наук. Таково веление времени. Мы полагаем, что пока открыты лишь первые законы Социальной Гармонии.

Важнейшее условие социального прогресса – это осознанное приближение к Гармонии, т.е. на основе познания объективных законов любого общества. В настоящее время удалось открыть два закона социальной Гармонии, в том числе основной на основе Исламской доктрины. Мы полагаем, что другие конфессии (иудаизм и христианство) также могут помочь их установить.

Основной закон социальной эволюции к Гармонии состоит в умеренном возвышении истинно духовных ценностей социума над разумными материальными и нематериальными благами. Он говорит о соотношении целевой установки человека (духовное совершенствование) с условиями его существования (потребление благ), а цель, очевидно, в любой системе главенствует над условиями и путями ее достижения. Тем более, данная цель составляет смысл жизни человека, что установлено в Священных книгах единого Творца. Вера играет основную роль в жизни человека, не видеть этого невозможно. Изучая объективный мир, наука не может этого игнорировать, иначе она перестает быть таковой.

В силу того, данный объективный закон содержит в себе и цель, и условия социальной жизни, он является основным, главным. Поэтому необходимо соответствие народного благосостояния уровню духовности.

Вслед за Кораническим текстом новый закон науки повторяет мысль, предостерегающую индивидов от произвольного превращения материальных условий жизни, вообще вещей и денег, в ее цель. Такая трансформация чревата роковыми последствиями, как бывало в истории не раз.

Достоверность основного закона социальной Гармонии подтверждается:

- цель жизни человека, как его духовное совершенствование, сформулирована в Священной книге «Коран». Это придает духовным потребностям индивидов статус целевой установки и сформулировано в основном законе как «умеренное возвышение истинно духовных ценностей». В результате количественных и структурных особенностей в потребностях верующих и неверующих экономические законы спроса и предложения претерпевают изменения в зависимости от конфессиональной структуры населения. По мере роста духовности народа сфера действия законов социальной Гармонии, очевидно, будет расширяться.

- принцип умеренности (в основном законе «умеренное возвышение...») также содержится в Кораническом тексте и проходит красной нитью через всю священную книгу. Каждый может наблюдать из опыта истинно верующих людей, которые в своем бюджете времени имеют и отправление религиозных обрядов (ежедневные молитвы, систематические посещения мечетей и церквей, паломничества и др.), и выполнение трудовых обязанностей, многие работают в разных сферах общества (экономика, образование, наука, искусство, культура и т.д.). Совмещение религиозных и трудовых функций является подтверждением принципа умеренности во всем, человек не уходит односторонне в какую-либо одну из них, а, следовательно, он умерен в своих разумных потреблении и желаниях.

Разумность материальных потребностей видна из образа жизни верующих. «Вредные привычки» (потребление табака, наркотиков, алкоголя и др.) исключены, что широко известно, уровень потребностей также разумен, т.е. без излишеств.

Следующий объективный закон – это закон взаимного ограничения Гармонии и дисгармонии. Его суть похожа сущности извечной борьбы добра и зла. Совершая действия по вектору Гармонии, индивиды уменьшают потенциал, «поле» дисгармоничных деяний. К сожалению, дисгармоничные действия также могут ограничить потенциал Гармонии.

Гармония – это умеренное возвышение истинно духовного над разумными материальными благами в умеренных объемах, дисгармония – это сколь угодно возвышение материального над духовным. Первая – путь к развитию, вторая – тупиковая дорога. Но важно заметить, отдельные индивиды, тем более общество, очевидно, не бывает без тех или иных дисгармоний. Гармония и дисгармония - постоянно отталкивающиеся друг от друга стороны одной пары. Принципиально важно их соотношение в данное время. Для прогресса жизненно необходимо возобладание Гармонии над дисгармонией. Чем оно больше, тем ближе социум к Гармонии - к своей заветной цели. Вектор движения к Гармонии – это наш компас, показывающий, что общество движется в верном направлении, что мы не заблудились в океане соблазнов, квазиценностей.

Ограничение какого-бы характера не было является относительным. Абсолютное вытеснение одного другим теоретически невероятно. Ведь полное отсутствие дисгармонии в сознании и деяниях всех людей приведет к идеальному обществу, в котором дальнейший прогресс остановится. Обратная картина мира, где Гармония начисто отсутствует, прежде всего, его духовная основа – это полный хаос, царство бездуховности и безнравственности, что означает конец цивилизации.

Невозможность крайностей в паре «Гармония - дисгармония» не означает отсутствие борьбы между ними. Если полная Гармония в обществе – это идеал, то приближение к ней - насущная реальность, острейшая необходимость! Это вектор социальной эволюции на основе истинной духовности и нравственности, оберегающий от тупикового пути. К сожалению, заблудившихся и идущих по ложному направлению в нашем просвещенном мире, немало. «Точка невозврата», на наш взгляд, пока еще не достигнута. Прекрасный способ борьбы добра со злом дан в Кораническом тексте: «Добро и зло не могут быть равными, так оттолкни же зло добром, и тот, кто ненависть к тебе питает, в родного друга обратится» (Сура 41). И тогда добро победит зло и образуются синергия между этими 4-мя «Д». Что может быть сейчас насущнее для человечества?

В арсенале современных средств утверждения Гармонии содержатся также различные меры по противодействию правонарушениям, совершенствованию маркетинговых исследований и многое другое.

Основной закон Гармонии отражает суть потребительского поведения верующих индивидов – созидателей Гармонии, у которых бывают разумные материальные и нематериальные потребности. Но разного рода прихоти, зависть, нездоровая конкуренция, другие негативы малы или вообще отсутствуют. Тем самым, сознание созидателей Гармонии повышается, улучшается качество жизни

социума в целом за счет рационального использования экономических ресурсов, внутреннего валового продукта, исключения излишеств в потреблении, бахвальства богатством, расточительства и др.

Закон взаимоограничения Гармонии и дисгармонии действует на всех уровнях социальной иерархии: от индивидов до общества в целом. Духовно продвинутые индивиды выступают как созидатели Гармонии, атеисты и агносты – как ее разрушители, в числе которых могут оказаться также люди, иногда в той или иной мере отклоняющиеся от вероустава. Вследствие этих причин и происходит взаимоограничение Гармонии и дисгармонии.

Ныне формируется новый путь развития, который характерен совмещением духовности, демографии и демократии в обществе, предполагает симбиоз достижений как восточных, так и западных цивилизаций со своим национальным духовно-культурным фундаментом, прежде всего, с верой, языком, культурой, традициями, менталитетом. В нем духовность образует фундамент гармоничного развития, духовное возвышается над материальным. К сожалению, далеко не всегда такое происходит в силу ее разных уровней в разрезе сообщества людей. Духовная дифференциация индивидов имеет своим последствием нестабильности в развитии общества, вплоть до глубоких кризисов.

Полное соответствие хозяйственного механизма духовной основе, демографическому и демократическому развитию общества обеспечивает синергию в устойчивом развитии стран. Наши исследования показывают, что из всех существующих экономических моделей по вектору Гармонии наиболее способны повести исламские экономика и финансы.

Инновации, служащие обеспечению Гармонии разумных материальных потребностей с духовными запросами индивидов и социумов имеют большие шансы интегрироваться с исламскими финансами. Тем более, что обозначилась новая мировая тенденция растущего замещения традиционных финансов исламскими. В Казахстане, как и во всем мире, западные инвестиции стали снижать свои темпы роста. В то же время открываются каналы для альтернативных источников инвестиционных ресурсов, в частности, исламских. Соединить отечественные инновации с исламскими инвестициями - значит получить синергию в конкурентоспособности страны, дать науке новое дыхание, а халаль-индустрии, всему реальному сектору совершить на деле поворот к диверсификации экономики страны, чему порою тормозит чрезмерная сырьевая ориентированность инвестиций традиционного типа. К тому же многие традиционные инвесторы применяют собственные технологии, привозят свои кадры, порою в ущерб нашим национальным интересам (снижается в стране занятость, происходят дискриминации в оплате труда). Исламские инвесторы, напротив, заинтересованы в наших инновациях, кадрах, ресурсах, конечно, и в науке.

Как показала мировая практика, исламское финансирование имеет ряд преимуществ:

- возможность привлечения альтернативных источников финансирования;
- накопление ликвидного капитала в странах Ближнего Востока;
- исламские финансовые организации показали устойчивость к кризису ликвидности;
- сделки основаны на принципах доверия, честности, справедливости, транспарентности;
- совместное участие всех сторон сделки в проектах с разделением прибыли и рисков;
- финансовые потоки подкреплены реальными активами;
- отсутствие спекуляции;
- развитие производственных мощностей, инфраструктуры.

Исламские финансы продемонстрировали устойчивость и рост. По данным Национального банка РК за 2007-2009 г.г., количество активов 10-ти исламских банков во время глобального финансового кризиса увеличилось более чем на 50%, а 10-ти традиционных сократилось на 40%. Совокупная чистая прибыль первых увеличилась на 5%, у вторых она уменьшилась более чем вдвое.

Исламская экономическая модель приемлема во всех странах и континентах. Она подобрала в себя общегуманистические ценности (справедливость, умеренность в потреблении, честность, открытость, благотворительность, сотрудничество, миролюбие, к примеру) и ведущих к Гармонии во всем и всюду, в чем и состоит ее уникальность.

Развивая в комплексе демократические процессы, проводя политическую модернизацию,

стимулируя рост народонаселения, улучшая человеческий капитал, внедряя инновации, а самое главное, - всемерно поддерживая духовный прогресс во всех его аспектах, можно реально построить действительно гармоничную исламскую экономику, иначе говоря - новое социальное рыночное хозяйство, приближение стран к Гармонии.

ЛИТЕРАТУРА

1 Семашко Л.М. и 75 соавторов из 26 стран мира «Азбука Гармонии для Глобального мира, Гармоничной цивилизации и Тетрадет мышления». Всемирный учебник. – СПб, 2012.

2 Баймуратов У.Б. Гармония общества и экономики: мировая парадигма.- Том 6. Избранные научные труды. – Алматы: Экономика, 2010 г. 360 стр.

3 Баймуратов У.Б., Исахова П.Б., Казиева Р.К., Косолапов Г.В. Национальные модели социальной экономики в различных странах в эпоху цивилизационных перемен: уроки Казахстана// Материалы МНПК «Социальная экономика в условиях цивилизационных перемен в современном мире: парадигмы и векторы развития. 1 том. – Алматы: Экономика, 2010. - С.101-116.

REFERENCES

1 Semashko L.M. i 75 soavtorov iz 26 stran mira «Azбуka Garmonii dlya Globalnogo mira, Garmonichnoj civilizacii i Tetradet myshleniya». Vsemirnyj uchebник. – SPb, 2012.

2 Bajmuratov U.B. Garmoniya obshhestva i ekonomiki: mirovaya paradigma.- Tom 6. Izbrannye nauchnye trudy. –Almaty: Ekonomika, 2010 g. 360 str.

3 Bajmuratov U.B., Isaxova P.B., Kazieva R.K., Kosolapov G.V. Nacionalnye modeli socialnoj ekonomiki v razlichnyx stranax v epochu civilizacionnyx peremen: uroki Kazaxstana// Materialy MNPK «Socialnaya ekonomika v usloviyax civilizacionnyx peremen v sovremennom mire: paradigmy i vektory razvitiya. 1 tom. – Almaty: Ekonomika, 2010. - S.101-116.

У. Баймуратов

ӘЛЕУМЕТТІК ГАРМОНИЯ ЗАҢДАРЫНЫҢ АШЫЛУЫ – РУХАНИ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМИ ІЛІМДЕРДІ ҰШТАСТЫРУ НӘТИЖЕСІ

Мақалада бұрын ғылымға белгісіз әлеуметтік Гармония заңдары және парадигмасы, әрі ғылыми теориямен Гармониялық экономиканың дамуындағы Ислам доктринасының ролі негізделген.

Тірек сөздер: Әлеуметтік Гармония, дисгармония, парадигма, заңдар, ая, үлгі, экономика, қаржы, өркениет, серіктестік.

U. Bajmuratov

OPENING OF LAWS OF SOCIAL HARMONY – RESULT OF SYNTHESIS SPIRITUAL AND SCIENTIFIC KNOWLEDGE

In article laws of Social Harmony known to science and its paradigm are shined earlier not, the role of the Islamic doctrine locates in development of the scientific theory and Harmonious economy.

Keywords: Social Harmony, disharmony, paradigm, laws, spheres, model, economy, finances, civilization, partnership.

Поступила 29.01.2014 г.

А.М. НЫСАНБАЕВА

МКТУ имени Х.А. Яссауи

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ НПО В РАМКАХ МОДЕРНИЗАЦИОННЫХ РЕФОРМ В КАЗАХСТАНЕ И РОССИИ

Аннотация

В статье показаны особенности государственной поддержки НПО в Казахстане и России. При написании статьи были использованы метод компаративистского анализа, методы количественной социологии, анализ статистических данных, изучение экспертных мнений.

Анализ правовой базы государственной поддержки НПО в РК и РФ может свидетельствовать о том, что модернизационные реформы в Казахстане приняли в настоящее время консервативный характер, а в России – либеральный характер. Переход на следующую стадию развития гражданского общества в Казахстане возможен в ходе выработки действенного механизма оказания государственной поддержки НПО. В качестве такового может выступить введение механизма лицензирования деятельности НПО как основного фактора объективной оценки профессиональной деятельности неправительственных организаций по оказанию качественных услуг населению. Статья адресована научным работникам, государственным органам для изучения специфики развития рынка социальных услуг в республике.

Ключевые слова: неправительственные организации, государство, гражданское общество, модернизация.

Тірек сөздер: үкіметтік емес ұйымдар, мемлекет, азаматтық қоғам, модернизация.

Keywords: non-governmental organizations, state, civil society, modernization.

В последнее время определенный резонанс имело обсуждение в широких кругах общественности проекта Закона Республики Казахстан «О государственной поддержке неправительственных организаций», разработанного Министерством культуры и информации Республики Казахстан от 27 мая 2013 года [1]. Данный законопроект был разработан в соответствии с одним из приоритетных направлений Послания Главы государства «Стратегия-2050» на пути демократизации и либерализации казахстанского общества.

На наш взгляд, в данном законопроекте не имеется разработанного объективного механизма включения неправительственных организаций в реестр неправительственных организаций, получающих государственный социальный заказ. В качестве такого механизма может выступить процедура лицензирования уровня профессиональной деятельности неправительственных организаций по критерию оказания качественных социальных услуг населению.

Согласно ст. 5, 6, 7 законопроекта о компетенции Правительства РК, уполномоченного органа, государственных органов, которым отводится роль основного монополиста как в ходе регулирования рынка социальных услуг, так и по отношению оценки деятельности неправительственных организаций [1].

В связи с этим, руководители ряда неправительственных организаций выступили с инициативным письмом в адрес высокопоставленных чиновников: Премьер-Министру С.Ахметову, государственному секретарю М.Тажину «с требованием приостановить процесс его передачи (в мажилис парламента - "Радиоточка") и назначить встречу с несколькими представителями инициативной группы для дополнительного обсуждения, так как законопроект требует принципиальной и концептуальной переработки» [2]. Трудно не согласиться с мнением экспертов, казахстанское общество в настоящий момент остро нуждается в принятии этого законопроекта с внесением существенных изменений, так как от его принятия будет зависеть дальнейший сценарий развития рынка социальных услуг. В негативном случае, в числе пострадавших могут оказаться не только социально активные неправительственные организации, но и те слои населения, которые остро нуждаются в получении качественных социальных услуг.

По критерию оценки уровня коррупционной опасности законопроекта хотелось бы отметить, что согласно ст.6. п.6, в компетенцию уполномоченного органа будет входить составление реестра неправительственных организаций - поставщиков социальных услуг, а также ст.7.п.8 в компетенцию государственных органов будет входить внесение предложений о включении неправительственных организаций в реестр, это в дальнейшем может привести к росту уровня коррупционности в уполномоченном органе и других государственных органах. Кроме того, согласно ст. 7 п.7 в компетенцию государственных органов входит составление списков неправительственных организаций - получателей государственных премий [1].

С одной стороны, при достаточно высоком уровне коррупционности в государственных органах, этот пункт может привести к дальнейшему росту уровня коррумпированности государственных органов [3]. При этом в ходе реализации государственного социального заказа нарушается принцип делегирования полномочий от государственных органов к неправительственным организациям - поставщикам социальных услуг.

С другой стороны, в случае отсутствия лояльности со стороны уполномоченного органа и других государственных органов к деятельности социально-ориентированных неправительственных организаций, относящимся критически, оппозиционно к курсу государственных реформ в стране, такие неправительственные организации попросту не будут включены в государственный реестр. По мнению ряда СМИ, «лидеры неправительственных организаций также выступили с резкой критикой законопроекта "О государственной поддержке НПО", который был разработан в недрах Министерства культуры и информации РК. Они считают, что этот документ носит дискриминационный характер и если он будет принят, весь государственный социальный сектор будет вынужден «уйти под чиновников» [2]. Ведь ни для кого не секрет, что основным критерием включения в реестр станет оценка степени оппозиционности к власти. Хотя об этом не указано открыто в тексте законопроекта, не стоит исключать из виду этот критерий оценки. Учитывая тот факт, что осуществление подобной оценки может быть проведено только государственными органами, становится понятной позиция разработчиков законопроекта.

По следующему критерию – оценке уровня реализованности законных интересов граждан (бенефициариев социальных услуг, а также граждан-представителей неправительственных организаций, занятых в сфере оказания социальных услуг) при негативном прогнозе в случае принятия законопроекта в данной редакции уровень реализации интересов граждан как в первом, так и во втором случае будет очень низким, так как будет установлен сильный контроль со стороны государственных органов над неправительственным сектором. Это может привести к размежеванию внутри сектора, и разделить сектор на несколько блоков: проправительственный - участники государственного социального заказа, и оппозиционный ему – неправительственные организации, не попавшие в реестр поставщиков социальных услуг, и пассивные неправительственные организации, которые займут наблюдательную позицию, понимая обо всех сложностях и трудностях включения в реестр. При этом как вторые, так и третьи займут крайне негативную позицию по отношению к государству. Кроме того, соотношение в системе государство / неправительственный сектор может измениться в негативную сторону, так как усиление полномочий государственных органов будет происходить за счет притеснения и вытеснения неправительственных организаций с территории социального рынка. Это может привести к аннулированию как целей, так и задач данного законопроекта. Кроме того, это также может привести к открытому социальному конфликту и конфронтации между государством и субъектами гражданского общества, размежеванию среди широких слоев общественности, и стать тормозом при проведении модернизационных реформ.

По следующему критерию – повышению возможностей учета интересов граждан – как представителей неправительственных организаций, и граждан – бенефициариев социальных услуг, принятие данного законопроекта в этом виде не будет учитывать интересы граждан как первой, так и второй группы, так как законопроект основан на утверждении идеи государственной монополизации территории гражданского сектора, что противоречит основным принципам развития гражданского общества. И хотим мы того или нет, как правило, взаимоотношения государства и гражданского общества всегда бывают основаны на единстве и борьбе противоположностей взаимных интересов.

В данном случае было бы целесообразнее заменить формулировку «государственная

поддержка неправительственных организаций» на «оказание государственной услуги неправительственными организациями при распределении грантов в ходе реализации государственного социального заказа». При этом неправительственные организации становятся клиентами государственных органов, что может способствовать сохранению взаимной лояльности позиций обоих участников процесса, расставить их на свои места.

