

**PROCEEDINGS OF
VII INTERNATIONAL CONFERENCE ON
SCIENCE AND EDUCATION**

*February 27 – March 06, 2015
Dubai, UAE*



**СБОРНИК ТРУДОВ
VII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ»

*27 февраля – 6 марта 2015 г.
г. Дубай, ОАЭ*

**National Council of Ukraine for Mechanism and Machine
Science**

**(Member Organization of the International Federation for
Promotion of Mechanism and Machine Science)**

**Council of Scientific and Engineer Union in Khmelnytsky
Region**

Khmelnytsky National University

***MODERN ACHIEVEMENTS OF
SCIENCE AND EDUCATION***

VII INTERNATIONAL CONFERENCE

***February 27 – March 06, 2015
Dubai, UAE***

«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ»

**СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

***27 февраля – 6 марта 2015 г.
г. Дубай, ОАЭ***

УДК 001+378

ББК 72:74

Н56

*Утверждено к печати на совместном заседании исполкомов
Хмельницкой областной организации СНИО Украины
и Украинского Национального комитета ИФОММ,
протокол № 1 от 30.01.2015*

Включены материалы VII международной научной конференции “Наука и образование”, проведенной в г. Дубай (Объединенные Арабские Эмираты) в феврале–марте 2015 г.

Рассмотрены проблемы образования, общетехнические, материаловедения и нанотехнологий, информационных технологий и экономики. Кратко представлены доклады участников конференции, опубликованные в авторской редакции.

Рассчитано на ученых, инженеров, работников и аспирантов ВНЗ.

Редакционная коллегия:

д.т.н. Коробко Е.В. (Беларусь), д.т.н. Бубулис А. (Литва),
д.ф.н. Некрасов С.И. (Россия), д.т.н. Челидзе М.А. (Грузия),
д.т.н. Ройзман В.П. (Украина)

Н56 **Наука и образование** : сб. тр. VII междунар. науч. конференции, 27 февраля – 6 марта 2015 г., г. Дубай (Объединенные Арабские Эмираты). – Хмельницкий : ХНУ, 2015. – 130 с. (укр., рус., англ.).

ISBN 978-966-330-222-5

Рассмотрены образовательные проблемы, проблемы техники и материаловедения, информатики и математики, а также вопросы экономики.

Рассчитано на научных и инженерных работников, специализирующихся в области изучения этих проблем.

Розглянуті проблеми освіти, техніки та матеріалознавства, інформатики та математики, а також питання економіки.

Розраховано на науковців та інженерних працівників, які спеціалізуються в області вивчення цих проблем.

УДК 001+378

ББК 72:74

ISBN 978-966-330-222-5

© Авторы статей, 2015

© ХНУ, оригинал-макет, 2015

НОВЫЕ ЦЕННОСТИ СОЦИАЛИЗАЦИИ ЛИЧНОСТИ В ЭПОХУ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

¹Некрасов С.И., ²Некрасова Н.А.

¹Московский государственный технический университет гражданской авиации

²Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

По мере развития цивилизации XX ст. формировались новые требования к личности. Стало очевидным, что творческие стороны личности являются наиболее ценным ее достоянием. Причем там, где для творческого самовыражения создаются благоприятные условия, там наиболее высокий показатель производительности труда. Но дело не только в этом. Главное состоит в том, что люди получают моральное удовлетворение от труда, их жизнь становится более полнокровной и интересной, а, следовательно, и более духовной.

Трудно представить себе прогресс в XXI веке без изменения отношения человека к миру, к другим людям, без роста ответственности за свои деяния и свободы, без потребности к творчеству, без понимания необходимости самоограничения своих материальных претензий. Именно это позволяет увидеть еще один аспект духовности человека и общества.

Устойчивая потребность в постоянном соприкосновении с миром культуры, бескорыстное отношение к делу, уважительность к людям, постоянный самоконтроль и, главное, внутреннее стремление к творчеству, причем не только художественному, эстетическому самовыражению, а творческому на своем рабочем месте, ежедневно и ежедневно – все это вместе взятое составляет важнейший аспект духовности человека. Причем потребность в этих качествах неизменно возрастает, так как на повестку дня выдвигаются проблемы выживания человечества. Без приоритета нравственности в жизнедеятельности человека мировому сообществу просто не выжить.

Формирование новых ценностных установок современной культуры связано с новой стратегией деятельности, с новым пониманием природы и ее места в жизни человека. Мысли о новой этике имеют немало сторонников. Из западных авторов можно выделить работы

Б. Калликота, Л. Уайта, Р. Атфильда. И, конечно же, в качестве первоисточника справедливо упомянуть идеи А. Швейцера о благоговении перед жизнью.

Пришло время, по мнению современных ученых, перейти от абстрактных теорий к формированию прагматических решений в области выхода из антропологического кризиса современной цивилизации. С. Гроф, в своей работе “Революция сознания” считают, что изменения “сознания является ключом в достижении мира и к нашему индивидуальному и коллективному выживанию и развитию”. Они считают, что в основе эволюции сознания должно лежать чувство меры, понимание своих ограничений, что выступает сложнейшей проблемой в формировании личности. Этот процесс труден, ибо он означает соединение воспитания и самовоспитания в социализации будущей личности (“Я должен измениться”, “Я в состоянии отвечать за себя”, “Никто не изменит меня кроме меня”).

Формирование чувства умеренности, самоограничение означает коренное изменение ценностных ориентиров в развитии личности, ибо это приводит к снижению агрессивности на личностном и общественном уровнях, сокращению роста преступности, жесткости (дегуманизации), ухода от вещизма, пресыщенности и ведет к глубокому духовному поиску.

Таким образом, решение современного антропологического кризиса возможно только на основе обращения общества и личности к проблемам единства нравственно-эстетического и абстрактно-логического основания их жизнедеятельности.

К сожалению, современный техногенный мир в еще большей степени обнажил проблему разлада между интеллектуальным и чувственным (нравственно-эстетическим) началом, разрушил глубину эмоционального звучания в человеческой душе. В обществе успешно произрастает бездушный, жестокий тип личности, человек-компьютер. Но нравственно-эстетические реалии остаются закрытыми для рассудочного типа человека, который способен манипулировать только внешним миром, не дотягивая до сокровенных глубин культуры, выпадая из гуманистического, творческого эпицентра бытия.

Проблема единства нравственно-эстетического и абстрактно-логического в процессе социализации особенно важна сегодня.

Известно, что гармония любого явления включает широкую гамму как внутренних, так и внешних особенностей, которые далеко не всегда совпадают. Поэтому способность к эстетическому восприятию означает оценку предмета в единстве формы и содержания, сущности и явления, особенного и всеобщего, частного и универсального. Так рождается поэтическое видение мира. Вот почему процесс вос-

приятия красоты предусматривает единство чувственного и рационального уровней, которые открывают возможность для интуитивного постижения гармонических граней бытия.

И если чувственный момент играет важную роль в отражении гармонии природы, ее цветовых комбинаций, форм, звуков, то в постижении универсальных проявлений Вселенной на первый план выдвигается рациональное осмысление мира. Ибо искусство для человека принципиальное стремление не столько отражать мир чувственный, доверяя видимости, сколько попытка проникнуть за оболочку внешней реальности, постигнуть закономерное, обнаружить глубинные взаимосвязи гармонии.

Таким образом, эстетическое восприятие непосредственное, целостное, объединяющее чувственный и рациональные моменты постижения мира. В его структуру входят и синтез ощущений, и оценка действительности с точки зрения вселенской гармонии. Не случайно в любом подлинном произведении искусства воплощается не зеркальное отражение действительности, но жизнь, осмысленная и прочувственная с позиции разума. Взаимодействие чувственного и рационального актуализирует способность интуитивного постижения мира, позволяющего осознать единство многообразного, более рельефно оттенить единичное, уникальное, особенное, высветить присутствие всеобщего, абсолютного.

Следовательно, гуманистическая направленность личности определяется не многознанием, расширением объема информации, но степенью развития чувственно-эмоциональной сферы, способностью отзываться на оттенки добра и зла, уродливого и прекрасного. Быть гуманным – значит глубоко чувствовать пульсирование жизни прошлого, настоящего и будущего, прочную взаимосвязь поколений. Быть гуманным – значит ощущать нерасторжимую связь с гармоническим строем мироздания.

СОВРЕМЕННЫЕ ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

¹Некрасов С.И., ²Некрасова Н.А.

¹Московский государственный технический университет гражданской авиации

²Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

Важнейшим принципом современного высшего образования должно стать единство духовного и душевного в учебно-воспитательном процессе.

Прежде всего, необходимо выяснить сущность духовности. Все многочисленные концепции духовности сводятся либо к культурологическому, либо к религиозно-философскому пониманию данного явления. В первом случае она рассматривается как потребность человека в овладении общечеловеческими ценностями, превращение его в творческое существо (творимое и творящее), в котором снимается временность человеческого существования и осуществляется единение со Вселенной. Философско-религиозная концепция духовности исходит из того, что ее начало – вера в божественный промысел. Подобное понимание было особенно глубоко разработано религиозно-философской школой. Вместе с тем в религиозно-философской традиции понятие духовности разрабатывается в единстве с понятием душевности: душа есть вместилище духа.

Необходимо понять, что обращение к общечеловеческим ценностям не есть прерогатива только гуманитарных курсов, весь учебный процесс должен быть пронизан идеей духовности человека и его бытия. Однако мало вводить и читать эти курсы, необходимо, чтобы вся окружающая нас обстановка не умаляла их авторитетности.

Поэтому речь должна идти о гораздо более глубоких процессах – изменении всей системы образования: повышении культуры преподавания и общения, доведения всей обстановки, окружающей учащихся, до того уровня интеллектуальности, духовности, эстетизма, который бы позволил формировать у молодых людей идеал калократии (прекрасно-доброе). Другими словами, духовность и нравственность могут стать сущностной основой человека только при условии изменения и содержания, и форм преподавания, основой которого будут “философия сердца” и “педагогика сотрудничества”.

К сожалению, до сих пор в учебном процессе преобладает опора на рациональное знание и соответствующая этому методика (от мышления учителя к мышлению ученика). Между тем доказано, что нравственность существует в первую очередь в образно-чувственной сфере. Следовательно, процесс обучения должен предполагать гармонию чувственного и рационального. Назрела необходимость наполнения учебного процесса эмоциональностью, взволнованностью, неравнодушным восприятием преподавателем мира и его проблем. Это, в свою очередь, определяет переход взаимоотношений в системе “учитель–ученик” от традиционных субъектно-объектных к сердечным, субъектно-субъектным, без которых не сможет осуществиться процесс обучения как процесс воспитания.

В высшей школе до сих пор сохраняется порочный коллективный способ обучения и соответствующая ему педагогика, в которой нет места индивидуальности учащегося, в чем проявляется смысл человека как духовного и творческого существа. В вузе студент ни-

когда не остается “наедине” с педагогом, у нас отсутствует духовное наставничество. Педагог обращается не к учащемуся, а к аудитории. Не это ли является одной из причин прогрессирующей бездуховности и антикультурности молодых поколений в стране великой культуры?

Все современные научные направления и ученые, их представляющие, не сомневаются, что современный техногенный и глобализирующийся мир несет угрозы существованию самого человека, жизни на земле, и не только с точки зрения экологического, сколько антропологического кризиса, который ведет к распаду духовных оснований человеческого бытия.

Подобное духовное разложение проявляется в массовой потере смысла жизни у людей (молодых в первую очередь), разъедающем внутренним миром скептицизме, власти денег, массовом распространении наркотической и алкогольной зависимости, господстве ценностей общества потребления (приоритет материального), где эксплуатируется человеческая гордыня, жадность, сексуальность.

Общество потребления, которое, к сожалению, ныне стало образцом для подражания в России, широко осуждается выдающимися современными философами Запада (С. Гроф, Э. Ласло, П. Рассел и др.). Они отмечают агрессивность Западной культуры, считая, что будущий мир – это мир не техногенной, но и не традиционной цивилизации. Ряд ученых будущий вектор развития земной цивилизации связывают с антропокосмической культурой, в которой будут изжиты отрицательные явления технократического и традиционного общества.

Наука выделяет три основных типа культур с точки зрения основного вопроса мировоззрения – вопроса об отношении человека у миру, о смысле человеческой жизни.

1. Самостоятельность человеческого “Я” – иллюзия и высший смысл заключается в слиянии с Абсолютом. Особенно глубока подобная идея в буддизме.

2. Противостояние “Я” и “не Я”. Наиболее яркое проявление – культура Запада (“фаустовская” культура по Шпенглеру). Данная культура – культура воли к власти.

3. Непосредственная данность целого “Мы”, в рамках которого содержится “Я” и “Ты”. Это – культура воли к любви, которая остается пока духовным основанием и пока не реализована в какой-то целостной цивилизации. Она живет в различных течениях человеческого духа (православие, русская религиозная философия, некоторые варианты персонализма и экзистенциализма, антропокосмизм).

Все надежды на третий тип культуры. Только в рамках антропокосмической (а не антропоцентристской) культуры вернется надежная неприятие зла, вера в добро и истину и такая красота, которая может спасти мир (а не бездушные эксперименты и эстетизация зла).

Свой вклад в эту идею внес Бертран Рассел, написавший о “правильном поведении” как поведении способствующем “общему”, а не “частичному” добру. Эти духовные открытия, без которых невозможно будучность человечества, неизвестны широким массам. Основными причинами этого выступает: инерция мышления, настойчивые попытки отыскать идеал в прошлом, надежды на сверхъестественное изменение законов бытия, вера в чудо.

НАПРЯМИ ІННОВАЦІЙНОГО КОУЧИНГУ У СФЕРІ ОСВІТЯНСЬКИХ ПОСЛУГ

*Мурашко М.І., Назарко С.О. Чернігівський інститут Міжрегіональної академії управління персоналом, 14017, вул. Промислова, 17
тел. 677-179, 677-315, maurchern@rambler.ru, chern@iapm.edu.ua*

Можна із впевненістю заявити, що той, хто володіє сучасними інфокомунікаціями, володіє світом.

Поширення наукового знання в інформаційно-комунікаційному просторі відбувається з використанням різноманітних форм. При цьому виробники освітнянських та наукових продуктів тепер одночасно стають і їх розповсюджувачами. У цих умовах освітнянський процес у вищих навчальних закладах перетворюється на інфокомунікаційний, який вимагає застосування сучасних технологій. Особливий вимір інфокомунікаційної трансформації вищої освіти пов'язано з віртуалізацією. Це процес втрати матеріальної “відчутності”, предметності, емпіричності і переходом в електронно-цифрову-медійну-комунікаційну форму.

Множинність існуючих уявлень про феномен віртуальності, фрагментарність його дослідження, відсутність системності і цілісності у педагогічному та методичному осмисленні й практичному застосуванні, приводить до необхідності його послідовного і систематичного аналізу, особливо в контексті віртуалізації ринку освітнянських послуг. Саме ці обставини обумовлюють необхідність акцентувати увагу на освітнянській компоненті у формуванні методів її віртуалізації.

Теорія віртуальності розглядає “віртуальність” як деяку загальну характеристику самої реальності з погляду її структури і безперервного характеру такої структури, тобто континууму. Дослідники справедливо відзначають, що досягнення в економіці, політиці, науці і інших сферах все більше залежать від образів, аніж від реальних вчинків і речей. Іншими словами, сучасне людство активно формує навколо себе новий, ілюзорний світ символів, який існує паралельно з реальним фізичним світом і стає такою ж частиною буття, як і фізична реальність.

Нинішній вищий навчальний заклад України вже не в змозі оперативно змінювати навчальні курси, швидко реагувати на зміну запитів споживачів освітянських послуг. Зникає поняття циклічності навчання: вступити в деякі вищі навчальні заклади можна будь-якого дня. Замість факультету тепер є список курсів, необхідних для здобуття кваліфікації, університет стає глобальною організацією, а в центрі безпосереднього освітянського процесу вже не викладач, котрий збирає навколо себе аудиторію, а студент, якого обслуговують викладачі. Тому, майже кожен університет сьогодні знайшов можливість для експериментів в області віртуальної освіти. Деякими з них рухає бажання підвищити якість навчання, інші намагаються знайти нові економічно ефективні способи для розширення та залучення додаткових студентів. Віртуалізація освіти передбачає передачу знань за допомогою технічних середовищ-медіаторів (Інтернет-платформи дистанційного навчання, мультимедійні засоби та інші форми інформаційних і комунікаційних технологій тощо). Студенти та викладачі не взаємодіють в єдиній географічній точці, їх спілкування розділене в просторі за допомогою технічних засобів.

Однак, прийняття нових середовищ і засобів комунікації відбувається повільно і нерівномірно. Далеко не відразу викладачі і студенти можуть звикнути до географічної віддаленості один від одного, не відразу можуть адаптуватися до умов телеконференції та скайп-консультацій.

Основними недоліками впровадження різних форм віртуалізації освітянських послуг є: низький рівень комп'ютеризації навчальних закладів та потенційних споживачів послуг; мала кількість та низька якість навчальних віртуальних програм; відсутність системного впливу віртуалізації на процес засвоєння віртуальної інформації; недостатність наукових наробок та кадрів у віртуалізації освітянських послуг; ігнорування можливості удосконалення учбового процесу через його віртуалізацію; відсутність вагомих мотиваційних важелів щодо організації якісного процесу віртуалізації освітянських послуг; низьке фінансове забезпечення складових процесу віртуалізації; відсутність стратегії віртуалізації освітянських послуг.

У той же час слід зазначити, що процес віртуалізації ринку освітянських послуг набирає силу. Він аж ніяк не замінює традиційні форми роботи в звичайному середовищі очної взаємодії, але лише підвищує його ефективність і адаптивність до нових умов.

За рівнем використання систем віртуальної освіти в Україні можна виділити три напрями.

Вищі навчальні заклади, вся робота яких будується виключно на Інтернет-технологіях. Через всесвітню мережу здійснюється все: вибір навчального курсу, його оплата, заняття зі студентами, передача

контрольних завдань та їх перевірка, а також, здача проміжних і підсумкових іспитів. Це напрям – віртуальні університети, які знаходяться на початковій стадії активного впровадження, але переваги його використання безумовні.

Найбільш численний напрям складають ВНЗ, які об'єднують різні традиційні форми денної і дистанційної освіти з технологічними Інтернет-нововведеннями. Наприклад, деякі заклади переводять частину своїх навчальних курсів у віртуальну форму, а саме, створюють лінгфонні класи для навчання іноземних мов без викладача та ін., але не відмовляються від практики проведення очних екзаменаційних сесій. Таким чином, комп'ютеризація охоплює тільки частину освітнього процесу.

І, нарешті, вищі навчальні заклади, для яких Інтернет слугує лише внутрішнім комунікаційним середовищем. Вони створюють для себе сайти-візитки, як реклама вузу, що сама по собі не несе ніякого навчального навантаження, оскільки на них розміщують інформацію про навчальні програми (плани), семінари, розклад студентських занять, університетські новини, фотографії тощо.

Позитивними сторонами віртуалізації навчального процесу є наступні: підвищення ефективності навчального процесу за рахунок інтенсифікації процесу пізнання; підвищення ефективності міжособистісних комунікацій та суттєве збільшення їх кількості; більш якісне та швидке отримання необхідної інформації; можливість налагодження процесу якісної імітації середовища для відпрацювання професійних навичок; індивідуалізація процесу засвоєння необхідного обсягу професійної інформації; суттєве прискорення процесу адаптації до вимог нового робочого місця; формування нової інформаційної культури в контексті розвитку культури самостійного пошуку та сприйняття інформації.

Динамічний розвиток інформаційних комп'ютерних технологій потребує кадрів нового рівня, здатних швидко адаптуватись до бізнес-середовища, відповідно широке впровадження ІКТ, формування розгалуженої індустрії електронних інформаційних ресурсів висувають підвищені вимоги до вищої освіти.

І роботодавці, і освітяни розуміють: ринки праці та освітніх послуг потребують гармонізації – за кількістю і якістю підготовки фахівців.

На перший план у здобутті ґрунтовних знань виходить саме бізнес-чинник. Професійна підготовка студентів – в ідеальному варіанті – має максимально повно гармонізувати навчальний процес, наукові досягнення і потреби ринку. Безумовно, зміст та якість вищої освіти залежать від рівня впровадження інформаційно-комунікаційних технологій. Українські бізнес-структури усвідомили необхідність поліпшення вищої освіти. Але роботодавці ще не готові взяти на себе

відповідальність за участь у процесі підготовки спеціалістів. Тому посилення уваги до якості вищої освіти, впровадження новітніх інноваційних методів формування нових знань є одним з головних завдань освітянської галузі.

Для підвищення якості надання освітянських послуг за допомогою процесів віртуалізації необхідно: забезпечити відкритість віртуальних ресурсів; розширити мережу освітянських навчальних проєктів; забезпечити учасників освітянських послуг сучасною комп'ютерною технікою та програмами; створити систему мотивації науково-педагогічних кадрів впровадженню методів віртуалізації навчального процесу; забезпечити створення та впровадження сучасних віртуалізаційних комп'ютерних програм, які формують окремі професійні навички майбутніх спеціалістів; забезпечити визначення за допомогою комп'ютерних програм генетичної схильності та наукових здібностей майбутніх абітурієнтів та налагодження відповідної профорієнтаційної роботи з ними тощо.

Визначений, далеко не повний перелік заходів дозволить підняти рівень якості освітянських послуг та зменшити дисбаланс між попитом та пропозицією на ринку праці.

Література

1. Гладкий І. П. Розвиток інформаційно-освітніх ресурсів університету. Дистанційна освіта України – 2013. Інформаційне освітнє середовище у системі дистанційного навчання в закладах освіти: інноваційні та психолого-педагогічні аспекти / І. П. Гладкий // Зб. наук. праць. – Х. : ХНАДУ, 2013. – С. 37–42.
2. Двас М. Освіта через Інтернет [Електронний ресурс] / М. Двас. – Режим доступу: <http://uk.mystic-news.com/science-and-education>.
3. Доповідь ректора НТУУ “КПІ” акад. НАН України М.З. Згуровського на сесії науково-педагогічних працівників 28 серп. 2014 р. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kpi.ua/report>
4. Сисоєва С. Інтерактивне навчання в освіті дорослих: до розвитку проблеми (англ.) / С. Сисоєва // Неперервна професійна освіта: теорія і практика // Наук.-метод. журнал. – 2013. – № 3–4. – С. 55–59.
5. Хмелевська Л. П. Створення концепції інноваційної освіти як основи подальшого економічного розвитку держави / Л. П. Хмелевська // Вісник КНУТД. – 2012. – № 4. – С. 126–132.
6. Янковська Л. А. Передумови інноваційного розвитку професійної освіти вищої школи / Л. А. Янковська // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – № 5. – С. 228–234.

ІНСТИТУЦІОНАЛІЗАЦІЯ УЧАСТІ РЕГІОНАЛЬНИХ ВНЗ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ

*Качала Т.М. Черкаський державний технологічний університет
бульв. Шевченка, 460, тел.: (0472) 73-02-92, e-mail: rector.chdtu@gmail.com*

Базисом стратегічного проектування сталого розвитку будь-якої адміністративно-територіальної одиниці, і, насамперед, регіону, є конкурентні переваги використовуваних факторів виробництва. Сучасна стратегія регіонального розвитку повинна ґрунтуватися на основних конкурентних позиціях: вигідне економіко-географічне розташування; ефективність ринку товарів; якість державних та приватних інституцій. Різноманіття конкурентних позицій визначає одну з пріоритетних цілей сталого регіонального розвитку – створення системи техніко-технологічних, економічних та інституційних зв'язків, що забезпечує ефективне поєднання регіональних, міжрегіональних, державних та міжнародних інтересів. Досягнення мети повинно ґрунтуватися на активізації і підвищенні ефективності використання ресурсів регіону шляхом планової реалізації соціально-економічних, інституційних перетворень, що забезпечує його стратегічне позиціонування. Активізація участі регіональних ВНЗ у стратегічному проектуванні регіонального розвитку дозволяє повною мірою використати їх науковий, освітній, організаційний, управлінський та культурний потенціал на благо сталого розвитку територій.

Тільки інноваційний шлях розвитку територій в умовах глобалізації та формування постіндустріального суспільства може забезпечити гідне місце у світовому співтоваристві. Така стратегічна позиція передбачає інвестиційну участь в напрямі розвитку кластерів, створення технологічних та індустріальних парків, інфраструктурного забезпечення нових промислових зон, вкладення коштів в професійну освіту. Кваліфікована організація та інституційне забезпечення реалізації концепції сталого розвитку регіонів України є основою успішності цього процесу. Тому створення консолідованого органу стратегічного проектування та забезпечення сталого розвитку регіону на засадах публічно-приватного партнерства при регіональному ВНЗ є доволі актуальним завданням. Генеральною метою діяльності такої регіональної інституції – Ресурсно-інноваційного центру сталого розвитку регіону, є створення єдиного регіонального інноваційного простору, що формує сприятливі умови для розвитку інноваційного підприємництва, реалізації інтелектуального і технологічного потенціалу підтримки інноваційної діяльності в регіоні. Поряд із повноваженнями формування пропозицій для центральних виконавчих і законодавчих органів влади щодо реалізації концепції сталого розвитку на націо-

нальному рівні, розробки та забезпечення реалізації стратегії сталого розвитку регіону, покладається завдання формування економічної культури сталого розвитку, а також ключових регіональних компетенцій.

При формуванні регіональної інноваційної системи реалізується сукупність взаємопов'язаних цілей: створення конкурентоспроможного сектора досліджень і розробок та умов для його розширеного відтворення; створення ефективної регіональної інноваційної системи; модернізація економіки на основі технологічних інновацій, збільшення числа промислових підприємств, що здійснюють технологічні інновації; розвиток середовища генерації знань на основі системи пріоритетів розвитку фундаментальної науки; підвищення конкурентоспроможності сектору прикладних досліджень і розробок.

Склад завдань, спрямованих на реалізацію зазначених цілей включає: розширення і зміна форм фінансування фундаментальної науки (розширення підтримки наукових проектів, системи грантів державних фондів); поетапну реструктуризацію фундаментальної науки, інтеграцію наукових, освітніх та виробничих структур; створення системи технологічного прогнозування та реалізації проривних технологічних проектів, здійснюваних органами регіонального управління спільно з бізнесом; впровадження проектного фінансування наукових організацій, реструктуризацію державного сектора наукових досліджень; підвищення інвестиційної привабливості наукових організацій шляхом створення умов, що забезпечують баланс інтересів інвестора і виконавця НДДКР; підтримку малого бізнесу в секторі науки; стимулювання участі українських організацій у міжнародних науково-дослідних і технологічних проектах. В якості інструментарію вирішення зазначених завдань доцільно використовувати такі блоки проектів, програм і процедур.

Інституціоналізація зазначених процесів передбачає створення систем державної підтримки інноваційних компаній на етапі старту і страхування їх ризиків на початкових стадіях розвитку при здійсненні технологічних інновацій. Істотне значення також має розвиток інститутів використання і захисту прав інтелектуальної власності: вдосконалення систем обліку, розпорядження та контролю за ефективним використанням прав на результати науково-технічної діяльності та трудових відносин працівників і роботодавців у питаннях збереження комерційної таємниці.