По следующему принципу – повышение открытости и прозрачности деятельности государственных органов – принятие законопроекта в этой редакции будет способствовать дальнейшему сохранению непрозрачности и закрытости государственного сектора для институтов гражданского общества и населения. Возможно, это может свидетельствовать о неготовности государства пойти на такой шаг, ведь обратной дороги не будет, а также необходимости защиты определенных государственных интересов на национальном уровне [4,285-286].

По следующему критерию – совершенствование партнерства государства, неправительственного сектора, населения - принятие данного законопроекта может привести не только к сохранению, но и дальнейшему укреплению вертикальной структуры патрон-клиентских отношений между государством и неправительственными организациями. Как считают ряд экспертов, «чиновники в законопроекте даже не рассматривают НПО как партнеров государства, поскольку на деле неправительственные организации попадают в зависимость от Министерства культуры и информации РК» [2]. Кроме того, принятие законопроекта может укрепить позиции государства - монополиста на рынке социальных услуг и отодвинуть стремление неправительственных организаций к необходимости установления партнерских отношений на длительное время.

Анализ положений законопроекта может свидетельствовать либо об отсутствии в глазах государственных чиновников целостного взгляда на специфику казахстанского рынка социальных услуг, социальной системы в целом, либо о желании сохранить имеющиеся преимущества в социальной системе.

Вместе с тем, «представители гражданского сектора предложили создать независимый орган в виде Фонда развития гражданского общества, внедрить государственные гранты для НПО не как основную, а как дополнительную форму поддержки, внести рекомендации по улучшению действующей системы государственного социального заказа, а также создать доступную форму реестра поставщиков госсоцзаказа» [2]. Ожидается, что подобная инициатива, будучи принятая позитивно в высшем эшелоне, способна стать новой ступенью к развитию гражданских инициатив не столько сверху, сколько снизу.

Вместе с тем, не стоит забывать о том, что распад всей советской системы стал ярким примером последствий диктата и монополии в социальной системе, поэтому сохранение подобной позиции государства в настоящее время, когда общество находится в ожидании новых перемен, может привести к повтору сценария предыдущего периода.

Анализ законопроекта РК «О государственной поддержке неправительственных организаций» и федерального закона «Об общественной палате Российской Федерации», принятого в 2005 году может свидетельствовать о том, что в Российской Федерации осуществляется модернизация общественно-политической системы по либеральному направлению, а в Казахстане - модернизация по консервативному направлению.

Вообще, в России инициатором идеи создания Общественной палаты выступил Президент Российской Федерации В.Путин. Это может охарактеризовать В.Путина как сторонника либеральных модернизационных реформ в России.

Если реализация государственной поддержки неправительственных организаций в Российской Федерации осуществляется через Общественную палату, то в Казахстане такого объективного механизма пока не создано. Объективность Общественной палаты в Российской Федерации достигается путем включения в ее состав только представителей широких слоев общественности, известных популярных в глазах населения общественных деятелей, не имеющих никакого отношения к высшему эшелону власти. В свою очередь, и в Казахстане была создана общественная палата при Парламенте Республики Казахстан, однако не было достигнуто должной объективности результатов ее деятельности. К тому же, Палата также стала своеобразным отростком при высшем представительном органе Казахстана. В данной ситуации общественная Палата не может быть объективным аппонентом деятельности государственных органов в стране.

Кроме того, в Законе Российской Федерации «Об общественной палате» значительно расширены полномочия представителей общественной палаты, но при этом, согласно ст.7 п.2 закона, в состав общественной палаты не могут входить представители высшего эшелона власти Президент, члены Правительства, депутаты, судьи и т.д. [5].

В Казахстане же подобных ограничений нету. Несмотря на то, что общественная палата была создана как общественная открытая дискуссионная площадка, в нее вошли лишь известные депутаты, а также представители политических партий. Это может свидетельствовать о том, что в глазах представителей высшего эшелона нашей страны на дискуссионной площадке могут присутствовать лишь представители политических партий и депутаты, а представители неправительственных организаций в ряд таковых не входят.

В свою очередь, любые ограничения прямого политического участия могут свидетельствовать о высоком уровне ангажированности в политической сфере республики, а также об отсутствии прямых каналов рекрутирования в политическую элиту. Кроме того, усиление излишней централизованности государственной власти также может указывать на консервативный характер модернизационных реформ в системе.

Несмотря на обеспечение достаточно высокой устойчивости политической системы, консервативный путь проведения модернизационных реформ, выбранный в высшем эшелоне власти, может достаточно затруднить обновление системы, перекрыть каналы обратной связи с внешней средой, и каналы входа-выхода из системы, а также затруднить восприятие общественностью сути происходящих в стране модернизационных процессов, что может послужить препятствием для общественной поддержки курса реформ снизу.

Кроме того, по мнению некоторых экспертов, в настоящее время в стране происходит «усиление роли государства в лице чиновничества, которое сопровождается созданием зонтичных структур, осуществляющих контроль над определенными сегментами общества. Например, Гражданский альянс был создан для контроля за деятельностью НПО, выполняющих социальный заказ государства» [6].

В декабре 2013 года автором статьи был проведен экспертный опрос среди лидеров НПО Казахстана. Экспертный опрос проводился методом анкетирования по электронной рассылке Инфо-центров НПО. Было опрошено 40 неправительственных организаций. В ходе обработки анкет были получены следующие результаты. На вопрос: «Как Ваша организация относится к принятию законопроекта «О государственной поддержке НПО»? половина респондентов (50%) считает, что принятие законопроекта возможно только после «внесения в него изменений», лишь треть опрошенных (35%) высказались в поддержку законопроекта, 5% респондентов против его принятия, и только чуть более (5%) опрошенных не знает о таком законопроекте. Таким образом, по мнению половины респондентов, в данный законопроект необходимо внесение существенных изменений.

По вопросу введения лицензирования социально-ориентированной деятельности НПО в ходе оказания социальных услуг населению, мнения опрошенных разделились: половина респондентов (50%) высказалась в поддержку введения данного механизма, треть респондентов (35%) - против такой процедуры, и только (10%) не знает о существовании такой процедуры.

Возможно понимание того, что введение новой процедуры может значительно осложнить деятельность неправительственной организации в дальнейшем, заставило треть лидеров НПО выступить против введения лицензирования, тем не менее, половина опрошенных склонно поддерживать новшества, это может свидетельствовать о приверженности представителей НПО к активистскому типу культуры.

Тем не менее, законопроект «О государственной поддержке неправительственных организаций» в широких кругах общественности был встречен скорее с недоверием, опаской, подозрениями на начало новой подпольной интриги, инициированной властью. Это может заметно снизить уровень доверия к законопроекту со стороны общества, и может быть воспринято им как новый этап охоты на активистов неправительственного сектора.

Наличие определенной настороженности, недоверия и нежелания открыто выражать свое отношение к законопроекту со стороны лидеров НПО было заметно в ходе проведения экспертного опроса. Это может свидетельствовать скорее об отсутствии налаженных партнерских отношений между государственными органами и НПО, а также о том, что в случае выражения лидерами НПО

открытого негативного отношения к законопроекту, может последовать негативная ответная реакция со стороны государственных органов, что также способно осложнить деятельность неправительственной организации.

С другой стороны, все время говорить только о необходимости государственной поддержки НПО было несколько предвзято, потому что это скорее двусторонний, чем односторонний процесс. И потому, в какой степени государство готово оказывать поддержку общественному сектору, в такой же степени и третий неправительственный сектор должен оказывать доверие и поддержку проводимым в стране демократическим реформам. При этом участие неправительственных организаций в осуществлении данного процесса весьма специфическое. Каждая подобная организация как одно из главных достижений своей деятельности должна вносить свою посильную лепту в развитие социального капитала страны [7, 194-196].

В свою очередь у каждой неправительственной организации должен быть социальный баланс о том, насколько ее деятельность в этом году, в этом месяце по сравнению с предыдущим периодом была социально ориентированной, насколько она была эффективной в данном направлении, удалось ли достиг ее тех целей, которые организация ставила перед собой в ходе выполнения социального проекта. Кроме того, в этом ежегодном отчете должна быть отражена степень удовлетворенности населения уровнем оказания социальных услуг организацией [8, 28-29].

По мнению экспертов, только накопление социального капитала способно сплотить общество, стать прочной основой для проведения демократических реформ. Кроме того, лишь социально сплоченное общество может обеспечить устойчивость как политической, так и социальной систем, и развить взаимное доверие, толерантность и консолидацию казахстанского общества, как основные необходимые условия для проведения демократических преобразований в стране. Кроме того, эксперты выделяют демократическую и унифицирующую консолидацию: «формирование представителями некоммерческого сообщества демократической консолидации общества, ориентированной на создание конкурентной среды во всех сферах жизнедеятельности общества при формулировании, продвижении и поддержании общих базовых ценностей (в отличие от унифицирующей консолидации, направленной на создание гомогенного социально-политического и идеологического порядка, который базируется на монополизме власти и на социально-патерналистских ориентациях населения и его основных общностей)» [7, 203].

Хотя в Казахстане в настоящее время есть все признаки второй унифицирующей консолидации, но учитывая тот факт, что высшим руководством страны был взят курс на проведение демократических и либеральных реформ, на наш взгляд, можно отнести существующую в Казахстане консолидацию к переходному типу от унифицирующей к демократической. Если унифицирующая консолидация характеризуется слабой развитостью социальных отношений между субъектами, то демократическая консолидация может быть выражена в многосторонней развитости общественных отношений. И хотя с одной стороны государство пытается всячески сохранить строгий порядок в политической и социальных системах, но с другой стороны, в стране уже существуют много противников такого порядка, что уже само по себе может свидетельствовать о наличии в республике ростков демократической консолидации [7, 203]. Во многом поэтому демократическая модель способна стать идеальной для нашей страны. Однако, не стоит забывать о том, что слепое копирование прозападной модели идеальной демократии может пагубно сказаться на дальнейшей судьбе страны, и потому требованием настоящего периода может стать необходимость разработки собственной модели модернизационного развития казахстанского общества с учетом национальной специфики.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Проект Закона РК «О государственной поддержке неправительственных организаций» <http://gakz.kz/index.php/ru/zakonodatelstvo-analitika/proekty-npa>
- 2 Л. Экзархова. Конфликт в гражданском секторе: «государство зачищает общественные организации» 17.10.2013 года. ГОССОЦОТКАЗ <http://www.radiotochka.kz/news/full/881.html>
- 3 Е. Нурмагамбетов История о том, как из НПО делают государственные АОшки. 20 августа 2013 года <http://kazbei.org/themes/299-istoriya-o-tom-kak-iz-npo-deayut-gosudarstvennye-aoshki.html?lang=ru>
- 4 Социальные технологии межсекторного взаимодействия в современной России: Учебник/ А. С. Автономов, Т. И. Виноградова, М. Ф. Замятина, Н. Л. Хананашвили; под общей редакцией доктора юридических наук, профессора А. С. Автономова; – М.: Фонд НАН, 2003. – 416 с.

5 Закон Российской Федерации «Об общественной палате РФ», принят в 2005г., <http://www.oprf.ru/about/1391/law/418/>

6 М.Михтаева. Д.Сатпаев: «Чиновники – олицетворение силы и денег». 7.10.2013 года. <http://www.radiotochka.kz/news/full/791.html>

7 Никовская Л. И. Гражданские инициативы и модернизация России : [сборник статей] / Л. И. Никовская, В. Н. Якимец, М. А. Молокова. — Москва : Ключ-С, 2011. — 336 с.

8 О.А.Романова, И.Н.Ткаченко. Социальная ответственность корпораций: опыт территориального исследования // Экономическая наука современной России, №2, 2001, <http://ecsocman.hse.ru/data/935/823/1217/04-Romanova.pdf>

REFERENCES

1 Draft Law KR "On state support of non-governmental organizations» <http://gakz.kz/index.php/ru/zakonodatelstvvo-analitika/proekty-npa>

2 L.Ekzarhova. Conflict in the civilian sector: "state cleans public organizations" 17.10.2013 year. GOSSOTSOTKAZ <http://www.radiotochka.kz/news/full/881.html>

3 E. Nurmagametov. Story about how an NGO doing AOshki state . August 20, 2013 <http://kazbei.org/themes/299-istoriya-o-tom-kak-iz-npo-deyut-gosudarstvennye-aoshki.html?lang=ru>

4 Social technologies intersectoral cooperation in modern Russia: Textbook / A. Autonomov, T.I. Vinogradova, M.F. Zamyatina, N.L. Khananashvili; under the general editorship of doctor of law science, professor A. Avtonomov; - М . : Fund NAS 2003 . - 416 p.

5 RF Law "On the Public Chamber of Russian Federation", adopted in 2005, <http://www.oprf.ru/about/1391/law/418/>

6 M.Mihtaeva. D.Satpayev : "Officials - the personification of power and money." 7.10.2013 year. <http://www.radiotochka.kz/news/full/791.html>

7 Nikovskaya L.I. Civil initiatives and modernization of Russia: [collection of articles] / L.I. Nikovskaya V.N. Iakimets , M.A. Molokova . - Moscow: Key-C, 2011. - 336 p.

8 O.A.Romanova, I.N.Tkachenko. Corporate social responsibility: the experience of territorial studies // Economics of contemporary Russia, №2, 2001, <http://ecsocman.hse.ru/data/935/823/1217/04-Romanova.pdf>

Резюме

Нысанбаева А.М.

ҚАЗАҚСТАН МЕН РЕСЕЙДЕГІ Қ. ЯССАУИ АТЫНДАҒЫ ҚТХУ РЕФОРМАЛАР ӨТУ БАРЫСЫНДА ҮКІМЕТТІК ЕМЕС ҰЙЫМДАРДЫ МЕМЛЕКЕТТІК ҚОЛДАУЫ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ

Мақалада Қазақстан мен Ресейдегі үкіметтік емес ұйымдарды мемлекеттік қолдауының ерекшеліктері көрсетілген. Мақаланы жазу барысында компарактивтік талдау әдісі, сандық әлеуметтанудың әдістері, статистикалық мәліметтердің талдауы, эксперттік сұраулардың талдауы қолданылды.

Қазақстан мен Ресейдегі үкіметтік емес ұйымдарды мемлекеттік қолдау ерекшеліктерінің құқық негіздерін талдауы қазіргі уақытта Қазақстандағы модернизациялық реформалары консервативті бағыт бойынша, ал Ресейде – либеральды бағыт бойынша өтіп жатқаны туралы айғақтайды. Қазақстанда азаматтық қоғам дамуының жаңа кезеңіне өтуі үкіметтік емес ұйымдарды мемлекеттік қолдауының нақты механизмін өндіру арқылы мүмкін. Сондай механизм ретінде үкіметтік емес ұйымдардың халыққа сапалы қызмет көрсетудің объективті бағалау негізгі факторы болып келетін лицензиялауды ұсынуға болады. Мақала республикадағы әлеуметтік қызметтер нарығы дамуының ерекшеліктерін зерттеу үшін ғылыми қызметкерлер мен мемлекеттік органдарға арналған.

Тірек сөздер: үкіметтік емес ұйымдар, мемлекет, азаматтық қоғам, модернизация.

Summary

Nysanbayeva A.M.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF STATE NGO SUPPORT THROUGH MODERNIZING REFORMS IN KAZAKHSTAN AND RUSSIA

The article shows the features of State Support for NGOs in Kazakhstan and Russia. While writing the article methods of comparative analysis, quantitative methods of sociology, statistical data analysis, the study of expert opinions were used.

Analysis of the legal framework of the state support of NGOs in Kazakhstan and the Russian Federation can testify that modernizing of reforms in Kazakhstan currently took conservative character, and in Russia – liberal character. Transformation to the next stage of development of civil society in Kazakhstan is possible during the production of an effective mechanism of state support for NGOs. The article is addressed to scientists, the public authorities to explore the specifics of the state support for NGOs and social services market in the country.

Keywords: non-governmental organizations, state, civil society, modernization.

Поступила 22.01.2014 г.

УДК 323.2

Т.С. ТЕБЕГЕНОВ

(Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университет, Алматы қ.)

**АҚЫН-ДРАМАТУРГ НҰРЛАН ОРАЗАЛИННИҢ
«ҚАРАҚАЗАН ҒАСЫР» ДРАМАЛЫҚ ДАСТАНЫ****Аннотация**

Мақалада ақын-драматург Нұрлан Оразалин драмасының идеялық-тақырыптық, көркемдік-стильдік ерекшеліктері талданған. Пьесаның романтикалық, реалист тебіренісі ғылыми-теориялық талдаумен анықталған, сондай-ақ драманың психологиялық сипаты да көрсетілген.

Тірек сөздер: драма, көркемдік стиль, идеялық-тақырыптық романтизм, реализм.

Ключевые слова: драма, художественный стиль, идейно-тематические, романтизм, реализм.

Keywords: drama, art style, ideological and thematic, romanticism, realism.

Қазіргі қазақ әдебиетінің дамуы үдерісіндегі драматургия жанрларының (драма, трагедия, комедия) да жазылуы классикалық дәстүр аясында жазылып келеді. Әлемдік драматургияның дәстүрлі арнасына ХХ ғасырдың екінші жартысындағы әдебиет алыптары қаламгерлеріміздің (Жүсіпбек Аймауытов, Сәкен Сейфуллин, Бейімбет Майлин, Ілияс Жансүгіров, Мұхтар Әуезов, Сәбит Мұқанов, Ғабит Мүсірепов, Қажым Жұмалиев, Сағыр Камалов, Жұмат Шаниннің, т.б.) пьесалары арқылы қалыптасты. Драматургияның көркем әдебиет дамуы үдерісіндегі көрнекті үлгілері республикамыздың М. О. Әуезов атындағы академиялық және Ғ. Мүсірепов атындағы академиялық балалар мен жасөспірімдер, сонымен бірге облыстар орталықтарындағы драма театрларының сахналарында үздіксіз қойылып, көрермендердің қабылдау ықыласын иеленді. Қазақ драматургиясының туындылары ХХ ғасырдың 90-жылдарынан бастап Астанадағы Қ. Қуанышбаев атындағы, Түркістан қаласындағы музыкалық драма театры сахналарында да қойылуда.

Театрларымыздың сахналарында әлем әдебиетінің ең байырғы классикалық саласы болып саналатын драматургия туындыларының жазылып, қойылымдарға ұсынылуында қазіргі қазақ әдебиетінің көрнекті драматург қаламгерлері шығармашылықпен тынымсыз еңбек етіп келеді.

Қазіргі қазақ драматургиясындағы көрнекті қаламгерлер Әбіш Кекілбаевтың, Дулат Исабеков, Нұрлан Оразалин, Иранбек Оразбаев (Иран-Ғайып), Тынымбай Нұрмағамбетов, Сұлтанәлі Балғабаев, Серік Асылбекұлы, Роза Мұқанова, Жолтай Әлмашұлының және т.б.-дың пьесаларын айтамыз.

Нұрлан Мырқасымұлы Оразалиннің драматургиясы – қазіргі қазақ әдебиетіндегі өзіндік шығармашылық мәнерімен, поэтикалық сипаты ерекшеліктерімен даралана байқалады. Ақын-драматургтің «Шырақ жанған түн», «Тас киіктер», «Ақ құс туралы аңыз» («Бойтұмар»), «Қарымта», «Қырғын» (М. Әуезовтің «Қилы замани» атты шығармасының ізімен), «Бастықтың бір күні», «Қарақазан ғасыр» (драмалық дастан) (1989), «Көктемнің соңғы кеші» – оқырмандар мен көрермендерге танымал туындылар.