В якості партнерів до ресурсно-інноваційного центру сталого розвитку регіону доцільно залучати інформаційно-аналітичні центри, Інтернет-портали; інші регіональні ВНЗ, освітні центри, інститути з підготовки та перепідготовки кадрів (система кадрового забезпечення); наукові організації і науково-технологічні парки, що здійснюють НДДКР,

експериментальне виробництво, підготовку кадрів (сектор науки і освіти); страхові компанії, банки, приватних інвесторів (система фінансової підтримки); інноваційні центри, консалтингові фірми, виставкові, сертифікаційні центри (система просування). Учасники здійснюють свою діяльність за такими напрямками: експертиза, аналіз і оцінка інноваційних пропозицій і науково-технічних проєктів, маркетинг відповідних продуктів та пошук партнерів на внутрішньому і зовнішньому ринках, організація та підтримка трансферу технологій; забезпечення взаємодії малих, середніх і великих підприємств-учасників з університетами, науковими центрами, дослідницькими лабораторіями щодо: формування ланцюга технологічного трансферу “освіта–наука–бізнес”; залученню студентів, аспірантів, викладачів, наукових колективів до реалізації інноваційних програм і проєктів; забезпечення взаємодії з державними та регіональними органами влади, з науковими, науково-виробничими організаціями різних форм власності, бізнес-структурами з реалізації національних та регіональних програм; формування інформаційних ресурсів; встановлення контактів із зарубіжними організаціями з питань співробітництва у інноваційній діяльності.

ОСНОВНІ ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ

Прус О.В. Хмельницький інститут МАУП, e-mail: ksyu.prus@yandex.ua

Ринкові перетворення у постсоціалістичних країнах, і в Україні зокрема, призвели до формування ринку освітніх послуг. Вплив цих перетворень на становлення і розвиток ринку освітніх послуг є далеко неоднозначним. На сьогодні поряд з позитивними змінами, функціонування цього ринку в Україні супроводжується численними проблемами: зменшенням державного фінансування, зниженням якості та доступності вищої освіти, низьким рівнем оплати праці професорсько-викладацького складу, погіршенням суспільного статусу вченого-педагога тощо. З огляду на зазначене, пошук основних шляхів удосконалення функціонування ринку освітніх послуг в Україні є актуальним, особливо сьогодні, коли наше суспільство вступило в період кардинальних політичних, економічних, соціальних та інших змін.

На сучасному етапі розвитку ринку освітніх послуг спостерігаються три взаємопов’язані тенденції, які можна назвати глобальними, оскільки вони властиві як для країн з трансформаційною економікою, так і для розвинених. Це – підвищення освітнього рівня населення; інтернаціоналізація вищої освіти та активний розвиток самоуправління вищих навчальних закладів – “автономізація” освіти [1; 89].

В свою чергу, вказані тенденції визначають основні вектори державної політики: підвищення фінансової ефективності в секторі вищої освіти, підвищення її доступності, забезпечення якості освіти.

Варто зауважити, що досягнення фінансової ефективності є актуальним завданням для більшості постсоціалістичних країн, і Україна не є виключенням. Державне фінансування вищої освіти скорочується у відносному (а іноді навіть в абсолютному) вираженні. Це змушує країни та навчальні заклади розглядати альтернативні джерела фінансування й способи надання освітніх послуг [3, с. 83]. Проте сьогодні в усіх країнах Європи державне фінансування освіти залишається одним з пріоритетів соціально-економічної політики (держава фінансує не менш 70 % бюджетів ВНЗ). Питання створення ефективного інституційно-економічного середовища, яке б поєднувало державне та ринкове регулювання розвитку сфери вищої освіти, є актуальним не лише для нашої країни. Пошук нових, оптимальних та гнучких схем фінансування вищої освіти здійснюється практично в усіх країнах світу [2, с. 162].

В контексті розвитку ринку освітніх послуг та забезпечення рівного доступу до вищої освіти вирішення потребує й проблема запровадження об'єктивного механізму оцінювання знань. Перехід від вступних випробувань у ВНЗ до прийому на навчання за сертифікатами зовнішнього незалежного оцінювання, безумовно, важливий крок до створення більш рівних умов доступу до вищої освіти. Ця реформа має стратегічне значення для забезпечення рівного доступу громадян до вищої освіти. Однак не можна не розуміти, що нові принципи набору абітурієнтів не тільки забезпечать об'єктивність оцінки їхніх знань, а й завдадуть нищівного удару по корупції й використанню впливових зв'язків у системі вищої освіти.

У контексті існуючих тенденцій автономізації та інтернаціоналізації вищої освіти набуває актуальності проблема забезпечення якості вищої освіти. Слід зауважити, що у вузькому розумінні якість освітніх послуг та робочої сили залежить від двох основних (однак не єдиних) факторів – кваліфікації фахівців, які ці послуги надають, та від ресурсів, що застосовуються для надання освітніх послуг (умови навчання). Скупність цих двох компонент можна назвати системою науково-методичного забезпечення якості освіти. Варто зауважити, що підвищенню якості освіти “має сприяти посилення конкуренції між ВНЗ – це отримання кредитів і науково-педагогічний рівень кафедр та викладачів”. Обрахунок науково-методичного забезпечення якості освіти пропонується здійснювати за індексом якості освіти: $I_{яо} = 2/3I_{нмт} + 1/3I_{ун}$, де $I_{яо}$ – індекс якості освіти; $I_{нмт}$ – частка викладачів з науковими ступенями доктора чи кандидата наук у загальній чисельності науково-педагогічних працівників ВНЗ; $I_{ун}$ – частка витрат на оновлення матеріально-технічної бази та основних фондів ВНЗ в його загальних витратах.

Використання цього індексу дасть можливість оцінити та порівняти науково-методичне забезпечення якості освіти в різних вищих навчальних закладах і розробити рекомендації щодо підвищення якості освітніх послуг певного ВНЗ.

Ринкове фінансування дає можливість зниження навантаження на державний бюджет; забезпечення конкуренції; забезпечення попиту населення на освітні послуги; можливість здобуття престижної спеціальності; збільшення фінансових ресурсів ВНЗ; стимулювання трансформаційних змін; однак не сприяє підвищенню якості навчання та вимагає кардинальних змін і рішучих кроків з боку держави. На наш погляд, в основу освітньої політики країни має бути покладений важливий принцип – підтримка високого соціального статусу професії педагога. Ця професія повинна сприйматись як суспільно значима та бути адекватно оплачуваною [4, с. 225].

Приплив молодих науково-дослідницьких кадрів як у ВНЗ, так і в науку, є важливим фактором конкурентоспроможності вищої освіти та економіки в цілому. Однак сьгоднішні випускники ВНЗ не часто пов'язують свою майбутню кар'єру з викладацькою або науковою діяльністю, яка, на жаль, перестала бути сьгоднішньою престижною. Вважаємо, що проблема “омолодження” науково-педагогічного потенціалу України та стимулювання залучення молодих викладачів-дослідників у систему вищої школи є першочерговим завданням державної освітньої політики. Такі заходи, як підвищення середнього рівня заробітної плати та залучення молодих викладачів-дослідників поруч із вдосконаленням матеріально-технічного потенціалу кожного ВНЗ, сприятимуть суттєвому підвищенню якості навчального процесу. Таким чином, для підвищення ефективності вищої освіти, забезпечення її доступності та якості розвитку вищої освіти має стати пріоритетом держави.

Література

1. Євменкова К. М. Фінансування послуг вищої освіти в країнах Заходу / К. М. Євменкова // Наука молода : зб. наук. пр. молодих вчених Терноп. нац. екон. університету. – 2008. – Вип. 9. – С. 88–91.
2. Мартякова О. В. Регулювання взаємодії ринків освітніх послуг та праці на основі механізму управління їх якістю / О. В. Мартякова, С. М. Снігова, О. В. Мудра // Маркетинг і менеджмент інновацій. – 2013. – № 3. – С. 154–165.
3. Сисоєва С. О. Освіта і особистість в умовах постіндустріального світу : монографія / С. О. Сисоєва. – Хмельницький : ХГПА. – 2008. – 324 с.
4. Черніченко Г. О. Взаємодія – інструмент балансу інтересів вищих навчальних закладів та бізнесу / Г. О. Черніченко, Л. В. Шаульська // Університетські наукові записки. – 2009. – № 3 (23). – С. 224–230.

ЗАСТОСУВАННЯ ОБКАТУВАЛЬНО-ГАЛЬМІВНОГО СТЕНДА ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

*Учрод В.І., Рубан Д.П., Черкаський державний технологічний університет
18006, бул.Шевченко, 460, +380971897757, e-mail: ruban_dimon@mail.ru*

На сьогодні стрімко збільшується кількість одиниць автомобільного транспорту із двигунами внутрішнього згорання. Це призводить до зростання викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами. Порівняно із бензиновими двигунами, дизелі мають ряд переваг. Зокрема, вони менш токсичні та мають меншу питому ефективну витрату палива. Тому автоперевізники в основному застосовують транспортні засоби із дизелями. Однак система паливоподачі дизельних двигунів значно складніша. Тому ремонт та обслуговування сучасних дизелів потребує більше уваги та високоточного обладнання. В Україні є багато станцій технічного обслуговування з ремонту дизельної паливної апаратури, в тому числі, і в Черкасах. Під час ремонту паливна апаратура демонтується з автомобільного двигуна, діагностується, ремонтується за допомогою високоточного сучасного обладнання. Потім встановлюється на двигун і остаточно регулюється та діагностується в режимі активного холостого ходу, тобто без навантаження. Однак автомобільні двигуни в основному працюють у навантажувальних режимах. Тому доцільно для ефективного ремонту застосовувати обкатувально-гальмівні стенди, що імітують реальні режими експлуатації автомобільних двигунів.

Один із таких стендів є у Черкаському державному технологічному університеті у науково-дослідній лабораторії кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації. Це електричний гальмівний стенд КИ-5542 ГОСНИТИ, основою якого є балансирна електромашинка 4АНК2Б-225516-У3, яка має потужність 37 кВт при частоті обертання ротора 980 хв^{-1} і максимальну гальмівну потужність 100 кВт – при частоті обертання ротора 2000 хв^{-1} та динамометр зі шкалою 0–60 кгс і ціною поділки 0,25 кгс, який був тарований за інструкцією з експлуатації стенду КИ-5542 ГОСНИТИ.

Електричний гальмівний стенд показаний на рис. 1.



Рис. 1 – Загальний вигляд гальмівної установки з дизелем CY4102BZQ

Управління дизелем і стендом здійснювалося з пульта управління, на якому встановлені вимірювальні прилади. Після переходу з одного випробувального режиму до наступного, витримка часу становила не менше 30 с, перед фіксуванням показів приладів.

Частота колінчастого вала дизеля вимірювалася за допомогою тахометра ТМнЗ № 26653. Тахометр з'єднаний з датчиком Д-ІМ № Г8943, який виробляє трьохфазну напругу. Значення напруги перераховується в частоту обертання. Також частота обертання колінчастого вала дизеля вимірювалася за допомогою дублюючого приладу ІМД-ЦМ. Прилад з'єднаний з індуктивним датчиком, який розміщений в безпосередній близькості від датчика зубців вінця маховика.

Вимірювання об'ємного вмісту оксиду вуглецю CO , об'ємного вмісту оксидів азоту NO_x , вуглеводнів C_mH_n (по гексану) та димність відпрацьованих газів здійснюється газоаналізатором BOSCH BEA 350 (див. рис. 2). Діапазон вимірювання приладу по непрозорості (димності) від 0 до 100 %. Допустима основна похибка від верхньої межі вимірювань при довірчій вірогідності 0,95 складає + 2,0 %.

Тарування приладу здійснювалося за допомогою еталонних газових сумішей, в відповідності з інструкціями заводу – виробника.

Похибки вимірювань газоаналізатора BOSCH BEA 350 наведено в таблиці 1.

Стенд дозволяє досліджувати екологічні показники в режимах активного холостого ходу, примусового холостого ходу, навантажувальних режимах (при повних, або часткових навантаженнях). Також на стенді можна проводити холодну обкатку відремонтованого двигуна, гарячу із навантаженням та без навантаження. Також важливою є можливість визначення моменту механічних втрат двигуна.



Рис. 2 – Дизель під час досліджень

Таблиця 1 – Похибки вимірювань газоаналізатора BOSCH BEA 350

Параметр токсичності та димності	Одиниця виміру	Межа вимірювань	Точність вимірювань
По каналу CO	%	0–10	$\pm 0,001$ %
По каналу CH	млн ⁻¹	0–9999	± 1 млн ⁻¹
По каналу NO_x	млн ⁻¹	0–5000	± 1 млн ⁻¹
По каналу N (димність)	%	0–100	$\pm 0,1$ %

Обкатувально-гальмівний стенд у комплексі із розглянутою газоаналітичною апаратурою дозволяє проводити дослідження екологічних показників як на етапах ремонту, обслуговування так і на стадії проектування автомобільних двигунів. Крім того корисним є використання обкатувально-гальмівного стенда при застосуванні присадок та альтернативних видів палива.

ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Артемчук В.О., Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.С. Пухова
НАН України, 03164, вул. Генерала Наумова, 15, +380979157215, ak24avo@gmail.com*

У загальному випадку вирішення задачі оптимізації мережі моніторингу стану атмосферного повітря (МСАП) повинно відповісти на запитання: де і скільки вузлів сенсорів необхідно встановити, щоб отримана мережа МСАП відповідала висунутим до неї вимогам.

Таким чином пропонується наступна загальна постановка задачі оптимізації мережі МСАП: на заданій території B , що розбита на квадрати фіксованого розміру, та заданій множині рухомих об'єктів M (тролейбусів, трамваїв, потягів тощо, на яких можливо встановлення вузлів сенсорів) з їх маршрутами територією B розмістити деяку кількість вузлів сенсорів (N_B та N_M відповідно) з врахуванням різного роду обмежень так, щоб утворена таким чином мережі МСАП відповідала одному (F) чи декільком (F_1, F_2, \dots) критеріям оптимальності.

Найчастіше, при цьому робляться наступні припущення: 1) всі точки квадратів території B та рухомих об'єктів M є рівноцінними щодо розміщення вузлів сенсорів; 2) їх центри використовуються в якості розрахункових точок; 3) вузли сенсорів однієї мережі МСАП вважаються ідентичними.

Територія, яку повинна охопити мережа МСАП, може істотно змінюватись в розмірах. Як відомо, екологічний моніторинг здійснюється на чотирьох рівнях: 1) локальному – на території окремих об'єктів (підприємств), міст, ділянках ландшафтів; 2) регіональному – в межах адміністративно-територіальних одиниць, на територіях економічних і природних регіонів; 3) національному – на території країни в цілому; 4) глобальному – моніторинг за всією землею кулею. Таким чином задачі оптимізації мереж МСАП можна розділити за відповідними рівнями. Разом з тим, область оптимізації може бути опуклою або не опуклою (крім того, у випадку оптимізації мережі МСАП для декількох міст одночасно, навіть нез'язною).

Загалом описати територію B можна за допомогою прямокутної матриці $\{b_{ij}\}$ де:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо квадрат } (i, j) \text{ належить території } B \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases},$$

де $i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$, $m \times n$ – розмірність матриці $\{b_{ij}\}$ після розбиття досліджуваної території на відповідну кількість квадратів.

Після цього вирішення задачі оптимізації мережі МСАП можна привести до знаходження матриць X^B та X^M , таких що:

$$x_{ij}^B = \begin{cases} 1, & \text{якщо в квадрат } (i, j) \text{ встановлюється сенсорний вузол} \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases},$$

та

$$x_i^M = \begin{cases} 1, & \text{якщо на } i\text{-тий рухомий об'єкт встановлюється СВ} \\ 0, & \text{в інших випадках} \end{cases}.$$

Таким чином отримаємо, що загальна кількість N_Z встановлених вузлів сенсорів рівна:

$$N_Z = N_B + N_M = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^B + \sum_{i=1}^{|M|} x_i^M,$$

де $|M|$ – потужність (кількість елементів) множини M .

Таким чином, класифікація задач оптимізації мереж МСАП за характеристиками відповідної території здійснюється за масштабами, опуклістю та зв'язністю області оптимізації. Критерії оптимальності мережі МСАП можуть бути найрізноманітнішими. Проте найчастіше використовуються: економічні, статистичні та комплексні. Крім того, задача оптимізації мереж МСАП може бути одно- та багатокритеріальною. Таким чином, класифікація задач оптимізації мереж МСАП за критеріями оптимальності здійснюється за їх кількістю і виглядом.

Кількість вузлів сенсорів N_Z мережі МСАП може бути:

- 1) точно задана наперед: $N_Z = N$;
- 2) бути менше-рівне заданого числа: $N_Z \leq N$;
- 3) бути більше-рівне заданого числа: $N_Z \geq N$;
- 4) лежати в певному інтервалі (поєднання випадків 2 і 3);
- 5) невідомою.

де N – наперед задане число вузлів сенсорів.

У перших чотирьох випадках в математичну постановку задачі просто добавляються відповідні обмеження. Щодо п'ятого випадку, коли N є невідомим, то можливі наступні випадки:

1. N визначається до початку вирішення задачі оптимізації мережі МСАП:

$$N = f(g_1^B, g_2^B, \dots, g_p^B),$$

де g_i^B – деякий параметр (характеристика) території B (наприклад, населення, площа, параметри існуючої мережі, рівень забруднення, метеорологічні параметри тощо); p – кількість таких параметрів; f – деяка функція, що описує залежність між необхідною кількістю (N) вузлів сенсорів та параметрами території B .

2. N визначається під час вирішення задачі оптимізації мережі МСАП за наявності економічних обмежень щодо вартості побудови та/або функціонування мережі.

3. N визначається під час вирішення задачі оптимізації мережі МСАП за наявності відповідного критерію (наприклад, подальше збільшення N або не призводить, або майже не призводить до підвищення ефективності мережі тощо).

4. N визначається після вирішення задачі оптимізації мережі МСАП, коли для спроектованої мережі виконуються висунуті критерії оптимальності.

Крім того, можуть висуватися вимоги щодо кількості вузлів сенсорів, які розміщуються стаціонарно та на рухомих об'єктах (N_B та N_M відповідно).

Таким чином, класифікація задач оптимізації мереж МСАП за заданістю кількості вузлів сенсорів здійснюється за наявністю чи відсутністю таких даних та видом знаходження N в даному випадку.

Тип мережі МСАП, що проектується (оптимізується), визначається наявністю (відсутністю) вузлів сенсорів, які розміщуються стаціонарно та на рухомих об'єктах відповідно:

1) стаціонарна мережа МСАП:
$$\begin{cases} N_Z = N_B; \\ N_M = 0; \end{cases}$$

2) пересувна мережа МСАП:
$$\begin{cases} N_Z = N_M; \\ N_B = 0; \end{cases}$$

3) змішана (гібридна) мережа МСАП:
$$\begin{cases} N_Z = N_B + N_M; \\ N_M > 0; \\ N_B > 0. \end{cases}$$

Крім того, при розширенні діючої мережі МСАП необхідно враховувати її параметри, можливість перенесення її вузлів тощо.

Таким чином, класифікація задач оптимізації мереж МСАП також здійснюється за типом мережі, наявністю існуючої мережі та її параметрами. Обмеження в задачі оптимізації мережі МСАП можуть бути відсутніми (тоді маємо задачу безумовної оптимізації), або можуть бути в наявності (тоді маємо задачу умовної оптимізації) наступні обмеження щодо:

- 1) кількості вузлів сенсорів (про що описано вище);
- 2) вартості побудови та/або функціонування мережі;
- 3) мінімально (або максимально) можливої відстані між вузлами;
- 4) точності даних моніторингу та моделювання на їх основі тощо.

Таким чином, задачі оптимізації мереж МСАП за наявністю (відсутністю) обмежень поділяються на задачі умовної та безумовної оптимізації.

Вигляд шуканих величин задач оптимізації мережі МСАП також впливає на їх класифікацію. В даній роботі матриці X^B та X^M (і як наслідок N_Z) пропонується в якості невідомих змінних: тому така задача є детермінованою бінарною. Проте можливі випадки необхідності приведення задач оптимізації мережі МСАП до задач неперервної оптимізації.

Таким чином, задачі оптимізації мереж МСАП за виглядом шуканих величин поділяються на задачі детерміновані та неперервної оптимізації тощо.

Функціональні особливості критеріїв та обмежень. Функція мети, що описує відповідний критерій оптимальності (або їх набір), та обмеження в задачі можуть бути лінійними чи нелінійними, опуклими чи ні тощо. Таким чином задачі оптимізації мереж МСАП поділяються лінійні та нелінійні тощо.

Найбільш складним для вирішення є випадок, коли задача оптимізації мережі МСАП є:

- 1) багатокритеріальною;
- 2) область оптимізації не опукла або незв'язна;
- 3) кількість вузлів сенсорів N_Z мережі МСАП апріорі невідома;
- 4) оптимізується змішана (гібридна) мережа МСАП за наявності існуючої мережі, частину якої можна перенести, а частину – ні;
- 5) в задачі присутні декілька обмежень, тобто вона є задачею умовної оптимізації;
- 6) обмеження або критерії є нелінійними, не опуклими і т.д., тобто вона є задачею нелінійного не опуклого програмування тощо.

ДОСВІД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Горошко А.В., Ройзман В.П.

Хмельницький національний університет, e-mail: iftomt@ukr.net

Одне з основних завдань, що стоять перед проектувальниками складних технічних систем (СТС), полягає в побудові адекватних математичних моделей. Підвищити точність моделі шляхом ускладнення, враховуючи якнайбільшу кількість даних і параметрів моделі, не завжди можливо, а часом і неможливо взагалі, оскільки виникає наступна залежність: чим складніше механічна система, тим важче для неї побудувати адекватну математичну модель [1]. Реальним способом побудови (створення) адекватних математичних моделей є шлях використання методів ідентифікації систем.

Задачам ідентифікації, що є за своєю постановкою оберненими і некоректними, притаманні проблеми обернених задач, такі як проблеми точності і стійкості [1]. В даний час методи ідентифікації активно розвиваються як вітчизняними, так і зарубіжними вченими [2–4].

Часто деякі характеристики СТС або коефіцієнти, які входять в розрахункову модель, не можуть бути виміряні, або вимірюються з великими похибками без врахування реальних умов експлуатації, а та-

кож ідеалізації реального об'єкта, або внаслідок значного розкиду значень, вимагають уточнення. Для визначення таких характеристик пропонується вважати їх значення невідомими у наявній розрахунковій моделі, а значення тих характеристик об'єкта, які можуть бути виміряні достатньо точно в реальних умовах функціонування об'єкта, підставляти в ту ж модель в якості вхідної інформації. Тоді виникає можливість ідентифікувати значення шуканих характеристик і (або) коефіцієнтів. Сформулюємо задачу такої ідентифікації.

Нехай структура зв'язку між вихідними характеристиками об'єкту і його первинними факторами задана системою функціональних нерівностей:

$$Y_i = f_i(\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_j, x_1, x_2, \dots, x_k), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

де $\eta \in \mathbf{R}^j$, $x \in \mathbf{R}^k$. Необхідно за вимірними на реальному об'єкті значеннями вихідних характеристик і заданій моделі визначити значення в загальному випадку як коефіцієнтів цієї моделі $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_j$, так і невідомих первинних факторів x_1, x_2, \dots, x_k . Частинний випадок постановки такої задачі передбачає, що значення коефіцієнтів моделей невідомі.

Сформульована задача вимагає відшукування відображення точки в просторі вихідних характеристик СТС в точку в просторі первинних факторів і коефіцієнтів моделі. Залежно від співвідношення кількості невідомих і кількості рівнянь в системі (1) будемо розрізняти наступні три типи задач: недовизначені, нормальні і перевизначені.

В чисто математичному плані дослідження і пошук розв'язків таких задач не викликає великих складнощів. Однак, з урахуванням того факту, що кожна математична модель є описом деякого реально існуючого об'єкта, постановка, розв'язок і аналіз таких задач видається надзвичайно важливим. Так, якщо точка в просторі вихідних характеристик визначається за результатами відповідних експериментів на реальному об'єкті, то розв'язок задачі дозволяє ідентифікувати невідомі первинні фактори і коефіцієнти моделі, по-перше, з урахуванням всіх більш або менш суттєвих особливостей реального об'єкта. Цим виключена необхідність виокремлення і аналізу кожної з них. По-друге, враховується прийнятий ступінь ідеалізації реального об'єкту, що суттєво підвищує ефективність використання моделі в практиці проектування і виробництва. Крім того, таким чином можна визначити значення первинних факторів, які неможливо безпосередньо виміряти, а також коефіцієнтів моделі шляхом вираховування їх за результатами спостережень інших величин.

Зупинимось детальніше на дослідженні недовизначених задач, які часто зустрічаються в практиці проектування, виробництва і експ-

луатації ССТС. Такі задачі в загальному випадку мають нескінченну безліч розв'язків. Але з причини існування реального об'єкта, природно визначити саме відповідне йому рішення. Постановка такої задачі передбачає її доозначення на основі експерименту на досліджуваному об'єкті. З цією метою в роботі пропонується узагальнений метод пробних параметрів, суть якого полягає у наступному.

Замінюючи в реальному об'єкті один або декілька елементів з невідомими значеннями первинних факторів на деякі пробні елементи, значення первинних факторів яких відомі, і вимірюючи відповідні їм значення вихідних характеристик СТС, можна отримати стільки відсутніх рівнянь, скільки вимагається, щоб система стала визначеною. В тих випадках, коли заміна вузла або елемента в конструкції повністю неможлива, пропонується вносити часткові зміни первинних факторів, провокуючи таким чином зміну вихідних характеристик. Вказані послідовні заміни елементів з невідомими значеннями факторів на пробні необхідно здійснювати таким чином, щоб отримана при цьому система рівнянь, по-перше, була нормальною, і, по-друге, щоб кожен із невідомих факторів попав хоча б в одне із рівнянь системи. Крім того, пробні елементи необхідно вибирати таким чином, щоб отримана система не містила залежних рівнянь. В кожному випадку описаної ідентифікації особливого дослідження вимагає питання стійкості отриманого розв'язку.

Метод був застосований для ідентифікації амплітудно-частотної характеристики авіадвигуна [5], коли податливості опор ротора, розташовані в лобовому картері і корпусі камери згоряння, ідентифікували за етапами:

1. Знаючи пружність кільця і вважаючи, що пружність передньої опори компресора визначається лише ним, за значенням резонансу двигуна з пружним кільцем ідентифікували податливість задньої опори, розглядаючи коливання одномасової ротора на двох піддатливих опорах.

2. За знайденим значенням податливості задньої опори і значенням резонансу двигуна без пружною опори ідентифікували податливість передньої опори.

Далі розраховували власну частоту коливань складових системи і розраховували спільні коливання системи. Зіставлення результатів розрахунку з експериментом дозволило представити повну картину коливань і причини резонансу.

На основі методу пробних параметрів розроблено розрахунково-експериментальний метод параметричної ідентифікації фізико-механічних характеристик полімерних матеріалів безпосередньо в реальних конструкціях шляхом розв'язку оберненої задачі міцності. Як результат вдалося ідентифікувати значення модуля пружності, коефіцієнта лінійного теплового розширення і коефіцієнта Пуассона композитів при температурі -60°C до $+20^{\circ}\text{C}$ [6].

Література

1. Костин В. А. Решение обратных задач прочности тонкостенных конструкций летательных аппаратов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.07.03 / Костин Владимир Алексеевич. – Казань, 2002. – 324 с.
2. Avril S. Overview of identification methods of mechanical parameters based on full-field measurements / M. Bonnet, A. S. Bretelle, M. Grediac, F. Hild, P. Jenny & F. Pierron // *Experimental Mechanics*. – 2008. – № 48 (4). – P. 381–402.
3. Гук Н. А. Идентификация механических свойств материала по результатам косвенных измерений / Н. А. Гук, Н. И. Ободан // *Механика твердого тела : межвед. сб. науч. тр.* – 2010. – Вып. 40. – С. 233–243.
4. Алифанов О. М. Идентификация процессов тепло- и массообмена по методам обратных задач. Современные экспериментальные методы исследования процессов тепло-и массообмена / О. М. Алифанов // *Материалы Международной школы-семинара*. – Ч. 2. – С. 133–147.
5. Rozman V. Dynamic characteristics identification of aircraft engine by method of trial parameters / V. Rozman, A. Bohorosh // *Mechanika*. – 2005. – № 3 (53). – P. 34–38.
6. Goroshko A. V. Methods for testing and optimizing composite ceramics-compound joints by solving inverse problems of mechanics / A. V. Goroshko, V. P. Rozman, A. Bubulis, K. Juzėnas // *Journal of Vibroengineering*. – 2014. – Vol. 16, Issue 5. – P. 2178–2187.

ДВУХСКОРОСТНОЙ СИНХРОННО-АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Стрижков И.Г., Стрижков С.И.

*ФГБОУ ВПО “Кубанский государственный аграрный университет”
Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; тел.: 221-59-02*

Для электроприводов со ступенчатым регулированием частоты вращения широкое применение находят многоскоростные асинхронные двигатели. Наиболее часто используются двигатели с двумя ступенями скорости (двухскоростные) с соотношением частот вращения 2:1. Двухскоростные двигатели с соотношением полюсов 1:2 изготавливаются, как правило, с одной трехфазной обмоткой на статоре, выполненной по схеме Деландера. Для обмоток с другим соотношением числа полюсов используют обмотки, построенные по методу амплитудной или фазовой модуляции [1].

Для современных серийных синхронных двигателей средней и большой мощности ступенчатое регулирование частоты вращения не

применяется и при необходимости частота вращения регулируется с помощью дорогостоящих преобразователей частоты, хотя целесообразность ступенчатого регулирования для привода насосов, компрессоров, вентиляторов и других механизмов очевидна. В приводе механизмов с вентиляторной механической характеристикой целесообразен синхронный режим двигателя при высокой нагрузке, обеспечивая высокие энергетические показатели, в частности, высокий коэффициент мощности. Перевод двигателя на низшей ступени скорости в асинхронный режим целесообразен при малой нагрузке двигателя.

Рациональными могут быть и другие варианты использования двухскоростного двигателя. Например, для вентиляторов или насосов, работающих в продолжительном режиме на низшей ступени скорости (с механической недогрузкой), целесообразно использовать синхронный режим с перевозбуждением для “генерирования” реактивной мощности, т.е. режим, близкий к синхронному компенсатору. В непродолжительные периоды работы на высшей ступени скорости такой двигатель может иметь асинхронный режим работы, поскольку малое время использования снижает актуальность вопроса о высоких энергетических показателях двигателя.

Создание двухскоростного синхронно-асинхронного двигателя [2] возможно при использовании так называемых совмещенных обмоток [3]. Совмещенными называют обмотки, проводники которых одновременно обтекаются токами от двух источников электроэнергии с разными характеристиками, в частности, с разным по роду током – постоянным и переменным. Одним из наиболее простых примеров такой совмещенной обмотки может служить обмотка ротора, представленная на рисунке 1. Эта обмотка совмещает обмотку возбуждения (постоянного тока) с $p = p_1$ и трехфазную обмотку с $p = p_2$. Эта обмотка выполняется как многофазная с двумя параллельными ветвями и разделенными нейтралями “+И” и “-И”, присоединенными к двум контактным кольцам для подключения через скользящие контакты к возбуждителям. Такая обмотка имеет распределение МДС от трехфазного тока, представленное на рис. 1, б.

Особенностью двухскоростного синхронно-асинхронного двигателя является то, что постоянный и переменный многофазный ток протекают по совмещенной обмотке не одновременно, а в зависимости от требуемого скоростного режима двигателя. При подключении к клеммам “+И” и “-И” обмотки источника постоянного или выпрямленного напряжения, обмотка обтекается током в направлении, показанном на проводниках активной зоны нижними стрелками. При отключении обмотки от источника постоянного тока она может рассматриваться как соединенная накоротко трехфазная обмотка с $p = p_2$ и с направлением токов в проводниках, показанных верхними стрелками.

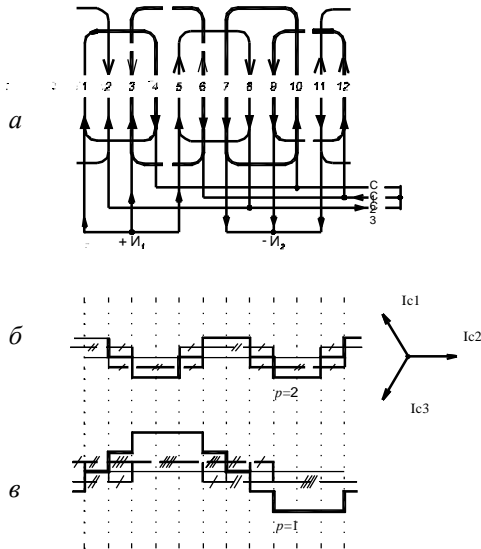


Рис. 1 – Схема совмещенной обмотки ротора (а) и графики н.с. трехфазного тока с $p = 2$ (б) и постоянного тока с $p = 1$ (в)

На статоре двигателя (рис. 2) располагается полюсопереключаемая обмотка с традиционной для двухскоростных асинхронных двигателей схемой обмотки и соотношением пар полюсов $p_1:p_2 = 1:2$. Предпочтительнее использовать схему Y/Y Δ (звезда – двойная звезда), позволяющую снижать магнитные потери двигателя в асинхронном режиме уменьшением магнитного потока. Примеры схем полюсопереключаемых обмоток широко известны и здесь не приводятся.

При подключении трехфазного источника к клеммам СС1, СС2, СС3 и соединении накоротко клемм АС1, АС2, АС3 в машине образуется вращающееся магнитное поле с $p = p_1$.

При работе на высшей ступени скорости ($p = p_1$) вращающееся магнитное поле машины не наводит трехфазной ЭДС в роторной обмотке, вследствие равенства нулю коэффициента взаимоиндукции с трехфазной обмоткой статора. Обмотка ротора через контактные кольца присоединяется к возбuditелю (источнику постоянного или выпрямленного тока), в результате чего образовавшаяся волна МДС ротора заставляет его вращаться синхронно с магнитным полем, т.е. в синхронном режиме.

При работе на низшей ступени скорости ($p = p_2$) совмещенная роторная обмотка отключается от возбuditеля и проявляет себя как трехфазная замкнутая накоротко.

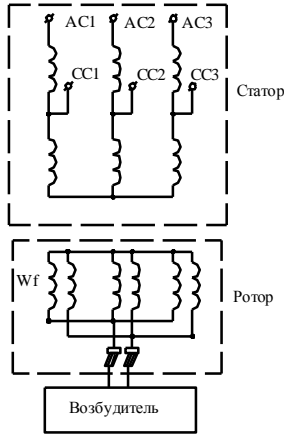


Рис. 2 – Схема соединения обмоток двухскоростного синхронно-асинхронного двигателя

Обе разделенные нейтрали эквипотенциальны. Электрическая машина работает с характеристиками асинхронного короткозамкнутого двигателя.

Соотношение числа полюсов в двухскоростной машине может отличаться от 1:2. Примеры выполнения статорных обмоток с иным соотношением p_1 и p_2 хорошо известны по конструкции многоскоростных асинхронных двигателей; ограничения по соотношению чисел полюсов для совмещенных обмоток заключаются в том, что должно выполняться условие:

$$|p_1 - p_2| > 1. \quad (1)$$

В качестве возбудителей могут использоваться как традиционные контактные или бесконтактные, так и упрощенные возбудители конструкции Кубанского госагроуниверситета [4]. Последние позволяют существенно уменьшить стоимость и габариты электропривода исключением вынесенного за габариты двигателя возбудительного устройства. Теория двухскоростного синхронно-асинхронного двигателя базируется на общей теории асинхронных и синхронных машин, а также теории совмещенных электрических машин.

Литература

1. Жерве Г. К. Обмотки электрических машин / Г. К. Жерве. – Л. : Энергоатомиздат, Ленингр. отд-е. – 1989.
2. Стрижков И. Г. Двухскоростной синхронно-асинхронный двигатель / И. Г. Стрижков, С. И. Стрижков и др. // Патент РФ 2141714. БИ № 32. – 1999.

3. Попов В. И. Электромашинные совмещенные преобразователи частоты / В. И. Попов. – М. : Энергия, 1980. – 176 с.

4. Стрижков И. Г. Устройство управления синхронным двигателем / И. Г. Стрижков, Е. Н. Чеснюк и др. – Патент РФ № 2315418. БИ. № 2. – 2008.

КОНЦЕПЦИЯ НООСФЕРНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ В АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*Сонько С.П. Национальный университет садоводства
20305, г. Умань, п/о “Софиевка-5”, тел.: +38 066 223 91 56; e-mail: Sp.sonko@gmail.com*

Аграрная сфера занятости является достаточно специфической не только из позиций предмета и главных результатов человеческого труда, но и с точки зрения экологических отношений человека с окружающей средой. Методологическая неопределенность места человека в природных экосистемах, которая продолжает основываться на антропоцентризме, и есть, скорее всего, главной причиной обострения глобальной экологической проблемы. Однако, искусственное исключение человека из трофических отношений, которые формируются в природных экосистемах, лишь отдаляет человечество от окончательного решения этой проблемы. В центре интересов современной экологии, равно как и раньше, должны стоять феномены жизни, но специфика современной окраски предмета экологических исследований должна определяться свойствами таких экосистем, которые формируются при участии человека и несут в себе уже совсем новую информацию. Учитывая интенсивность в последние годы научного развития концепции ноосферы автор склоняется к детерминации экосистем, сформированных человеком как ноосферных экосистем (“нооэкосистем”). Агроэкосистемы в перечне иерархических уровней нооэкосистем (вместе с урбоэкосистемами и инфраэкосистемами [5–10]) занимают самую низкую ступеньку, но в пространственно-временном измерении являются самыми старыми и теми, которые занимают наибольшую площадь на нашей планете.

Концепция ноосферных экосистем разрабатывается автором с конца 1990-х гг. [4–12] и ее краткое содержание состоит в следующем:

1. Главная причина возникновения и обострения глобальной экологической проблемы кроется в разных скоростях развития природы и общества. Из различных по пространственно-временной сути или “разведенных” во времени и пространстве состояний природы и общества следует поиск и нахождение специфического экотопа Чело-

века и изучение его пространственной эволюции. Для конструктивного решения “глобальной экологической проблемы” необходимо в корне пересмотреть пространственное бытие человека как вида “Homo Sapiens” для чего найти такие участки географического пространства, в которых “ображена” разница скоростей природы и общества и в дальнейшем привести их в необходимые соотношения.

2. Стремление к состоянию ноосферы (на современном этапе – “устойчивому развитию”) с течением процесса ноосферогенеза должно осуществляться Человеком в пространственных границах социоприродных систем, которые содержательно являют собой экосистемы и имеют двойственный характер границ. То есть, это такие синергетические взаимосочетания природных и социальных компонентов, которые развиваются уже по собственным законам. Приближение территориальной организации общества к ноосферной предлагается осуществлять в виде возможных сценариев на разных пространственных уровнях. Существующая стратегия создания экосети должна охватывать мезо- и макроуровень. На микроуровне же необходимо внедрять согласованную с ноосферой динамику стратегию совмещения границ природных и агроэкосистем. При этом выполняется одно из главных условий ноосферного развития – такое изменение структуры и функций природных экосистем человеком, которое оставляет их способными к самовоспроизводству.

3. Одно из главных ноосферных положений экологии Homo Sapiens должно состоять в том, что этот вид является равноправным участником естественного вещественно-энергетического круговорота. Но он расширил границы своей экологической ниши за счет опережения во времени природных процессов (“ловушки для времени”, например, длительное хранение биомассы в холодильниках, консервирование и др. вместо разложения их редуцентами непосредственно после отмирания), пространственной трансформации своего экотопа (“ловушки для пространства”, например, в виде “правильно” организованных севооборотов, контурно-мелиоративных систем земле делия, и др.). Кроме этого, такая пространственно-временная трансформация в значительной степени повысила уровень планетарной энтропии (“ловушки для информации” [6–9]).

Homo Sapiens в процессе своей жизнедеятельности в биосфере Земли образует идентичные по экологическим признакам с другими видами пространственные/эдафические единицы и принимает такое же участие в пищевых цепях, занимая свой трофический уровень в коренным образом пространственно перестроенных, но все же природных экосистемах. “Экотоп” человека выходит за пределы организменного уровня организации вида и занимает популяционный и даже эко-

системный уровень. В связи с этим, логичнее говорить об агроэко-системе как модифицированной экологической нише Homo Sapiens с нечетко определенными (подвижными) пространственными границами. Следовательно, считать агроэкоэcosystemу (как и другие ноосферные экосистемы) Homo Sapiens неприродной (варианты: “полуприродной”, “комбинированной”, “искусственной”, “антропогенной”, “техногенной”), основываясь на наличии “второй природы”, Человека, нет никаких оснований. Все экосистемы, в том числе антропоэкоэcosystemы (или ноосферные) – “первоприродные”.

4. Неопределенность главных ориентиров концепции устойчивого развития, которая в современном проявлении предусматривает несправедливое деление “цивилизованными” странами территории земного шара по экологическим функциям [3; 6–9; 13] вынуждает искать собственную концепцию ноосферного развития, исходя при этом из необходимости методологического разделения идеи достижения ноосферного состояния социоприродных систем (устойчивого развития) и идеи охраны природы (с сохранением антропоцентристского к ней отношения). Как приближенное к устойчивому, предлагается приоритетное развитие агроэкоэcosystem, как аналогов ноосферной экологической ниши Homo Sapiens с последующей необходимостью “вписания” административно-территориального деления в их границы, поскольку именно тогда хронологическое содержание взаимодействия природы и общества будет приближенно к оптимальному [12].

Автором разработана модель социоприродного взаимодействия, основанная на принципе пространственной ротации функций агро- и урбоэкоэcosystem со стремлением не к барьерному, а контактному (эко-тонному) виду границ между природными и антрополизированными элементами. При этом главное направление взаимодействия природы и общества в корне изменяется из антропоцентрического на адаптированный [12]. Логично производным от разработанной модели являются попытки найти ноосферные критерии типологии стран мира, которые бы отражали глубину влияния отдельных стран (путем формирования определенных информационных потоков) на экосистемы планеты [3; 6; 12]. При таком подходе совсем новое содержание приобретает показатель ноосферной эффективности, который должен предусматривать такую оптимизацию природопользования, которая бы определялась стремлением к определенному качеству природной среды. Согласно этому, “развитые” страны должны платить штрафы за нарушенные (для целей своего развития) экосистемы на территориях других стран [6; 12].

Учитывая главное содержание приведенной концепции, автор соглашается с мнением К.С. Лосева и В.Г. Горшкова о том, что подход, заложенный в содержание Киотского протокола является мето-

логически неверным [1; 2]. Главным критерием “ноосферности” развития должны быть не квоты на выбросы диоксида углерода, а успехи поддержки в определенных странах механизма самовоспроизведения природных экосистем. Не случайно в классификации [3] наиболее развитые страны, которые в отечественных источниках отнесены к тем, что наиболее близкие к “устойчивому” развитию, находятся на нижних уровнях, а страны Африки и Латинской Америки, в которых менее всего изменены природные экосистемы, – на первых.

Относительно агроэкосистем, то по современным оценкам эмиссия углерода (как главного вкладчика в парниковый эффект) от мирового земледелия на 10 % превышает его эмиссию от сжигания ископаемого топлива [2]. Следовательно, современное сельское хозяйство является главным вкладчиком в парниковый эффект и это влияние в условиях экономического и демографического кризиса будет все время возрастать. Практическим вариантом решения указанных противоречий является возрождение в сельской местности таких сообществ людей, которые по типу своего пространственного бытия были бы приближены к природным экосистемам. Таким образом, методологическое значение исследования агроэкосистемы как экологической ниши Homo Sapiens становится все более актуальным.

Литература

1. Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни / В. Г. Горшков ; отв. ред. К. С. Лосев. – М. : ВИНТИ, 1995. – 470 с.
2. Лосев К. С. Бюджет антропогенного углерода и роль экосистем в эгоэмиссии и стоке в глобальном и континентальном масштабах / К. С. Лосев // Страны и регионы на пути к сбалансированному развитию : сб. науч. трудов. – К. : Академперіодика, 2003. – С. 36–41.
3. Поздняков Д. В. Разработка и картографирование интегральных показателей устойчивого развития стран мира / Д. В. Поздняков, В. С. Тикунов, А. П. Федотов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2003. – № 2. – С. 20–29.
4. Сонько С. П. Концепция агроэкосистем как теоретическая основа экологически безопасного природопользования / С. П. Сонько // Труды кафедры размещения производительных сил и технологий производства. Вып. 1. – Кривой Рог, 1997. – С. 77–85.
5. Сонько С. П. Екологічна проблематика з позицій хорології / С. П. Сонько // Україна та глобальні процеси: географічний вимір. К.–Луцьк, 2000. – С. 187–191.
6. Сонько С. П. Географічна інтерпретація доповідей Римському клубу / С. П. Сонько // Український географічний журнал. – 2003. – № 1. – С. 55–62.

7. Сосько С. П. Просторові дослідження інфраструктури великого міста для розробки концепції інфраекосистем (на прикладі Кривого Рогу) / С. П. Сосько // Економічна та соціальна географія. Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – 2003. – Вип. 54. – С. 188–197.
8. Сосько С. П. Просторовий розвиток соціоприродних систем: шлях до нової парадигми : монографія / С. П. Сосько. – К. : Ніка Центр, 2003. – 287 с.
9. Сосько С. П. Регіоналізація, прикордонні конфлікти та майбутні шляхи розвитку природи і суспільства / С. П. Сосько // Страны и регионы на пути к сбалансированному развитию : сб. науч. трудов. – К. : Академперіодика, 2003. – С. 179–182.
10. Сосько С. П. Засадничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку / С. П. Сосько // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ. – 2006. – № 8. – С. 74–87.
11. Сосько С. П. Просторова структура ноосфери та місце у ній об'єктів індустріальної спадщини / С. П. Сосько // Географічні дослідження Кривбасу. – Кривий Ріг, 2007. – Вип. 2. – С. 44–47.
12. Сосько С. П. Концепція ноосферних екосистем як продовження ідей В.І. Вернадського / С. П. Сосько // Ноосфера і цивілізація : всеукр. філософський журнал. – Донецьк : ДонНТУ, 2010. – Вип. 8–9(11). – С. 230–241.
13. Протопопов П. Биокорелированная парадигма развития [Электронный ресурс] / П. Протопопов. – Режим доступа: http://images.yandex.com/yandsearch_ource=wiz&fp=0&text=ПаисийПротопопов.

**К ВОПРОСУ О ПЛАТООБРАЗНОМ ПОВЕДЕНИИ
ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ
ТВЁРДОГО ВОДОРОДА С ТЯЖЁЛОЙ ПРИМЕСЬЮ**

*Жолонко Н.Н. Независимая криогенная лаборатория водородной энергетики,
18006, ул. Горького, 29, кв. 38, Черкассы.
E-mail: zholonko@yahoo.com, zholonko@ukr.net*

Влияние тяжёлой атомарной примеси на теплопроводность твёрдого параводорода с неоном и аргоном было хорошо изучено и описано в работах [1–4]. Здесь для квазиизотопической примеси неона [1] в условиях предельно малых концентраций (миллионные части) наблюдался сильный эффект нелинейного роста теплосопrotivления образца вследствие интерференции квазилокальных колебаний и других резистивных механизмов с нормальными фонон-фононными процессами, что привело к падению теплопроводности более, чем на порядок, с образованием резонансной ямы [5, 6]. Выращивание образцов приводилось из газа при концентрациях, существенно меньших предельной растворимости, что позволяет говорить о системе уединённых примесей в матрице квантового кристалла высокого качества. При быстрой переплавке температурная зависимость теплопроводности параводорода с неоном не претерпевала каких-либо изменений.

Картина влияния на теплопроводность твёрдого параводорода более тяжёлой примеси аргона оказалась несколько иной [3]. Для образцов из газовой фазы также удалось получить резонансную аномалию на кривой, однако примесное влияние в целом оказалось не столь сильным. После переплавок кривые совпали с исходными (концентрации аргона 0,00004 ат. % и 0,00013 ат. %). Это указывало на отсутствие сегрегации примесей на скоростях выращивания, использовавшихся в эксперименте. Таким образом, в отличие от примеси неона, в слабых растворах аргона при десублимации из газа и переплавке распадные процессы (сегрегация в кластеры, нитевидные структуры, выход на границы зёрен и т.п.) не наблюдались. Это можно объяснить меньшими коэффициентами диффузии аргона в твёрдом параводороде, чем у неона.

Дальнейшие исследования параводорода с неоном показали, что медленная переплавка для концентраций 0,0001 ат. % и 0,0002 ат. %

вместо резонансной ямы может приводить к появлению ранее не наблюдавшегося для кривых теплопроводности симметричного плато: резонансная яма исчезала за счёт уменьшения горбов [7, 8]. Объяснение столь интересного эффекта было проведено в рамках представления о перераспределении тяжёлых примесей в линейные структуры вблизи ядер дислокаций при медленном выращивании образца. Учитывая известный факт, что тонкие упругие линейные структуры рассеивают фононы пропорционально их кубу частоты, в рамках кинетического уравнения Больцмана (модель Каллауэя) удалось получить эффект плато, причём без дополнительных подгоночных параметров. При этом оценка плотности цепочек примесей дала величину, характерную для плотности дислокаций в твёрдом параводороде (10^{13} м^{-2}).

В работе [9] была предложена одномерная двухуровневая диффузионная модель и проведена оценка коэффициента диффузии неона в параводороде (предплавильная область температур). Он оказался близким коэффициенту самодиффузии водорода, что соответствует высокой подвижности неона в матрице. Было отмечено, что образованию нитевидных структур в параводороде, состоящих из атомов неона, помимо термически активированных перескоков может также способствовать восходящая диффузия примеси (эффект Горского [10]) вблизи ядер дислокаций. Попав в дислокационную трубку, атомы неона оказываются для поперечных к ней движений как бы в более глубокой потенциальной яме. В то же самое время, вдоль ядра дислокации атом способен перемещаться достаточно свободно: в этом направлении его подвижность возрастает на несколько порядков.

Важно подчеркнуть, что наличие резонансной кривой наблюдалось и для случая примеси аргона, когда его концентрация возможно уже не была ниже предельной растворимости, как это имело место для неона в $p\text{-H}_2$. Это позволяет надеяться, что и здесь существует такой режим выращивания, при котором будет иметь место частичная сегрегация аргона в некие промежуточные нитевидные структуры.

Значительно более интересной примесью для такого рода исследований является примерно такая же по размерам, но в два раза более тяжёлая примесь ртути. Дело в том, что при комнатных температурах её упругость пара (см. табл. 1) такова, что при нормальном давлении водорода получают концентрации ртути в газовой смеси, близкие миллионным частям [12]. Таким образом, не составит труда подготовить в колбе с ртутным зеркалом соответствующую газовую смесь, из которой можно вырастить слабый твёрдый раствор быстрой десублимацией. Интерес здесь состоит в том, что ртуть – металл. Тогда в случае образования гипотетических нитевидных структур атомов ртути твёрдый $p\text{-H}_2$ станет хотя бы слабо электропроводящим. Это

может стать хорошей дополнительной проверкой возможности возникновения примесных нитевидных структур, если на кривой теплопроводности удастся получить одновременно и плато. И хотя в цепочках средние расстояния между примесями в несколько раз превышают их размер, однако следует учитывать, что тепер $p\text{-H}_2$ – квантовый кристалл с подвижными в пустотах ядра дислокации металлическими примесями.

Таблица 1 – Упругость паров ртути в зависимости от температуры [12]

(последняя колонка даёт величину концентрации примеси в колбе над ртутным зеркалом ($p_{атм}=760$ мм рт. ст.) в миллионных частях)

$t, ^\circ\text{C}$	$p, 10^{-3}$ Па	$p, 10^{-3}$ мм рт. ст.	$10^{-6} p/p_{атм}$
-40	0,239	0,179	0,00236
-30	0,893	0,670	0,00882
-20	2,933	2,200	0,02895
-10	8,976	6,734	0,08860
0	25,31	18,98	0,24974
10	66,28	49,71	0,65408
20	162,66	122,0	1,60526
30	373,46	280,1	3,68553
40	815,71	611,8	8,05000
50	1696,0	1272	16,7368
60	3367,9	2526	33,2368

Для сравнения можно привести исследования [13] твёрдого $p\text{-H}_2$ с примесью молекулярного азота, который также, как и аргон (а тем более – ртуть), имеет очень плохую растворимость. Однако, в отличие от азота, размер атомарной примеси ртути значительно меньше и фактически близок аргону (0,15 нм). Поэтому, представляется возможным вырастить параводород со ртутью десублимацией, как это было сделано для параводорода с аргоном, без заметных распадных процессов. Что касается примеси молекулярного азота (размер 0,37 нм), то здесь визуально наблюдались явные распадные процессы с образованием поликристаллов параводорода с включениями более мелких кристаллов азота. Отметим, что скорость выращивания растворов ($p\text{-H}_2$)- N_2 составляла 1 мм/мин, в то время как для растворов параводорода с неонem и аргоном она была в 4-5 раз меньшей. По-видимому, режим выращивания параводорода со ртутью для получения резонансной ямы будет не намного отличаться от такового для примеси аргона. Поскольку примесь ртути более тяжёлая и немного больше, чем аргон, то это создаст дополнительные искажения кристаллической решётки [14].

Важность исследования теплопроводности твёрдого параводорода с примесью ртути предельно малой концентрации трудно переоценить. Ведь ртуть – исторически первое вещество, на котором была открыта сверхпроводимость [15]. Её температура перехода в сверхпро-

водящее состояние равно $T_c = 4,15$ К, что находится в области температурного диапазона для наблюдавшихся плато и резонансных кривых примесных систем р-Н₂ с неоном и аргоном (плато для аргона в чистом виде пока не наблюдалось). Таким образом, если слабая проводимость в системе (р-Н₂)-Hg появится, то, снижая температуру, возможно удастся получить и сверхпроводящее состояние параводорода, не прибегая к высоким давлениям. Такие слабо сверхпроводящие мостики в объёмном образце могут представлять большой интерес. Из оценки среднего расстояния между примесями в цепочке для неона в параводороде следует величина 1 нм [7, 8] (для ртути она окажется больше в силу большего числа дислокаций в перенапряжённом образце). В то же время, радиус корреляции куперовских электронных пар на три порядка превышает эту величину, что оправдывает надежды на получение слабой сверхпроводимости.

Действительно, беря величину энергетической щели Δ приблизительно равной $\Delta \approx 10$ К $\approx 1,4 \cdot 10^{-22}$ А? $\approx 0,001$ аА, а для средней скорости электронов оценку $v \approx 10^6$ i /n, из принципа неопределённости получаем оценку ξ размера пары [15]: $\xi \approx \frac{\hbar v}{\Delta} \approx \frac{10^{-34} \cdot 10^6}{1,4 \cdot 10^{-22}} \approx 10^{-6}$ i .