Қазіргі қазақ драматургиясы пьесаларының көркемдік деңгейін көтерудегі қаламгердің шығармашылық қызметі де лайықты бағаланып келеді. Атап айтқанда, «Ақ құс туралы аңыз» пьеса бойынша қойылған спектаклі үшін Халықаралық театр байқауларының жүлдегері атанды. «Қилы заман» «Қырғын» пьесасы М. Әуезовтің 100 жылдығына орай өткен театр фестивалінде «Ең үздік инценировка» жүлдесіне ие болды» [1, 242-б.].

Ақын-драматург Н. М. Оразалиннің шығармашылығындағы байырғы классикалық дәстүрлі арнадағы драматургиялық туындыларын нысанға алып қарастыруда энциклопедиялық анықтамалықты негізге аламыз: «Драматургия – (грек. *dramaturgia*) – қандай да бір халықтың немесе жазушының белгілі бір дәуір мен кезеңдегі драмалық шығармаларының жиынтығы. Драматургиялық шығармалардың алғашқы үлгілері Ежелгі Грекияда діни дәстүрлерден (Дионис құдайға табынудан) басталған» [2, 167-б.]. Демек, ақын-драматург Н. М. Оразалин драматургиясын

кұрайтын туындыларды біз әлем өркениетіндегі классикалық әдеби дәстүрлер сабақтастығы желісімен қарастырамыз.

Драматургия шығармаларының поэзиямен жырлануы – ежелгі (антикалық) дәуір әдебиетінде пайда болып қалыптасқан көркемдік үрдіс. Өте ежелгі заманғы грек әдебиетінің классикалық-антикалық кезеңі (б.д.д. V–VI ғғ.) драматургияның пайда болу кезеңдеріндегі Эскилдің («Парсылар», «Бұғауланған Прометей», «Орестея» (трилогия)), Софоклдің (б.д.д. 496–406 жж.) («Антигона», «Эдип патша», «Электра», т.б.), Еврипидтің (б.д.д. V ғ. екінші жартысы; «Медея», «Геракл», т.б.), Аристофанның (б.д.д. 445–385 жж. шамасы) («Салтатты», «Лисистрата», «Құрбақалар», т.б.) пьесаларының (трагедиялық, драма, комедия) поэзиялық сипатпен жырланғаны мәлім. Ежелгі заманғы драматургия туындыларының бірнеше өнер тұтастығымен (поэзия, әуез, орындаушылық, т.б.) жазылғандығы да белгілі. Антикалық дәуірлерден кейінгі ғасырлар бойы даму, кемелдену кезеңдерінен өткен әлем халықтары әдебиетіндегі драматургия шығармаларында сахналық қойылым заңдылықтарына бейімделген бірнеше өнер тұтастығына негізделген бұл ерекшелік қазіргі заманғы әдеби үдеріс туындыларында да сақталып келеді.

Көрнекті ақын-драматург Нұрлан Мырқасымұлының «Қарақазан ғасыр» дастан-пьесасы – әлем әдебиетіндегі аталған классикалық дәстүрмен жырланған туынды.

«Қарақазан ғасыр» дастан-пьесасының идеялық-композициялық желісі мынадай тақырыптық бөліктерден құралған: «Жала» – бірінші күй); «Нала» (екінші күй); «Жанталас» (үшінші күй); «Жандауыс» (төртінші күй); «Арылу» (күй-түйін). Драмалық дастанға арналған көрнекті сыншы Бақыт Сарбалаұлының «Өмірге өлең керек пе?» атты мақаласындағы бағалауын назарға ала отырып, шығарманың жанрлық болмысын тануға бағдар аламыз:

«Өлеңнің көк терегі аман болса, өмірге өлең керек. Өлеңді былай қойып, «Қарақазан ғасыр» тәрізді тынысы кең, табиғаты терең, **эпикалық-драмалық, зерделі-пәлсапалық** дастандар да керек» [3, 146-б.].

Драмалық дастанның идеялық-композициялық желісіндегі кейіпкерлер (Ана (әрі Айша келін); Ұлы (әрі кішкентай Берік); Иіс кемпір; Сәнім әжесі; Едіге қарт; Қасым рухы; ауыл тұрғындары, т.б.) романтикалық және реалистік көркемдік тәсілдердің тарихи-философиялық, психологиялық тұтастана өрілуімен бейнеленген.

Эпикалық шығарманың романтикалық-психологиялық сарындар тұтастығындағы поэтикалық сипаты авторлық ремаркамен дәйектелген: «Өтетін жері»: жұмыр жердің төсі, қазақ жері; кейіпкерлердің жан жүрегі. Ой төрі; «рух атаулының мәңгілік мекені» – ғарыш көк, аспан айдыны. [4, 151-б.].

Драмалық дастанның идеялық-композициялық желісін басты кейіпкерлер Ана мен Ұлының диалогтары-монологтары құрайды. Туындының басталуынан аяғына дейін өрілген сол диалогтар-монологтар аясында уақыт пен кеңістіктегі халық тарихының трагедиялық кезең шындығы, адамдардың мінез-құлық психологиясындағы адалдық пен арамдық, ерлік пен ездік, мәрттік пен екіжүзділік, т.б. қайшылықты сапалы қасиеттер қақтығыстары сыншыл реализм айыптауларымен жырланған. Драмалық дастанның тақырыбы – ХХ ғасырдың 30–50-жылдарындағы қазақ еліндегі тарихи кезең шындығы, идеясы – адамзат ұрпақтарына тән адамгершілік-имандылық қасиеттерді ұлықтау және оған қарама-қайшы күншілікті, қызғаншақтылықты, опасыздықты, қатыгездікті айыптау.

Драмалық дастанның сюжеттік-композициялық желісінде мынадай поэтикалық құрылым жүйесі саралана көрінеді: біріншісі – халықтың бақыты жолында күш-жігерін, ақыл-парасатын жұмсаған, бірақ жазықсыз жаланың құрбаны болған қайраткер асыл азамат Қасымның және оның Анасы Айшаның, сонымен бірге сол арман рухтас жағымды кейіпкерлердің (Едіге қарт, Қасымның ұлы Берік, Иіс кемпір, Сәнім әжей) даралана бейнеленуі; екіншісі – зұлымдық, жендеттік-қатыгездік пиғылмен өмір сүретіндердің көркем шындықпен жинақталған бейнесі – Қозыбақ арқылы дәлелденетіні.

Драмалық дастанның көркемдік шешімі – әділетсіздік жаласының құрбаны болғандардың халықтық гуманизм, адамгершілік-имандылық рухы биіктігі тұғырында мәңгі ұмытылмайтынын, жаңа буын ұрпақтарды жақсылыққа, ізгілікке, кешірімшілдікке, сол арқылы ұлттың ұлылығын сақтауға тәрбиелейтін қуаттылығын дәлелдеу.

Драмалық дастандағы ауыл белсендісі эпербақан, жалақор Қозыбақ пен адамзатты, оның ішінде қазақ халқын аштықпен, қуғын-сүргінмен қырып-жойған жендет Сталин бейнелеріндегі

табиғи үндестіктің, текстестіктің биологиялық-физиологиялық, генетикалық тұтастығы дәлелденген.

Шығарманың негізгі трагедиялық сипатын айқындайтын поэтикалық-психологиялық түйінінде өткенде де, қазірде де, болашақта да осындай сырты адам, бірақ жан ділі әлемі жыртқыштық-жендеттік, қараулық-күншілдік, қатыгездік-қанқұмарлық пиғылдардармен толған зұлымдардың барлық құрлықтардағы халықтар арасында бірге өмір сүріп жатқандығы дәйектеле түйінделген.

Драмалық дастанның идеялық-желісіндегі жалпы адамзатқа ортақ осындай трагедиялық-психологиялық хал-ахуалдың сюжеттік көріністерде-бөліктерде авторлық эпикалық баяндаумен де, кейіпкерлердің диалогтарымен-монологтарымен сабақтаса өріліп отыратыны – автордың көркемдік ой желісін аңғартады. Шығарманың тұтас құрылымдық желісіндегі ешқашан жойылмайтын қарама-қайшылықтардың, үздіксіз тоқталмайтын қақтығыстардың салдарынан болып жатқан дүниеқоңыздық, мансапқорлық, қызғаншақтық, күншілдік, жалақорлық, опасыздық, т.б. жексұрын қасиеттер иелері – пенделердің кесірінен адамгершілік-имандылық туын көтерген асыл адамдардың жазықсыз жазаланатыны, олардың бала-шағаларының, қарапайым халықтың қайғы-қасіретке душар болатыны, мұңды-шерлі жандардың әділдік іздеп өмір бойы шарқ ұратыны, т.б. – сан алуан тағдырлар жағдайы психологиялық-романтикалық сыншыл сарынмен, жырланған. Ақын-драматург Нұрлан Мырқасымұлы драмалық дастанының «Ана мен ұлдың алғашқы сұхбаты» бөлігінің соңынды **қазақтың ата-бабалық жан ділі сырларының үні болып ғасырлардан сақталып бүгінге жеткен домбыраны** ой арқауына ала отырып, жалпы адамзат пен қазаққа ортақ қасірет-қайғы, мұң-нала, шер күйі төгілгендей жыраулар мәнерімен төгілте толғаған:

... Ернеуінен асып-тасқан көлдейін,
Көктемдегі долы мінез селдейін...
Тоғыз перне жеткізе алса жарады,
Ішек бойлап ерен сезім, келді ойым?!

Күй-тағдырым кеудемдегі өрілсін,
Бар өмірім, бар мұратым көрінсін.
Жер үстінің адал жүрек жандары,
Тыңдап, тоқып, айтсын алғыс, жерінсін.

Бұл күйімде сенің де бар ар маның,
Бала күнің жағалаған жар маңын,
Қарақазан ғасырым бар – тағдырым,
Тым ертелеп салған бізге қармағын.

Құлақ күйі:

Киіп ескі бешпеті мен жейдесін,
бір дәуірдің бастап қоңыр ой көшін,
күй атымен «**Қарақазан ғасыр**» боп,
тамырларда атқақтап бір сөйлесін:
Менің қайғым сөйлесін!
Сенің қайғың сөйлесін!
... Ел қайғысы сөйлесін,
Көл қайғысы сөйлесін,
Ұлын күткен ананың
сел қайғысы сөйлесін!
Жер қайғысы сөйлесін,
Төр қайғысы сөйлесін.
жарын күткен келіннің
шер-қайғысы сөйлесін!
Түн қайғысы сөйлесін,
Күн қайғысы сөйлесін.

жетім өскен жер тістеп
ұл қайғысы сөйлесін!
Шың қайғысы сөйлесін,
шым қайғысы сөйлесін
жиырмамыншы ғасырдың
мұң-қайғысы сөйлесін!
Шын қайғысы сөйлесін! [4, 154-156-бб.].

Драмалық дастанның басты кейіпкері Қасымның кескін-келбеті, мінез-құлық ерекшеліктері халықтың ежелгі замандардан бүгінгі күндерге дейінгі жалғасқан ұрпақтардың асыл сапалы болмысын көркем шындықпен жинақтап жырлаған сипатымен көрінеді. Романтикалық және реалистік көркемдік тәсілдер тоғысындағы бейнелілік өрнектерімен қазақтың ұлттық-этнографиялық, психологиялық болмысы, бітімі көркемдік-эстетикалық дүниетаным аясындағы сипатымен жырланған. Драмалық дастан кейіпкер Едіге қарттың Қасым жазықсыз ұсталып кеткендегі – қайғылы-мұңды көңіл-күйі жағдайы сәтіндегі («Едігенің ойы») даралай мінездеуінің халық бағалауы тұрғысында берілгенін аңғарамыз:

... Жалғыз тұяқ кешегі өткен Арыннан,
қарын шашы өз қолыммен алынған,
бала емес пе көз алдымда өскен ол,
кеше ғана тал бесікке таңылған?!

Қаз-қалпында ... Көз алдымда тұр анық.
бала-Қасым жағалаған жыраны,
жігіт-Қасым өз еркімен аттанған,
қырық бірде майданға алғаш сұранып.

Жасын-Қасым жасқанбаған көп істен,
батыр-Қасым қайта оралған жеңіспен.
асыл-Қасым мақтанышы осы елдің,
еңбегімен көтерілген еңістен.

Аға-Қасым елдің қамын ойлаған,
қылыш-көңіл, от жүректі ойлы адам,
әке-Қасым отау тігіп, жар сүйіп,
ұрпақ сүйіп, шілдеhana тойлаған.

... Пиғыл жоқ-ты бір сөзінде жат бөтен,
болар ұлды қай сұмырай сатты екен?!
Қасым десе Қасым еді – қаршыға,
қандай арам қай тасадан атты екен?!

Қара ниет қандай ғана көз көрді,
Кінәсі жоқ жалын жанды, текті ерді?!
Мен сенбеймін!
Қасымды жау дегенге
Қандай пасық, қай мінезін жек көрді?! [4, 175-176-бб.].

Ал, Қасымның жары – Ананың Қасымның мінезін және онымен отау құрған бақытты күндерін айтқан сырын толғайтын («Жала: Бірінші күй (немесе Ананың алғашқы сыры» атты бөлімдегі жыр жолдары («2. Әке мінезі «Айдалу») Қасым және ол тектес, тұлпар тұлғалы, қыран мінезді асыл сапалы қайраткер азаматтардың қызметтерін және олардың қызғаныштың, қараулықтың құрбаны болатын трагедиялық тағдырларын айқын елестетеді:

Өткір еді:
Тау суындай тасыған,
Кезі жоқ-ты жөнсіз жерде жасыған
Арын, жарын серік етіп ең жақын,
екі елі де қалдырмайтын қасынан.

Екі сөздің бірі әрқашан ел еді,
елмен ойы егіз еді, тел еді,
дос қайғысын, қуанышын бөлісер
қай кезде де дайын еді көмегі.

Әзілменен «түйреп, сүйреп» кей досын,
думандатып, өткізетін той пешін,
жомарт еді әкең марқұм, жұртқа адал.
шешіп берер үстіндегі жейдесін
Отқа түсер қажет жерде керексе...

Қисайды ма?
Қасқаятын – терекше.
Ақ көңілдің ақ көңілімен білер,
жан еді әкең ары таза ерекше.

Жори алман бұл мінезін жаманға,
отиеміз көпшіл еді әманда.
Кек дегеннен ада-күде жан-еді,
болмысымен сенетін-ді заманға.

Кім-кімге де бұландатпай шешімін,
қысқа сөзбен қайыратын кесімін.
Мұны да мен кемшілігідей алман.
Қай кезде де тура айтқанының несі мін?

Оғаш кетіп, жолды бұзған кем күні,
Жұрты сүйген бір мінезі-кеңдігі.
жиындардың сәні жоқ-ты Қасымсыз,
алғыр ойы, тез жететін елге үні.

Дауға түссе, тілі мірдей, оқ еді,
тиген жерін ойып түсер шоқ еді.
Ел аласы ішінде ғой... Кім білген?
Қасын қайдам? Тілеуқоры көп еді.

Сондықтан ба? Сенгіш еді елге тым,
Келе-келе менің де оған өлді етім.
«Батыр – аңғал» деген сөз де рас-ау,
қаздай еді ол ен жайлаған көл бетін.

Аңғармаппын. Аңқау қандай, жас болған?
Желке тұстан атыларын тас қолдан...
Дос пен қасты таразылай алмаппыз,
құстай болып ақ айдынға мас болған.

Жаны – жайсаң. Көңілденсе, көл еді.
Ашуланса, сәуірдегі сел еді.

Адал жанның қай қылығын айтайын,
көктемдейін желбіреген желегі?..

... Құдайға да қарайтындай қасқайып,
жанарынан көрмеген бір жас тайып.
Әкең сенің адам еді... амал не?
Өткір тілі болды білем басты айып.

Басқарма да Қасым барда ығатын,
Қозыбақтар сөз айта алмай бұғатын.
Хатшы келсе, келе қалса уәкіл,
мінбеге де Қасым алғаш шығатын.

Мынау дұрыс, мынау бұрыс дегендер,
тұңғыш айтқан таң қалдырып көп елді,
Қасым еді біздің елде, мен білсем,
тілмен тергеп қоғам атты «көгенді».

Күтпеуші еді «әліп соңын» баптанып,
білмеуші еді сөз сөйлеуді сақтанып.
Қызыл тілі абыройға бөлеген,
оны аңдаусыз ажал болып қапты анық. [4, 159-161-бб.].

Бұл – кейіпкердің шерлі-мұңды сырымен өрнектелген әділет атты қасиетті ұғым атынан берілген мінездемелік даралау. Автор асыл сапалы адамдардың драмалық-трагедиялық тағдырлы жағдайын өмір шындығы аясында алып, кейіпкерлер атынан берілетін бағалаулар арқылы тіршілік қозғалысының ащы шындығын оқырмандардың-көрермендердің көз алдарына реалистікпен елестетеді.

Бұл – ХХ ғасырдың 30–50-жылдары саяси қуғын-сүргінге, жазықсыз жазалауға ұшыраған Алаш қайраткерлерінің, қоғамдық-әлеуметтік жұмыстарын жан аямай атқарған адал азаматтарымыздың трагедиялық хал-ахуалының тарихи-көркем шындықпен өрнектелген көрінісі.

Драмалық дастандағы басты кейіпкер Едіге қарт та қазақтың ата-бабалар дәстүрін кейінгі ұрпаққа саф алтындай таза қалпында жеткізуді мұрат тұтқан нағыз Абыздарымыздың Ақсақалдарымыздың көркем жинақталған тұлғасы. ХХ ғасырдың 30-жылдары қазақ даласында болған азамат соғысының, мал-мүлікті тәркілеудің, саяси-қуғын-сүргіннің, зорлықпен ұжымдастарудың – бәрінің де оқиғалары ортасында болған Едіге сынды абзал ойлы, халық тағдырының куәгерлері ауылындағы, аймағындағы әділетсіздіктерге жайбарақат қарамағандары анық. Олар қолдарынан келгенінше, әл-дәрмендерінің жеткендерінше адал азаматтарды қорғауға, қолдауға ұмтылды. Қазақстанның аймақтарында болған халықтың бас көтерулерді, наразылықтарды да осындай Ел ағаларының – Ақсақалдардың басқарғандары да тарихи шындық. Бұл орайда, драмалық дастандағы Едіге қарт бейнесінің ұлттық-этнографиялық негіз, тарихи шындық аясында алынған кескін-келбеті, іс-әрекеттері, мінез-құлық психологиясы – оның диалогтарымен, монологтарымен де шынайы бейнеленгенін оқимыз. Бұл арада драмалық дастандағы қазақ халқының ежелгі ата-бабалардың елдік, ерлік салт-дәстүрін, әдет-ғұрпын берік ұстанған, озбырларға қарсы тұрған әділдігімен, турашыл, өжет, мәрт мінезмен халыққа тіреу-сүйеу, жомарттығымен, қонақжайлылығымен, қанағатшылдығымен елге сүйкімді, жауынгерлік-қаһармандық әрекеттерімен Отанға, жұртқа қорған, әнші, домбырашы, саяткер аңшы, атсейіс-бапкер болған – сан салалы азаматтық тұлғасымен дараланған Едіге бейнесі – біздің ұлттық, келбетіміздің романтикалық-реалистік, тұтастықпен бейнеленген көрсеткіші. Драмалық дастанның халықтың-көркемдік-эстетикалық дүниетанымға негізделген сипаты да осы Едіге қарттың ғұмырнамалық жолын, мінез-құлқын, әлеуметтік іс-әрекеттерін суреттей бейнелей жырлаған бөліктегі («2. Едіге қарт») шумақтардың көркем кестелі өрнектерінен танылады:

Қарт Едіге, мәрт Едіге көп көрген,
қилы-қилы замандарды өткерген;
жасқанбастан жағаласқан кезінде
азулары алты қарыс бектермен.