Таким образом, задача о влиянии тяжёлой атомарной примеси на теплопроводность твёрдого р-Н₂ и другие физические величины представляет большой научный интерес и требует дальнейшего исследования. Нужны новые эксперименты, которые смогут дать ответы на поставленные вопросы.

Литература

1. Анцыгина Т. Н., Городилов Б. Я., Жолонко Н. Н., Кривчиков А. И., Манжелей В. Г., Слюсарев В. А. ФНТ, 18, 417 (1992) [Low Temp. Phys. 18, 283 (1992)].
2. Городилов Б. Я., Кривчиков А. И., Манжелей В. Г., Жолонко Н. Н., Королук О. А., ФНТ, 21, 723 (1995) [Low Temp. Phys., 21, 723 (1995)].
3. Городилов Б. Я., Кривчиков А. И., Манжелей В. Г., Жолонко Н. Н. ФНТ, 20, 78 (1994) [Low Temp. Phys. 20, 66 (1994)].
4. Physics of Cryocrystals, V. G. Manzhelii, Yu. A. Freiman, M. L. Klein and A. A. Maradudin (eds.), AIP Press, New York (1996).
5. Жолонко Н. Н., Городилов Б. Я., Кривчиков А. И. Письма в ЖЭТФ, 55, 174 (1992) [J. Lett., 55, 167 (1992)].
6. Жолонко Н. Н. ФТТ, 48, 1678 (2006) [Phys. Solid State, 48, 1568 (2006)].
7. Жолонко Н. Н. ФТТ, 49, 1033 (2007) [Phys. Solid State, 49, 1086 (2007)].

8. Жолонко Н. Н. ФНТ, 33, 676 (2007) [Low Temp. Phys., 33, 507 (2007)].
9. Жолонко Н. Н. ФНТ, 39, 722 (2013).
10. Гегузин Я. Е. УФН, 149, 149 (1986).
11. Жолонко Н. Н. Автореф. канд. дис. ФТИНТ НАН Украины, X, 1992.
12. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А. А. Равделя и А. М. Пономарёвой. – СПб. : Иван Фёдоров, 2003.
13. Алексеева Л. А., Нацик В. Д., Ромашки В. В., Ващенко Л. А., Гарбуз А. С., Ляхно В. Ю. ФТТ, 48, 1428 (2006).
14. Жолонко Н. Н. ФТТ, 53, 131 (2011) [Phys. Solid State, 53, 138 (2011)].
15. Абрикосов А. А. Основы теории металлов. – М. : Наука, 1987.

СОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ХИТИНА И ХИТОЗАНА ПО ОТНОШЕНИЮ К ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМ ВЕЩЕСТВАМ

¹Унрод В.И., ²Тымчук А.Ф.

¹Черкасский государственный технологический университет,
бул. Шевченко, 460, тел: +38-050-44-36-366; e-mail: unrod@mail.ru,

²Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, Tymchuk@onu.edu.ua

Полисахариды хитин и хитозан в последние десятилетия стали предметом интенсивных научных исследований. Это обусловлено комплексом их уникальных экологических и физико-химических свойств: способностью к биодegradации, воспроизведением сырьевой базы, реакционной и комплексообразующей способностью, совместимостью с живыми тканями при отсутствии токсичности. Они имеют крупнотоннажное производство, по данным производящих стран (США, Япония, Россия), более 5 тыс. т/год [1].

Источники хитинсодержащего сырья это в основном промышленные ракообразные и отходы биотехнологического производства, хотя существуют и альтернативные источники (морская флора, гаммарус, подмор пчел, покров насекомых). На сегодняшний день известно около 70 направлений использования хитина и его производных. Полисахариды широко используют в медицине, фармацевтической, пищевой, текстильной, парфюмерно-косметической промышленности, в сельском хозяйстве. Более новыми областями использования являются биотехнология, водоочистка и водоподготовка. Наши систематические исследования показали, что в водоочистке хитиновые сорбенты могут

быть использованы для извлечения из водных растворов тяжелых металлов, красителей, поверхностно-активных веществ [2–3]. Они применимы как для очистки питьевой воды, так и СВ производств, технологических растворов, для промышленного выделения ценных металлов за счет сорбционной, флокулирующей, агрегирующей способности, в основном хитозана.

Исследование сорбционной способности ХТ и ХТЗ имеет не только практическое значение, но и дает представление о степени его сродства к определенным классам веществ, механизме их взаимодействия, помогает выяснить природу и распределение сорбционных центров, получить информацию об их надмолекулярной структуре.

Данные исследования посвящены изучению процесса сорбции различных классов поверхностно-активных веществ (ПАВ) полимерными сорбентами – хитином и хитозаном. Мы использовали хитин ракообразных и несколько видов сорбентов – хитозанов: товарные продукты компании HGD; полученные из мицелиальных отходов биотехнологического производства лимонной кислоты; полученные из разбавленного геля в 0,3 М уксусной кислоте высаждением непосредственно в растворе ПАВ.

Известно, что хитозан как сорбент является носителем Химически и геометрически неоднородного поля. Химическая неоднородность проявляется в том, что помимо аминокрупп, присутствуют остаточные ацетамидные группы, концевые ОН-группы и ОН-группы пиранозного кольца, кроме того, могут присутствовать примеси белков, минеральных кислот, сорбированной воды. Неоднородность надмолекулярной структуры проявляется в наличии как кристаллических, так и аморфных областей, более доступных для сорбции. При деацетилировании хитина в жестких условиях конформация макромолекул существенно не изменяется, частично происходит деструкция полимерной цепи и возрастает доля аморфной части. Содержание кристаллических областей в хитине 60–80 %, в хитозане не более 50 %. Хитин имеет более упорядоченную структуру, что подтвердили микроскопические исследования.

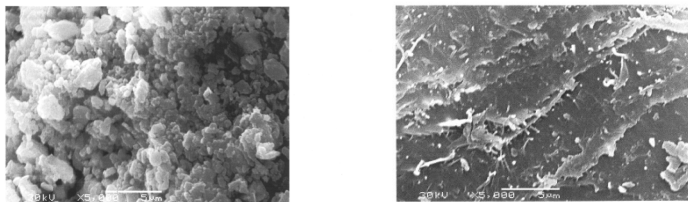


Рис. 1. Электронные микрофотографии хитозана и хитина

Изучение сорбционной способности сорбента хитина, анализ экспериментальных изотерм и расчет констант сорбции с использованием линеаризованных уравнений Ленгмюра, Хилла-Де Бура, Бэт показало, что для всех типов ПАВ преобладают латеральные взаимодействия в сорбционном слое, взаимодействие сорбат-сорбент невелико. Сорбция в этих системах происходит преимущественно за счет дисперсионного взаимодействия. Этот сорбент лучше всего использовать с предварительной активацией – химическим модифицированием с образованием карбоксиметилхитина или хитина.

Более эффективными для извлечения ПАВ из водных растворов являются сорбенты – хитозаны. Сопоставимость значений констант сорбционного равновесия с использованием выше указанных моделей доказывает их эффективность. Лучше всего сорбируются анионные ПАВ – алкилсульфаты и алкилкарбоксилаты натрия с длиной углеводородного радикала от 8 до 16 атомов углерода. Были рассчитаны термодинамические параметры сорбции по температурным зависимостям – изменение энтальпии, свободной энергии и энтропии. Судя по отрицательной величине теплоты сорбции (21,8–25,3 кДж/моль) в системах наблюдается смешанный механизм сорбции: дисперсионное взаимодействие усиливается электростатическим взаимодействием положительных сорбционных центров на поверхности сорбента с анионами ПАВ и образованием водородных связей. Определенный вклад вносит гидрофобное взаимодействие углеводородных радикалов ПАВ, а также сорбция в порах сорбента, который относится к мезопористым.

В спектрах поглощения адсорбтива в ИК области (получены с помощью ИК-Фурье спектрометра Спектрум 100) в диапазоне частот 4000–400 см⁻¹ не наблюдалось появление новых полос.

Интересным оказался тот факт, что в случае, когда происходила предварительно ассоциация ПАВ с хитозаном в растворе, при использовании гелей хитозана, мы наблюдали наиболее высокую его сорбционную способность по отношению к исследуемым ПАВ анионного типа. Это можно объяснить взаимодействием поверхностно-активных анионов с аминогруппами хитозана еще в растворе с образованием сначала ассоциатов, затем полимер-коллоидных комплексов. Ассоциация ПАВ с хитозаном в результате электростатического взаимодействия активных групп усиливается гидрофобным взаимодействием углеводородных фрагментов молекул ПАВ между собой и с матрицей хитозана, происходит так называемое кооперативное связывание.

Это подтверждают исследования поверхностной активности и вязкости систем. Хитозан является менее поверхностно-активным веществом, чем алкилкарбоксилаты натрия, снижает поверхностное натяжение уксуснокислых растворов до 60 мН/м. Для систем ПАВ-ХТЗ поверхностное натяжение снижается до 30–40 мН/м, т.е. образующиеся

ассоциаты по своей природе более гидрофобны, следовательно обладают лучшей сорбционной активностью. С увеличением длины углеводородного радикала ПАВ от 8 до 14 атомов углерода эффект усиливается. Поверхностная активность ассоциатов увеличивается также в значительном временном интервале от 1 до 7 суток. Очевидно, это связано не только с процессом ассоциации, но и с изменением конформации макромолекул, вступивших во взаимодействие с ПАВ, во времени. Образование ассоциатов или полимер-коллоидных комплексов в растворах, содержащих полиэлектролиты и низкомолекулярные поверхностно-активные вещества, которые проявляют аномально высокую поверхностную активность по сравнению с образующими их компонентами, описано в литературе [4].

Конформационные превращения макромолекул хитозана в процессе образования комплексов подтверждают реологические исследования. Снижение приведенной вязкости свидетельствует о сворачивании макромолекул полиэлектролитов в результате экранирования их зарядов ионами ПАВ. Процесс протекает медленно, в течение семи суток происходит падение вязкости растворов до значений близких к чистому растворителю, что говорит о достижении глобулярной конформации макромолекулами. Для подтверждения этого факта были рассчитаны параметры макромолекулярной цепи: среднеквадратичное расстояние между концами цепи и среднеквадратичный радиус инерции, которые характеризуют процесс образования ассоциатов. В отсутствие ПАВ среднеквадратичный радиус значительно выше, в результате формирования ассоциатов он снижается на два порядка.

Нашими исследованиями показана эффективность использования хитина и хитозана для извлечения ПАВ катионного, анионного и неионогенного типа. На основании поверхностно-активных и реологических свойств систем ПАВ-ХТЗ можно сделать вывод о том, что образование полимер-коллоидных комплексов в растворах анионных ПАВ вносит положительный вклад в повышение эффективности их сорбции.

Литература

1. Chitin and Chitosan: Sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties and Application / Ed. T. Anthonsen. L.; N. Y. : Elsevier, 1990. – 400 p.
2. Унрод В. И. Получение хитинсодержащих комплексов из мицелия гриба *Aspergillus niger* – отхода биохимического синтеза лимонной кислоты и изучение их свойств / В. И. Унрод, Ю. Г. Лега, Т. В. Солодовник // *Вопр. химии и хим. технологии.* – 2002. – № 3.
3. Тымчук А. Ф. Сорбция анионных поверхностно-активных веществ природными полимерными сорбентами / А. Ф. Тымчук // *Вісник ОНУ. Серія “Хімія”,* 2011. – Вип. 14. – С. 95–100.

4. Бабак В. Г. Коллоидные свойства производных хитина и хитозана. Теория и практическое применение / В. Г. Бабак // Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение. – М. : Наука, 2003. – С. 217–246.

ФОРМУВАННЯ ХІТОЗАНОВИХ ПЛІВОК МОДИФІКОВАНИХ АЛЬГІНАТОМ НАТРІЮ

¹Унрод В.І., ²Демченко В.Л., ²Штомпель В.І.,
¹Куриленко Ю.М., ¹Бененко С.П., ¹Баліцький О.М.
¹Черкаський державний технологічний університет,
²Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України

Природне походження, біосумісність, нетоксичність, високі сорбційні властивості, розчинність хітозану та його похідних у водних середовищах, дозволяють назвати цей полісахарид висококонкурентоспроможним і визначають цілий спектр областей використання як чистого хітозану, так і продуктів його модифікації і сумішей з іншими полімерами. Перспективним напрямком застосування хітозану є виробництво плівок на його основі. У багатьох дослідженнях з отримання плівок на основі хітину і хітозану, проведених зарубіжними та російськими вченими (Muzzareiti RAA, Toffey A., Ogawa K., Нудьга Л.А., Прокопов А.А., Гамзазаде А.І. та ін.), показані їх висока міцність і еластичність, транспортні і розподільчі властивості, здатність прискорювати загоєння ран різного походження. З економічних і екологічних причин використання розбавлених водних розчинів ацетатної кислоти є найбільш доцільним, для отримання формувальних розчинів, використання яких дозволить здійснювати формування плівок за термічним (сухим) способом. Розширенню областей та ефективності застосування хітозанових плівок сприяє додаткова їх модифікація, що дозволяє, зокрема, регулювати розчинність і набрякання хітозанових плівок у водних середовищах. Традиційно зниження розчинності полімерів здійснюється обробкою зшиваючими реагентами. Наявність в молекулі хітозану високореакційноздатних аміногруп дозволяє запропонувати модифікацію хітозанових плівок природним зшиваючим реагентом – альгінатом натрію, що призведе до покращення екологічних показників процесу і самих виробів і може бути здійснений на останній стадії їх формування. В зв'язку з цим актуальним є розробка способу формування плівок модифікованих альгінатом натрію.

Для виготовлення модифікованих хітозанових плівок використовували хітозан (Х_Б) молекулярної маси 200000 кДа, зі ступенем деацетилювання (СД) 82 % (виробництва “Біопродрес”, Росія) та альгінат натрію (Е401). Формувальні розчини готували розчиненням хіто-

зану в 2 % розчині ацетатної кислоти та використовували 1% водний розчин альгінату натрію. Формування плівок здійснювали в чашках Петрі наслоюванням 1 % водного розчину альгінату натрію на 2 % ацетатний розчин хітозану. Плівки висушували при кімнатній температурі 20 °С впродовж 72 годин. Термічну модифікацію хітозанових плівок проводили при прогріванні зразків в сушильній шафі при 95 °С впродовж двох годин.

Дослідження структури проведено методом широкутового розсіювання рентгенівських променів за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОН-4-07, рентгенооптична схема якого виконана за методом Дебая–Шеррера (на “проходження” первинного пучка випромінювання через досліджуваний зразок).

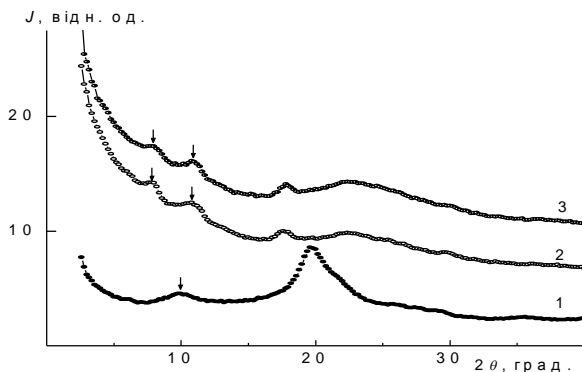


Рис. 1. Широкутові рентгенівські дифрактограми хітозану (1) та плівок ацетату хітозану і Na-альгінату: у вихідному стані (2) та після термообробки (3)

При проведенні аналізу рентгенівської дифрактограми хітозану (крива 1, рис. 1) звертає увагу прояв мультиплетного (судячи по кутовій напівширині) дифракційного максимуму (вказаний стрілкою) із кутовим положенням ($2\theta_m$), рівним $9,9^\circ$, та найбільш інтенсивного максимуму при $2\theta_m=19,7^\circ$ і сумісного з ним максимуму при $2\theta_m\approx 21,6^\circ$, що знаходяться на фоні уявного “аморфного гало” при $2\theta_m\sim 20^\circ$. Ці максимуми характеризують аморфно-кристалічну структуру хітозану. Проведена оцінка показала, що рівень кристалічності хітозану становить близько 60 %, а ефективний розмір (порядок величини) кристалітів – 4,5 нм.

При проведенні порівняння широкутових рентгенівських дифрактограм плівок ацетату хітозану і Na-альгінату як у вихідному стані (крива 2), так і після термообробки (крива 3), добре видно, що відмінність між ними відсутня, оскільки термообробка проводилась при не-

значній температурі. Однак, прояв кількох дифракційних максимумів дискретного типу (судячи по кутовій напівширині), що характеризують кристалічну структуру переважно хітозанової складової, а також “аморфного гало” з вершиною при $2\theta_m \approx 22,5^\circ$, що характеризує ближню впорядкованість фрагментів макроланцюгів переважно Na-альгінату.

При порівнянні цих дифрактограм із дифрактограмою хітозану видно, що дифракційні максимуми при $2\theta_m = 7,9^\circ$ і $10,8^\circ$ (вказані стрілкою) на дифрактограмах “сендвічних” плівок характеризують розкритий мультиплетний максимум, що має місце на дифрактограмі хітозану, внаслідок існування міжмолекулярних електростатичних взаємодій між макроланцюгами ацетату хітозану і Na-альгінату на стадії формування цих плівок. Звертає увагу, що прояв аморфно-кристалічної структури хітозану в об’ємі “сендвічних” плівок відсутній внаслідок формування нового типу аморфно-кристалічної структури в об’ємі цих плівок. На це, зокрема, вказує прояв дифракційних максимумів дискретного типу при $2\theta_m = 17,7^\circ$ та малоінтенсивних максимумів на фоні “аморфного гало”.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМАХ $Me^{IV,V}C-Me^{IV,V}B_2$

*Унрод В.И., Черкасский государственный технологический университет
18006, бул. Шевченко, 460, +38-050-44-36-366; e-mail: unrod@mail.ru*

С целью создания новых сплавов, которые способны проявлять особые эксплуатационные свойства при воздействии высоких температур, механических нагрузок, коррозионной стойкости уделяется большое внимание со стороны материаловедов. К таковым относятся перспективные материалы на основе бескислородных тугоплавких соединений-карбидов, боридов, нитридов переходных металлов, их композиций, включая SiC , Si_3N_4 , B_4C , $\beta-BN$.

Как правило, целесообразным является изучение поведения гетерофазных систем при воздействии различных температур, с учетом химического состава, физико-химической природы составляющих сплав компонентов, что достигается путем построения соответствующих диаграмм состояния [1–5]. Особое внимание уделялось термодинамической стабильности исследованных фазовых составляющих при высоких температурах и давлениях, условий формирования структур сплавов, имеющих эвтектические превращения. Основным акцентом при создании уникальных свойств в двух компонентных сплавах является учет размера исходных частиц, их химическая чистота, стехио-

метрия металлоподобных фаз, поведение веществ между собой в широком интервале воздействия температур, установление температур эвтектического превращения сплавов в жидкое состояние и возможности регулирования теплоотода в процессе кристаллизации.

Систематизация и анализ целого ряда исследованных нами диаграмм состояния систем $\text{MeC}-\text{MeB}_2$, $\text{MeN}-\text{MeB}_2$, $\text{SiC}-\text{MeC}-\text{MeB}_2$, $\beta\text{-BN}-\text{MeB}_2-\text{MeC}$ позволяют выявить закономерности взаимодействия тугоплавких соединений и сформулировать термодинамические критерии существования квазибинарных разрезов для двойных и тройных систем. На основании экспериментальных исследований установлено, что изученные разрезы на основе исходных фаз $\text{MeC}-\text{MeB}_2$ описываются эвтектическими диаграммами состояния [3–6].

Индивидуально металлоподобные соединения обладают высокой твердостью вследствие большого вклада ковалентной составляющей химической связи и поэтому отличаются повышенной хрупкостью.

Плавление и термообработка исследованных систем осуществлялось различными методами. Среди них наиболее перспективными определены метод индукционной плавки в магнитном поле, метод плавающей зоны с регулированием процесса направленной кристаллизации, а также плавление образцов в микрообъемах с помощью специально созданных установок для определения начала плавления в условиях высокого вакуума или высокого давления инертного газа, позволяющего сохранять стехиометрию фаз переменного состава.

На основании построенных диаграмм состояния нами проведен комплекс исследований кристаллообразования ряда сплавов до- и заэвтектических составов, а также эвтектических составов. Анализ условий термообработки, при котором возможным является формирование специфической микроструктуры для двухфазных сплавов, показал, что при кристаллизации из расплава одна из ведущих фаз имеет форму пластин или стержней и отличается рядом особых свойств (повышенной пластичностью и пониженной твердостью). Было установлено, сплавы эвтектического состава обладают повышенной термостойкостью при длительном отжиге вплоть до $T = 0,8-0,9$ от температуры эвтектического плавления. Температура, при которой наблюдалась термическая стабильность для изученных систем $\text{ZrC}-\text{ZrB}_2$, $\text{TiC}-\text{TiB}_2$, $\text{NbC}-\text{NbB}_2$, оценивается 2500–2900 К. Подобное состояние эвтектического сплава можно трактовать с позиции энергетической характеристики кристаллографических связей на межфазных границах зерен, отличающихся когерентным или полукogerентным строением, а также минимизацией межфазной энергии, что позволяет сохранять структурно-чувствительные свойства композиций, такие как жаростойкость и термopрочность.

Закономерности взаимосвязи морфологических особенностей структуры и поведения эвтектик в системах карбид-диборид d-переходных металлов свидетельствуют об актуальности исследования влияния скорости охлаждения сплавов на комплекс физико-механических свойств эвтектических сплавов в данных системах [7].

Объектом изучения, главным образом, служили системы “карбид–диборид” титана и циркония. Экспериментальные результаты зависимости влияния концентрации сосуществующих фаз в системе ZrC–ZrB₂ и параметрами скорости кристаллизации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние скорости охлаждения на структуру сплавов в системе ZrC–ZrB₂

Содержание ZrB ₂ в сплаве, мас. %	Яростная температура плавления T _ж , °С	Соотношение токов на индукторе, П/12	Скорость охлаждения, град./с	Микроструктура	Химический анализ на С, %		Агрегатная твердость НВ, кгс/мм ²
					до плавления	после плавления	
55	2420	0,8	От 3 до 0,5	Грубый конгломерат	5,11	5,01	1700
55	2420	0,8	Более 10 ³	Тонкодифференцированная эвтектика	5,11	4,96	1200
55	2420	0,8	~10 ²	Ячеистый фронт	–	–	1200
70	2500	0,9	~10 ²	Слоистая структура	3,39	3,30	1200
57	2450	0,85	~10 ³	Выделение избыточной фазы	4,81	4,76	–

При сравнительно медленной скорости охлаждения эвтектического сплава в интервале 3–5,0 град./с, наблюдается формирование структуры “грубого конгломерата”. По-видимому, вследствие малой скорости охлаждения не происходит формирования тонкодисперсной структуры из-за индивидуальных особенностей карбида титана (ГЦК-кристаллическая решетка) и диборид циркония (ГПУ-кристаллическая решетка). Подобная структура характерна для двойных металллических систем, в которых подобное наблюдается в условиях кристаллизации, приближенных к равновесным.

С увеличением скорости охлаждения в интервале 10²–10⁴ град./с при установлении градиента концентрации вдоль фронта кристаллизации происходит образование эвтектических зерен-колоний. Морфология формирующихся структур существенно зависит от степени пере-

охлаждения расплава в зависимости от выбора метода плавления экспериментальных образцов. В пределах одной эвтектической колонии при квазистационарном отводе тепла наблюдается веерообразное расположение закристаллизованных фаз, что является следствием роста первичной фазы перпендикулярно фронту кристаллизации. Максимальное отклонение от “макроскопической оси” достигается на периферии колонии и в этом случае сферическая структура эвтектики переходит в пластинчатую.

Охлаждение заэвтектических сплавов в системе “карбид–диборид” циркония путем сброса капли расплава в медную изложницу приводит к формированию мелкозернистой структуры эвтектики, в которой карбид циркония расположен по границам и между пластинками диборида. Образующиеся ободки означают, что это зоны, состоящие из карбидной фазы, через которые диборидные пластины имеют доступ к эвтектике. Следует отметить, что собственно эвтектика при уменьшении скорости охлаждения формирует колонии, характерно располагающиеся между пластинчатыми кристаллами ZrB_2 .

В условиях, при которых достигается высокая скорость охлаждения (более 10^3 град/с), можно получить тонко-дифференцированную эвтектику, путем ее прорастания монокристалльно с образованием зерен колоний. При анализе подобного рода структур предполагается, что происходит изменение размера фаз, которые кристаллизуются по мере удаления от центра эвтектического зерна переходят из стержневой формы в пластинчатую, вследствие большего подвода жидкой фазы к пластинкам диборида циркония и усиливают их рост.

Литература

1. Орданьян С. С. Взаимодействие в системе “ $ZrC-ZrB_2$ ” / С. С. Орданьян, В. И. Унрод // Порошковая металлургия. – 1975. – № 5. – С. 61–64.
2. Взаимодействие в системе “ $TiC-TiB_2$ ” / С. С. Орданьян, В. И. Унрод, А. И. Августиник // Порошковая металлургия. – 1975. – № 9. – С. 40–43.
3. Взаимодействие в системе “ $TaC-TaB_2$ ” / С. С. Орданьян, В. И. Унрод, В. С. Полищук и др. // Порошковая металлургия. – 1976. – № 9. – С. 40–43.
4. Взаимодействие в системе “ $NbC-NbB_2$ ” / С. С. Орданьян, В. И. Унрод, Е. К. Степаненко // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. – 1977. – № 2. – С. 373–375.
5. Взаимодействие в системе “ $HfC-HfB_2$ ” / С. С. Орданьян, В. И. Унрод, А. Е. Луценко // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1977. – № 3. – С. 546–547.

6. Орданьян С. С. Эвтектики в системах с участием тугоплавких соединений и их модели – спеченные композиции / С. С. Орданьян, В. И. Унрод // Новые огнеупоры. – 2005. – № 7. – С. 42–48.

7. Унрод В. И. Физико-химические основы создания керамических композиционных материалов на основе бескислородных тугоплавких соединений // Металлургия : зб. наук. праць / Голов. ред. В. І. Пожуєв. – Запоріжжя : ЗДІА, 2012. – Вип. 1 (26). – 160 с.

ВУЛКАНИЗАЦИЯ И СВОЙСТВА ЭБНИТОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОЛИГБУТАДИЕНДИОЛОВ

¹Сайтарлы С.В., ¹Пушкарев Ю.Н., ²Унрод В.И.

*¹Одесский национальный политехнический университет,
просп. Шевченко 1, e-mail: pushkarev_yura@i.ua*

*²Черкасский государственный технологический университет,
бул. Шевченко, 460, тел: +38-050-44-36-366; e-mail: unrod@mail.ru*

Олигобутадиены (ОБ) без функциональных групп нашли применение в качестве связующей основы жидких эбнитовых композиций (ЖЭК) для антикоррозионных покрытий оборудования, работающего в агрессивных средах [1].

Технология получения эбнитовых покрытий из известных ЖЭК характеризуется двумя существенными недостатками. Во-первых, необходимость проведения вулканизации при 150 °С каждого из наносимых слоев покрытия не позволяет получать толщину более 200 мкм из-за резкого снижения вязкости композиции при повышении температуры. Во-вторых, необходимость вулканизации каждого из слоев покрытия при 150 °С приводит к неоднородности свойств всего покрытия в целом.

В настоящей работе изучена возможность получения эбнитовых покрытий на основе ОБ с концевыми гидроксильными группами олигобутадиендиолов (ОБД) с целью получения эбнитовых вулканизатов и покрытий методом двухступенчатой вулканизации.

На первой ступени отверждение каждого из нанесенных на защищаемую поверхность слоев покрытия до получения резиноподобного вулканизата проводится при 20–25 °С с помощью изоцианатов, реагирующих с ОБД по концевым гидроксильным группам. На второй ступени проводится окончательная вулканизация серой при 150 °С всего многослойного покрытия.

С этой целью изучали ОБД, синтезированные методами радикальной полимеризации с использованием пероксидного (образец 1) и

азодинитрильного (образец 2) инициаторов, а также методом анионной полимеризации с использованием литиевого катализатора (образцы 3 и 4), характеристики которых приведены в таблице 1.

Строение исследованных ОБД приведено ниже.

Образец 1: $\text{HO}-(\text{C}_4\text{H}_6)_n-\text{OH}$

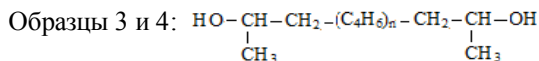
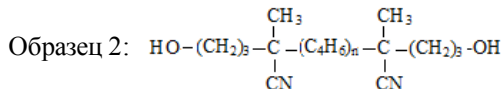


Таблица 1 – Характеристики ОБД

Показатель	Образец			
	1	2	3	4
Метод синтеза	Радикальная полимеризация		Анионная полимеризация	
Инициатор (катализатор)	Пероксид водорода	Азодинитрильный инициатор	Литиевый катализатор	
Молекулярная масса M_n , г/моль	1900	3000	2194	5050
Микроструктура звеньев, %:				
1,4-цис;	31	32	15	15
1,4-транс;	55	59	25	25
1,2	14	9	60	60
Вязкость при 25 °С, Па·с	10,0	11,0	10,6	26,9
Содержание гидроксильных групп, моль/г	2,2	1,3	0,895	0,421

В результате реакции взаимодействия толулендиизоцианата на первой ступени происходит отверждение при 20–25 °С до резиноподобного состояния в течение 1–2 суток. Прочностные свойства резиноподобных слоев покрытия невелики (до 0,15 МПа), но обеспечивают возможность нанесения необходимого количества слоев покрытия с высокой адгезией к стали ($\geq 5,1$ МПа при отрыве).

Зависимости прочности эбонитовых вулканизатов, полученных на второй ступени от продолжительности вулканизации из ОБД радикальной и анионной полимеризации, приведены соответственно на рис. 1 и 2.

Высокие прочностные свойства эбонитов из смесей с содержанием 33 % масс. серы на основе ОБД, полученного радикальной полимеризацией с использованием в качестве инициатора пероксида

водорода (образец 1), достигаются в присутствии смеси ускорителей дифенилгуанидина (ДФГ) и 2-меркаптобензотиазола (каптакса) за 40–60 мин. вулканизации при 150 °С (рис. 1, зависимость 1). При этом сохраняется достаточно широкое плато вулканизации.

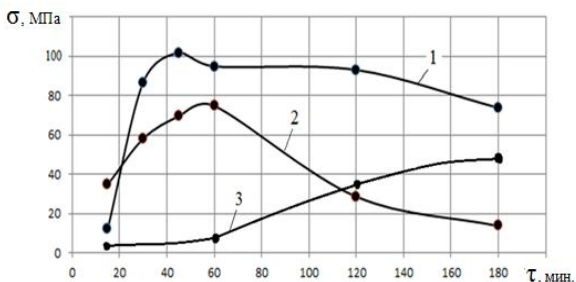


Рис. 1 – Зависимость σ эбонитов из композиций на основе ОБД:
1 – образец № 1 с ДФГ (2,5 % мас.) и каптаксом (2,5 % мас.);
2 – образец № 2 с ДФГ (2,5 % мас.) и каптаксом (2,5 % мас.);
3 – ОБ без ускорителей от продолжительности вулканизации τ при 150 °С

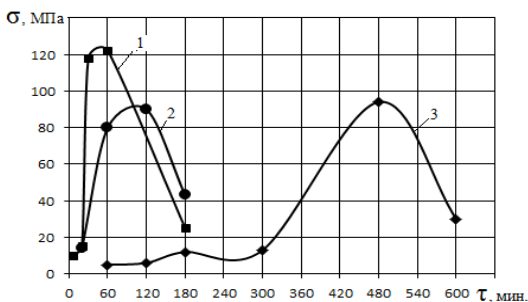


Рис. 2 – Зависимость σ эбонитов из композиций на основе ОБД:
1 – образец № 4 с ДФГ (2,5 % мас.) и каптаксом (2,5 % мас.);
2 – образец № 3 с каптаксом (2,5 % мас.);
3– ОБ без ускорителей от продолжительности вулканизации τ при 150 °С

Эбониты на основе ОБД, полученного с использованием азодинитрильного инициатора (образец 2), при той же дозировке серы и ускорителей несколько уступают по прочностным свойствам эбониту на основе ОБД, полученного с пероксидным инициатором и характеризуется более узким плато вулканизации (рис. 1, зависимость 2). После 60 минут вулканизации в этом случае наблюдается падение прочности вследствие перевулканизации эбонита.

В отсутствие ускорителей процесс вулканизации эбонитов, как в случае использования ОБД, полученных радикальной (рис. 1, зависи-

мость 3), так и в случае использования ОБД с $M_n = 2194$ г/моль, полученного анионной полимеризацией (образец 3) протекает замедленно (рис. 2, зависимость 3). Оптимум вулканизации достигается соответственно за 3 и 8 часов. Процесс получения эбонитов на основе ОБД анионной полимеризации характеризуется узким плато вулканизации, но значительно большей прочностью (рис. 2, зависимость 1–3), превышающей даже прочность эбонитов на основе высокомолекулярных полибутадиенов, которая находится на уровне 70 МПа.

Введение ускорителей повышает прочность до 120 МПа. Продолжительность достижения оптимальных значений прочности эбонитов на основе ОБД с $M_n = 5050$ г/моль (образец 4) снижается до 2 ч при использовании каптакса (рис. 2, зависимость 2) и до 45–60 мин. при использовании смеси каптакса и ДФГ (рис. 2, зависимость 1).

Выводы

1. Эбонитовые вулканизаты, полученные методом двухступенчатой вулканизации, характеризуются высокой прочностью, что может быть обусловлено наличием взаимопроникающих вулканизационных сеток, образованных на первой стадии отверждения изоцианатом и серной вулканизацией на второй стадии.

2. Процесс вулканизации эбонитов на основе ОБД линейной структуры характеризуется более широким плато вулканизации по сравнению с процессом вулканизации ОБД с преимущественным содержанием винильных звеньев.

3. Прочность эбонитов на основе ОБД с преимущественным содержанием винильных звеньев выше по сравнению с эбонитами на основе ОБД со звеньями линейного строения.

Литература

1. Пушкарев Ю. Н. Эбонитовые композиции и покрытия на основе олигобутадиенов : монография. – Х. : Бурун Книга, 2012. –172 с.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ У СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ ХАЛЬКОГЕНІДІВ Тl(I), Sn(II), Pb(II)

¹Філеп М.Й., ¹Малаховська Т.О., ¹Сабов М.Ю., ¹Барчій І.Є., ²Плучінський К.Й.

¹ДВНЗ “Ужгородський національний університет”, вул. Підгірна, 46

²Військовий технологічний університет, 00-908, Польща, Варшава, вул. Каліські, 2

Одним із пріоритетних напрямків неорганічного матеріалознавства є пошук функціональних матеріалів на основі нових складних

сполук. Значна увага при вивченні багатокомпонентних систем приділяється пошуку утворення сполук і формуванню твердих розчинів на їх основі, що дає можливість отримувати матеріали з передбачуваними характеристиками. Кращі фізичні параметри проявляються не для індивідуальних сполук, а для твердих розчинів на їх основі і гетерофазних евтектичних сумішей. Великий інтерес представляють складні халькогеніди Талію (I), Стануму (II) та Плюмбуму (II) завдяки їхнім унікальним хімічним та фізичним, зокрема напівпровідниковим та оптичним властивостям, а також як базові об'єкти фундаментальних досліджень.

Метами ДТА, РФА та МСА проведено комплексне дослідження фізико-хімічної взаємодії у системах на основі халькогенідів Тl(I), Sn(II) та Pb(II). Встановлено, що у системі $Tl_4SnTe_3-Tl_4PbTe_3$ на основі тернарних фаз утворюються неперервні ряди твердих розчинів (НРТР). У всіх інших випадках відбувається розрив розчинності з утворенням граничних твердих розчинів.

Для пояснення закономірностей фізико-хімічної взаємодії у досліджуваних системах розглянуто особливості хімічного зв'язку у наближенні Сент-Джона-Блоха, за яким ступінь іонності та ковалентності виражаються через параметри r_σ (відображає іонну складову), а параметр r_π (відображає ковалентну складову). Необхідно відмітити, що сполуки типу $Tl_4Sn(Pb)S_3(Se_3, Te_3)_3$ кристалізуються у тетрагональній сингонії (сульфур- та селенвмісні аналогі у пр. гр. P4/ncc, телурвмісні аналогі у пр. гр. I4/mcm).

На діаграмі побудованій у координатах параметрів ковалентності та іонності спостерігається розмежування фаз за структурними типами та встановлено тенденції у зміні характеру твердофазної взаємодії у системах на основі халькогенідів Тl(I), Sn(II), Pb(II), рис. 1.

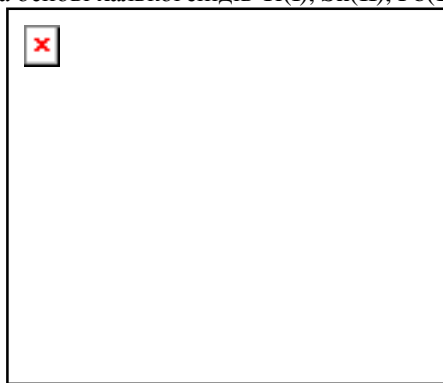


Рис. 1. Розподіл бінарних та тернарних халькогенідів Тl(I), Sn(II) та Pb(II) в координатах Сент-Джона-Блоха за структурними типами

Зокрема, НРТР утворюються лише у системах за участю фаз одного структурного поля ($\text{PbS-PbSe}(\text{Te})$, PbSe-PbTe , SnTe-PbTe , $\text{Tl}_4\text{SnTe}_3\text{-Tl}_4\text{PbTe}_3$) за винятком чотирьох пар систем на основі фаз $\text{Tl}_4\text{Sn}(\text{Pb})\text{S}_3(\text{Se}_3)$. Відмінність взаємодії у системах за участю фаз $\text{Tl}_4\text{Sn}(\text{Pb})\text{S}_3(\text{Se}_3, \text{Te}_3)$ обумовлена структурними особливостями тернарних фаз. Слід зазначити, що структурним мотивом тернарних фаз досліджуваних систем є деформовані октаедри $[\text{MeX}_6]$ (де, $\text{Me-Sn, Pb; X-S, Se, Te}$) з'єднані вершинами (рис. 2).

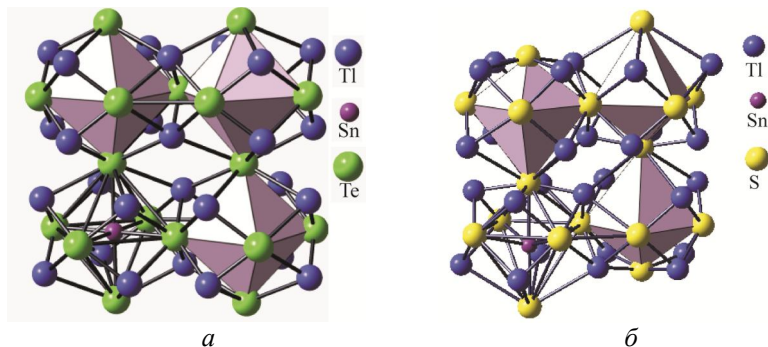


Рис. 2. Фрагменти структур сполук Tl_4SnTe_3 (а) та Tl_4SnS_3 (б)

Здійснивши оцінку ступеня деформації октаедрів у тернарних сполуках $\text{Tl}_4\text{SnS}_3(\text{Se}_3, \text{Te}_3)$ та $\text{Tl}_4\text{PbSe}_3(\text{Te}_3)$ встановлено, що лише для системи $\text{Tl}_4\text{SnTe}_3\text{-Tl}_4\text{PbTe}_3$ вона незначна і складає 4 %. Для всіх інших систем ця різниця лежить в межах 38–75 %, що спричиняє розрив розчинності у ізоструктурних системах.

Структурні особливості визначають також властивості тернарних фаз. Незважаючи на центросиметричність структур, локальна асиметричність координаційного оточення атомів вказує на можливість поляризації, а відтак прояв нелінійно оптичних ефектів. Дослідження залежності інтенсивності генерації третьої гармоніки (ГТГ) від питомої потужності променя накачки монокристалів Tl_4SnS_3 , Tl_4PbTe_3 показало, що в обох випадках спостерігається ГТГ. Однак, якщо у випадку Tl_4PbTe_3 спостерігається незначне, плавне зростання інтенсивності ГТГ то для монокристалів Tl_4SnS_3 спостерігається різке підвищення ГТГ, з чітко вираженим максимумом, що обумовлено більшою локальною асиметрією у структурі кристалу Tl_4SnS_3 .

На монокристалах Tl_4SnSe_3 , $\text{Tl}_4\text{PbSe}_3(\text{Te}_3)$ було досліджено можливість генерації другої гармоніки шляхом поляризації поверхні азотним лазером. Для формування ацентричного шару поверхня опромінювалась 7 нс азотним лазером з довжиною хвилі 337 нм. На залеж-

ності ГДГ при фундаментальній довжині хвилі 1540 нм від питомої потужності азотного лазера спостерігається різкий стрибок інтенсивності ГДГ. Найбільше зростання спостерігається для Pb_4SnSe_3 , у якого найвищий основний стан дипольних моментів.

На монокристалічному зразку Pb_4SnSe_3 , використовуючи мікросекундний CO_2 лазер при довжині хвилі опромінення 10,6 мкм та Nd-лазер при довжині хвилі опромінення 2,65 мкм, проведено фотоіндуковане дилатометричне вимірювання. Встановлено, що при силі накачування 0,25 мДж/см² спостерігається деформаційний максимум та мінімум при довжині хвилі опромінення 10,6 та 2,65 мкм відповідно, що пояснюється у випадку опромінення Nd-лазером збудженням електронної підсистеми, а CO_2 -лазером – фононної. Встановлено, що процес деформації є оборотним та зникає після припинення дії фотоіндукованих лазерних пучків.

Дослідження ГДГ та ГТГ вказує на можливість створення ефективних помножувачів частоти лазерного випромінювання, що знаходять практичне використання у пристроях квантової електроніки.

ДАВЛЕНИЕ И СКОРОСТЬ СДВИГА В СЛОЕ МРПЖ ПРИ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОМ ПОЛИРОВАНИИ

Мокеев А.А., Коробко Е.В., Барташевич М.А.

*Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси,
г. Минск, ул. П. Бровки, 15, тел. 375172841360, evkorobko@gmail.com*

Основным параметром, определяющим совершенство технологии и оборудования магнитореологического полирования, используемых для обработки поверхности высокоточных оптических деталей, является скорость съема материала с их поверхности [1, 2]. При этом, съем материала полировальной жидкостью, движущейся касательно поверхности детали с большой скоростью, приводит к образованию требуемой формы детали с минимальной шероховатостью порядка единиц ангстрем. Процесс полирования осуществляется под действием абразивных частиц наполнителя полировальной магнитореологической жидкости (МРПЖ). Данная технология, как и любая другая, связанная с доводкой поверхности обрабатываемых деталей до требуемой формы и показателей шероховатости, позволит получить наилучшие результаты, во-первых, когда размеры абразивных частиц меньше размеров выступов над поверхностью [3, 4], и, во-вторых, когда энергия кинетического воздействия набегающей частицы абразива, и, соответственно, ее давление на выступы материала над обрабатываемой поверхностью, будут меньше значений параметров, при

которых может происходить эрозия поверхности. Опытные данные показывают, что, если магнитоупругое давление оказывается слишком большим, наблюдается ухудшение показателей шероховатости, связанное с вырыванием материала из более глубоких слоев поверхности. В теории механической обработки поверхности изделий [4], в том числе и с помощью жидкости, причиной разрушения поверхности считаются пульсации скорости и давления в слое среды, обтекающей деталь и примыкающей к ее поверхности, в нашем случае – пульсации за счет столкновений с частицами абразива [5]. Целью работы является определение этих параметров в случае использования МРПЖ с наполнителем, содержащим также магнитные частицы, при удалении выступов шероховатости без эрозии поверхности детали.

Величина скорости съема материала с поверхности детали дается выражением Престона $\frac{dm}{dt} = k \cdot p \cdot V$, мм/с, где p – давление

инструмента на деталь, V – скорость МРПЖ относительно детали, k – коэффициент, подлежащий определению. Для определения условий безэрозийного полирования и соответствующей скорости съема материала с поверхности детали рассмотрим подробнее механическое взаимодействие частиц абразива с этой поверхностью. Пусть абразивная частица имеет кубическую форму размера Δx , движется вместе со слоем МРПЖ около детали со скоростью $v = \gamma \cdot \frac{\Delta x}{2}$, пропорциональной

скорости сдвига γ , сталкивается с выступом в виде равносторонней треугольной пирамиды с углом при вершине $\alpha = \pi/2$. Импульс отдачи

при столкновении $-p_2$ направлен вдоль нормали к поверхности и создает отражающее воздействие на частицу. Выступы на детали расположены хаотично и, в сумме, частицы, при взаимодействии с ними создают квазитепловое давление p_r , и силу:

$$\vec{F}_r = dN \cdot \frac{dp_2}{dt} = \Delta S \cdot p_r \cdot e^0, \quad (1)$$

направленную противоположно подпирющей силе со стороны слоя магнитных частиц. Для срезания выступа частице, как режущему инструменту необходимо создать продольную поверхности силу резания \vec{F}_e , и перпендикулярную силу магнитоупругого давления:

$$\vec{F}_m = \frac{dp_m}{dt} = -\Delta S \cdot p_m \cdot e^0, \quad (2)$$

компенсирующую отражающую силу (1). Полная сила, действующая на выступ, равна сумме силы резания, силы магнитоупругого давления и отражающей силы $\vec{F} = \vec{F}_e + \vec{F}_m + \vec{F}_r$.

Если сила магнитоупругого давления больше отражающей, то суммарное напряжение сдвига в выступе направлено вглубь детали и приводит к эрозии ее поверхности. Импульс отдачи \vec{p}_r направлен наружу детали вдоль единичной нормали к ней. Пусть, двигаясь вдоль поверхности детали со скоростью V , каждая частица сталкивается с выступами, расположенными в объеме dV цилиндра поперечного сечения ΔS , равного сечению частицы и выступа, имеющего боковую сторону, величина которой равна длине пути $v \cdot dt$, проходимого частицей за время dt . При концентрации n_r число таких выступов равно $dN_1 = V \cdot dt \cdot \Delta S \cdot n_r$.

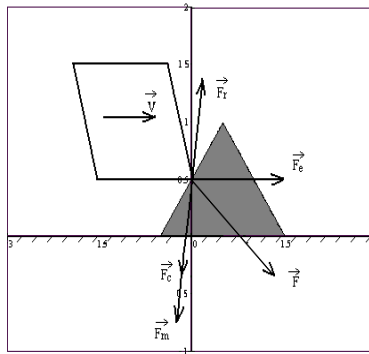


Рис. 1. Столкновение частицы абразива с выступом на поверхности детали

Если концентрация абразивных частиц, одновременно находящихся в объеме равна n_a , то число их в объеме $v \cdot dt \cdot \Delta S$ и число столкновений с выступами равно $dN_a = v \cdot dt \cdot \Delta S \cdot n_a$.

Число столкновений частиц с выступами в объеме dV и импульс отдачи всего объеме равны соответственно: $dN = dN_1 \cdot dN_a = n_a \cdot n_r \cdot dV^2$, $\vec{dp}_r = p_2 \cdot dN = p_2 \cdot n_a \cdot n_r \cdot dV^2$

Сила и давление отдачи равны:

$$\vec{F}_r = \frac{dN \cdot p_2}{dt} = \frac{p_2 \cdot n_a \cdot n_r \cdot dV^2}{dt}$$

$$P_r = \frac{F_r}{\Delta x \cdot v \cdot dt} = \frac{p_2 \cdot n_a \cdot n_r \cdot dV^2}{dt \cdot \Delta x \cdot v \cdot dt} = \frac{p_2 \cdot n_a \cdot n_r \cdot (v \cdot dt \cdot \Delta S)^2}{dt \cdot \Delta x \cdot v \cdot dt} = \frac{p_2 \cdot n_a \cdot n_r \cdot v \cdot dt \cdot \Delta S^2}{\Delta x}$$

где $p_2 = m_p \cdot V$.

Таким образом, получаем выражение:

$$P_r = m_p \cdot \frac{v}{dt} \cdot \frac{n_a \cdot n_r \cdot v \cdot dt \cdot \Delta S^2}{\Delta x} = \left(m_p \cdot \frac{v^2}{dt} \cdot \frac{n_a \cdot n_r \cdot dt \cdot \Delta S^2}{2 \cdot \Delta x} \right) = m_p \cdot \frac{n_a \cdot n_r \cdot \Delta S^2 \cdot \Delta x}{8} \cdot \left(\frac{v}{dt} \right)^2$$

которое согласуется с выражением, приведенным в [1]. Для эффективного полирования необходимо уравновешивание силы отражения

$$\text{силой магнитоупругого давления } F_m + F_r = \frac{\rightarrow dp_m}{dt} + \frac{\rightarrow dp_r}{dt} = 0.$$

Если величина магнитного поля, удовлетворяет этому условию, то при столкновении частицы с выступом поверхности детали на элемент МРПЖ с частицей абразива действует большая сила вязкого трения:

$$\rightarrow F_e = -\eta \cdot \dot{\gamma} \cdot \Delta S = \frac{\rightarrow dp}{dt} \quad (3)$$

Вследствие сильной связи частицы абразива с МРПЖ сила, действующая на выступ постоянна в течение времени dt от столкновения до срезания материала, скорость частицы считается постоянной и равной скорости МРПЖ, а затрата энергии на срезание компенсируется вязким трением за бесконечно малое время. За время dt выступу передается импульс dp_x силы, которая состоит из силы вязкого трения и силы упругости материала детали, направлена вдоль единичного вектора оси координат Ox вдоль поверхности детали при сдвиговом напряжении, меньшем предела прочности τ_q :

$$dp_x = -\eta \cdot \dot{\gamma} \cdot \Delta S \cdot dt - \tau_q \cdot \Delta S \cdot dt = -(\eta \cdot \dot{\gamma} + \tau_q) \cdot \Delta S \cdot \frac{dx}{v} = -(\eta \cdot \dot{\gamma} + \tau_q) \cdot \Delta S \cdot m_p \cdot \frac{dx}{p_x}$$

За время срезания Δt_0 при деформации Δx_0 получаем по теореме о среднем выражение для сообщаемой энергии:

$$-\frac{(p_{ox})^2}{2 \cdot m_p} = -(\eta \cdot \dot{\gamma} + \tau_q) \cdot \Delta S \cdot \Delta x_0 \quad (4)$$

Аналогично, в перпендикулярном направлении при τ_r – предел прочности на растяжение, ν – коэффициент Пуассона, имеем:

$$-\frac{(p_{oy})^2}{2 \cdot m_p} = -(\Delta p_m + \nu \cdot \tau_q) \cdot \Delta S \cdot \Delta x_0$$

Полная энергия (5), затраченная на разрушение выступов при столкновении с частицами МРПЖ, позволяет определить необходимую для получения искомого результата скорость сдвига (6):

$$\Delta E = \left(\Delta p_m + \tau_e + \eta \cdot \dot{\gamma} \right) \cdot \Delta S \cdot \Delta x_o \quad (5)$$

$$(\dot{\gamma}_a)^* = \frac{\frac{\Delta E}{(\Delta S \cdot \Delta x_o)} - \Delta p_m - \tau_e}{\eta} \quad (6)$$

Срезание происходит, если передаваемая энергия больше энергии связи выступа деталью, определяемой пределом прочности на сдвиг $\tau_e E_b = \Delta S \cdot \tau_e \cdot \Delta x_o$. При $\Delta p_m = 0$, $P_{ou} = 0$, $\Delta E = E_b$, когда вся энергия тратится на срезание выступа без эрозии, получаем искомую скорость сдвига $(\dot{\gamma}_q)^* = \frac{\tau_q}{\eta}$.

Литература

1. Kordonski W. I. Material Removal in Magnetorheological Finishing of Optics / W. I. Kordonski, S. Gorodkin // Applied Optics. – 2011. – Vol. 50, No. 14.
2. Kordonski W. I. Magnetorheological Jet (MR Jet) finishing technology / W. I. Kordonski, A. B. Shorey, M. Tricard // Journal of Fluids Engineering. – Vol. 128, i. 21. – 2006.
3. Белькович Б. А. Обработка металлокерамических материалов резанием / Б. А. Белькович. – Минск : Наука и техника. – 1965.
4. Ханин М. В. Математическое моделирование процесса поверхностного разрушения деталей машин и приборов / М. В. Ханин // Всесоюзный заочный машиностроительный институт, 1978.
5. Mokeev A. A. Simulation of Concentration Distribution of Dispersed Particles of Magnetorheological Fluid in the Gap Workpiece-tool of Finishing Polishing Device / A.A. Mokeev, E. Korobko, A. Bubulis // Mechanika. – 2014. – Vol. 20, No. 2. – P. 221–225.

ВЯЗКОУПРУГИЕ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ

*Коробко Е., Новикова З., Кузьмин В., Сермяжко Е., Евсеева Л.
Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси
г. Минск, ул. П. Бровки, 15, тел. 375172841360, evkorobko@gmail.com*

Настоящая работа посвящена изучению механического поведения адаптивных композиционных полимерных материалов (АКПМ), наполненных магнитными частицами, создающими структуры под дейст-

нием внешнего магнитного поля [1–3]. Их механическое поведение определяется комбинацией упругих свойств полимерной матрицы и магнитных свойств частиц, распределенных внутри этой матрицы. Если частицы являются ферромагнитными и имеют собственный магнитный момент, образование столбчатых структур внутри полимера соответствует более выгодному энергетическому состоянию. Сдвиговая деформация полимерного композита в присутствии магнитного поля вызывает смещение частиц из их равновесного состояния и требует дополнительных энергетических затрат, тем больших, чем выше интенсивность внешнего магнитного воздействия.