Би-болыстан, төреден де ықпаған,
қажет жерде жаға жыртқан, бұқпаған.
Едігенің елге мәшһүр мінезі –
тепсе темір үзетұғын мықты адам.

Момындарға сүйеу еді, сеп еді,
қонақ келсе барын үйіп-төгеді,
ел білетін кең мінезі – жомарттық,
сараңдарға қадалатын жебе еді.

Дұшпанына – кесіп түсер алдаспен,
қаталдықпен қай кезде де «қандасқан»,
Едігенің ел сүйетін мінезі –
айтқанында тұратұғын танбастан.

Елірмейтін ел алдында қызығып,
«сен» демейтін жөнсіз жерде бұзылып,
Едігенің елге мәлім мінезі –
сүйкенбестен отыратын жүзі нық.

Өмірде оның көрмегені кемде-кем,
көргенімен талайларды «жөндеген»,
Қара күрке... Боз үйде де болған ол,
бұйырғанын артық-кемсіз теңдеген.

Ән де салған. Домбыра да шертетін,
Бүркіт ұстап, тазыны да ертетін,
жас кезінде қылаң мінген, боз мінген,
ал кейінгі мінген аты бөрте-тін.

Қалың елді қанжылатып, жұлқылап,
хан жайлауда қамыққанда гүл, құрақ,
«Райымбек!» деп ұран салып, оқ атқан,
он алтыда қол бастаған мылтық ап...

Осы Едіге...
Ел бастаған Едіге,
тартып туған тамырына тегіне;
қан тамғанда атқа отырған аттандап,
Қарқара мен Шалкөденің шөбіне.

Кезде сол бір ел басына күн туған,
кезде сол бір ер басына сын туған.
От пен оқтың арасынан бораған,
осы Едіге...
Арыстандай ұмтылған [4, 171-172-бб.].

Драмалық дастанның идеялық-көркемдік тінін құрап тұрған поэтикалық желі – қазақтың ұлттық қасиеттерін даралап таныту. Едіге қарттың ғұмырнамалық жолдары мен мінез-құлық қасиеттерін өзара сабақтасқан қалпымен өрнектеген даралай мінездеулерден қазақ халқының тарихи кезеңдерден өтіп, өмірге құштар өр көңілмен қаруланған, қиындықтарды жеңе жүріп шыңдалған тағылымды тағдырлы болмысы айқын байқалады:

... Осы Едіге...
Ел жігерін үкпестен,
Ел намысын қолдан бермей бүкпестен,
қайрат қылған қырандайын қиялап,
Алатаудың асқарында – тікте өскен.
Су да кешкен, қар да кешкен, шөп кешкен,
ұлықпен де, бүлікпен де беттескен.
Төңкерісте «қызыл қыран» атанып,
Кеңес үшін қанын төккен, кектескен.
Таяқ жеген, таяқты да жегізген...
Колхоз құрып, түрен салған өгізбен.
Едігенің ел сыйлаған мінезі –
ерлік, еңбек – бойындағы егіздем.
Шалғы ұстаса кірісетін жең түріп,
дауға түссе, тең сөйлеген, тең тұрып;
«бес патшаның дәмін татқан» алып қарт
осы өлкенің «кұлағы» еді ең түрік.
Жас шағында күлдіретін боз атын,
бәйге десе, көкпар десе қызатын,
осы өлкенің «білегі» еді Едіге.
ер мінезді, елге жайған өз атын.
Орақ мұрын, қыран қабақ, кескінді,
ашуланса, тау мінезді көшкін-ді,
осы өлкенің «жүрегі» еді Едіге
өсек айтып, даттамаған ешкімді [4, 173-174-бб.].

Басты кейіпкер Едіге қарттың қазақ даласын жайлаған аштықтан қырылған қазақ халқының аянышты оқиғасы кезіндегі күйзелгенін, жылағанын жырлау арқылы ақын біздің сол қырғынды ойлап мәңгі егілетін, еңірейтін қасірет намалық көңіл-күйімізді реалистікпен жырлаған:

... Сол Едіге «ақты» көрген «бандыны»,
«мәнсізді» де, көрген талай «мәндіні»,
аштық жылы түршіккені жадында,
өзегінде-өлгендердің мәңгі үні.

Сол Едіге...
Босып шыққан қосынан,
пана таппай жауы түгіл досынан,
қалың қазақ қырылғанда...
Осылай
Ет бауыры езіліп бір шошыған.
Тау, жырадан, кең даладан сұлаған,
Талшық таппай ісіп-кеуіп сұлаған,
қандастарын көрген сәтте...
Осылай
Өксіп-өксіп, іш құста боп жылаған:
Сол Едіге...
Нар Едіге...
Көп көрген.
Жазғытұрым жемтік іздеп көкте өрген,
күзгандарды көрген сәтте.
Осылай
бір түйір жас қолқасына кептелген.
Сол Едіге... Көк бүркітті көп ілген,

құзғындардан қатты шошып шегінген.
 Көрген кезде сүйектерін қырдағы
 дәл осылай ағыл-тегіл егілген.
 Сол Едіге, нар Едіге. Жоқ бүгін,
 Соғыс... Бес жыл... Қанжылатып өтті күн.
 Күзеп кетті жал-құйрығын – үш ұлын
 жұтты майдан, көкірегінде – көп тығын. [4, 173-174-бб.].

Драмалық дастанның сюжеттік шиеленісті сәтінде жазықсыз ұсталып кеткеннен кейін артынан ауданға барып, енді Қасымның оралмайтынын («Осы ауылдан біреу оны көрсеткен», «Сезем... Қасымды бақастықтық оғы ұрды», «Қызғаныштың қызыл иті талады, қан жамылды балтыры мен балағы. Қасым, сірә, оралмайды жуықта, Айдайды алыс... Абақтыға жабады») айтып, Қасымның үй-ішін («Айтпақ болып өксіп кеткен жалғызды, Едіге қарт қиын іске барды ізгі. Иіс кемпір, Айша келін екеуін бесіктегі Берігімен алғызды») домбыра күйімен («Тартты бір күй бұрын ешкім білмейтін, өмір жайлы, тірлік жайлы киелі») жеткізгені драмалық дастандағы «4. Едігенің естірту күйі» бөлігіндегі толғаумен жырланған. Ескірту-толғауда тіршілік қозғалысындағы жақсы мен жаманды, асыл мен жасықты, батыр мен пасықты ұрпақтардың саралап танып бағалайтынын («ел сүйетін ерлердің ошақ оты сөнбейді»; «ел сыйлаған арлының асыл сөзі өлмейді», т.б.) айта келе, жазықсыз жазаланғандардың түбінде ақталатынына, халық тарихындағы лайықты орындарына оралатындарына сендіре төгілдіреді:

... Арманды жан алдырмас,
 арман, үміт тел еді,
 мұң-қайғыға шалдырмас,
 Сенім түбі женеді.
 Аспан. Дала. Кең еді.
 Кеңге жүрек сенеді.
 Қасым сынды қайсар ұл
 бұл киырда кем еді,
 момынына ауылдың
 мүйеу еді, сеп еді,
 үстіменен ауырдың
 жүргендерге жебе еді.
 Тар пиғылын пендеңнің
 түбі адалдық женеді,
 «дау!» дегенге сенбегін,
 Қасым аман келеді.
 ... Қызыл сулы далаға
 кара өлең шөп өнеді,
 сәуле сеуіп санаға
 таңда жұлдыз сөнеді,
 үміті бар өлмейді,
 үміт, сенім тел еді,
 кебін киген келмейді,
 кебенек киген келеді.
 туған ауыл көгіне
 бір қуаныш енеді.
 ... Аспан. Дала. Кең еді.
 Кеңге Отаны сенеді.
 Сенген елдің Әманда
 көгереді желегі...
 Жалғасады жасарып,
 жайқалады көл, егін,
 жетіледі жас, арық,
 бесікке ұлды бөлегін,

үміті бар өлмейді,
көңіл аттай желеді,
кебін киген келмейді,
кебенек киген келеді...
Келеді!
Келеді! [4, 180-182-бб.].

Бұл – домбырадан төгілген күй сарынының поэзиямен өрнектелген үлгісі. Домбыраның бебеулеген күй әуендерінен («Мінезіндей Едігенің өр, биік, мына күйде сезім-биік, шер-биік! Домбыраның өте бойын балқытып, кетті білем аспан да иіп, жер де иіп») Едігенің Қасымның енді оралу-оралмауы белгісіз тағдырын сезінген, түсінген отбасының қасіретті-қайғылы хал-ахуалы да психологиялық тұрғыда бейнеленген:

... Кезіп сарын тау-жыраны, аспанды,
сілкіді кеп емен, шырша, жас талды.
Айша келін атып шықты шыңғырып,
ал ананың жанарынан жас тамды.
...Жылады ана... Солқылдап кеп жылады,
көлдетті де көздің жасын бұлады;
немересін біреу алып кетердей,
ұмтылып кеп тал бесікке құлады.
Шерлі анаға Сәнім кемпір қосылды,
Едіге қарт естіді үнсіз қос үнді.
Боздауынан қос ананың ораулы
бесіктегі Берік қатты шошынды.
Дір еткендей қырдың қара шалғыны,
шерлі дауыс өксіп-өксіп қалғыды.
Іште – бесік, сыртта – тау мен Ай мұңды,
өлмес күйдің жүректерде қалды үні.
Шыр еткендей қырдың қара шалғыны,
шерлі дала өксіп-өксіп қалғыды;
суық хабар келген күнгі Беріктің
тау-жыраның құлағында қалды үні...[4, 183-б.].

Драмалық дастан оқиғаларының сюжеттік шиеленістері, шарықтау сәттерінде «Күн көсем» Сталин өлген сәттегі аштықтан, қуғын-сүргіннен, соғыстан үрейден титықтаған халықтың жылағаны, сол азалы, қаралы жиынға Қасымның анасы Иіс әженің келмегені, өз пікірін ашық білдіргені («Патшаға, қараға да – бір өлім, көсемің де құдай емес сиқы әні», «Біз – қонақпыз, мәңгі – Жер мен көкте Күн», «Қасымымнан артық па еді ол менің?») де шындық үкіміндей естіледі. Қаралы жиынға шешесі Айшамен, көрші балалармен (Ерден, Дәулет) бірге барғысы келген Қасымұлы Беріктің алғаш рет ауылдасы, әкесін жазықсыз ұстатып жіберген бәлеқор-жалақор, шолақ белсенді Қозыбақтың озбырлық-мейірімсіздік ызғары ескен сөздерінің («Бөлтірігі бөрінің ... Тауға қарап ұлуын...»), «Халық жауы семьясына орын жоқ», «Бұл жиыннан кетіндер!») айтылған сәтіндегі шиеленісі жағдай-зұлымдықпен бетпе-бет келетін шешуші майданға шығатын жас буынның айбынды қуатын сездіргендей әсер береді:

... Айша байғұс құлай жаздап шақ тұрды,
отты көзін Қозыбаққа лақтырды,
мас Қозыбақ қозы қарнын сипалап,
ықылықтап астындағы атты ұрды,
ауып-толқып, ер үстінде шақ тұрды.
Жалғыз аяқ Жарылқап қарт: «Тек!» деді,
бірақ сөзі Қозыбаққа жетпеді.
Қамшы иіріп, қоқаңдады белсенді,
жесір менен жетім ұлға шеттегі.

– Оңбаған! – деп әлден уақ жас бала,
тұра ұмтылды жерде жатқан тасты ала.
– Жаудың ұлы ... Қарандар! – деп Қозыбақ,
қорғаншақтап бетін басты жасқана.

Жетім ұлдың жанарында жаз тұрды,
дәлдеп таспен жүгенсізді басқа ұрды.
Құдай қағып, тимей қалды атқаны,
Қозыбақты бала қатты састырды.

... Қозы сынды жұлқылаған көгенді,
Қаршадай ұл таңқалдырды көп елді;
ата қарап Қозыбаққа көзімен,
Жалт бұрылып құстай ұша жөнелді [4, 212-б.].

Драмалық дастанның көркемдік шешімі – жауыздықтың озбырлықтың ақырында айыпталатыны, әділеттіліктің қайта салтанат құратыны. Шығарманың «3. Едігенің ерлігі», «4. Шал мен ұл», «5. Ананың азасы», «Ана мен ұлдың соңғы сұхбаты», «Арылу. Күй-түйін (немесе Ананың соңғы сыры: 1. Аруақпен тілдесу; 2. «Қорғай жүрші! Қорғай жүр!..» (Адамдарға аманат) бөліктерінде жауыздықтың, зұлымдықтың, озбырлықтың», т.б. адамзатты сергелдеңге салып келе жатқан кесапаттардың – бәрінің де ақырында зауалды шағы болатыны, ұрпақтардың болашақтық нұрлы сипаты үшін адамгершілікпен-имандылықпен өмір сүру керектігі ұлықтала жырланған.

Драмалық дастанның көркемдік сипатын күшейтіп тұрған философиялық сарынды тұжырымдардың, байыптаулардың эстетикалық әсерлілігі айрықша баурайды.

Автор осы туындысының басындағы «Ескертуінде»: «Бұл дастаннан таза драмалық туындыға қажет сахналық үйлесім іздеудің қажеті жоқ. Іздей қалғанның өзінде шығарма табиғатын ашар басты өлшем поэзия болғанын естен шығармау керек» [4, 151-б.], – дегенмен, туындыдағы сюжеттік-композициялық желілер бөліктерінің әлемдік классикалық драматургия дәстүрлерімен үндес, тектес болмысын анық көреміз.

Драмалық дастанның лирикалық-психологиялық сипатындағы поэтикалық-эстетикалық таным тереңдіктерінен өмір шындығын оқырманға-көрерменге романтикалық-реалистік әсерлілікпен жеткізудегі қаламгердің шеберлік тәсілі аңғарылады. Бұл орайда, академик З. Ахметовтің драма поэтикасына байланысты ғылыми байыптауын назарға аламыз: «Біз болып жатқан, болып өткен уақиға-жағдайларды кейіпкерлердің айтуынан біліп, солардың көзімен көріп, кейіпкерлердің хал-жайын, сағыныш, қуаныш-қайғыға берілуінен ойлау-сезінуінен байқаймыз. Сөйтіп, драмалық шығармада жеке адамның ойлану-сезінуін терең көрсететін лирикалық тәсілі мен тұтас бір шиеленіскен, уақиғаны баян ететін эпикалық жанрға тән көркемдік тәсіл қабысып, ұштасып жатады» [5, 81-б.].

Басты кейіпкерлердің диалогтары-монологтары арқылы Атам Ата мен Хауа Ана ұрпақтарының мыңжылдықтар бойы қақтығыстармен, арпалыстармен, өзара соғысумен, бірін-бірі аңдумен, арбаумен, алдаумен келе жатқан күйкілік жайлаған қарым-қатынастар жүйесі адал жандардың айыптауларымен беріледі.

Драмалық дастанға өзек болған жақсылық пен жамандық тайталасының мәңгі тоқталмаған қозғалысы да «Жандауыс» (төртінші күй) бөліміндегі «2. Әже мұңы», «6. Ғарыш үні. Көк атты кісі») бөліктеріндегі кейіпкерлер монологтарындағы сыншыл реалистік айыптау-әшкерелеу бағалауларымен дәйектелген:

1. Осал жерін мінезінің байқап қап,
дарынсызды дарындыға айтақтап,
Ғұмыр кешу – адамдардың салты бұл –
жалған күлу, жалған сөйлеу шайқақтап.

Алдау, арбау, аярлықпен азғыру
адал жанды арсызданып жазғыру –
жер үстінің мың сан жылғы әдеті
мықтылардың жолына ор қаздыру.

Жақамайды алдиярлар біз-ойды,
жақпағанның жал-құйрығын күзейді;
Төменгілер сөз саптайды еліктеп,
қимылын да жоғарымен түзейді.

...әміршісі қатал болса қанды ауыз
баскесері аямайды ешкімін...

Сүйреген боп елдің жүгін, өрге ойды,
әулекілер адалдықты тергейді;
жағымпазға жанын берген тақсыры,
келе-келе ештеңені көрмейді.

Бізғар сеуіп, сөйлеп ылғи елге нық,
екі көзін ақ көмеді – шелденіп;
билеушінің айрылғаны көруден,
есептей бер, тірі жүріп өлгені [4, 206-207-бб.].

Драмалық дастанның «Қарақазан ғасыр» боп аталуы – ХХ ғасырдағы озбыр билеуші басқарған уақыт қасіретін айыптау көрінісі. Көркем шығарманың поэтикалық-мағыналық қуатымен қоғамдық-әлеуметтік ортаның озбырлық, екіжүзділік жайлаған жағдайын жасаушы Бас Айыпкер – Жазушы-билеуші келбетін даралау бейнелеу – бұл шығарманың басты көркемдік мұраты. Ғасырлар бойы адамзат ұрпақтарын әділдікпен басқарғандардың санаулы ғана болғандығы, көбінесе озбыр билеушілердің зорлық-зомбылықтары қарапайым, адал адамдарды азапқа, қуғын-сүргінге ұшаратумен келе жатқаны өмір шындығы қозғалысындағы нақты құбылыстармен, қасиеттермен дәйектеле, дәлелдене аталған:

...Ел басқару түсінгенге – арлы ұғым,
кең әлемнің сезу күнде тарлығын;
билігіне бірақ шексіз сенгендер,
ұмытады, ұмытады барлығын.

Ұмытады, жоқ пен бардың арасын,
ұмытады, көздің ақ пен қарасын;
күллі қоғам айналады соқырға,
Жоғалады сымбат иенен жарасым.

Омалады аналардың қарғысы,
тоналады ғасырлардың жарғысы;
күллі қоғам мылқау кейпін жамылып,
жояр құнын жүректерде ар күші.

Зымияндар жоғарыға жортады,
алаяқтар қаратады ортаны;
қызыл сөздің майын алып жаттанды,
қайнатады қайырғандай тортаны.
Жауын таппай ашық шығып белдескен,
өзектер де от оранар, сең көшкен;
бір-біріне сыр айта алмай ашылып,

Жұмыр бастар тынар іштен сенбестен.
 («2. Әже мұңы») [4, 206-208-бб.].

2. ... Жер үстінің тұрғындары – алауыз
 Екі көзі бірін-бірі қарғайлы.
 Екі көзі бірін-бірі арбайды,
 екі көзі бірін-бірі алдайды.
 біреу үшін байлық – қайғы, мал – қайғы,
 біреу үшін арман – қайғы, ар қайғы.

Біреулері сатылады сол үшін,
 біреулері атылады сол үшін.
 Бірін-бірі қанға бояп адамдар,
 отқа орайды Жер есімді қонысын.

... Көз алдымда – шегаралы жер үсті,
 хан мен хан, ел менен ел керісті;
 бірін-бірі атып-шауып адамдар,
 Жердің үстін талап айлап бөлісті.