В работе исследовано влияние материала полимерной матрицы и ориентации внутри нее столбчатых структур ферромагнитных частиц на вязкоупругие свойства АКПМ. Матрицами служили двухкомпонентные полисульфидный (матрица-1) и полиуретановый (матрица-2) полимеры. Магниточувствительные частицы карбонильного железа (15 об. %) вводили в матрицу и формировали слои АКПМ между фторопластовыми пластинами, используя ограничители толщины слоя в 1,3 мм. Полимеризацию проводили в течение трех часов при температуре 20 °С, как вне магнитного поля (АКПМ-1-1 и АКПМ-1-2), так и в магнитном поле, направленном параллельно поверхности слоя (АКПМ-2-1 и АКПМ-2-2), или перпендикулярно (АКПМ-3-1 и АКПМ-3-2), напряженностью $H = 300$ кА/м. Далее были изготовлены плоские образцы диаметром 20 мм и исследованы их вязкоупругие свойства с помощью реометра “Physica MCR 301” в измерительной ячейке типа пластина – пластина в режиме периодического (синусоидального) деформирования образцов в горизонтальной плоскости (величина внешней нормальной силы равна $F_N = 0,42$ Н). Определены компоненты комплексного модуля сдвига (модуль накопления G' и модуль потерь G'' – табл. 1 и 2) в зависимости от деформации ε при частоте 10 Гц в диапазоне амплитуд 0,001–0,1 в магнитном поле индукцией $B = 0–1000$ мТл, направленном перпендикулярно плоскости образца.

Таблица 1

Параметр $\varepsilon = 0,001$ %	Образец адаптивного композиционного слоя						Матрица 1 полисульфидная
	АКПМ-2-1		АКПМ-3-1		АКПМ-1-1		
	0 Тл	1 Тл	0 Тл	1 Тл	0 Тл	1 Тл	
G' , Па	$1,5 \cdot 10^5$	$5,2 \cdot 10^5$	$8,5 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^6$	$3,9 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^5$	$2,7 \cdot 10^5$
G'' , Па	$2,1 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$	$2,6 \cdot 10^5$	$8,2 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^5$	$5,2 \cdot 10^4$

Таблица 2

Параметр $\varepsilon = 0,001\%$	Образец адаптивного композиционного слоя						Матрица 2 поли- уретановая
	АКПМ-2-2		АКПМ-3-2		АКПМ-1-2		
	0 Тл	1 Тл	0 Тл	1 Тл	0 Тл	1 Тл	
G' , Па	$2,4 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^5$	$3,1 \cdot 10^5$	$3,5 \cdot 10^5$	$6,6 \cdot 10^5$	$1,9 \cdot 10^5$
G'' , Па	$4,2 \cdot 10^4$	$6,2 \cdot 10^4$	$2,7 \cdot 10^4$	$4,7 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^4$

Из рис. 1 видно, что наибольшее увеличение модуля упругости G' и модуля потерь G'' в магнитном поле фиксируется у образца АКПМ-2-1, сформированного в поле, параллельном поверхности образца. Так, в магнитном поле индукцией $B = 1$ Тл значения G' в 3–4 раза больше, а значения G'' в шесть раз больше, чем вне поля.

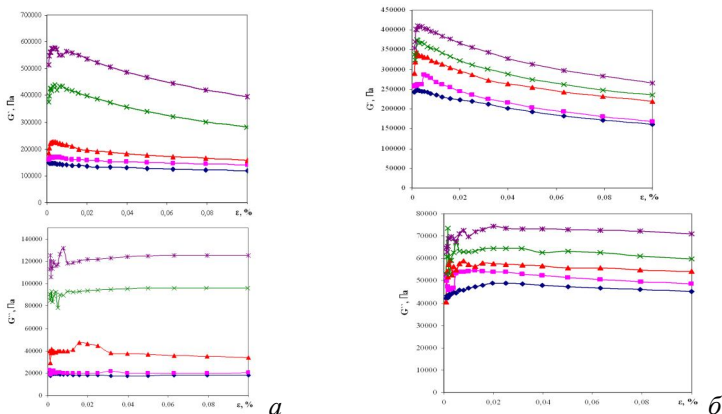


Рис. Зависимости модулей упругости G' (а) и потерь G'' (б) от деформации для слоев: (а) АКПМ-2-1 и (б) АКПМ-2-2 при индукциях магнитного поля (♦ – 0, ■ – 300, ▲ – 500, ? – 700, * – 1000 мТл)

В то время, как у образца АКПМ-3-1 при поле, перпендикулярном поверхности образца, G' увеличивается в 2–2,5 раза, а G'' – в 1,8 раза. У образца АКПМ-1-1, сформированного вне магнитного поля, показатели увеличивается только в 1,5 раза. Значения G' и G'' неполненных полиуретановой матрицы ниже, чем полисульфидной. Характер изменения G' и G'' в зависимости от условий деформирования, при изменении индукции магнитного поля одинаков у образцов на основе обеих матриц.

Теплофизические свойства адаптивных композиционных материалов измерены на динамическом калориметре ИТ-λ-400, позволяющем определять коэффициент теплопроводности с погрешностью 5–7 %, в

диапазоне температур 25–75 °С. В таблице 3 представлены коэффициенты теплопроводности слоев на основе полисульфидной матрицы.

Таблица 3

$T, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ Q перпендикулярен S образца			
	Матрица	$H = 0$	H парал. S	H перп. S
25	0,52	0,86	0,79	1,00
50	0,50	0,83	0,74	1,09
75	0,49	0,83	0,73	0,95

Установлено, что коэффициент теплопроводности образцов снижается с увеличением температуры в диапазоне 25–75 °С как для чистой полимерной матрицы, так и для наполненных слоев независимо то ориентации структур на 4–7 %. Коэффициент теплопроводности для образцов с магнитными наполнителями λ существенно выше, что обусловлено большей теплопроводностью металлических магнитных частиц. Наибольшие значения коэффициента теплопроводности показывают композиционные материалы с перпендикулярной ориентацией структур, поскольку в этом случае ориентация совпадает с направлением теплового потока.

Литература

1. Jolly M. The magneto viscoelastic response of elastomer composites consisting of ferrous particles embedded in a polymer matrix / M. Jolly, J. Carlson, B. Munoz // J. of Intelligent Materials Systems and Structures. – 1996. – № 7. – Pp. 613–622.
2. Gong X. Fabrication & characterization of isotropic magnetorheological elastomers / X. Gong, X. Zhang, P. Zhang // Polym. Test. – 2005. – Vol. 24. – № 5. – Pp. 669–676.
3. Никитин Л. Магнитные, упругие, структурные и магнетодеформационные свойства магнитоэластиков / Л. Никитин, Л. Миронова, К. Корнев, Г. Степанов // Молекулярные соединения, серия А. – 2004. – Т. 46. – № 3. – С. 498–509.

ПОКРАЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАГНІТНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Демчук В.Б. Рівненський державний гуманітарний університет,
м. Рівне, вул. Остафова, 31, 33028, e-mail: demchukvb@ukr.net*

Створення нових конструкційних матеріалів сприяє технічному прогресу. Зокрема конкурентноздатність нових електричних прист-

роїв суттєво залежить від характеристик магнітних матеріалів, з яких вони частково зроблені [1, 2]. Оскільки традиційні магнітні речовини є ламкими, важко піддаються обробці та мають велику питому вагу, то пристрої, які містять ці матеріали, спричиняють зростання вартості та привносять дуже небажану зайву вагу в ряд важливих застосувань [3]. Синтез нових органічних магнітів [4–8] може частково задовольнити потребу в легких магнітних матеріалах. Однак їх промислове освоєння потребує суттєвих затрат [9]. Матеріал з потрібними магнітними властивостями можна отримати, наповнюючи полімер магнітними мікро-частинками [3, 10, 11]. Тому набагато вигідніше задовольняти згадану потребу композитами, які містять промислово освоєнні полімери. Щоб отримати бажані магнітні властивості композиту, часто концентрація наповнювача повинна бути досить великою [12–22]. На жаль, це може призвести до помітного погіршення механічних властивостей матеріалу [10, 11, 23]. Однак ці властивості мікрокомпозиту можна покращити, впливаючи на його формування постійним магнітним полем (ПМП), якщо концентрація наповнювача є вищою за ту, за якої відбувається фазовий перехід [24]. Оскільки властивості полімерних композитних матеріалів із дрібнодисперсними наповнювачами визначаються значною мірою фізико-хімічними змінами полімерів, які розміщені в їх полімерних поверхневих шарах [9], то це можна пояснити наступним. Полімерні макромолекули орієнтуються в ПМП. Чим більшою є величина H^2 , тим більш зорієнтованими є макромолекули. Крім того, якщо ПМП є неоднорідним, то вони виштовхуються з областей, в яких значення величини $H \cdot |\vec{\nabla}H|$ є великими. Тепловий рух цих макромолекул протидіє обом цим ефектам. Для макромолекул полімерної матриці обома цими ефектами можна знехтувати за температури плавлення полімеру та значеннях магнітного поля, які можна отримати в лабораторних умовах [25]. Однак у полімерному поверхневому шарі композиту на взаємодію макромолекули з магнітним полем впливає не тільки температурне поле але і агрегативний механізм абсорбції [9]. Це дає можливість регулювати властивості ПКМ, впливаючи на формування його поверхневого шару ПМП. Щоб вяснити, яке із двох вищезгаданих міжфазових явищ спричиняє покращення механічних властивостей ПКМ з достатньо високою концентрацією магнітних частинок і синтезованого під впливом ПМП, потрібно вміти розраховувати магнітне поле в полімерному поверхневому шарі такого ПКМ поблизу точки фазового переходу. Мета роботи [24], яка представляється в даній доповіді, полягає в тому, щоб показати, що покращення механічних властивостей ПКМ з достатньо великою концентрацією магнітного наповнювача, отримане завдяки впливу на його формування ПМП, можна пояснити виштовхуванням макромолекул полімеру із тих

частин полімерного поверхневого шару, в яких значення величини $H \cdot |\vec{\nabla}H|$ є достатньо великим.

У дослідженні [26], яке моделюється в роботі [24], щоб приготувати ПКМ, полівінілхлорид змішувався з дрібнодисперсним порошком Fe_3O_4 . Суміш знаходилась під тиском 10 МПа за температури 420 К у зовнішньому ПМП настільки сильному, що всі частинки наповнювача були в стані магнітного насичення. Теорема Тейлора дозволяє нам припустити, що розраховуючи магнітне поле в околі частинки наповнювача, яка знаходиться в ПКМ, впливом інших частинок наповнювача можна знехтувати. Тому в моделі № 1 обчислення виконувалося для однієї сферичної частинки Fe_3O_4 з однорідною густиною намагніченості \vec{M} у зовнішньому ПМП \vec{H}_0 . Однак розмір поверхневого шару в околі частинки наповнювача може виявитись достатньо великим для того, щоб вклад інших магнітних частинок в розподіл напруженості магнітного поля в ньому став суттєвим. У цьому випадку розрахувати магнітне поле в поверхневому шарі точно не можливо внаслідок хаотичності розташування частинок наповнювача в ПКМ. Тому цю задачу можна вважати інтелектуальною та розв'язувати, використовуючи припущення, які її спрощують. У дослідженні [26] зразки ПКМ мали форму циліндрів із діаметром $2,5 \cdot 10^{-2}$ м та висотою $5 \cdot 10^{-3}$ м. Оскільки висота зразка є в п'ять разів меншою за його діаметр, то в моделі № 2 ми нехтуємо крайовими ефектами та вважаємо, що частинки Fe_3O_4 утворюють необмежену в горизонтальних напрямках квазі-гратку скінченної висоти, як показано на рис. 1. Це припущення дозволяє використати метод Фур'є для розрахунку магнітного поля в полімерному поверхневому шарі композиту.

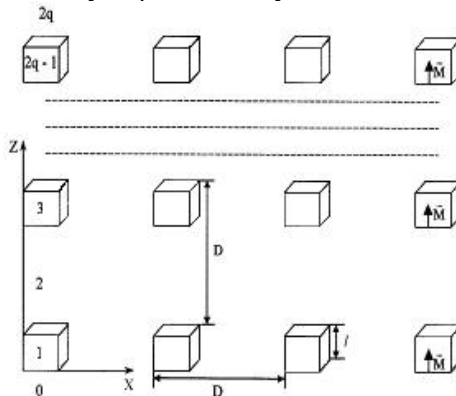


Рис. 1

Заміна хаотичного розміщення магнітних частинок розміщенням у вигляді квазіґратки призводить до похибки методу розрахунку. Щоб її оцінити, в моделі № 3 ми розраховуємо магнітне поле за припущення, що магнітні частинки в ПКМ утворюють необмежену в горизонтальних напрямках квазіґратку скінченної висоти, яка суттєво відрізняється від зображеної на рис. 1.

Виконавши інтегрований аналіз результатів лабораторних вимірювань, представлених в роботі [26], і результатів відповідних розрахунків магнітного поля згідно моделей № 1–3, ми стверджуємо, що зовнішні постійні магнітні поля суттєво впливають на формування структур рихлості полімерних поверхневих шарів ПВХ композитів, які наповнені мікрочастинками Fe_3O_4 . Ці структури в полімерних конструкційних матеріалах, сформованих під впливом зовнішніх постійних магнітних полів, з високими концентраціями наповнювача відрізняються від таких структур в полімерних конструкційних матеріалах цього типу з низькими концентраціями наповнювача, що пояснює фазовий перехід, описаний в роботі [24].

Література

1. J. M. D. Coey, J. Alloy. Compd. 326, 2 (2001).
2. D. C. Jiles, C. C. H. Lo, Sensor. Actuator. A-Phys. 106, 3 (2003).
3. F. Carosio, A. Fina, M. Coison, Polym. Bull. 65 No7, 681 (2010).
4. Yu. V. Korshak, T. V. Medvedeva, A. A. Ovchinnikov, Nature. 326, 370 (1987).
5. A. A. Ovchinnikov, V. N. Spector. Synthetic. Met. 27 Issue 3–4, 615 (1980).
6. J. B. Torrance, S. Oostra, A. Nazzal, Synthetic Met. 19 Issue 1–3, 709 (1987).
7. H. Iwamura, Pure. Appl. Chem. 58 No 1, 187 (1986).
8. H. Iwamura, Adv. Phys. Org. Chem. 26, 179 (1991).
9. Липатов Ю. С. Композиционные полимерные материалы и их применение / Ю. С. Липатов, Е. В. Лебедев. – К. : Знание, 1983.
10. L. A. Dobrzański, B. Ziębowicz, M. Drak, Journal of achievements in materials and manufacturing engineering. 18 Issue 1-2, 79 (2006).
11. М. А. Рамазанов, С. Г. Керимли, Р. З. Садыхов, Пластический массы. № 10, 5 (2005).
12. B. M. Ma, J. W. Herchenroeder, B. Smith, M. Suda, D. N. Brown, Z. Chen, J. Magn. Mater. 239, 418 (2002).
13. L. A. Dobrzański, M. Drak, J. Mater. Process. Techn. 157-158, 650 (2004).
14. L. A. Dobrzański, M. Drak, J. Mater. Process. Techn. 175, 149 (2006).
15. L. A. Dobrzański, M. Drak, J. Alloy. Comp. 449, 88 (2008).

16. B. Ziębowicz, D. Szewieczek, L. A. Dobrzański, J. Mater. Process. Techn. 175, 457 (2006).
17. B. Ziębowicz, D. Szewieczek, L. A. Dobrzański, J. J. Wysocki, A. Przybył, J. Mater. Process. Techn. 162–163, 149 (2005).
18. B. Ziębowicz, D. Szewieczek, L. A. Dobrzański, J. Mater. Process. Techn. 157–158, 776 (2004).
19. D. Szewieczek, L. A. Dobrzański, B. Ziębowicz, J. Mater. Process. Techn. 157-158, 765 (2004).
20. L. A. Dobrzański, M. Drak, B. Ziębowicz, J. Mater. Process. Techn. 191, 352 (2007).
21. B. Ziębowicz, D. Szewieczek, L. A. Dobrzański, Journal of achievements in materials and manufacturing engineering. 14, 37 (2006).
22. L. A. Dobrzański, M. Drak, Proc. CAM3S, 193 (2005).
23. Кирик Г. В. Структура та властивості полімерних композиційних матеріалів, сформованих у магнітному полі : автореф. дис. канд. фіз.-мат. наук / Г. В. Кирик. – С., 2005. – 19 с.
24. V. V. Demchuk, Chemical Rapid Communications. 2 No 3, 48 (2014).
25. Я. Г. Дорфман, Биофизика. 7 No 6, 733 (1962).
26. В. Б. Демчук, Б. Б. Колупаев, В. В. Клепо, Е. В. Лебедев, Физика и техника высоких давлений. 22 No 2, 95 (2012).

**СТРУКТУРА, ТЕРМОМЕХАНІЧНІ ТА ЕЛЕКТРИЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ НАНОКОМПОЗИТІВ,
СФОРМОВАНИХ ІЗ ПОТРІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ
“ПЕКТИН–Cu²⁺–ПОЛІЕТИЛЕНІМІН”
ПІД ДІЄЮ ПОСТІЙНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ**

¹Демченко В.Л., ¹Штомпель В.І., ²Унрод В.І., ³Букетов А.В., ⁴Піднебесний А.П.

¹Інститут хімії високомолекулярних сполук НАНУ, м. Київ, вул. Харківське шосе, 48

²Черкаський державний технологічний університет, бул. Шевченка, 460

³Херсонська державна морська академія, просп. Ушакова, 20

⁴ДП “НДИ “ЕЛАСТИК”, м. Київ, вул. Працька, 5

Полімер-металічні наноконкомпозити широко використовуються в каталізі, оптиці, електроніці тощо [1]. Загальні підходи до синтезу й дослідження полімерних систем, які містять наночастинки металів чи їх оксидів, розглянуто в ряді монографій [2–4]. Розроблені до цього часу методи одержання полімер-металічних наноконкомпозитів здебільшого є багатоступеневими, наприклад синтез наночастинок металів або їх оксидів із дальшим введенням в об’єм полімеру [2, 4]. Проте за такої методики складно досягти рівномірного розподілу наночастинок у полімерній матриці. Іншим способом одержання наноконкомпозитів є відновлення іонів металів (Meⁿ⁺) у потрійних поліелектроліт-металічних комплексах (ППМК), отриманих шляхом введення солей металів в об’єм поліелектролітного комплексу (ПЕК) на основі двох протилежно заряджених поліелектролітів (ПЕ) [5, 6]. Це дає змогу формувати наноконкомпозити з контрольованим розміром наночастинок та рівномірним розподілом їх у полімерній матриці.

З огляду на зазначене, метою цієї роботи є дослідження впливу постійного електричного поля (ПЕП) на структуру, термомеханічні та електричні властивості потрійних поліелектроліт-металічних комплексів, одержаних на основі протилежно заряджених поліелектролітів (пектину та поліетиленіміну) та солі CuSO₄, а також отриманих із них наноконкомпозитів у результаті хімічного відновлення за допомогою NaBH₄ катіонів Cu²⁺ в об’ємі ППМК.

Проведені дослідження методом ширококутової рентгенографії показали, що в результаті дії постійного електричного поля на формування ППМК відбувається зменшення середньої бреггівської

відстані між макромолекулярними ланцюгами протилежно заряджених ПЕ, координуваних катіонами Cu^{2+} з 7,9 до 7,7 Å. Встановлено, що хімічне відновлення катіонів Cu^{2+} в об'ємі ППМК під дією постійного електричного поля відбувається з утворенням нанокompозиту на основі ПЕК і наночастинок лише металічної фази Cu, тоді як у вихідному стані формується нанокompозит ПЕК–Cu/Cu₂O [6].

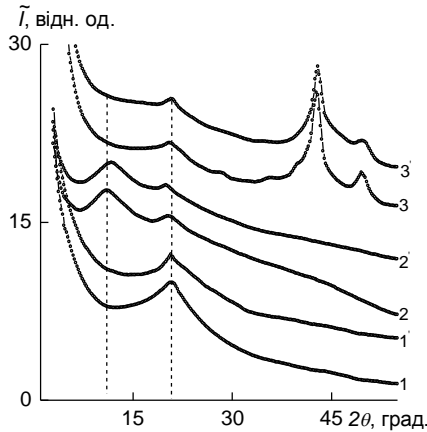


Рис. 1. Ширококутові рентгенівські дифрактограми вихідних зразків ПЕК (1), ППМК (2) та нанокompозиту ПЕК–Cu/Cu₂O (3) та їх аналогів ПЕК (1'), ППМК (2') та нанокompозиту ПЕК–Cu (3'), сформованих у ПЕП

Встановлено, що ПЕК, сформований під дією ПЕП характеризується мікрогетерогенною структурою на відміну від його аналога, який є структурно гомогенний. Показано, що для всіх досліджуваних систем під дією постійного електричного поля формуються значно більші мікробласті гетерогенності.

Показано, що для всіх досліджуваних систем під дією постійного електричного поля формуються значно більші мікробласті гетерогенності.

За допомогою методу термомеханічного аналізу показано, що зразки ПЕК та нанокompозити ПЕК–Cu, сформовані під дією електричного поля, характеризуються значно вищою температурою структурного склування T_g , тоді як для ППМК характерне зниження цієї величини.

Методом діелектричної спектроскопії встановлено, що ПЕК і ППМК проявляють діелектричні властивості, тоді як нанокompозит ПЕК–Cu/Cu₂O перебуває на межі діелектрик–напівпровідник, а нанокompозит ПЕК–Cu має напівпровідниковими властивостями.

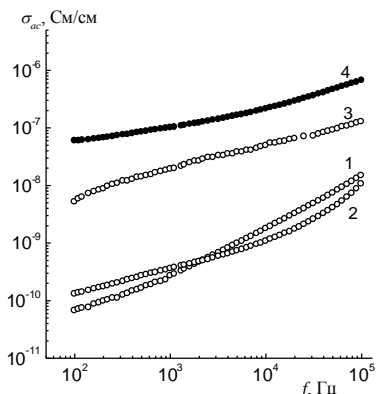


Рис. 2. Частотна залежність дійсної частини комплексної провідності $\sigma_{ac}(f)$ при змінному струмі за температури $T = 20 \pm 2$ °С для зразків ПЕК (1), ПІМК (2) та нанокompозитів, отриманих при хімічному відновленні катіонів Cu^{2+} в ПІМК при $\text{MC} [\text{BH}_4^-][\text{Cu}^{2+}] = 6$ у вихідному стані на основі ПЕК і $\text{Cu/Cu}_2\text{O}$ (3) і під дією постійного електричного поля на основі ПЕК і Cu (4)

Література

1. Xu L., Jiang L.P., Zhu J.J. // Nanotechnology. – 2009. – V. 20. – P. 045605.
2. Помогайло А. Д., Розенберг А. С., Уфлянд И. Е. Наночастицы металлов в полимерах. – М.: Химия, 2000.
3. Gates B. C., Guezi L., Knosinger H. Metal Clusters in Catalysis. Amsterdam: Elsevier, 1986.
4. Nicolais L. Metal-Polymer Nanocomposites. New York: Wiley, 2005.
5. Зезин А. Б., Рогачева В. Б., Валуева С. П. и др. // Рос. нанотехнологии. – 2006. – Т. 1, № 1. – С. 191.
6. Демченко В.Л., Штомпель В.И. // Высокомолек. соед. Б. – 2014. – Т. 56, № 6. – С. 584.

РАЗМЕР ЗЕРНА В ПОКРЫТИИ НА РЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ

¹Костюк Г.И., ²Тарасюк А.П., ¹Бруйка О.О.

¹НАУ им. Н.Е. Жуковского "ХАИ"

²Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, ул. Чкалова 17
+380577884206, g.kostyuk206@yandex.ru

В работах [1–7] было показано, что размер зерна может влиять на стойкость и снимаемый объем материала за период стойкости,

которые определяют эффективность обработки. Причем был обнаружен эффект повышенной стойкости РИ без покрытия по сравнению с РИ с покрытием одной из причин очевидно может быть более низкая величина размера зерна в основном материале РИ по сравнению с покрытием. Исследование размера зерна в покрытии 0,18 HfN +0,82 ZrN проводилось методом растровой электронной микроскопии (РЭМ-106), так например для РИ Сандвик Коромант в покрытии размер зерна можно оценить по рис. 1.

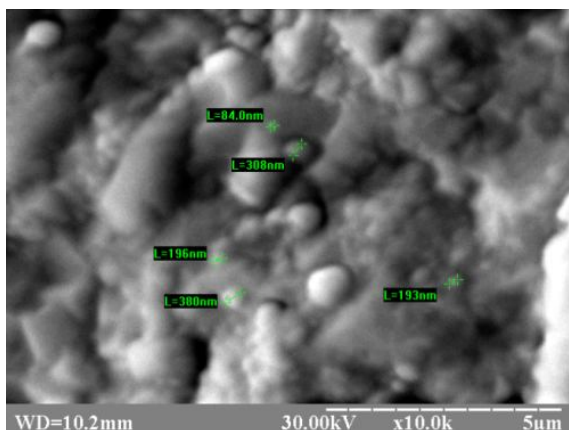


Рис. 1 – Микрофотография пластины из Сандвик Коромант с покрытием 0,2 HfN + 0,8 ZrN вблизи вершины

Обработка аналогичных микрофотографий позволила получить размер зерна для покрытий 0,18 HfN +0,82 ZrN на РИ из твердых сплавов MC221, BK8, MC146, T15K6, TN20, Сандвик Коромант и оксидо-карбидной керамики ВОК-60.

Проводились исследования снимаемого объема материала за период стойкости (стойкость определялась по аномальному росту силы резания измеряемой с помощью динамометра УД-100 и СИИТ).

Зависимости снимаемого объема за период стойкости рассмотренных РИ с покрытием 0,18 HfN +0,82 ZrN представлены на рис. 2. Видно, что для всех РИ с ростом размера зерна, снимаемый объем материала за период стойкости G , снижается. При реализации наноструктур реализующихся на MC221, BK8, ВОК-60 $G = (1,1-1,5) \cdot 10^6 \text{ мм}^3$, а для MC146, Сандвик Коромант он достигает $G = 10^6 \text{ мм}^3$. Для всех остальных РИ на покрытии образуются субмикроструктуры, для которых снимаемый объем материала для всех исследованных режимов резания становится меньше $8 \cdot 10^5 \text{ мм}^3$ и даже достигает $3 \cdot 10^5 \text{ мм}^3$.

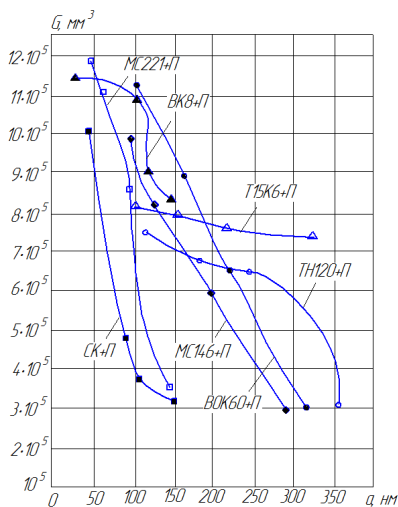


Рис. 2 – Зависимости объема снимаемого материала за период стойкости от размера зерна РИ с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN при точении специального чугуна РИ из твердых сплавов MC221, BK8, MC146, T15K6, TH20 и минералокерамики BOK-60

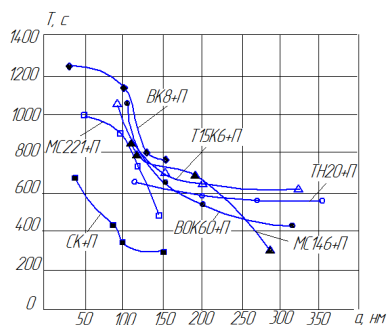


Рис. 3 – Зависимость стойкости РИ с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN от размера зерна для РИ из BK8, MC221, MC146, T15K6, TH20, Сандвик Коромант и BOK-60

Результаты исследования стойкости РИ в зависимости от размера зерна представлены на рис. 3. Исследованы те же материалы РИ, но режимы резания выбирались соответствующие максимуму стойкости РИ.

Выводы:

1. Показана возможность выбирать режимы резания со значительным снимаемым объемом материала за период стойкости до $(1-1,5) \cdot 10^6 \text{ мм}^3$.
2. Обнаружено снижение снимаемого объема материала за период стойкости и стойкости РИ с ростом зерна от нано- до субмикроструктурного.

Литература

1. Костюк Г. И. Нанотехнологии: выбор технологических параметров и установок, производительность обработки, физико-механические характеристики наноструктур : монография / Г. И. Костюк. – К. : ИЦ Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2014. – 472 с.

2. Костюк Г. И. Нанотехнологии: теория, эксперимент, техника, перспективы : монография / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2012. – 648 с.

3. Костюк Г. И. Эффективные покрытия и модифицированные упрочненные слои на режущих инструментах : моногр.-справ. / Г. И. Костюк. – К. : ИЦ Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2012. – 728 с.

4. Костюк Г. И. Наноструктуры и нанопокрyтия: перспективы и реальность : учеб. пособие / Г. И. Костюк. – Х. : НАУ “ХАИ”, 2009. – 406 с.

5. Костюк Г. И. Физико-технические основы нанесения покрытий, ионной имплантации и ионного легирования, лазерной обработки и упрочнения, комбинированных технологий : в 2 кн. / Г. И. Костюк. – К. : Изд-во АИНУ, 2002. – 1030 с.

МИКРОТВЕРДОСТЬ НАНО- И СУБМИКРОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТАХ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ РАБОТЫ

Костюк Г.И. НАУ Н.Е. Жуковского “ХАИ”

Харьков, ул. Чкалова 17, +0577884206, g.kostyuk206@yandex.ru

Микротвердость определяет стойкость покрытий и режущего инструмента (РИ) к абразивному износу и может существенно повлиять на эффективность РИ с покрытием [1–5].

Вначале было проведено исследование влияния размера на микротвердость. Размер зерна оценивался по микрофотографиям поверхности покрытия или непосредственно режущего инструмента полученных растровой электронной микроскопией (РЭМ-106).

На рис. 1 представлены зависимости микротвердости РИ с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN и без покрытия от размера зерна (BK8, MC221, T15K6, MC146, TN20, Сандвик Коромант с одно- и двухслойным покрытием и минералокерамика ВОК-60).

Видно, что максимальная микротвердость реализуется при наименьшем размере зерна покрытия практически для случаев нанесения покрытия на все материалы РИ, причем наименьшие размеры зерна реализуются для Сандвик Коромант с двухслойным покрытием $Al_2O_3 + (0,18 \text{ HfN} + 0,82 \text{ ZrN})$, но микротвердость его незначительна и лежит вблизи 18 ГПа. Для РИ из MC221, MC146, BK8 и ВОК-60 она лежит вблизи 25 ГПа, тогда как для T15K6, Сандвик Коромант – в диапазоне 20–22 ГПа.

Для режущих пластин без покрытия размер зерна существенно увеличился и составляет величины от 180 до 400 нм, хотя для MC221

она лежит в пределах (130–180 нм), а микротвердость (13,5–14,5) ГПа, для ВК8 – (180–220) нм, микротвердость H_{μ} = (13,5–14) ГПа, МС146 – (150–270) нм, а H_{μ} = (12–13,5) ГПа, Т15К6 – (11,5–12,5) ГПа, Сандвик Коромант – (140–220) нм, H_{μ} = (9–10,7) ГПа, а для ТН20 – (190–440) нм, а H_{μ} = (9,5–10) ГПа. Причем большие значения микротвердости соответствуют меньшим значениям размера зерна как для РИ из твердых сплавов с покрытием, так и без него. Видно, что РИ без покрытия имеют значительно меньшие значения микротвердости, что очевидно, так как и размер зерна будет снижаться (за счет его повышения) эффективность работы инструмента. Поэтому проведем исследование влияния величины микротвердости на снимаемый объем материала за период стойкости для тех же исследованных материалов с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN (рис. 2).

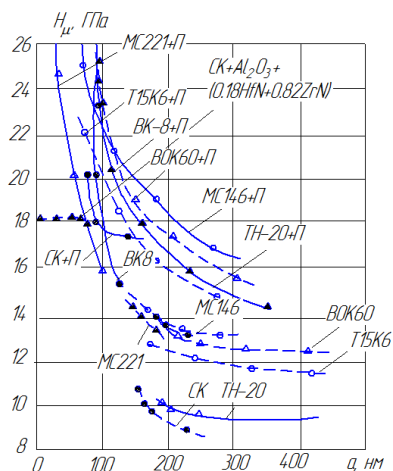


Рис. 1 – Зависимость микротвердости от размера зерна для РИ из твердых сплавов Т15К6, ТН20, МС146, ВК8, МС221, Сандвик Коромант (СК) и минералокерамики ВОК-60 с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN и Сандвик Коромант с двухслойным покрытием $Al_2O_3 + (0,18 HfN + 0,82 ZrN)$ и те же РИ без покрытия

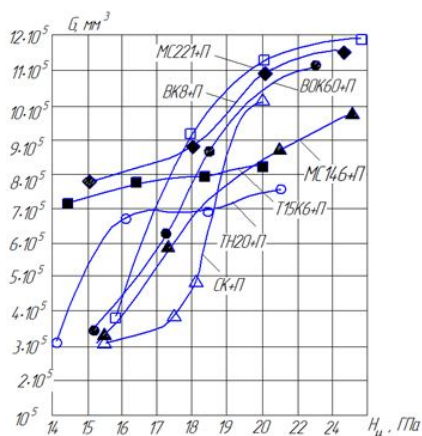


Рис. 2 – Зависимости объема снимаемого материала за период стойкости от микротвердости РИ с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN при точении специального чугуна РИ из твердых сплавов МС221, ВК8, МС146, Т15К6, ТН20 и минералокерамики ВОК-60

Так для всех материалов РИ с покрытием с ростом микротвердости растет снимаемый объем материала за период стойкости. Причем максимальный объем G достигается при микротвердости в диапазоне от 20 до 25,5 ГПа. Наибольшие значения реализуются для

РИ из MC221, BK8 и Сандвик Коромант, у которых максимальное значение G превышает 10^6 мм^3 , а для остальных РИ они лежат в диапазоне $(7,4-9) \cdot 10^5 \text{ мм}^3$.

Зависимости снимаемого объема позволяют оценить снимаемый объем материала за период стойкости по экспресс-оценке микротвердости, а также прогнозировать эффективность покрытий имеющих другую микротвердость, т.е. оценить их стойкость к абразивному износу, но также необходимы оценки их адгезионного взаимодействия с обрабатываемым материалом для прогноза снимаемого объема материала за период стойкости.

Зависимость стойкости РИ с покрытием $0,18 \text{ HfN} + 0,82 \text{ ZrN}$ от микротвердости представлены на рис. 3.

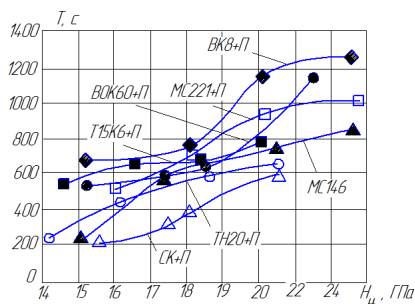


Рис. 3 – Зависимость стойкости РИ с покрытием $0,18 \text{ HfN} + 0,82 \text{ ZrN}$ от микротвердости для РИ из BK8, MC221, MC146, T15K6, ТН20, Сандвик Коромант

Видно, что стойкости РИ растут с ростом микротвердости, так для BK8, ВОК-60 и MC221 максимальная стойкость превышает 1000 с, а для остальных меньше. Причем по стойкости T_c и по снимаемому объему за период стойкости – это режимы с различными параметрами резания.

Выводы:

1. Показано существенное влияние на микротвердость размера зерна как для РИ с покрытием, так и без, причем размер зерна в покрытии намного меньше, чем без покрытия.

2. С ростом размера зерна снижается микротвердость. Для реализации нанозерна в покрытии на MC221, BK8, MC146 получаем микротвердость больше 24 ГПа, тогда как для остальных РИ она меньше и реализуется субмикрозерно.

3. РИ без покрытия имеет микротвердость в два и более раз меньшую.

4. Снимаемый объем материала за период стойкости при максимальных значениях микротвердости больший, что связано с реали-

защитой наноструктур. Так для РИ из МС221, ВК8 и МС146 G превышает 10^6 мм^3 .

5. Стойкость тоже большая при большей микротвердости РИ с покрытием, тогда как режимы резания в этом случае отличаются от полученных при исследовании снимаемого объема материала за период стойкости.

Литература

1. Костюк Г. И. Нанотехнологии: выбор технологических параметров и установок, производительность обработки, физико-механические характеристики наноструктур : монография / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2014. – 472 с.

2. Костюк Г.И. Нанотехнологии: теория, эксперимент, техника, перспективы : монография / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2012. – 648 с.

3. Костюк Г. И. Эффективные покрытия и модифицированные упрочненные слои на режущих инструментах : моногр.-справочник / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2012. – 728 с.

4. Костюк Г. И. Наноструктуры и нанопокртия: перспективы и реальность : учеб. пособие / Г. И. Костюк. – Х. : НАУ “ХАИ”, 2009. – 406 с.

5. Костюк Г. И. Физико-технические основы нанесения покрытий, ионной имплантации и ионного легирования, лазерной обработки и упрочнения, комбинированных технологий : в 2 кн. / Г. И. Костюк. – К. : Изд-во АИНУ, 2002. – 1030 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГИИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА РАЗМЕР НАНО- И СУБМИКРОСТРУКТУРНОГО ЗЕРНА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ ИОНОВ

Костюк Г.И., Павленко В.Н., Матвеев А.В. НАУ “ХАИ” им. Жуковского Н.Е. Украина, Харьков, ул. Чкалова 17, +380577884206, g.kostyuk206@yandex.ru

Для ряда ионов N^+ , O^+ , Zr^+ , Hf^+ , действующих на алюминиевый сплав D16T, проведены теоретические расчеты энергии кристаллизации в зависимости от энергии ионов, в которой учтено число частиц в кластере полученное теоретически без учета энергии кристаллизации [1]. В дальнейшем на основе уточненной теоретической модели проводится сравнение размера зерна рассчитанного с учетом и без учета энергии кристаллизации.

Предполагаем, что энергия кристаллизации равная или близкая к энергии атомизации. Определив число частиц в нанокластере, мы

должны найти энергию атомизации частиц в кластере, которая может быть определена с учетом двух энергий: энергии кулоновского отталкивания E_k и энергии ионной связи E_u по выражению:

$$E_{\text{ат}} = E_{\text{д}} + E_{\text{и}} = z^2 W + (1 - \rho) \epsilon_0 z N = -\frac{e^2 k A z^2 N}{R_0} \left(1 - \frac{\rho}{z}\right) + (1 - \rho) \epsilon_0 z N \quad (1)$$

где ϵ – степень ионности; k – коэффициент пропорциональности (электростатическая постоянная), зависит от выбора единиц измерения, в СИ, $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 8,987742438 \cdot 10^9 \left[\frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{Кл}^2}\right]$; A – константа Моделунга; e – заряд электрона $e = 1,6022 \cdot 10^{-19} [\text{Кл}]$; z – заряд иона; N – количество частиц; R_0 – кратчайшее межатомное расстояние; ρ – степень отталкивания; ϵ_0 – энергия диссоциации одной частицы вещества.

Степень ионности ϵ для вещества АВ определится выражением:

$$\epsilon = \frac{I_A^{\text{и}} + I_B^{\text{и}} - I_A^{\text{к}} - I_B^{\text{к}}}{I_A^{\text{и}} + I_B^{\text{и}} + I_A^{\text{к}} + I_B^{\text{к}}} \quad (2)$$

где $I_A^{\text{и}}$ – потенциал ионизации для элемента A в валентном состоянии; $I_A^{\text{к}}$ – сродство к электрону для материала A в валентном состоянии.

Константа Моделунга A вычисляется суммированием бесконечного ряда и имеет вид:

$$A = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{z_1 z_2}{R_0^j} \quad (3)$$

где z_1, z_2 – это заряды взаимодействующих ионов.

Для избежания ограничений при оценке ковалентной энергии, для ϵ_0 кристаллов применен обобщенный постулат Полинга о среднем арифметическом:

$$\epsilon_0 = \sum_{i=1}^n \frac{A_i H_{\text{ат}}(i)}{Q} \quad (4)$$

В результате расчетов мы получаем энергию атомизации для химических соединений при различных зарядовых числах, степенях отталкивания и энергиях диссоциации.

Используя рассчитанные значения энергии атомизации и зная число частиц в нанокластере, которое получаем, используя результаты работы [1], получаем энергию, необходимую для получения зерна. Для обеспечения большей вероятности его образования увеличиваем эту величину на 10 % и используем в дальнейших расчетах.

Результаты исследования зависимости энергии кристаллизации от энергии ионов действующих на D16T представлены на рис. 1 для случая действия ионов азота (a), кислорода (b), циркония ($в$) и гафния ($г$) ($z = 1, z = 2, z = 3$).

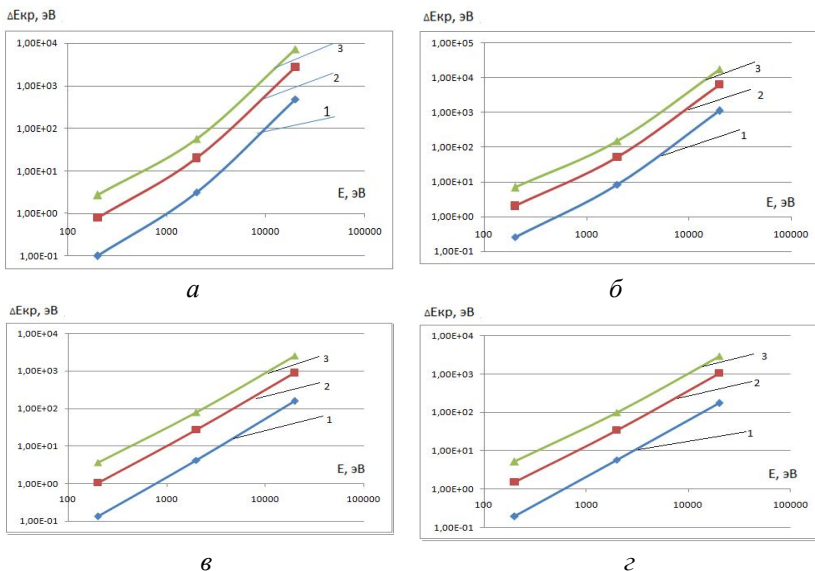


Рис. 1 – Зависимость дополнительной энергии кристаллизации от энергии ионов при разных зарядах иона (кривые 1–1, 2–2, 3–3): а) N^+ , б) O^+ , в) Zr^+ , г) Hf^+ при его действии на алюминиевый сплав Д16Т

Видно, что при энергии ионов ($E = 200$ эВ) энергия кристаллизации составляет величины (0,1–3) эВ для N^+ , большие значения соответствуют $z = 3$; (0,25–9) эВ для O^+ , (0,35–5) эВ Zr^+ и (0,45–7) эВ для Hf^+ . Для $E_i = 20000$ эВ энергии кристаллизации составляет уже (2700–9000) эВ для ионов N^+ – большие значения соответствуют большим зарядам ионов, для ионов O^+ они уже повышаются до (1000–11000) эВ, для ионов Zr^+ находятся в диапазоне (700–5000) эВ и для ионов гафния снижается до величин (180–4000) эВ. Такое изменение энергии кристаллизации связано со снижением объема нанокластера с ростом энергии иона и соответственно и энергии кристаллизации.

Очевидно, что энергия кристаллизации будет влиять на технологические параметры необходимые для образования наноструктур для этого были рассчитаны по модели [1] зависимости размера зерна от энергии ионов с учетом и без учета энергии кристаллизации. Такие зависимости представлены на рис. 2 для случая действия ионов азота, кислорода, циркония и гафния.

Так, в случае действия ионов азота с энергией 200 эВ размеры зерна составляют величины (1,7–6) тогда как при энергии ионов 20000 эВ они вырастают до 15–70 нм.

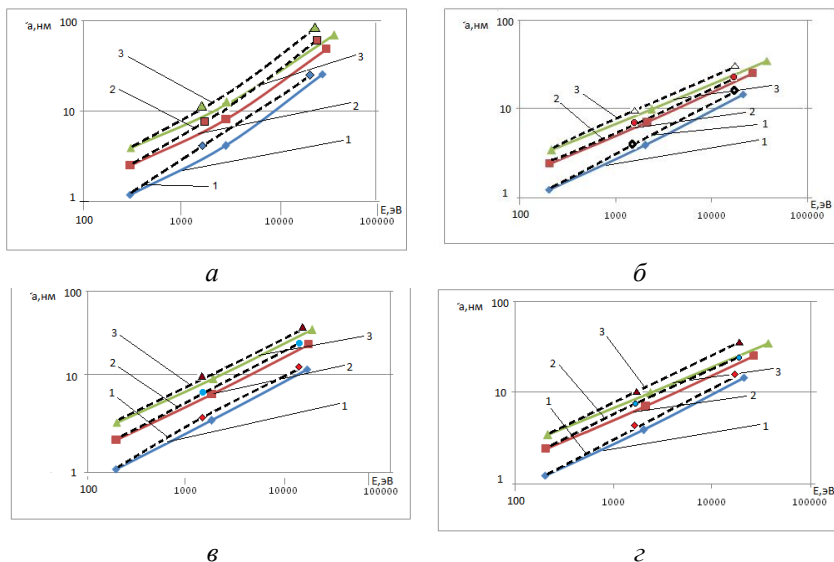


Рис. 2 – Зависимость размера зерна от энергии ионов а) N^{+} , б) O^{+} , в) Zr^{+} , г) Hf^{+} (с зарядом: 1– $z = 1$; 2– $z = 2$; и 3– $z = 3$) при их действии на алюминиевый сплав D16T с учетом (—) и без учета (---) энергии на кристаллизацию

Для ионов кислорода с энергией 200 эВ они лежат в пределах (1,5–5,5) нм, тогда как размер зерна увеличивается до 10–50 нм при действии ионов кислорода с энергией 20000 эВ. Для случая действия ионов циркония с энергией 200 эВ размер зерна лежит в пределах (1,2–7) нм, а при энергии ионов 20000 эВ размер зерна увеличивается до (12–35) нм, затрачиваемая энергия на получение наноструктур увеличивается. При действии ионов гафния с энергиями большими 200 эВ размер зерна лежит в пределах (1,3–6) нм, тогда как в случае энергий более 20000 эВ, размер зерна увеличивается, но правда менее существенно, чем для ионов азота и кислорода.

Выводы:

1. Показано, что энергия кристаллизации существенно увеличивает необходимую энергию ионов для получения тех же размеров зерна. При энергиях вблизи 200 эВ она колеблется в пределах от 0,1 до 7 эВ, т.е. можно не учитывать, тогда как при энергиях близких к 20000 эВ энергия кристаллизации составляют значения от 180 до 11000 эВ причем энергия максимальна для ионов кислорода.

2. Показано, что заряд ионов существенно влияет на энергию кристаллизации: для больших зарядов ионов она увеличивается существенно в случае энергий $2 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4$ эВ.

3. Показано, что необходимо учитывать энергию кристаллизации только при энергиях $2 \cdot 10^3$ – $2 \cdot 10^4$ эВ, учет которой позволяет уточнить технологические параметры для получения требуемых размеров зерна.

Литература

1. Костюк Г.И. Нанотехнологии: выбор технологических параметров и установок, производительность обработки, физико-механические характеристики наноструктур : монография / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2014. – 472 с.

2. Костюк Г. И. Нанотехнологии: теория, эксперимент, техника, перспективы : монография / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2012. – 648 с.

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГИИ ИОНОВ ПРИ НАНЕСЕНИИ НАНО- И СУБМИКРОПОКРЫТИЯ НА РИ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОЧЕНИЯ ЧУГУНА ТВЕРДЫМИ СПЛАВАМИ

¹Костюк Г.И., ¹Кантемир И.В., ¹Постельник Т.А., ²Костюк Е.Г.
¹НАУ “ХАИ” им. Н.Е. Жуковского

²Украинская инженерно-педагогическая академия,
Харьков, ул. Чкалова, 17, +0577884206, g.kostyuk206@yandex.ru

Рассматривались такие параметры эффективности [1–5]: наиболее объективный (по нашему мнению) снимаемый объем материала за период стойкости режущего инструмента; производительность обработки; стойкость режущего инструмента.

Исследование этих величин проводилось для точения специального чугуна (НВ) РИ из твердых сплавов Т15К6, ТН20, МС221 (ТТ10К8), ВК8, Сандвик Коромант, МС146 и минералокерамики ВОК-60 с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN.

Важным технологическим параметром при нанесении покрытия является энергия ионов, поэтому проведем исследование критериев эффективности обработки от энергии ионов. Так зависимости снимаемого объема за период стойкости от энергии ионов представлены на рис. 1. Видно, что при энергии ионов 110 эВ наблюдается максимальный снимаемый объем. Снимаемые объемы материала за период стойкости большие, чем 10^6 мм³ реализуются для материалов РИ МС221, ВК8 и ВОК-60, они приближаются или достигают этого значения для Сандвик Коромант (Н13) и МС146, для остальных – лежат в пределах $(7–8) \cdot 10^5$ мм³. При увеличении энергии ионов до 250 эВ снимаемые объемы для РИ из МС221 и ВК8 с покрытием остаются больше

или равными 10^6 мм^3 , для РИ из ВОК-60, МС146 и Т15К6 – лежат в диапазоне $(8-9) \cdot 10^5 \text{ мм}^3$, а для ТН20 и Сандвик Коромант снижаются до $6,8 \cdot 10^5$ и $4,9 \cdot 10^5 \text{ мм}^3$ (рис. 1). Дальнейший рост энергии ионов до 350 эВ приводит к снижению снимаемого объема материала за период стойкости для ВК8, МС221 и Т15К6 до величин $(7,7-9,6) \cdot 10^5 \text{ мм}^3$, для ТН20 и ВОК-60 – до $(6,2-6,5) \cdot 10^5 \text{ мм}^3$, а для Сандвик Коромант – до $4,7 \cdot 10^5 \text{ мм}^3$. Увеличение энергии ионов до 500 эВ приводит к дальнейшему снижению снимаемого объема материала за период стойкости для ВК8 и ТН20 до $(7,3-7,6) \cdot 10^5 \text{ мм}^3$, для всех остальных покрытий – до $(3-4,2) \cdot 10^5 \text{ мм}^3$.

Снижение снимаемого объема очевидно связано с ростом размера зерна при увеличении энергии ионов, что приводит к уменьшению микротвердости покрытия, а, следовательно, снижает износостойкость (абразивный износ).

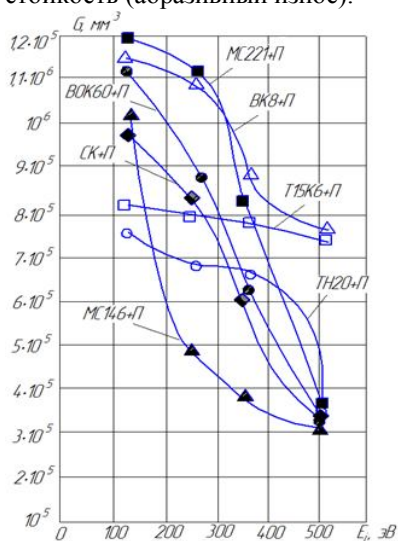


Рис. 1 – Зависимости снимаемого объема материала за период стойкости РИ с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN от напряжения смещения на подложке (энергии ионов) для РИ из твердых сплавов

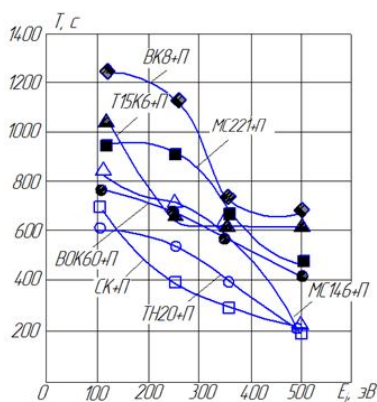


Рис. 2 – Стойкость РИ с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN от энергии ионов при обработке чугуна РИ из токарных сплавов

Стойкость РИ с покрытием является важной характеристикой при обработке длинномерных изделий, когда необходимо чтобы время обработки было кратно стойкости, тогда будет эффективно использоваться такой критерий. На рис. 2 для режимов резания с максимальной

стойкостью построены зависимости стойкости РИ с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN.

Видно, что также как и для зависимости $G = f(E_i)$ зависимость $T_c = f(E_i)$ имеет максимум при $E_i = 110$ эВ, причем максимальное значение стойкости реализуется для РИ из твердого сплава ВК8 ($T_c = 1250$ с), для МС221 и Т15К6 вблизи $T_c = 1000$ с, для МС146 и ВОК-60 вблизи $T_c = 800$ с, для Сандвик Коромант и ТН20 в диапазоне 600–700 с, повышение энергии до 250 эВ снижает стойкость примерно на 100 с для ВК8 и МС221, МС146, а для Т15К6, ВОК-60 и Сандвик Коромант – на 300 с. Увеличение энергии до 350 эВ приводит к дальнейшему снижению стойкости ВК8 на 350 с, ВОК-60, Сандвик Коромант и ТН20 на 100–150 с. При энергии ионов 500 эВ снижение стойкости для ВК8 – 50 с, для Сандвик Коромант – 40 с, для Т15К6 на 40 с, а для ТН20 – 170 с. Видно, что повышение энергии ионов при нанесении покрытия приводит к снижению стойкости РИ из твердых сплавов. Этот эффект следует учитывать при выборе технологических режимов при нанесении покрытий.

При решении вопроса обработки деталей, определяющих выпуск готовых изделий и узлов, важным критерием является производительность обработки, поэтому было проведено исследование влияния энергии ионов при нанесении покрытий на производительность обработки – П, результаты которого представлены на рис. 3.

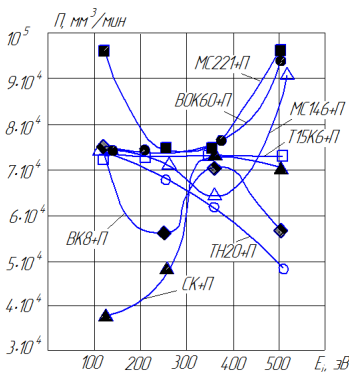


Рис. 3 – Влияние энергии ионов на производительность обработки (обработка специального чугуна режущим инструментом с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN, а также из твердых сплавов)

Видно, что для МС221, ВК8 и МС146 наблюдаются зависимости с максимумами при энергии 110 эВ и вблизи 500 эВ $(7,4–9,5) \cdot 10^4$ мм³/мин, тогда как при энергиях ионов 250 и 350 эВ она

минимальна. Для Сандвик Коромант с ростом энергии ионов производительность растет и при 350–500 эВ достигает $7 \cdot 10^4$ мм³/мин. В то же время для ТН20 с ростом энергии ионов производительность падает с 7,5 мм³/мин (110 эВ) до $5 \cdot 10^4$ мм³/мин, (500 эВ). Такие метаморфозы связаны с влиянием температуры при нанесении покрытия, когда в зависимости от характера влияния температуры на микротвердость, модуль упругости и другие характеристики неоднозначны, что приводит к неопределенности характера их зависимостей от энергий ионов.