... Көз алдымда – ән тербетіп өскен ел,
 жер бауырлап, жерін тастап көшкен ел,
 қатал ғасыр айбалтасын сүйретіп,
 қалалары – жермен жексен... Өшкен ел.

... Өлгені сол – тіл мен дінін жерлейді,
 өсек-патша, шығармайды төрге ойды;
 халық тегіс ұмытады «құдайын»,
 «құдайсыздар» ештеңені көрмейді.

Таға алаймын ғасырға мін, жерге мін,
 келген сайын осы сурет көргенім.
 Түсінбеймін ... Қиратады неге адам
 өз қолымен өзі жиып-тергенін?!

Даласы кең, орман суы мол қандай!
 Таулары асқақ... Қала алмай сың толғанбай?!
 Он сегіз мың ғаламда жоқ сұлулық,
 жер бетіне жарасып кеп қонғандай?

Ой жүгіртсем, «Ғалам» атты керсеңге,
 Жер мінезін сыйғыза алман өлшемге.
 Көретінім – сұлулықты жәбірлеу,
 жүз жыл бұрын, мың жыл бұрын келсем де [4, 224-225-бб.].

«Қарақазан ғасыр» драмалық дастанының идеялық-композициялық желісіне алынған жалпыадамзатқа – планетамызға ортақ табиғаттағы, жаратылыстағы тіршілік қозғалысындағы адамдар қарым-қатынастардағы экологиялық апатты жағдайлардың ортақ қасіреттері жырланған. XX ғасырдың 30, 50, 90-жылдарындағы қазақ даласының Алатау, Жетісу өңіріндегі бір ауылдың, ондағы жеке адамдардың мемлекеттік билеу-басқару жүйесінің ықпалымен рухани азып-тозуға ұшыраған трагедиялық хал-ахуалын негізге ала отырып, автор бүкіл әлемдік, жалпыадамзаттық тарихи даму кезеңдерінің қайшылықты зардаптарын айыптайды. Философиялық-психологиялық, лирикалық толғаныстар мен эпикалық баяндаулар тұтастығымен ғарыштық-ғаламдық кеңістіктегі жанды және жансыз денелердің, табиғи үйлесіммен, ең бастысы саналы ақыл-ой иелері

адамдардың достықпен, түсіністікпен, өзара ынтымақпен өмір сүру ұлағаты ұлықталады.

Драмалық дастанның сонындағы «Арылу: Күй-түйін (немесе Ананың соңғы сыры). 1. Аруақпен тілдесу; 2. Қорғай жүрші! Қорғай жүр!.. (Адамдарға аманат)» бөліктеріндегі Жер бетіндегі, ғарыш кеңістігіндегі барлық іс-әрекеттердің де, құбылыстардың да, қасиеттердің де – бәрінің де Жаратушының (Тәңірі – Алла – Құдай) құдіретімен екендігі мойындала мүнәжаттық көңілмен, жауыздық иелеріне (Сталин, Қозыбақ, т.б.), кешіріммен қарайтын гуманистік, адамгершілік-имандылық ұстанымы дәріптелген:

1. ... Тірлік – арба... Айлар, жылдар зырлады,
Замана – жел ... Өзгерді өмір қырдағы.
Тал бесік те, жер бесік те – Тәңірден,
Тәңір өзі сыйлағанын ұрлады.

... Жайрады бақ ...

Жаңғырды аспан, күз әні ...

Жылдар...

Жылдар...

Талып көкпен ұзады,

Пешенеден көрдік, жаным, жазғанды,

бәрін Алла өзі пішіп, сызады.

Ағарандап Айлы аспанның етегі,

аз күн адам арман қуып өтеді;

қай кезде де, құрығы ұзын Құдайдың

Біреуге – ерте, біреуге кеш жетеді.

Еншісін де Құдай өзі бөледі,

құл пендесі дегеніне көнеді.

Көну – парыз ...

Көнбеу – күнә ...

Жұмыр бас

Бұйрықты сәт біткен күні өледі.

(«Аруақпен тілдесу»)[4, 232-233-бб.].

2. ... Өтті уақыт ... Қоғам түлеп, өзгерді.

Жақсыны да, бақсыны да көз көрді.

Жаратушы – Тәңір Ием! Құдірет!

Електеді ерлер менен ездерді.

... Құлақ түріп жүректегі дүрсілге,

ғарыш – көкте, аспанда алыс жүрсің бе?

Қарақазан ғасыр мені боздатты ...

Құрсын бәрі ...

Күрсінбеші!

Күрсінбе!

Келгендей ем құрсауында құлыптың,

Кең дүние, қадірінді шын ұқтым.

Кек пен зарды кеудегі кешірдім,

өртең үшін, ертең үшін ұмыттым!

(«Қорғай жүрші! Қорғай жүр!...» (Адамдарға аманат) [4, 238-б.].

«Қарақазан ғасыр» драмалық дастанның көркемдік-эстетикалық түйіні – жер бетіндегі зұлымдық жасаушылардың бәріне де адамгершілік-имандылық рухындағы гуманизммен-кешіріммен қарау. Озбырлықты, қатыгездікті, сараңдықты, опасыздықты, т.б. саналуан сырлы жамандық атаулыны тек ғана кең, жомарт, ақ көңіл ықыласымен ғана жеңуге болатыны дәлелденген.

Драмалық туындының соңғы бөлігіндегі «Ана мен ұлдың соңғы сұхбатындағы» Ұлдың монологында әкесі Қасымды құртқан зұлым, жалақор, белсенді, Қозыбақтың бақиға аттанар алдындағы хал-ахуалын айтқаны да дәйекті:

... Кетерінде елге сырын толғапты,
шығарыпты іштегі бар «толғақты»;
Айтып-айтып арылыпты Қозыбақ,
Алла атымен ақтық сөзін жолдапты.[4, 229-б.].

Ал осы жағдай туралы Ананың ақ пейілі арқылы күллі адамзат ұрпақтарына аманат-өсиет тілегі айтылған:

... Сақтан ұлым! Арсыз кек пен кесірден,
ой қалған ба мендей мұңлық жесірден?!
Қозыбақтың бар кінәсі – надандық,
надандығын баяғыда кешіргем.

Қасымымның қарашағы – өскінім,
Жалғасысың – текті менен естінің.
Қозыбақтар – бейшара ғой...
Бейшара!
Өлген екен...
Бейшараны кеш, күнім.[4, 231-б.].

Драмалық дастандағы бейнелілік өрнектері теңеу мен айқындау (эпитет), құбылту (топ) мен айшықтау (фигура) үлгілерінің әдеби тілдің жалпыхалықтық мол қорының пайдаланылуымен ерекшеленеді. Кейіпкерлердің кескін-келбеттерін, іс-әрекеттерін бейнелеуде, сонымен бірге идеялық-композициялық, сюжеттік бөліктердегі монологтардағы-диалогтардағы, эпикалық баяндаулардағы қолданылған көріктеу сөздер мен сөз тіркестері шығарманың эстетикалық әсерлілігін күшейту қызметімен байқалады. Мысалы: **Теңеулер:** «Айдай шындық – ән өмірді шыңдайды», «Өткір еді тау суындай тасыған», «Дауға түссе, тілі мірдей, оқ еді», «Құстай болып ақ айдыңға мас болған», «Қолға алды да теңіздейін толғанды», «Ұшар құстай сілкініп бір комданды», «Алақандай ауыл сұмдық сескенді», «Қыран қабақ қар жауардай түйілді», «Болмас онда басуға қызыл судай көнбейді», «Көнбесе елі шыңдағы ақиықтай төнеді», «Сарыны пендеңді де оятардай көрдегі», «Жетім» деген суық сөз жыландайын жүрегімді алды орап», «Тұма сезім бұлақтайын бұлқынар», «Мұздай көңіл жылу іздеп сыздайды»; «Өң мен түстей хал кешіп бір сиқырлы», «Жарылатын жанартаудей қозғалып», «Бұлқан-талқан тау суындай тасыды», «Өзен біткен май жанғандай лаулады», «Ене байғұс отырды үнсіз міз бақпай, сексеуілдей сирек өсер құмдағы», «Құстай ұшып бара жатты. ... Өкпелі», «Бара жатты қаршадай ұл бұлдырап», «Сезгендейін бір сұмдықтың боларын», «Титтей қолы жіберердей тасты үгіп», «Көкжал кісі көкірегі қайнаған қос жанары оттай болып жайнаған», «Жапыр ақтай сарғайып бір күтіп ем», т.б.; **Айқындаулар** (эпитеттер): «Қоңыр ауыл қоңырәнін тербетіп», «Ғашық жүрек әнге ешқашан тоймаған», «Жомарт еді әкең марқұм, жұртқа – адал», «Ақ көңілдің ақ көңілі мен білер жан еді әкең ары таза ерекше», «Жаны-жайсаң. Көңілденсе, көл еді», «Мен де мөлдір, ол да таза өскін ек», «Қою түнде қарауытты қара шың», «Сенім атты ақ шағала құсты атқан», «Қара халық атқарды ерен көп істі», «Кеуделері – жұлым-жұлым сан сұрақ», «Ел дегенім – менің момын жүрегім», «Қара жол мен қара жонды бетке алды», «Қайрат қылған қырандайын қиялап», «Қара ниет қандай ғана көп көрді, кінәсі жоқ жалын жанды текті ерді», «Көл, сұлу жер – құйқалы», «Ел сыйлаған арлының асыл сөзі өлмейді», «Сабыр түбі – сары алтын», «Көк орман мен көп көлді асарына сенеді», «Бір сарын бар асау, мұңды, өзгеше», «Бірі – соқыр, бірі – сақау, бірі – үнсіз, бірі – қасқа, бірі – шұнақ, мұрынсыз, ... еректері – жігерсіз, әйелдері – бұрымсыз», «Бірі – мұңды, бірі – шерлі, ез – бірі, бірі – қорқақ... (Көрінеді көзге ірі), бірі – пері, бірі – сайтан, бірі – ынжық», «Шерлі ананың кеудесінде дүлей күш», «Заман бізге көк қанжарын кезеді», «Арманымның ақ қанаты қырқылды», «Қатал ғасыр айбалтасын сүйретіп», т.б.; **Метафоралар:** «Аққу – айдын... Армандарды ақтардың», «Көңіл – тұман, ашу – теңіз...», «Ел – құнарлы топырағың», «Қоржын үйде мұз-қайғы», «Мұң ораған жүрек атты бесікке», «Аққу – ойдың ақ қанатын жай, күнім!», «Ақ түтек боп шамырқанып, ар көшкін», «Келген сүйреп кәрі кеуде – томарын», «Көктем – қыздың бұлаңғытып аспаны», «Боздады ана ... Инген сынды ...

Көзі – мұң», «Өсек – патша шығармайды төрге ойды», «Қозы – көңіл маңырады көгенде», т.б.; **Кейіптеулер:** «Қара аспанның жасаурады жанары», «Қырау қонды қабыржытып қыратқа», «Қараша кеп құйрықжалды күзеді», «Жел сабады майыстырып көл талды», «Қазан ұрды көлбастау мен көгалды», «Қып-қызыл Күн ұясына батты үнсіз», «Кетті білем аспан да иіп, жер де иіп», «Іште – бесік, сыртта – тау мен Ай мұнды», «Шыр еткендей қырдың қара шалғаны, шерлі дала өксіп-өксіп қалғыды», «Жыре, сайлар ән салады топтанып», «Тау самалы түннің шашын жұлқылар», «Ай аунады көкпен бояу көңілсіз», «Бұлт қозғады көктің баяу қанатын», «Бұлт ішінен сығалады Ай тағы», «Жасаурайды жасыл талдың желегі», «Шыр айналды мың сан жұлдыз, көк түні», «Теңіз біткен жалын құшып аунады», «Ой төрінде сілкінді үнсіз ояу бак», «Тау өзені дөңбекшиді тас ұрып», «Мұңға батты дала, бөктер, тау үсті», т.б.

Драмалық дастанның идеялық-композициялық желісіндегі лирикалық-философиялық, психологиялық сарындар тұтастығы аясында адамгершілік асыл қасиет иелерінің жамандықтардың кедергілерінен, зардаптарынан қаншама азап, қасірет көрсе де, бәрібір ізгілік-имандылық, жақсылық ұстанымынан мәңгілік айнымайтын кемел ақыл-ой иелерінің көзқарасы Кейіпкер Ана атынан бүгінгі және болашақ ұрпақтарға аманат сөзіндей болып ұсынылған:

Жүрек бәрін жырлайды.
Мәңгілік жоқ. Ажал бір күн ұрлайды.
Ай астында махаббат бар, өмір бар,
Жердің үсті кекпен жалғыз тұрмайды...[4, 231-б.].

Қорыта айтқанда, ақын-драматург Н. М. Оразалиннің «Қарақазан ғасыр» драмалық-дастаны әлемдік драматургиядағы классикалық дәстүр жолын ұлттық топырағымызда өзіндік мәнерімен жалғастырған көрнекті көркем туынды.

ӘДЕБИЕТ

- 1 Қазақстан жазушылары: XX ғасыр: Анықтамалық. – Алматы: «Ана тілі» баспасы ЖШС, 2004. – 392 б.
- 2 Қазақ әдебиеті: Энциклопедиялық анықтамалық. – Алматы: «Аруна Ltd» ЖШС, 2005. – 376 б.
- 3 Сарбалаулы Б. Өмірге өлең керек пе?! // Оразалин Н. Үш томдық таңдамалы туындылар. 3-том: Жыр кітабы. – Алматы: Жазушы, 2006. – 416 б.
- 4 Оразалин Н. Үш томдық таңдамалы туындылар. 3-том: Жыр кітабы. – Алматы: Жазушы, 2006. – 416 б.
- 5 Әдебиеттану терминдерінің сөздігі / Құраст. З. Ахметов, Т. Шаңбаев. – Алматы: Ана тілі, 1996. – 240 б.

REFERENCES

- 1 Қазақстан zhazushylary: XX ғасыр: Anyqtamalyq. – Almaty: «Ana tili» baspasy ZhShS, 2004. – 392 b.
- 2 Қазақ әдебиеті: Enciklopediyalyq anyqtamalyq. – Almaty: «Aruna Ltd» ZhShS, 2005. – 376 b.
- 3 Sarbalauly B. Ömirge öleñ kerek pe?! // Orazalin N. Ysh tomduq tañdamaly tuyndylar. 3-tom: Zhyr kitaby. – Almaty: Zhazushy, 2006. – 416 b.
- 4 Orazalin N. Ysh tomduq tañdamaly tuyndylar. 3-tom: Zhyr kitaby. – Almaty: Zhazushy, 2006. – 416 b.
- 5 Ödebiattanu terminderiniñ sözdigi / Qұrast. Z. Axmetov, T. Shañbaev. – Almaty: Ana tili, 1996. – 240 b.

Резюме

Т.С. ТЕБЕГЕНОВ

(Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы)

ДРАМАТИЧЕСКАЯ ПОЭМА ПОЭТА-ДРАМАТУРГА НУРЛАНА ОРАЗАЛИНА «ВЕК ЧЕРНОГО КАЗАНА»

В статье анализируются идейно-тематические, художественно-стилевые особенности драмы поэта-драматурга Нурлана Оразалина. Определены научно-теоретическим анализом романтические, реалистические пафос пьесы, а также психологический характер драмы.

Ключевые слова: драма, художественный стиль, идейно-тематическое, романтизм, реализм.

Summary

T.S. Tebegenov

(Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty)

DRAMA POEM OF THE POET-PLAYWRIGHT NURLAN ORAZALIN
«CENTURY OF THE BLACK CAULDRON»

In article analyzed ideological and thematic, art and style features of the drama of the poet-playwright Nurlan Orazalin. Pathos of the play, and also psychological character of the drama are defined by the scientific-theoretical analysis romantic, realistic.

Keywords: drama, art style, ideological and thematic, romanticism, realism.

Поступила 27.12.2013 г.

КОНЦЕПЦИЯ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ В КАЗАХСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПЕДАГОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ АБАЯ

Авторы:

Ишпекбаев Ж.Е. – проректор по воспитательной работе, кандидат политических наук, профессор

Бейсенбаева А.А. - доктор педагогических наук, профессор

Шолпанкулова Г.К. – кандидат педагогических наук, профессор

Бекбенбетова К. – магистр педагогических наук

СОДЕРЖАНИЕ

I. Введение

II. Актуальность постановки проблемы организации воспитательной работы в современном вузе: социально-психологический портрет студенчества

III. Теоретико-методологические основы воспитательной работы: сущность, принципы, цели и задачи

IV. Модель личности специалиста-выпускника КазНПУ имени Абая

V. Нормативно-правовое обеспечение воспитательного процесса в вузе

VI. Основные направления воспитательной работы в вузе

VII. Условия реализации воспитательной политики вуза

VIII. Методы, средства и формы организации воспитательной работы в вузе

IX. Структура управления воспитательным процессом в вузе

X. Основные положения системы наставничества

XI. Заключение

I. Введение

В условиях XXI века выдвижение на первое место в жизнедеятельности мирового сообщества ряда глобальных научно-технических, экологических, энергетических и информационных проблем, а также резкое обострение социальных и национально-религиозных конфликтов объективно связано с уровнем культуры и образованности общества. Именно поэтому будущее человечества зависит от тех принципов и ценностей, которые закладываются ныне системой образования и воспитания в мировоззрение будущих поколений.

Система высшего образования как во всем мире, так и в частности в Казахстане, сегодня рассматривается как важнейший институт социализации личности, где обучение и воспитание представляют собой единый процесс, направленный на подготовку высокообразованных, конкурентоспособных, культурных, широко востребованных на современном рынке труда творчески мыслящих специалистов. В студенческие годы молодые люди наиболее активно приобщаются к ценностям культуры, приобретают навык общественно-политической деятельности, интенсивно расширяют круг общения. Этому способствует особый уклад жизни высшей школы, где существенной чертой является поощрение творчества, инициативы и самостоятельности в поиске оптимальных форм и методов воспитательной работы со студентами для духовного развития и самоопределения будущего педагога.

В настоящее время вся мировая общественность отмечает, что Казахстан в условиях глобализации и интеграции в общечеловеческое образовательное пространство неуклонно движется к построению нового общества. Так, за 22 года приобретения независимости в республике Казахстан сформировалось общество, в котором царят стабильность, согласие и толерантность. Воспитание толерантности, формирование культуры диалога людей с разными

традициями и убеждениями является важнейшим вкладом образования в укреплении любого общества. Это особенно важно для Казахстана, который представляет собой многонациональное, поликультурное и поликонфессиональное государство.

В этом ракурсе казахстанская высшая школа, реализуя профессионально-образовательную функцию, одновременно является и школой духовно-нравственного становления личности будущего специалиста, который в современном столетии должен стать ядром новой генерации казахстанцев, стремящихся превратить нашу Республику в страну с конкурентоспособным человеческим капиталом в условиях реализации идеи национального проекта «Интеллектуальная нация – 2020» с опорой на укрепление национально-культурных ценностей, национального самосознания, менталитета, гражданственности и нового казахстанского патриотизма (на основе изучения истории, языка, культуры, обычаев, традиций, самобытности казахского народа).

При этом от каждого гражданина Республики Казахстан требуется высокий культурный уровень, связанный с формированием умения жить, сосуществовать в едином национальном обществе – «Қазақ елі», приоритетным направлением которого является воспитание нового поколения граждан суверенного Казахстана с активной гражданской позицией, с развитым патриотическим самосознанием и ответственным отношением к прошлому, настоящему и будущему своего Отечества.

Учитывая вышесказанное, а также принимая во внимание условия устойчиво и стабильно развивающегося Казахстана, полагаем, что в настоящее время появляется острая необходимость при подготовке педагогических кадров в системе высшего образования усилить требования к формированию общекультурных, гражданских, профессиональных и духовно-нравственных качеств будущих специалистов, к их готовности быть на высоте предъявляемых к ним требований современным социумом, а также быть готовым к межличностному и межкультурному сотрудничеству как внутри своей страны, так и на международном уровне.

В настоящей **Концепции** используются следующие основные понятия:

воспитание – деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающегося на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства;

воспитание - процесс активного взаимодействия педагога и студентов. По мере развития воспитанника происходит смещение педагогического воздействия к педагогическому взаимодействию. Воспитанник постепенно становится субъектом воспитательного процесса, так как увеличивается доля его самопознания и на этой основе самовоспитания;

воспитательная работа – важнейшая составная часть вузовского образовательного процесса, осуществляемая в учебное и внеучебное время, которая обеспечивает формирование духовно-нравственных, общекультурных, гражданских и профессиональных качеств личности будущего специалиста, представителя отечественной интеллигенции;

воспитательная система – это совокупность взаимосвязанных элементов в образовательном пространстве, обеспечивающая формирование прогнозируемой личности в аспекте ее социально значимых характеристик. Образовательное пространство включает в себя открытый ряд определенным образом соподчиненных, личностно развивающих воспитательных подсистем: образовательное учреждение и взаимодействующая с ним культурная среда; этнокультурная среда; общественно-политическая среда; молодежная субкультурная среда;

глобализация мира – объединение народов в хозяйственной деятельности, способствующее ускорению научно-технического прогресса, разрушению исторических барьеров между народами, психологии провинциализма, узкого национализма;

государственная молодежная политика – система социально-экономических, политических, организационных и правовых мер, осуществляемых государством и направленных на поддержку молодежи;

духовность – индивидуальная выраженность в системе мотивов личности двух фундаментальных потребностей: идеальной потребности познания и социальной потребности жить, действовать «для других». Человек духовен в той мере, в какой он задумывается над познанием себя, мира, смысла и назначения своей жизни;

интеллект (от лат. *intellectus* - ум, разум, рассудок, понимание, познание - высший тип

мыслительной деятельности) – 1) относительно устойчивая структура умственных способностей индивида; 2) общая способность к познанию и решению проблем, лежащая в основе других способностей и детерминируемая системой познавательных процессов индивида (ощущение, восприятие, мышление, память, представление, воображение и т.д.), определяющая успешность любой деятельности и адаптацию к новым жизненным условиям, задачам (в качестве обобщения поведенческих характеристик при решении задач);

интеллектуальная нация – конкурентоспособная нация в моральном, культурном, интеллектуальном плане, владеющая и имеющая потенциал свободно распространять свою научную, культурную, образовательную информацию;

компетенция (англ. – способность, умение с лат. – согласованность, соразмерность) 1) осведомленность в какой-либо области; 2) круг обязанностей какого-либо лица.

компетентность – свойство индивида, существующее в различных формах: в качестве степени умелости, способа личностной самореализации (привычка, способ жизнедеятельности, увлечение), некоего итога саморазвития индивида или формы проявления способности и др.

компетентностный подход – приоритетная ориентация на цели-векторы образования: обучаемость, самоопределение (самодетерминация) самоактуализация, социализация, развитие индивидуальности;

корпоратизм – вектор, определяющий эволюцию гражданского общества (особенно в сфере бизнеса), современная идея объединяющая государство, духовный стержень, реальный путь выхода из кризиса;

корпоративная культура университета - это разделяемые большинством обучающихся и обучаемых в университете правила поведения (ценности, социальные, коммуникативные и моральные нормы, ритуалы, традиции, фирменный стиль) и правил управления (организационная структура, коммуникации, кадровая политика), представления о месте и роли университета в образовательном пространстве, идеи о необходимости определенных изменений;

лидерство – существенный компонент деятельности современного специалиста, связанный с целенаправленным влиянием на поведение отдельных лиц или целой группы с целью побуждать их эффективно работать для достижения конкретных целей, обеспечивающих успех;

молодежь – граждане Республики Казахстан в возрасте от четырнадцати до двадцати девяти лет;

толерантность - сохранение, обогащение и дальнейшее развитие идей и традиций мира и согласия.

II. Актуальность постановки проблемы организации воспитательной работы в современном вузе: социально-психологический портрет студенчества

Настоящая Концепция воспитательной работы со студентами современного вуза разработана в условиях реализации Послания Президента Республики Казахстан – Лидера нации Н.А.Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан -2050: новый политический курс состоявшегося государства», а также «Концепции государственной молодежной политики Республики Казахстан до 2020 года «Казахстан-2020: путь в будущее», где молодежь определяется как жизненная сила и концентрированная энергия нации, как социально-демократическая группа, которая является главным стратегическим ресурсом страны и занимает особое место в социальной структуре общества.

В этом плане Президентом Республики Казахстан обозначен ряд актуальнейших задач, обеспечивающих вхождение Казахстана в число 30-ти наиболее развитых стран мира, связанных с активизирующей воспитательной работой с молодежью, основу которой составляют студенты.

В социальной структуре общества студенчество представляет собой особую, мобильную, социальную группу, формируемую из различных слоев общества и характеризующейся особыми условиями жизни, труда и быта, определенным социальным статусом и морально-психологическими свойствами, для которой приобретение знаний, профессиональная подготовка являются главными в их последующей жизни и отличающиеся по своему социальному и национальному составу, возрасту и в то же время обладающие специфическими особенностями. Эти особенности связаны с формированием у студентов в процессе совместной учебной

деятельности и общения специфического студенческого статуса, имеющего временный характер.

В Республике Казахстан к молодежи относятся люди от 14 до 29 лет – это 29 % населения страны, ее численность сегодня составляет 4,5 миллиона человек, среди которых студенты составляют 1,5 млн. человек.

Сегодня в организации воспитательной работы со студентами на уровне повседневного поведения одной из актуальных проблем является знание преподавателями и учет стихийно складывающейся культурной деятельности молодежи, с одной стороны, это деятельность:

- преимущественно развлекательная, направленность досуговой деятельности, с помощью которой удовлетворяются физические, психологические, духовные (прежде всего – коммуникативные) потребности молодежи;

- с другой - «вестернизация», «американизация» культурных потребностей и интересов, нередко сопряженных с такими чертами группового и индивидуального поведения, как прагматизм, эгоизм, жестокость, стремление к благополучию любой ценой в ущерб профессиональной самореализации. Проблема заключается в том, что в потоке массовой информации молодежью выделяются далеко не лучшие образцы «не нашей» культуры. В результате ценности общественно-полезной деятельности, в том числе и трудовой, такие, как углубление профессиональной квалификации, расширение кругозора, самосовершенствование, нередко вытесняются на периферию потребностей;

- приоритет потребительских ориентаций перед творческой самодеятельностью, предпочтение готовых ценностей культуры процессу участия в их создании, в творчестве (за исключением некоторых форм научно-поисковой деятельности);

- неприятие «других» ценностей – конформизм, недостаточная избирательность и индивидуализация потребностей;

- отсутствие этнокультурной самоидентификации, недостаточное освоение этнокультурного содержания ценностей, что выражается в восприятии народной культуры как анахронизма, и в то же время погружение в стихийный процесс приобщения к ней осуществляется с помощью более или менее модной религии;

- коммерциализация культурно-досуговой деятельности, которая сегодня влияет на образ и стереотипы молодежной культуры не в меньшей степени, чем другие агенты социализации – семья и система образования. Вне стен вуза культурно-досуговая деятельность сильно дифференцирована в зависимости от уровня материального достатка. В результате, одни используют все возможности индустрии отдыха и развлечений, другим доступны лишь общение и просмотр телепередач. И в то же время такие способы самореализации, как чтение, спорт, художественное творчество, у многих студентов оказываются на периферии их интересов.

При всем том современное казахстанское общество характеризуют динамичные изменения в экономике, политике, культуре, в отношениях между обществом и личностью. Здесь особенно важно иметь в виду, что молодую нацию Казахстана представляет студенчество – будущие специалисты, которые должны быть не просто получателями знаний, но отличаться умением учиться на основе овладения новейшими навыками научно-исследовательской деятельности, умением использовать знания и технологии на самом передовом оборудовании и современном производстве в единстве с проявлением духовно-нравственных, личностно- профессиональных качеств.

В этих условиях Президент Казахстана Н.А.Назарбаев определил важнейшей актуальную проблему подготовки квалифицированных учителей XXI века как один из главных государственных приоритетов. Система подготовки преподавательских и учительских кадров призвана стать одним из основных каналов формирования человеческого капитала и обеспечения конкурентоспособности нации. Отсюда к процессу подготовки будущих казахстанских педагогов в условиях вхождения Казахстана в мировое сообщество, с учетом изменившихся социально-экономических условий, развития науки, культуры и появления новых технологий значительно повысились требования к повышению духовно-нравственного личностно-профессионального уровня учителей и преподавателей, связанных не только с применением в педагогической науке опыта других стран, но требующих обращения к истокам этнопедагогики народа Казахстана.

III. Теоретико-методологические основы воспитательной работы: сущность, принципы, цели и задачи

Воспитательная работа в вузе представляет собой совокупность взаимосвязанных элементов в образовательном пространстве, обеспечивающая формирование прогнозируемой личности в аспекте ее социально значимых характеристик. Образовательное пространство включает в себя открытый ряд определенным образом соподчиненных, личностно развивающих воспитательных подсистем: образовательное учреждение и взаимодействующая с ним культурная среда, этнокультурная среда, общественно-политическая среда, молодежная субкультурная среда.

Воспитательная система университета – это способ организации жизнедеятельности и воспитания членов студенческого сообщества, представляющий собой ценности и упорядоченность, совокупность взаимодействий компонентов, способствующих духовно-нравственному развитию личности в условиях корпоративной культуры университета.

История и опыт развития вузовского образования показывают, что сегодня его основные задачи не могут быть решены только за счет приобретения знаний, организации управленческого и содержательного характера, необходима смена парадигмы воспитания.

Научные истоки новой воспитательной парадигмы следует искать в трех сферах: философии образования, науках о человеке и обществе и теории педагогики.

Философия образования должна дать новое представление о месте человека в современном мире, о смысле его бытия, о социальной роли образования в решении ключевых проблем человечества.

Наука о человеке и обществе (психология образования, социология, и т.д.) должна дать современные научные представления о модели взаимодействия между людьми внутри воспитательной системы - с обществом.

Теория педагогики, включающая современную педагогику, социальное проектирование, менеджмент системы образования и др., дает возможность представить в совокупности новую систему образования и ее органической части – воспитательной работы в современном вузе.

Отсюда следует, что в основе перечисленных научных истоков лежит новая методология, гуманистическая, так как в центре ее оказывается человек, его духовное развитие, система ценностей. Именно эта методология должна быть положена в основу организации воспитательной работы вуза, которая ставит задачу формирования духовно-нравственных и волевых качеств, творческой свободы личности. Такой подход к воспитательной работе в вузе дает новое видение мира, новое созидательное мышление, которое создаст возможность гармоничного слияния двух аспектов образования – интеллектуального высшего образования для ума и нравственно-духовного (внутреннее) для жизни и не только ради образования, но для сердца.

К сожалению, сегодня в современном вузе наблюдается разрыв в профессиональной подготовке специалиста между интеллектуальными знаниями и главным ее компонентом – гуманитарной подготовкой. Жизнь доказывает, что требуется их объединение. Иначе, как показала практика, внутренний мир студентов приводит к снижению творческого и культурного уровня специалиста, экономическому и правовому нигилизму, а в конечном счете – к снижению потенциала науки и производства. Поэтому по поводу известного психолога В.П.Зинченко так определил опустошающее воздействие на духовную культуру человека технократического мышления: «Для технократического мышления не существует категории нравственности, совести, человеческого переживания и достоинства».

Поэтому современный вуз призван подготовить специалиста, способного к постоянному духовно-нравственному саморазвитию, самосовершенствованию и чем богаче будет его внутренний мир, тем ярче он проявится в профессиональной деятельности.

Относительно воспитательной системы университета в ряду социально-значимых характеристик личности следует, в первую очередь, выделить: открытость личности к миру культуры и готовность воспринимать, осознавать и воссоздать его; профессиональную направленность; социально значимую и социально оправданную активность.

В основу Концепции воспитательной деятельности Казахского национального педагогического университета имени Абая был положен методологический подход, в котором функции воспитания направлены на формирование определенных качеств личности, востребованных в настоящий

момент обществом и государством. А именно, гуманистический, **лично-ориентированный подход**, предполагающий стремление выявить и сформировать высококвалифицированную, духовно-богатую, конкурентноспособную, поликультурную личность, обладающую уникальной человеческой индивидуальностью. Это требует отказа от валового, усредненного подхода к воспитанию, исключения бюрократического стиля управления, подавляющего личность, создания условий для максимального проявления профессиональной компетентности, самобытности и оригинальности студента.

С учетом вышеназванного подхода предусматривается опора на ряд **принципов**:

принцип демократизма, гуманистической направленности воспитания, предполагающий последовательное отношение педагога к студенту как к ответственному и самостоятельному субъекту собственного развития. Реализация принципа гуманистической направленности воспитания в практике эффективно влияет на развитие у воспитанника рефлексии и саморегуляции; на формирование его отношений к миру и с миром, к себе и с самим собой; на развитие чувства собственного достоинства, ответственности, терпимости; на формирование личности – носителя демократических и гуманистических отношений в обществе;

принцип признания уникальности личности студента, опирающийся на то, что студент не сможет удовлетворить потребность в самореализации, если вуз не даст ему возможности реализовать другую его потребность – потребность идентичности, т.е. признания его отличий, его уникальности;

принцип системно-целостного подхода в воспитании в процессе обучения, что предполагает единство усилий профессорско-преподавательского состава и действий вузовских структур и подструктур, координацию деятельности кафедр и факультетов в воспитательном процессе вуза, направленных на создание и поддержание условий, способствующих духовно-нравственному, гражданскому, трудовому становлению студентов, побуждающих их к здоровому образу жизни;

принцип деятельностного творчества и диалогизма в воспитании, означающий создание атмосферы творческой деятельности в вузе, создание свободного обсуждения поднятых вопросов, обмена мнениями, возможности для молодежи задавать интересующие ее вопросы, всячески стимулировать их возникновение, поощрять наличие собственной точки зрения и умения ее защищать, поддержку инициативы, развитие осознанного отношения к осуществляемой деятельности, как способу личностного и профессионального становления;

принцип мультиидентичности основывается на том, что каждый человек есть пересечение многих культур и поэтому следует говорить о наличии у студента нескольких идентичностей, т.е. студент может стать много - или мультиидентичным;

принцип преемственности поколений в условиях сохранения, распространения и развития национальной культуры, воспитания уважительного отношения, любви к Родине, родной природе, чувства сопричастности и ответственности за дела в родном университете;

принцип открытости к другим людям, проявления уважения к общечеловеческим и отечественным ценностям, правам и свободам граждан, корректности, толерантности, соблюдения этических норм; к различным **культурам**, представляющих высшие достижения лично-поликультурного развития как открытость другим культурам, ценностям, взглядам. Ведущими в этой деятельности являются: персонализация (утверждение тезиса «все мы прежде всего люди») и индивидуализация (утверждение тезиса «все мы люди разные»).

Отсюда главной целью Концепции воспитательной работы в вузе является формирование, развитие и становление интегрированной личности студента, будущего специалиста, сочетающего в себе высокую образованность, глубокие профессиональные компетенции, активную гражданскую позицию, высокую духовно-нравственную культуру, гуманизм, любовь и уважение к истории и традициям своей Родины.

Достижению поставленной цели будет способствовать решение следующих **задач**:

- целенаправленно организовывать адаптационный период в жизни студентов к изменившимся условиям жизнедеятельности с целью вхождения в вузовскую среду;
- ориентировать воспитательный потенциал университета на развитие интеллектуальных способностей личности студентов как будущих специалистов;

- формировать у студентов лично и профессионально значимые качества, необходимые для эффективной профессиональной деятельности;
- воспитывать у студентов гражданскую позицию и национальное самосознание, основы правовой и политической культуры, способности к труду и жизни в современных условиях;
- формировать опыт межнационального и межсоциального общения, предупреждения и разумного разрешения конфликтов;
- воспитывать духовно-нравственные качества и интеллигентность;
- всемерно укреплять, сохранять и развивать лучшие традиции КазНПУ им. Абая, казахстанского студенчества в целом, направленных на воспитание у студентов престижности высшего образования, выбранной профессии, формирования чувства студенческой солидарности и корпоративности;
- формировать поликультурную и экологически образованную личность, ориентированную на общечеловеческие ценности и гуманистические идеалы;
- воспитывать внутреннюю потребность личности в здоровом образе жизни, нетерпимое отношение к наркотикам, алкоголизму, антиобщественному поведению;
- формировать казахстанскую идентичность, толерантность в многонациональной студенческой среде;
- изучать интересы, творческие потребности и склонности студентов, их ценностные ориентиры; оказывать помощь студентам в раскрытии их способностей, содействующих их самоопределению, самоутверждению и самореализации личности;
- организовывать внеучебную, досуговую деятельность студентов;
- всемерно развивать студенческое самоуправление как формы практической подготовки специалиста к роли лидера – организатора в поддержке студенческих общественных организаций;
- подбирать и готовить кадры для ведения воспитательной и внеучебной деятельности как важнейшего условия достижений положительных результатов в деле воспитания.

Цели и задачи воспитательной деятельности реализуются через ее различные направления и комплекс целевых программ, разрабатываемых по мере возникновения потребностей и определения приоритетов.

IV. Модель личности специалиста нового типа КазНПУ имени Абая

При конструировании модели личности специалиста нового типа КазНПУ им. Абая мы исходили из идеи, связанной с новым представлением о месте человека в современном мире, в центре которого оказывается студент, его духовное развитие, система ценностей.

В этом плане модель личности специалиста нового типа КазНПУ им. Абая должна включать элементы производственно-трудовой и социальной инфраструктуры, учитывать все особенности развития и реализации потенциала студента, обеспечивать благоприятные условия для его профессиональной подготовки и духовного развития, физического и нравственного здоровья. При этом необходимо делать акцент на развитие способностей студентов к самосовершенствованию и развитию возможностей самореализации, на формирование у них национального самосознания, активной жизненной позиции, социальной ответственности, духовных интересов, демократических установок и принципов.

Модель специалиста нового типа определяется как патриотичная, обладающая здоровьем, ответственная и энергичная, успешно работающая в условиях инновационной экономики, владеющая казахским, русским и английским языками, впитавшая ценности и культуру казахстанского народа, толерантная, узнаваемая и уважаемая в мире, высококультурная, интеллектуальная, конкурентоспособная интегрированная личность, получившая высшее профессиональное образование в Казахском национальном педагогическом университете имени Абая, которая становится профессиональным специалистом педагогического профиля нового типа.

Этот специалист – выпускник высшего учебного заведения представляет собой, с одной стороны, личность, с другой – работника. Специалист как работник характеризуется такими качествами, как профессиональные компетенции, необходимые для выполнения им профессиональных обязанностей. Специалист как личность характеризуется жизненными

ценностями, мотивацией, воспринятыми социальными нормами, регулирующими его деятельность.

КазНПУ имени Абая обладает богатым опытом формирования педагогических кадров высшей квалификации, является главным научно - методическим центром и генератором самых передовых идей в области образования и педагогической мысли Казахстана.

Вместе с тем система высшего образования КазНПУ им. Абая, как любая социальная система, испытывает воздействие многочисленных внутренних и внешних факторов.

В этом плане конструирование личности **модели** молодого специалиста нового типа прежде всего должна исходить из учета следующих факторов:

1. **Социально-этического фактора**, предполагающего обусловленность будущего специалиста качественной профессиональной подготовкой, проявляющейся в уважении к Конституции Республики Казахстан, государственной символике (Казахстанскому флагу, Гербу, Гимну, которым в календаре посвящен особый день как основе патриотического воспитания), Законам казахстанского государства; обладать социальной ответственностью, гражданским мужеством, внутренней свободой и чувством собственного достоинства, способностью к объективной самооценке; иметь свою мировоззренческую позицию, нравственные идеалы, гуманистические ценности, стремиться к соблюдению общечеловеческих норм гуманистической морали; уметь сочетать свои интересы с интересами общества; с уважением и вниманием относиться к другим людям, их мнению и интересам; уметь трудиться в партнерстве и творческом взаимодействии в условиях университетского корпоратизма и солидарности; целенаправленно развивать социально ценностные качества личности: любовь к Родине, высокую нравственность в обществе, политическую культуру и ответственность за будущее страны, доброту, упорство в достижении цели, готовность к сочувствию и сопереживанию, высокую нравственность, чувство собственного достоинства, справедливость и др.; воспитывать молодых людей в духе уважения к семейным ценностям, создания в семье устойчивой морально-нравственной атмосферы, особого почтения к пожилым людям, трепетного отношения к детям).

2. **Фактор интеллектуального и культурного развития** (обладать глубокими знаниями и навыками по направлению профессиональной подготовки, смежным областям знаний, фундаментальным и гуманитарным дисциплинам; иметь потребность в достижениях и самостоятельном принятии решений, обладать целеустремленностью и творческим подходом к деятельности). Повышение интеллектуального потенциала нации – это основа для полноценной модернизации всей страны. Наше общество состоит из представителей разных этносов и конфессий, в которых религия представляет основу духовной чистоты, добропорядочности. Единой целью для всех мировых религий служит противодействие злу, бесчинству и насилию. Среди студентов важно культивировать уважение к религиям, их святыням, чувствам и традициям верующих, для чего необходимо активнее вести работу по разъяснению антирелигиозных, античеловеческих сущностей терроризма.

3. **Фактор самоорганизации**, обладающий способностью к саморазвитию своего интеллекта и профессиональных качеств, который не зависит от эмоций, очень практичный, требующий грамотного логичного действия практически в любой сложной ситуации, твердого стремления к поставленной цели.

4. **Фактор общей социальной компетентности** во всех сферах жизнедеятельности (когда студент умеет быть общительным, стремится к поиску нового, обладает способностью находить нестандартные решения жизненных проблем, конкурентоспособностью в социально-экономической деятельности, обладает профессиональной и социальной мобильностью, национальным сознанием и гражданскими качествами, казахстанским патриотизмом, стремлением к сохранению единства Казахстана и к становлению его как независимого, признанного государства одним из ведущих мест в мировом сообществе; умеет адаптироваться к изменяющимся условиям жизни, умеет ориентироваться в социально-политической поликультурной обстановке); умеет сочетать свои интересы с интересами общества; с уважением и вниманием относиться к другим людям, их мнению и интересам; умеет работать в партнерстве и творческом взаимодействии в условиях университетского корпоратизма и солидарности; умеет проявлять лидерские качества, связанные с целенаправленным влиянием на поведение отдельных лиц или целой группы с целью побуждать их эффективно работать для достижения конкретных

целей, обеспечивающих успех).

Уделять особое внимание вопросам единства нации, согласию, сохранению культурного наследия предков, формированию нового казахстанского патриотизма, для чего во всех вузовских программах ввести новый предмет «Қазақ елі», важной основой которого является целенаправленное изучение казахского языка, исторических корней в условиях становления государственности Республики Казахстан, своей независимости в условиях всеобщего трудового воспитания и следует способствовать тому, чтобы наши студенты в условиях форсирования индустриально-инновационных программ могли стать активными участниками новых технологических открытий, кардинально меняющих структуру и потребности мировых рынков. Необходимо усовершенствовать механизмы поддержки студенческих инициатив, создавая условия для адаптации себя в бизнесе стать полноценным участником проводимых в стране и вузе экономических преобразований, стимулировать предпринимательскую инициативу.

В этом связи одной из актуальных проблем воспитательной работы в вузе является формирование у студентов активной жизненной позиции в новых социально-экономических условиях, отвечающих сегодняшним потребностям социума в Республики Казахстан, которая по решению Генеральной Ассамблеи Международного бюро выставок (МБВ) была удостоена выбора для проведения Международной специализированной выставки «ЭКСПО- 2017». Здесь имеются большие возможности для проявления творческого участия студентов в подготовке к этому важнейшему историческому событию в истории Республики Казахстан.

«ЭКСПО -2017», которая будет впервые проходить в виде организации обмена мнениями, презентации инновационных проектов по различным сферам жизнедеятельности в соответствии с темой «Энергия будущего» - актуальной для всего человечества для применения и совершенствования на практике своих трехязычных знаний, а также для приобретения себе новых друзей в процессе проведения множества культурных-спортивных мероприятий благодаря межнациональному и многонациональному согласию в Казахстане.

Сегодня знание трех языков является свидетельством высокой конкурентоспособности как необходимого личностного качества современного студента. В этом процессе нынешние студенты вырабатывают свое отношение к казахскому языку как государственному, русскому как языку межнационального общения, английскому как языку успешной интеграции в глобальное образовательное пространство.

Мощным стимулом должно стать не только раскрытие социально-экономической, культурной значимости столицы Астаны как архитектурного воплощения государственной мощи РК, куда приедет миллион людей из многих стран, но и умение показать высокий уровень процесса, яркие инновации в технике, научных проектах, в бизнесе, строительстве, архитектуре – во всех областях нашей жизни, в том числе в системе образования.

В новых социо - экономических, экологических условиях необходимо использовать мировой и отечественный опыт, формировать эффективную систему взаимовыгодных партнерских отношений между вузами и бизнесом, который должен активно содействовать поддержке научных исследований, решению вопросов обеспечения высокого качества образования, интеграции производства, науки и образовательного процесса.

Конкретно это может выражаться в организации учебно-воспитательной, производственной и преддипломной практики студентов; участии в формировании тематики выпускных работ студентов; создании кафедр предприятий и организаций в университете; внедрении инноваций вуза в производстве; поддержке необходимых для развития производства хоздоговорных работ университета.

V. Нормативно-правовое обеспечение воспитательного процесса в вузе

Данная Концепция разработана в соответствии с нормативно-правовой базой, действующей в сфере образования:

- 1 Конституцией Республики Казахстан от 30 августа 1995 года.
2. Законом Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года №310-III.
3. Посланием Президента Республики Казахстан – Лидера нации Н.А.Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан - 2050: новый политический курс состоявшегося государства» 15.12.2012г.

4. Государственной программой развития образования в Республике Казахстан на 2011-2020 годы (Указ Президента РК от 7 декабря 2010 года №1118)
5. Культурным проектом «Триединство языков» - казахского, русского и английского (2007 г.)
6. Доктриной национального единства Казахстана, национального проекта «Интеллектуальная нация – 2020».
7. Законом «О государственных символах Республики Казахстан» (Конституционный закон РК от 4 июня 2007 года №258).
8. Типовым комплексным планом по усилению воспитательного компонента процесса обучения во всех организациях образования РК на 2013-2016 гг.». г.Астана, 2012 г.
9. XV внеочередным съездом партии «Нур Отан». г. Астана, 2013г.
11. Стратегическим планом Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2011-2015 годы.
12. Законом «О государственной молодежной политике в Республике Казахстан».г.Астана, 2004 г.
13. Законом Республики Казахстан «О физической культуре и спорте».
14. Концепцией развития образования Республики Казахстан до 2015 года” (раздел 4.5 Высшее образование).
15. Концепцией правового обучения учащейся молодежи в Республике Казахстан.
16. Концепцией национального воспитания студенческой молодежи Республики Казахстан. – Алматы: КазНПУ им. Абая, 2010 г.
17. Концепцией государственной молодежной политики Республики Казахстан до 2020 года «Казахстан -2020: путь в будущее».

VI. Основные направления воспитательной работы в вузе

Решение обозначенных задач воспитания достигается путем комплексного подхода к организации воспитательной деятельности вуза по следующим ее основным направлениям:

1. Формирование современного гуманистического мировоззрения
2. Развитие и формирование интеллектуального потенциала личности студента.
3. Духовно-нравственное воспитание.
4. Профессиональное и трудовое воспитание.
5. Организация научно-исследовательской работы студентов.
6. Гражданско-правовое и патриотическое воспитание.
7. Формирование конкурентоспособных качеств
8. Спортивно-оздоровительное воспитание, формирование здоровьесберегающей среды, профилактика различных зависимостей.
9. Эстетическое воспитание, экологическое воспитание и развитие творческих способностей студентов.
10. Межнациональное согласие и толерантное воспитание студентов
11. Повышение религиозной грамотности молодежи и меры по предотвращению экстремизма и терроризма
12. Организация культурно-досуговой деятельности
13. Развитие студенческого самоуправления
14. Анализ проблем студенчества и организация психологической поддержки, консультационной помощи

1. Формирование современного гуманистического мировоззрения предполагает оснащение студентов фундаментальными знаниями в системах «человек-человек», «человек-общество», «человек-техника», «человек-природа».

2. Развитие и формирование интеллектуального потенциала личности студента предполагает развитие интеллектуальных способностей, осознание студентами ценности содержания высшего профессионального образования, воспитание социальной ответственности за результаты профессиональной деятельности, социально активного гражданина Республики Казахстан.

3. Духовно-нравственное воспитание предусматривает формирование и развитие системы

духовно-нравственных знаний и ценностей, что выражается в степени осознания студентом истины добра, справедливости, свободы, совести, чести, воспитанности, благородства, честности, порядочности, справедливости и ответственности; развитие у студентов самосознания и социального оптимизма, формирование, устойчивости и зрелости гуманистического мировоззрения и исторического сознания, готовности и способности к социально ответственному поведению и деятельности; усвоение личностью студента социально-культурного опыта; реализация знаний, связанных с нормами нравственности и профессиональной этики в учебной, производственной и общественной деятельности; формирование у студентов репродуктивного сознания и установок на создание семьи как основы возрождения традиционных национальных моральных ценностей.

4. Профессиональное и трудовое воспитание направлено на развитие у студентов потребности в учебе, формирование сознательного отношения к труду и профессионализму как к высшим нравственным и жизненным ценностям; формирование у студентов умений и практических навыков эффективного использования фундаментальных и естественнонаучных знаний в решении прикладных задач и в научных исследованиях; формирование трудовой активности во всех сферах образовательной деятельности, в овладении передовыми приемами и средствами педагогического труда с ориентацией на предпринимательство в учебных программах, образовательные курсы.

5. Организация научно-исследовательской работы студентов (НИРС). Высшие учебные заведения не должны ограничиваться образовательными функциями, им необходимо создавать и развивать прикладные и научно-исследовательские подразделения, что будет обеспечивать всестороннее развитие личности студента, формирование его объективной самооценки, приобретение социально-психологической компетентности навыков работы в творческих коллективах и научно-организационной деятельности; формирование у студентов способностей к самостоятельным обоснованным суждениям и выводам; предоставление студентам возможности испробовать при обучении свои силы в решении актуальных задач по различным направлениям науки, экономики, техники и культуры; привлечение студентов к рационализаторской работе и изобретательскому творчеству; создание благоприятных условий для развития и функционирования различных форм научного творчества молодежи, базирующихся на отечественном и зарубежном опыте, результатах научных и научно-технических разработок, проводимых в целях совершенствования системы НИРС.

6. Гражданско-правовое и патриотическое воспитание предполагает формирование и развитие социально значимых ценностей, гражданственности и личности, обладающей качествами гражданина-патриота; воспитание у студентов чувства осознания себя гражданином Казахстана, появления духовно здоровой любви к своей Родине, своему народу, государственным символам, готовности служить своему Отечеству, понимания подлинных обязанностей перед обществом и государством; повышение интереса студентов к военно-патриотической работе и военной профессии; формирование системы правовых знаний и повышение правовой грамотности; повышения уровня информированности студентов по проблемам интернационализма и патриотизма, понимание роли национального вопроса в современных условиях; формирование у студентов установок толерантного сознания и противодействие экстремизму. Формирование культуры межнационального общения достигается овладением и применением определенных интернационалистских норм поведения, способов и форм дружественных взаимоотношений между представителями различных этнических групп; воспитанием гуманного отношения, такта и уважения к представителям других национальностей; поддержанием в студенческой среде критического отношения к проявлению шовинизма и национального эгоизма, овладением знаниями социальной психологии для восприятия особенностей культуры и быта представителей других национальностей. Создание условий для осознания и присвоения личностью сущности и значимости гражданско-патриотических ценностей. сохранение, развитие и преумножение традиций КазНПУ им. Абая, воспитание корпоративной культуры (т.е. характерной для вуза системы ценностей, идеалов, норм, установок, взглядов, убеждений, стандартов работы, стилей поведения, традиций, обычаев, ритуалов, мероприятий, символов, морально-психологического климата).

7. Формирование конкурентоспособных качеств: повышение мотивации самосовершенство-

вания студентов; формирование ориентации на успех, на лидерство и карьерное поведение; формирование качеств социально-активной личности; навыки самопрезентации, аргументации, принятия решений, организации общественно и лично значимых дел.

8. Формирование здоровьесберегающей среды и здорового образа жизни, профилактика различных зависимостей нацелено на формирование у студентов ориентации на здоровый образ жизни, осознание ценности своего нравственного и физического здоровья; формирование устойчивого негативного отношения к употреблению наркотических и психоактивных веществ; профилактика наркотической и иных видов зависимостей, а также ВИЧ-инфекции у студентов; профилактика социально-обусловленных заболеваний среди студентов, ориентация молодежи на снижение потребления алкоголя и табака; формирование у студентов потребности в занятиях спортом, веры в возможность и необходимость оздоровления, приобщение студентов к спортивной жизни вуза; развитие в среде студенческой молодежи знаний по физической культуре и спорту; формирование умений и навыков, направленных на сохранение и укрепление индивидуального здоровья; внедрение физической культуры и спорта в быт студентов, проведение оздоровительной работы и пропаганды санитарно-гигиенических знаний; воспитание морально-волевых качеств, непрерывное повышение мастерства студентов-спортсменов и вовлечение всей студенческой молодежи в массовую спортивную работу.

9. Эстетическое воспитание, экологическое воспитание и развитие творческих способностей студентов направлено на удовлетворение духовных запросов и интересов личности; формирование художественного вкуса, художественных потребностей и интересов; развитие эстетических, экологических способностей, здоровых потребностей и высокого эстетического вкуса, навыков эстетической, экологической культуры; формирование общей культуры, культуры мышления, культуры поведения и культуры речи; приобщение студенческой молодежи к художественному творчеству; на формирование у студентов необходимых убеждений, нравственных принципов и активной жизненной позиции в области охраны окружающей среды, а также получения знаний в области природопользования.

10. Межнациональное согласие и толерантное воспитание студентов: воспитание межнационального согласия, толерантности и культуры мира; достижение необходимого уровня правовой культуры граждан как основы толерантного сознания и поведения; формирование в молодежной среде мировоззрения и духовно-нравственной атмосферы, этнокультурного взаимоуважения, основанных на принципах уважения прав и свобод человека, стремления к межэтническому миру и согласию, готовности к диалогу.

11. Повышение религиозной грамотности молодежи и меры по предотвращению экстремизма и терроризма направлено на реализацию требований законодательных и иных нормативных актов в области обеспечения безопасности образовательных учреждений; совершенствование теоретических знаний обучающихся по проблеме противодействия экстремизму; совершенствование мер профилактики религиозного экстремизма и терроризма.

12. Организация культурно-досуговой деятельности студентов: сохранение, создание, распространение и освоение культурных ценностей в студенческой среде; выявление, формирование, развитие и совершенствование культурных и духовных интересов студентов; создание условий для успешного развития и реализации творческого потенциала студенческой молодежи филиала: предоставление культурных благ (организация работы творческих коллективов, кружков, студий, художественной самодеятельности, спортивных секций, клубов, проведение культурно-массовых мероприятий и обучение основам культурно-досуговой деятельности, предоставление помещений, аппаратуры) в различных формах; обеспечение культурного досуга для студентов академии, пропаганда здорового образа жизни, гражданско-патриотическое и духовно-нравственное воспитание, формирование эстетической среды в коллективе студентов и сотрудников вуза.

13. Развитие студенческого самоуправления. Студенческое самоуправление представляет собой общественное объединение, способ самоорганизации, позволяющий раскрыть творческий потенциал студенчества, являющийся механизмом самореализации, студенчества. Современное студенческое самоуправление должно стать реальной формой студенческой демократии и средством социально-правовой самозащиты студентов. Участие студентов в управлении университетом расширяет сферу применения способностей и умений студентов, дает каждому

возможность освоить управленческие навыки, развить лидерские качества, свои способности и таланты, проявить инициативу, найти дело по душе.

Студенческое самоуправление позволяет:

- получить навыки жизнедеятельности в гражданском обществе;
- получить опыт конструктивного взаимодействия с администрацией вуза;
- включать студентов в общественную жизнь вуза;
- иметь обратную связь для совершенствования учебного процесса;
- использовать разнообразные формы научно-исследовательской работы;
- получать опыт управленческой деятельности;
- удовлетворять культурные запросы студентов;
- организовывать досуг студентов, решать социально-бытовые вопросы.

14. Анализ проблем студенчества и организация психологической поддержки, консультационной помощи предполагает информационно-методическое обеспечение воспитательной работы в вузе с целью выявления недостатков, «слабых мест» в деятельности коллектива и выработки конкретных рекомендаций, направленных на совершенствование воспитательной работы в филиале; оказание психологических, социально-медицинских и социально-правовых услуг для социальной поддержки студентов и сотрудников филиала в трудных жизненных ситуациях; выявление необходимых условий для личностного роста студента, развития их творческих и познавательных способностей, адаптации и т.п., для повышения эффективности воспитательной деятельности вуза.

VII. Условия реализации воспитательной политики вуза

Реализация указанных в Концепции задач должна осуществляться системно- через учебный процесс, производственную практику, научно-исследовательскую работу студентов, студенческое самоуправление и систему внеучебной воспитательной работы по всем направлениям.

В Концепции за основу принята идея о том, что воспитание осуществляется только в деятельности и общении и на основе внедрения идеи педагогики сотрудничества, рассматриваемой как формы совместной развивающей деятельности педагогов и студентов, основанная на духовно-нравственном единстве, взаимопонимании и совместном (субъект-субъектном) взаимодействии.

Одним из важных условий такого взаимодействия является формирование у воспитуемых социальных и духовных отношений как важнейших компонентов их личностного развития.

Формирование таких отношений в вузе можно условно разделить на четыре группы:

Первую группу составляют социальные отношения, определяющие общественную направленность и гражданскую позицию личности: гражданственность, мировоззрение и т.д.

Вторая группа включает в себя отношения нравственные: патриотизм, культуру межнациональных отношений, трудолюбие, бережливость, дисциплинированность, корпоративность, честность, принципиальность и т.д.

Третья группа связана с эстетической, экологической культурой.

Четвертую группу отношений составляют различные стороны санитарно-гигиенической и физической культуры личности.

Сущностью всех этих отношений является интеллектуально-эмоциональное переживание и выражение человеком (студентом) тех связей, которые устанавливаются между ним и другими людьми, а также различными сторонами окружающего мира и которые, затрагивая сферу его мотивов, потребностей, знаний, убеждений, поступков и волевых проявлений, так или иначе оказывают влияние на его поведение и личностное развитие.

Следующим условием при организации воспитательной работы в вузе является учет психологических особенностей студенческого возраста (17-29), которые связаны, прежде всего, с переходом от юности к взрослости. Этому возрасту свойственны: с одной стороны, неокрепшая воля, неустойчивость интересов, подверженность стихийным влияниям, а с другой – особая восприимчивость, прямота, искренность, стремление к правде, справедливости. Данный возраст представляет собой стадию духовного становления личности, когда происходит ее нравственное развитие, формирование мировоззрения, правосознания, политической активности. По мнению

большинства психологов, главное новообразование этого возраста – открытие собственного «Я», рефлексия, осознание своей индивидуальности, появление жизненного плана, установки на сознательное построение собственной жизни, постепенное вращение в различные сферы развивающегося социума. Этот процесс идет от открытия «Я» к практическому включению в различные виды жизнедеятельности.

Создание единой социально-гуманитарной среды вуза. Социально-гуманитарную среду вуза можно представить в виде совокупности определенных организационных структур, педагогических технологий, направленных на формирование и развитие устойчивого гуманитарного интереса и морально-нравственных, творческих характеристик студентов на основе культурных традиций и общечеловеческих ценностей, ориентирующих личность студента на успешную профессиональную социализацию. Социально-гуманитарная среда вуза предполагает комплексное воздействие на становление личности будущего специалиста, где созданы все необходимые условия, при которых функционирование педагогического процесса отвечает жизненным интересам и потребностям студентов, обеспечивает деятельность, мотивирующую к ценностному отношению к будущей профессии, осознанию социально-значимой роли и характера профессиональной деятельности.

Психолого-педагогическая поддержка студентов через организацию работы института наставничества. Суть этого направления заключается в участии профессорско-преподавательского состава в воспитании студентов посредством инициации межличностных отношений, основанных на партнерстве, сотрудничестве, взаимном уважении; посредством внедрения института наставничества и активизации работы института **наставничества**, методического руководства проектами, акциями, программами студенческих объединений.

Информационная поддержка заключается в обеспечении широкого доступа студентов к Интернету, организации сайтов, поддерживающих общественно-значимую деятельность студентов, взаимодействию с молодежными СМИ, организации внутривузовских СМИ; издательской деятельности по вопросам воспитания и т.д.

Научно-методическая поддержка выражается в проведении учебы для преподавателей по линии института повышения квалификации, в создании научно-методических разработок, рекомендаций, памяток, издаваемых и распространяемых среди преподавателей и студентов. Научно-методическая поддержка реализуется также через проведение конференций, круглых столов, внедрение обучающих программ для студентов и преподавателей, способствующих эффективной реализации воспитательной функции высшего учебного заведения.

Культурологическая поддержка заключается в предоставлении студентам возможностей ознакомления с мировой культурой и культурой народов Казахстана, включении их в различные виды художественно-творческой деятельности по освоению культурных ценностей.

Организационно-управленческая поддержка заключается в создании условий для воспитательной деятельности, в оптимальном планировании воспитательной работы на кафедрах, факультетах, в подразделениях, координации работы в масштабах вуза; регулярном изучении, обобщении и распространении положительного опыта работы, регулярном мониторинге воспитательного процесса, изучении студенческих мнений.

Правовая поддержка заключается в полном соответствии воспитательного процесса вуза нормативным документом РК в сфере образования, в постоянном функционировании обратной связи с целью выяснения студенческих проблем разного уровня: коллективного и личностного.

Финансовая поддержка выражается в финансировании воспитательной работы из бюджета высшего учебного заведения при эффективном использовании гибкой системы стимулирования участников воспитательного процесса.

VIII. Структура управления воспитательным процессом в вузе

Воспитательная работа в университете ведется по нескольким уровням: на уровне вуза, института (факультета), кафедры, а также на уровне студенческого самоуправления.

Руководство всей воспитательной системой вуза и реализация воспитательной политики вуза осуществляется проректором по воспитательной работе.

Основные функции управления воспитательным процессом в рамках университета

принадлежат Управлению по воспитательной работе, молодежной политике и развитию государственного языка и Совету наставников университета.

В качестве форм организации воспитания выступают формы организации учебно-познавательной, а также внеучебной деятельности и общения студентов.

Воспитательная функция учебной деятельности реализуется прежде всего через содержание образования, проведение мероприятий по решению поставленных задач: подготовка кадров; проведение встреч студентов с выпускниками разных лет; разработке воспитательных дел университетского патриотизма; в условиях интеграции и создания единого образовательного пространства совместно с вузами-партнерами приобретает актуальность проблема сохранения здоровья студентов.

Управление по воспитательной работе, молодежной политике и развитию государственного языка осуществляет работу по основным направлениям воспитательной деятельности, координирует работу вузовских и факультетских структур по проблемам воспитания, содействует созданию новых организационных форм и методов работы, созданию общественных объединений, дает рекомендации на поощрение отличившихся наставников, студентов-активистов, руководителей общественных, творческих, спортивных объединений и клубов. Важной функцией управления является обобщение опыта воспитательной деятельности в университете, разработка рекомендаций по внедрению в учебно-воспитательный процесс новых направлений и технологий воспитания, совершенствования системы обучения и воспитания студенческой молодежи.

IX. Методы, средства и формы организации воспитательной работы в вузе

Развитие корпоративной культуры и формирование привлекательного имиджа университета в обществе как мощного стратегического инструмента, позволяют ориентировать всех сотрудников и студентов на решение общих задач, мобилизовать инициативу отдельных лиц и обеспечить их эффективное взаимодействие.

При организации воспитательной работы педагогу исходя из содержательной установки формирования конкретных качеств личности студентов необходимо не только определить задачи воспитания, но и наметить методы, средства и формы организации воспитательной деятельности, которые составляют процессуальную основу воспитания.

В основу воспитательной деятельности в вузе следует выдвинуть следующую систему методов воспитания:

- методы стимулирования деятельности и поведения студентов (убеждение, положительный пример, поощрения, требование);
- методы организации познавательно-исследовательской деятельности и формирования у студентов общественного сознания (убеждение, положительный пример);
- методы организации деятельности и общения студентов и формирование опыта их социального поведения (приучение, контроль).

Под средствами воспитания следует понимать учебно-познавательную и различные виды внеучебной деятельности, а также общение студентов. Главными средствами воспитания выступают личный пример и авторитет преподавателя и сила вузовской традиции.

Следует целенаправленно проводить государственную языковую политику среди студентов-казахов, а также в освоении казахским языком представителей неказахской национальности: посещение музеев, выставок, театров; организация выставок произведений, творчества студентов, фотовыставок, выставок книг; участие в волонтерских программах; привлечение студентов к активному возвращению к книге как одному из условий развития духовной личности в условиях живого соприкосновения с книгой, несущего в себе разные эмоции.

X. Основные положения системы наставничества

Основным совещательным органом института наставничества в совершенствовании воспитательной работы со студентами дневной формы обучения в вузе является Совет наставников университета. Совет наставников университета создается на основании приказа ректора. Председателем Совета наставников университета является проректор по воспитательной работе.

Совет наставников университета является консультативным органом при администрации вуза, предназначенным содействовать совершенствованию воспитательной работы и реализации личностно-ориентированного воспитания студентов. Деятельность и структура Совета наставников университета определяется положением о Совете наставников университета.

На каждом факультете распоряжением декана создается Совет наставников факультета, которой непосредственно подчиняется Совету наставников университета. Данный Совет полностью контролирует работу наставников на факультете, помогает в решении различных проблем в воспитательной работе со студентами, рассматривает и утверждает планы работы и отчеты наставников студенческих групп.

Ключевое значение в проведении воспитательной работы в вузе имеет деятельность наставников в академических группах, которая осуществляется в соответствии с нормативными документами.

Наставник – педагог, защищающий интересы и права студентов в учебно-воспитательном процессе, способствующий определению правильных ценностных ориентаций, реализующий личностно-ориентированный подход в становлении личности студента.

В систему наставничества КазНПУ имени Абая привлечены все сотрудники структурных подразделений и ППС университета. За каждым наставником закрепляется по 5-7 студентов (магистрантов).

Деятельность наставника способствует успешной социализации личности студента, его духовно-нравственному воспитанию, общекультурному развитию и профессиональному становлению.

В процессе воспитательной работы наставник должен учитывать профессиональную направленность обучения и воспитания, использовать индивидуальный подход к студентам, демократический, гуманистический стили общения.

Содержание деятельности наставника:

1) изучение и анализ социологических и психологических данных о студентах, определение уровня воспитанности, способностей и индивидуальных особенностей (коммуникативных, характера, здоровья и т.д.);

2) проведение организационных мероприятий: выбор старосты учебной группы, привлечение представителей группы к участию в мероприятиях, проводимых на уровне факультета и университета, на уровне органов студенческого самоуправления (профсоюзные, спортивные, научно-исследовательские, творческие и другие общественные организации);

3) планирование программы воспитательных мероприятий, формирование организаторских умений и навыков студентов;

4) изучение и анализ социально-психологического климата в студенческой группе;

5) создание условий для развития взаимопомощи и сотрудничества в учебной группе;

6) решение конкретных задач в воспитательной сфере (работа в группе, на курсе, в студенческих общежитиях и др.).

Реализация указанных в Концепции целей и задач должна осуществляться системно через все компоненты учебно-воспитательного процесса вуза: собственно учебный процесс, производственную практику, НИРС, студенческое самоуправление и систему внеучебной воспитательной работы по всем направлениям.

Определяющими условиями реализации Концепции воспитания являются:

1) ориентация на конкретный конечный результат при общем стремлении к повышению эффективности воспитательных воздействий;

2) оптимальное планирование воспитательной работы на кафедрах, факультетах, в подразделениях;

3) опора на творческую активность студенческих коллективов;

4) сочетание задач воспитательного воздействия с решением социальных проблем студенческой (магистерской) молодежи;

5) эффективное использование гибкой системы стимулирования, поощрений и порицаний всех участников воспитательного процесса;

6) включение показателей участия ППС в воспитании студентов в оценку их деятельности в период аттестации и продления договоров;

7) регулярное изучение, обобщение, распространение положительного опыта воспитательной работы.

XI. Заключение

Одним из ключевых факторов успешной организации воспитательной работы в вузе является опора на Послание Президента Республики Казахстан – Лидера нации Н.А.Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан -2050: новый политический курс состоявшегося государства».

Задача современного высшего образования состоит в создании условий обретения будущим специалистом личностных смыслов, ценностей и целей своего развития. Результат высшего образования в современных условиях должен быть нацелен на формирование интеллектуального потенциала студентов, на развитие способностей чувствовать образ меняющегося мира и себя как части этого мира, быть мобильными и компетентными специалистами, умеющими противостоять вызовам времени своими инновационно-творческими идеями и глубокими научными знаниями.

Направляющим вектором развития личности будущего специалиста в условиях высшей школы должны быть принципы гуманизма. Воспитание современного специалиста должно основываться на духовно- нравственных ценностях, общечеловеческой культуре.

Ведущая роль в воспитании студентов принадлежит профессорско-преподавательскому составу, ученым вуза. Сегодня воспитание может и должно быть понято не как одновременная передача опыта от старшего поколения к младшему, но и как взаимодействие и сотрудничество преподавателей и студентов в сфере их совместной учебной и внеучебной деятельности.

Одним из наиболее важных субъектов воспитания, оказывающих на студенческую молодежь опосредованное влияние, является вся вузовская атмосфера, поэтому воспитывающая социально-гуманитарная среда вуза формируется интегрировано, силами всех сотрудников КазНПУ имени Абая.

Применение методов, средств и форм воспитания студентов должно осуществляться комплексно. Это позволит обеспечить качественное функционирование системы воспитания, достичь необходимого уровня ее эффективности.

Реализация изложенной Концепции воспитательной работы позволит вузу не только вооружить студентов профессиональными знаниями, умениями и навыками, но и сформировать ряд профессионально значимых и социально необходимых личностных качеств (компетенций), необходимых будущему специалисту: культуру системного мышления, законопослушное поведение, коммуникативную культуру, нравственную культуру умение работать в команде, толерантность, стремление к самопознанию и саморазвитию, высокую профессиональную ответственность, организаторские и лидерские качества, устойчивость к постоянно изменяющимся социальным, психологическим и экономическим факторам, гибкость и креативность мышления, умение представлять свои профессиональные и личностные качества.

Настоящая Концепция принимается Советом КазНПУ имени Абая, утверждается ректором и является основополагающим для организации внеучебной работы в вузе. Она должна служить основой для создания комплексного плана воспитательной работы в КазНПУ имени Абая на каждый учебный год, конкретных программ, отдельных планов воспитательной работы.

Воспитательная система, несомненно, должна носить динамичный характер. Поэтому данная Концепция должна постоянно творчески развиваться и обогащаться. Изменения и дополнения Концепции могут быть внесены в установленном в вузе порядке.

Концепция представляет собой основу для создания Комплексного плана воспитательной работы в вузе, конкретных программ, отдельных планов воспитательной работы на кафедрах, факультетах, в подразделениях и общежитиях. Воспитательная работа должна морально и материально стимулироваться.

Динамичный характер системы воспитания определяет необходимость постоянного творческого развития и обогащения данной Концепции.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛОВ НАН РК

В журналах публикуются научные статьи и заметки, экспресс-сообщения о результатах исследований в различных областях естественно-технических и общественных наук.

Журналы публикуют сообщения академиков НАН РК, а также статьи других ученых, **представленные** действительными членами НАН РК (академиками НАН РК), несущими ответственность за достоверность и значимость научных результатов и актуальность научного содержания рекомендуемых работ.

Представленные для опубликования материалы должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Содержать результаты оригинальных научных исследований по актуальным проблемам в области физики, математики, механики, информатики, биологии, медицины, геологии, химии, экологии, общественных и гуманитарных наук, ранее не опубликованные и не предназначенные к публикации в других изданиях. Статья сопровождается разрешением на опубликование от учреждения, в котором выполнено исследование и **представлением** от академика НАН РК.

2. Статья представляется в одном экземпляре. Размер статьи не должен превышать 5-7 страниц (статьи обзорного характера – до 15 стр.), включая аннотацию в начале статьи перед основным текстом, которая должна отражать цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, область применения результатов, выводы (**аннотация** не менее 1/3 стр. через 1 компьютерный интервал, 12 пт), таблицы, рисунки, список литературы (12 пт через 1 компьютерный интервал), напечатанных в редакторе Word 2003, шрифтом Times New Roman 14 пт, с пробелом между строк 1,5 компьютерных интервала, поля – верхнее и нижнее 2 см, левое 3 см, правое 1,5 см. Количество рисунков – не более пяти. В начале статьи вверху слева следует указать индекс **УДК**. Далее посередине страницы прописными буквами (курсивом) – инициалы и фамилии авторов, должность, степень, затем посередине строчными буквами – название организации(ий), в которой выполнена работа и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи; Аннотация на языке статьи, **ключевые слова**. В конце статьи даются резюме на двух языках (русском (казахском), английском, перевод названия статьи, также на 3-х языках данные автора). Последняя страница подписывается всеми авторами. Прилагается электронный вариант на CD-диске.

3. Статьи публикуются на русском, казахском, английском языках. К статье необходимо приложить на отдельной странице Ф.И.О. авторов, название статьи, наименование организации, город, аннотации на двух языках (на казахском и английском, или русском и английском, или казахском и русском), а также сведения об авторах (уч.степень и звание, адрес, место работы, тел., факс, e-mail).

4. Ссылки на литературные источники даются цифрами в прямых скобках по мере упоминания. Список литературы оформляется следующим образом:

1 *Адамов А.А.* Процессы протаивания грунта // Доклады НАН РК. 2007. №1. С. 16-19.

2 *Чудновский А.Ф.* Теплообмен в дисперсных средах. М.: Гостехиздат, 1994. 444 с.

В случае переработки статьи по просьбе редакционной коллегии журнала датой поступления считается дата получения редакцией окончательного варианта. Если статья отклонена, редакция сохраняет за собой право не вести дискуссию по мотивам отклонения.

ВНИМАНИЕ!!!

С 1 июля 2011 года вводятся следующие дополнения к Правилам:

После списка литературы приводится список литературы в романском алфавите (References) для SCOPUS и других БАЗ ДАННЫХ полностью отдельным блоком, повторяя список литературы к русскоязычной части, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите (латиница).

В References не используются разделительные знаки («//» и «←»). Название источника и выходные данные отделяются от авторов типом шрифта, чаще всего курсивом, точкой или запятой.

Структура библиографической ссылки: авторы (транслитерация), название источника (транслитерация), выходные данные, указание на язык статьи в скобках.

Пример ссылки на статью из российского переводного журнала:

Gromov S.P., Fedorova O.A., Ushakov E.N., Stanislavskii O.B., Lednev I.K., Alfimov M.V. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1991, 317, 1134-1139 (in Russ.).

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу, используя различные системы. Программа очень простая, ее легко использовать для готовых ссылок. К примеру, выбрав вариант системы Библиотеки Конгресса США (LC), мы получаем

изображение всех буквенных соответствий. Вставляем в специальное поле весь текст библиографии на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».

Преобразуем транслитерированную ссылку:

- 1) убираем транслитерацию заглавия статьи;
- 2) убираем специальные разделители между полями (“/”, “-”);
- 3) выделяем курсивом название источника;
- 4) выделяем год полужирным шрифтом;
- 5) указываем язык статьи (in Russ.).

Просьба к авторам статей представлять весь материал в одном документе (одном файле) и точно следовать Правилам при оформлении начала статьи: посередине страницы прописными буквами (курсивом) – фамилии и инициалы авторов, затем посередине строчными буквами – название организации (ий), в которой выполнена работа, и город, ниже также посередине заглавными буквами (полужирным шрифтом) – название статьи. Затем следует аннотация, ключевые слова на 3-х языках и далее текст статьи.

Точно в такой же последовательности следует представлять резюме на двух других языках в том же файле только на отдельной странице (Ф.И.О. авторов, название статьи с переводов на 2 других языка, наименование организации, город, резюме). Далее в том же файле на отдельной странице представляются сведения об авторах.

Тел. Редакции 272-13-19

Оплата:

ТОО «Исследовательский центр НАН РК»

Алматинский филиал АО БТА Банк

KZ 44319A010000460573

БИН 060540019019, РНН 600900571703

КБЕ 17, КНП 859, БИК АВКЗКЗКХ

За публикацию в журнале 1. Доклады НАН РК, Вестник НАН РК, Известия НАН РК. Серия _____ 5000 тенге

Сайт НАН РК:<http://akademiyanauk.kz/>