Выводы:

1. Показано, что с ростом энергии ионов (нанесение покрытия) реализуется снижение снимаемого объема материала за период стойкости при точении специального чугуна для РИ с покрытием 0,18 HfN + 0,82 ZrN широкого круга твердых сплавов и минерало-керамики ВОК-60.

2. Обнаружено снижение стойкости РИ с ростом энергии ионов при нанесении покрытия, которое, очевидно, связано с ростом зерна и со снижением микротвердости, снижением модуля упругости, а также изменения адгезионного взаимодействия и других физико-механических характеристик.

3. Режимы с максимальной производительностью существенно отличаются от аналогичных по снимаемому объему материала за период стойкости РИ. Существует два режима при $E_i = 110$ эВ и $E_i = 500$ эВ (МС221, ВК8, Т15К6, ВОК-60, ТН20) с максимумом производительности или режимов с ростом производительности (Сандвик Коромант, максимум при $E_i = 500$ эВ) или наоборот снижением производительности с ростом энергии иона (ТН20). Все это очевидно связано с изменением физико-механических характеристик из-за достижения критических температур.

Литература

1. Костюк Г. И. Нанотехнологии: выбор технологических параметров и установок, производительность обработки, физико-механические характеристики наноструктур : монография / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2014. – 472 с.

2. Костюк Г. И. Нанотехнологии: теория, эксперимент, техника, перспективы : монография / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2012. – 648 с.

3. Костюк Г. И. Эффективные покрытия и модифицированные упрочненные слои на режущих инструментах : моногр.-справочник / Г. И. Костюк. – К. : Изд. центр Междунар. академии наук и инновац. технологий, 2012. – 728 с.

4. Костюк Г. И. Наноструктуры и нанопокрyтия: перспективы и реальность : учеб. пособие / Г. И. Костюк. – Х. : НАУ “ХАИ”, 2009. – 406 с.

5. Костюк Г. И. Физико-технические основы нанесения покрытий, ионной имплантации и ионного легирования, лазерной обработки и упрочнения, комбинированных технологий : в 2 кн. / Г. И. Костюк. – К. : Изд-во АИНУ, 2002. – 1030 с.

ВЛИЯНИЕ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ pH НА СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРРИТОВ МЕТОДОМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ С УЧАСТИЕМ АВТОГОРЕНИЯ

*Бушкова В.С., Остафийчук Б.К. ГВУЗ “Прикарпатский национальный университет им. В. Стефаника”, г. Ивано-Франковск, ул. Шевченка, 57
тел. +380342222140, e-mail: bushkovavira@rambler.ru*

Развитие современной наноэлектроники идет по пути уменьшения габаритов устройств. С другой стороны, классические методы производства подходят к технологическому барьеру, когда размер устройства несколько снижается, зато экономические затраты возрастают экспоненциально. Нанотехнология – это следующий логический шаг развития наукоемких производств. Для дальнейшего прогресса необходимо создание материалов, разработанных на основе наночастиц с уникальными характеристиками, вытекающими из микроскопических размеров их составляющих. Поэтому в настоящее время ведется интенсивный поиск методов синтеза сложных оксидных материалов. Наиболее распространенными способами получения оксидных материалов являются методы осаждения или смешивания соответствующих компонентов с последующими стадиями термической обработки, как правило, затрудняющие получать однофазные продукты из бинарных и более сложных систем. На сегодняшний день среди способов получения наноматериалов большое внимание уделяют золь-гель методам.

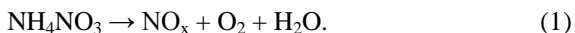
Ферриты системы $Ni_xCo_{1-x}Fe_2O_4$, где $x = 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$, были синтезированы методом золь-гель с участием автогорения [1], который является разновидностью золь-гель способа синтеза химически модифицированных материалов и, на сегодняшний день, получил большое применение на практике. Этот метод – достаточно простой и не требует никакой сложной и дорогостоящей аппаратуры, поэтому является одним из наиболее перспективных методов получения наноматериалов, что позволяет синтезировать сложные оксидные системы, в том числе и ферритовые порошки различных химических составов для магнитных приборов и узлов электронной техники.

С точки зрения энергозатрат, метод золь-гель с участием автогорения, по сравнению с керамическим, является экономичным способом получения сложных оксидных систем [2]. Технология данного метода заключается в синтезе материалов с заданными физическими и химическими свойствами, включая получение золя и последовательное превращение его в гель.

Представляло интерес, выяснить как влияет рН золя на синтез и свойства нанокристаллических ферритовых частиц. Для этого был проведен термический анализ ксерогелей с использованием синхронного термического анализатора STA 449 F3 Jupiter в режиме линейного нагрева со скоростью 10 °С/мин в диапазоне температур 25–800 °С, в результате чего были экспериментально получены кривые термогравиметрического (ТГ) и дифференциального термического анализа (ДТА). Фазовый состав контролировался с помощью рентгеноструктурного анализа, который проводился на дифрактометре ДРОН-3 с использованием $\text{Cu}(\text{K}\alpha)$ излучения. Морфологию порошков исследовано с помощью растрового электронного микроскопа NeoScore JSM-5000 производства JEOL.

Определение структурно-адсорбционных характеристик синтезированных образцов проведено путем анализа изотерм сорбции азота при температуре $T = 77 \text{ K}$ с помощью автоматического сорбтометра Quantachrome Autosorb (Nova 2200e). Порошки заранее дегазировались в вакуумной камере с остаточным давлением 1,3 Па при температуре 100 °С в течение 20 часов. Удельную площадь поверхности образцов рассчитано с помощью многоточечного метода Брунауэра–Эммета–Теллера при линейном графике зависимости $1/[W(P_0/P)-1]$ от P/P_0 в области изотермы адсорбции, ограниченной диапазоном $P/P_0 = 0,05-0,35$. Для характеристики пористой структуры ферритовых порошков вычислено суммарный объем пор V_{Σ} по объему адсорбированного азота при $P/P_0 > 0,995$. Распределение пор по размерам установлено методом Баррета–Джойнер–Халенды за изотермой десорбции.

На рис. 1 представлено ТГ-ДТА кривые ксерогеля с рН = 7, где наблюдается резкий экзотермический пик при температуре 210 °С. При этой температуре нитрат аммония NH_4NO_3 , который образовался вследствие сочетания аммиачной воды с азотной кислотой, распадается с освобождением NO_x и O_2 согласно реакции [3]:



В данном случае кислород ускоряет процесс горения и поэтому большое количество тепла генерируется в экзотермической реакции. Это и приводит к автогорению ксерогеля. Для рН = 3 температура

автогорения составляет $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом наблюдается экзотермический пик. Присутствие оптимального количества аммиачной воды в золе приводит к быстрому распаду NH_4NO_3 и ускорению автогорения.

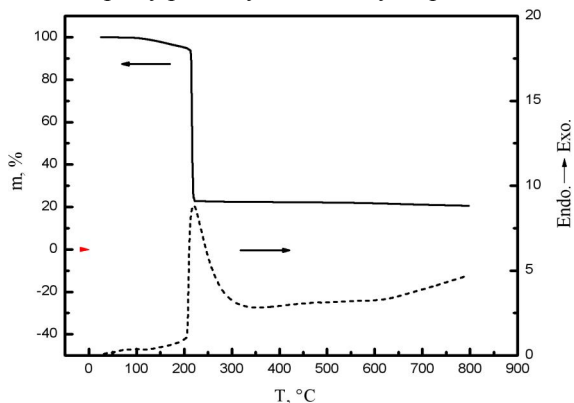


Рис. 1 – ТГ-ДТА кривые ксерогеля

Наблюдения показали, что если уровень pH находится в интервале 2–4, то ксерогель имеет плотную микроструктуру. При $\text{pH} > 6$ сухой гель содержит много пор. Это объясняется следующим образом: формирование пористой структуры происходит вследствие освобождения газов NH_3 , NO_x и H_2O , что и влияет на пористость полученных порошков. Поэтому, если уровень pH находится в интервале 6–8, то это приводит к получению высокопористых нанопорошков (рис. 2).

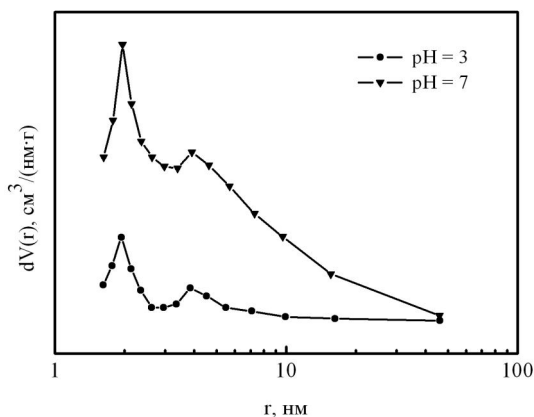


Рис. 2 – Распределение объема пор по размерам

Средний диаметр частиц никель-кобальтовых порошков установлен с использованием формулы Шеррера:

$$\langle D \rangle = \frac{0,9\lambda}{\beta \cdot \cos\theta}, \quad (2)$$

где β – эффективная полуширина пика дифракции рентгеновских лучей с длиной волны λ на углу θ . С ростом уровня pH размер частиц увеличивается с 25 до 50 нм. Сравнение размера кристаллитов согласно результатам рентгенанализа и сканирующей электронной микроскопии свидетельствует о том, что полученные с помощью метода золь-гель с участием автогорения ферритовые порошки образуют агломераты.

Выводы. Согласно экспериментальным наблюдениям процесса автогорения ксерогелей с разным уровнем pH обнаружено, что горение ксерогеля зависит от значения pH: чем больше уровень pH, тем быстрее происходит процесс автогорения. Распад NH_4NO_3 в ксерогеле приводит к ускорению автогорения. Поскольку процесс автогорения завершается в рекордные сроки, то размер частиц ферритовых порошков находится в нанометровом диапазоне. При высоком pH большое количество нитрата аммония остается в сухом геле, который при сушке освобождается в виде газов, что ведет к пористости наночастиц.

Литература

1. Sol-Gel Synthese und Eigenschaften der weichmagnetischen Nanoferrite und Verbundwerkstoffen. Physik und Technologie der Nanoferrite mit dem Bariumtitanat : Monographie / A. Kopaev, V. Bushkova, B. Ostafiychuk. – Saarbrücken : Lap Lambert Academic Publishing, 2013. – 154 s.
2. Остафійчук Б. К. Рентгеноструктурні та електронно-мікроскопічні дослідження діамантно-заміщених феритових систем / Б.К. Остафійчук, В. С. Бушкова, О. В. Копаєв, І. П. Яремій // Фізика і хімія твердого тіла. – 2013. – Т. 14, № 3. – С. 508 – 512.
3. Бушкова В.С. Інфрачервоні спектроскопічні дослідження нанокристалічних феритів зі структурою шпінелі / В. С. Бушкова, І. Я. Вилка // Металлофізика и новейшие технологии. – 2011. – Т. 33. – С. 173–179.

NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS FOR ENVIRONMENTAL AND HEALTH

*Kryshstal N.A., Pochechuev A.M., Unrod V.I., Ternova L.U.
Cherkasy State Technological University, 460/2 Shevchenko Blvd., e-mail: unrod@mail.ru*

Nanotechnological products, processes and applications are expected to contribute significantly to environmental and climate protection by

saving raw materials, energy and water as well as by reducing greenhouse gases and hazardous wastes. Using nanomaterials therefore promises certain environmental benefits and sustainability effects. Note, however, that nanotechnology currently plays a rather subordinate role in environmental protection, whether it be in research or in practical applications. Environmental engineering companies themselves attach only limited importance to nanotechnology in their respective fields.

Nanotechnology is being used in several applications to improve the environment. This includes cleaning up existing pollution, improving manufacturing methods to reduce the generation of new pollution, and making alternative energy sources more cost effective.

In trying to help our ailing environment, nanotechnology researchers and developers are pursuing the following avenues.

1. Generating less pollution during the manufacture of materials. One example of this is how researchers have demonstrated that the use of silver nanoclusters as catalysts can significantly reduce the polluting by-products generated in the process used to manufacture propylene oxide. Propylene oxide is used to produce common materials such as plastics, paint, detergents and brake fluid.

2. Producing solar cells that generate electricity at a competitive cost. Researcher have demonstrated that an array of silicon nanowires embedded in a polymer results in low cost but high efficiency solar cells. This, or other efforts using nanotechnology to improve solar cells, may result in solar cells that generate electricity as cost effectively as coal or oil.

3. Increasing the electricity generated by windmills. Epoxy containing carbon nanotubes is being used to make windmill blades. The resulting blades are stronger and lower weight and therefore the amount of electricity generated by each windmill is greater.

4. Cleaning up organic chemicals polluting groundwater. Researchers have shown that iron nanoparticles can be effective in cleaning up organic solvents that are polluting groundwater. The iron nanoparticles disperse throughout the body of water and decompose the organic solvent in place. This method can be more effective and cost significantly less than treatment methods that require the water to be pumped out of the ground.

5. Cleaning up oil spills. Using photocatalytic copper tungsten oxide nanoparticles to break down oil into biodegradable compounds. The nanoparticles are in a grid that provides high surface area for the reaction, is activated by sunlight and can work in water, making them useful for cleaning up oil spills.

6. Capturing carbon dioxide in power plant exhaust. Researchers are developing nanostructured membranes designed to capture carbon dioxide in the exhaust stacks of power plants instead of releasing it into the air.

7. Clearing volatile organic compounds (VOCs) from air. Researchers have demonstrated a catalyst that breaks down VOCs at room temperature. The catalyst is composed of porous manganese oxide in which gold nanoparticles have been embedded.

8. Reducing the cost of fuel cells. Changing the spacing of platinum atoms used in a fuel cell increases the catalytic ability of the platinum. This allows the fuel cell to function with about 80% less platinum, significantly reducing the cost of the fuel cell.

9. Storing hydrogen for fuel cell powered cars. Using graphene layers to increase the binding energy of hydrogen to the graphene surface in a fuel tank results in a higher amount of hydrogen storage and a lighter weight fuel tank. This could help in the development of practical hydrogen-fueled cars.

Nanotechnology has direct beneficial applications for medicine and the environment, but like all technologies it may have unintended effects that can adversely impact the environment, both within the human body and within the natural ecosystem. While taking advantage of this new technology for health, environmental, and sustainability benefits, science needs to examine the environmental and health implications.

Nanotechnology has reached critical mass. Nowhere is this more evident than in medicine. Rising medical costs, demands for less-invasive procedures and pressures for immediate feedback of medical conditions, all point to nanotechnology as offering a new approach in healthcare. According to U.S. National Science Foundation estimates, by 2015 the annual global market for nano-related goods and services will top \$1trillion, thus making it one of the fastest-growing industries in history. Assuming that these figures prove to be accurate, nanotechnology will emerge as a larger economic force than the combined telecommunications and information technology industries at the beginning of the technology boom of the late 1990s.

References

1. Unrod V. Introduction to the science of nanomaterials and nanotechnologies : uchebnoe posobie. – Cherkassy: Yzdatel' Chabanenko Yu. A., 2013.

2. <http://www.nanowerk.com/nanotechnology-and-the-environment.php>

3. <http://www.understandingnano.com/environmental-nanotechnology.html>

4. <http://www.reuters.com/article/2008/10/09/idUS181349+09-Oct-2008+MW20081009>

АПРОКСИМАЦІЯ ФУНКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ АПАРАТУ МАЖОРАНТ НЬЮТОНА

*Гришинська Н.В., Драч І.В.
Хмельницький національний університет, ²e-mail: cogitare@list.ru*

Теорію мажорант і діаграм Ньютонa, розроблену для степеневих рядів функцій однієї комплексної змінної, широко використовували в своїх дослідженнях Пуізо, Дюма, Адамар, Валірон, О. Островський і інші математики. Дальший розвиток цієї теорії в основному належить О. Костовському, Г.Г. Цегелику [1, 2].

Як застосування цього апарату, побудовано клас наближених методів пошуку інформації в файлах баз даних, що використовують характеристики діаграми Ньютонa послідовності значень пошукового ключа, яким характеризуються записи файла. Пізніше апарат неklasичних мажорант і діаграм Ньютонa було узагальнено на функції дійсних змінних, заданих на опуклих множинах евклідового простору. При цьому виявилось, що побудований математичний апарат можна широко використати для розробки нових ефективних чисельних методів розв'язування деяких класів задач алгебри, математичного аналізу, диференціальних рівнянь тощо.

Метою статті є використання теорії неklasичних мажорант і діаграм Ньютонa для апроксимації функцій дійсної змінної.

Нехай $f(x)$ є логарифмічно вгнутою функцією на проміжку $[a, b]$ і на цьому проміжку задовольняє умову Ліпшиця зі сталою L . Виберемо на $[a, b]$ систему рівновіддалених вузлів $x_i = x_0 + ih$ ($i = 0, 1, \dots, n$),

де $x_0 = a$, $h = \frac{b-a}{n}$. Побудуємо для функції $y = f(x)$ мажоранту Ньютонa, визначену на проміжку $[a, b]$, за точками x_0, x_1, \dots, x_n . По-

значимо її через $M_f^{(n)}(x)$. $M_f^{(n)}(x) = \left(a_p^{x_q-x} \cdot a_q^{x-x_p} \right)^{\frac{1}{x_q-x_p}}$

Оскільки $f(x)$ – логарифмічно вгнута функція, то $M_f^{(n)}(x)$ на кожному з проміжків $[x_i, x_{i+1}]$ ($i = 0, 1, \dots, n-1$) збігається з мажорантою Ньютонa, побудованою для функції $f(x)$ за двома точками x_i і x_{i+1} .

Теорема 1. Якщо для функції $f(x) \in C[a, b]$ виконуються умови:

- 1) $f(x)$ є логарифмічно вгнутою функцією на $[a, b]$;
- 2) $f(x)$ на $[a, b]$ задовольняє умову Ліпшиця з сталою L , то

$\lim_{n \rightarrow \infty} M_f^{(n)}(x) = f(x)$ рівномірно по $x \in [a, b]$ і \exists натуральне N_0 таке, що $\forall n \geq N_0$ буде справедлива оцінка $0 \leq M_f^{(n)}(x) - f(x) \leq \frac{L(b-a)}{n}$.

Доведення. Знайдемо таке натуральне число N_0 , що при кожному $n \geq N_0$ на всіх проміжках $[x_i, x_{i+1}]$, $i = 0, n-1$ функція $f(x)$ буде монотонно зростаючою або монотонно спадною. Тоді для будь-якого $x \in [a, b]$

$$|f(x) - M_f^{(n)}(x)| \leq \max_{0 \leq k \leq n-1} \max_{x \in [x_k, x_{k+1}]} |f(x) - M_f^{(n)}(x)| \leq \max_{0 \leq k \leq n-1} |f(x_k) - f(x_{k+1})| \leq \frac{L(b-a)}{n}.$$

Отже, для будь-якого $x \in [a, b]$:

$$|f(x) - M_f^{(n)}(x)| \leq \frac{L(b-a)}{n}.$$

Звідси випливає рівномірна збіжність $M_f^{(n)}(x)$ до $f(x)$.

Нехай тепер $f(x) \in C[a, b]$ є довільною функцією, яка задовольняє умову Ліпшиця з сталою L на $[a, b]$. Припустимо, що $f(x) > 0$ для всіх $x \in [a, b]$. Виберемо на $[a, b]$ систему рівновіддалених вузлів $\bar{x}_i = \bar{x}_0 + ih$ ($i = 0, 1, \dots, n$), де $\bar{x}_0 = a$, $h = \frac{b-a}{n}$. Доповнимо цю систему критичними точками функції $f(x)$, які належать проміжку $[a, b]$ і не входять у вибрану систему вузлів (якщо такі існують). В результаті такого доповнення одержимо нову систему вузлів x_0, x_1, \dots, x_{n+m} , де $a = x_0 < x_1 < \dots < x_{n+m} = b$, m ($m \geq 0$) – кількість критичних точок функції $y = f(x)$, які належать проміжку $[a, b]$ і не входять в систему вузлів $\bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n$. Для нової системи вузлів виконується умова $x_{i+1} - x_i \leq h$ ($i = 0, 1, \dots, n+m-1$).

Побудуємо функцію $g_n(f, x)$, визначену на $[a, b]$, яка на кожному з проміжків $[x_i, x_{i+1}]$ збігається з мажорантою Ньютона, побудованою для функції $f(x)$ за двома точками x_i і x_{i+1} . Очевидно, $g_n(f, x) \in C[a, b]$.

Теорема 2. Якщо функція $f(x) \in C[a, b]$ на проміжку $[a, b]$ задовольняє умову Ліпшиця зі сталою L , то $g_n(f, x) \rightarrow f(x)$ рівномірно по $x \in [a, b]$ і справедлива оцінка $|f(x) - g_n(f, x)| \leq \frac{L(b-a)}{n}$.

Доведення. Нехай

$$\max_{x \in [a, b]} |f(x) - g_n(f, x)| = \max_{x \in [x_k, x_{k+1}]} |f(x) - g_n(f, x)|.$$

Оскільки на проміжку $[x_k, x_{k+1}]$ функція $g_n(f, x)$ збігається з мажорантою Ньютона, побудованою для $f(x)$ за двома точками x_k та x_{k+1} , і на цьому проміжку $f(x)$ монотонно спадає або зростає, то

$$\max_{x \in [x_k, x_{k+1}]} |f(x) - g_n(f, x)| \leq |f(x_k) - f(x_{k+1})| \leq L |x_k - x_{k+1}| \leq \frac{L(b-a)}{n}.$$

Остання нерівність і доводить теорему.

Розглянемо випадок, коли функція $f(x)$ на проміжку $[a, b]$ може мати скінченне число точок розриву першого роду, тобто $f(x)$ є кусково-неперервною функцією на $[a, b]$. Не зменшуючи загальності, будемо вважати, що $f(x) > 0$ для всіх x , в яких функція визначена. Припустимо, що функція $f(x)$ на тих проміжках, які не містять точок розриву, задовольняє умову Ліпшиця з сталою L , а максимальний за абсолютною величиною скачок функції $f(x)$ на проміжку $[a, b]$ дорівнює l .

Виберемо на $[a, b]$ систему рівновіддалених вузлів $\bar{x}_i = \bar{x}_0 + ih$ ($i = 0, 1, \dots, n$), де $\bar{x}_0 = a$, $h = \frac{b-a}{n}$. Доповнимо цю систему критичними точками функції $f(x)$, які належать проміжку $[a, b]$ і не входять у вибрану систему вузлів (якщо такі існують). Зауважимо, що до критичних точок відносимо і точки розриву функції $f(x)$. В результаті такого доповнення одержимо нову систему вузлів x_0, x_1, \dots, x_{n+m} , де $a = x_0 < x_1 < \dots < x_{n+m} = b$, m ($m \geq 0$) – кількість критичних точок функції $f(x)$, що належать проміжку $[a, b]$ і не входять в систему $\bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n$. Для нової системи вузлів виконується умова $x_{i+1} - x_i \leq h$ ($i = 0, 1, \dots, n + m - 1$). Далі користуємось попередньою методикою [3, 4]. Якщо вимагати від функції $f(x)$ більшої гладкості, то якість наближення функції $f(x)$ за допомогою функції $M_f^{(n)}(x)$ покращується.

Література

1. Цегелик Г. Г. Мажоранты и диаграммы Ньютона функций действительной переменной, заданных в промежутке // Докл. АН УССР. Сер. А. 1987. – № 6. – С. 18–19.
2. Цегелик Г. Г. Теория мажорант и диаграмм Ньютона функций, заданных таблично, и ее приложение / Г. Г. Цегелик // Укр. матем. журн. 1989. – Т. 41. – № 9. – С. 1273–1276.
3. Цегелик Г. Г. Теорія некласичних мажорант і діаграм Ньютона функцій, заданих таблично, та її застосування / Г. Г. Цегелик, Н. В. Федчишин // Тези доп. міжнарод. конф. “Теорія апроксимацій та чисельні методи”. – Рівне, 1996. С. 86.
4. Цегелик Г. Г. Використання апарату некласичних мажорант і діаграм Ньютона функцій, заданих таблично для апроксимації функцій / Г. Г. Цегелик, Н. В. Федчишин // Доп. НАН України. Математика. Природознавство. Технічні науки. – 2001. – № 6. – С. 32–37.

THE ORGANIZATION OF WIRELESS DATA TRANSMISSION FOR ANALOG-DIGITAL TRAINING LABORATORY MODELS

*Vlasiuk H.H., Spivak V.M., Shalomeiev A.V.
National Technical University of Ukraine “Kyiv polytechnic institute”
Ukraine, Kyiv, Polytechnichna str., 16, e-mail: viktor_m53@mail.ru*

Due to intense informatization process of educational branch, interactive and universal devices for training laboratory research become more and more popular.

A variety of existing digital laboratories for different electronics or electric engineering disciplines etc. are based on a virtual devices usage to do the laboratory research, which leads to degradation of education efficiency because of the lack of students' practical skills and to disorientation in quantitative technical parameters of the real elements and devices. As a rule, other laboratories [1] have a limited set of sensors and a necessity of periodic calibration; they use an analog interface, which is obsolete and sensitive to electromagnetic interferences and also rather expensive software, which not always makes possible the statistical processing of measured parameters. To solve these problems it is reasonable to create electronic laboratory models, which will let do the research of electronic elements and devices in a real time.

The comparison of the existing electronic laboratory models parameters. The most popular electronic laboratory model producers such as Vernier, Pasco, Fourier, Science Cube, L-micro etc., presume different

ways of information gathering and registration [2]. Among them there are four most wide-spread:

The first way is using so-called Data Logger – data registrars – devices, provided with an indicator or a screen, which let display the results of measurements and in certain cases build graphs, save and process data. Sensors are connected directly to these devices. One of such devices produced by PASCO company, is called SPARK Science Learning System. This device has such specifications as touch screen, simplicity of controlling, built-in sensors of voltage, more than 60 programmed laboratory works, 4 sensor ports of common use, 2 universal ports for most PASPORT sensors using, built-in memory: 1 Gb, 2 USB ports, battery power supply.

The second way is using computer measuring blocks – devices which also function as analog-digital converters, that are connected to USB ports. Sensors are connected directly to these devices. For example, model USBLink by FOURIER company. Its main specifications are mini-USB port to connect with PC, 4 Mini Din ports for 4 sensors in Auto Detect mode and 8 sensors in “Define” mode, 12-bit discretization interval, and frequency to 20 thousands per second. There is also wireless model of this device that uses Bluetooth technology and is called Nova Air.

The third way is connection to specialized computer with built-in analog-digital block of conversion. The NOVA 5000 by FOURIER company has following specifications: processor Intel XScale PXA320 (624 MHz), 128 Mb ROM, built-in 2D graphic accelerator, flash memory 256 Mb NAND (1 GB option possible), set of program packages such as TextMaker 2008, PlanMaker 2008, mathematical program Inside Math, remote access program, PrintBoy printing program. Peripherals include local network port 10/100, integrated Wi-Fi 802.11 b/g, 3 USB 1.1 ports with ability to use keyboard, mouse, flash-memory etc.

The fourth way is connection directly to computer’s USB port. Each of such sensors is produced for example by “Naukovi Rozvagy” company. This device is provided with its own analog-digital converter.

Thus, all four ways of information gathering and registration have rather qualitative specifications but their main disadvantage is that they are rather expensive, considering also the price of the software. This fact really complicates the process of informatization and so the educational process of Ukrainian institutions. That’s why designing of the low cost domestic digital laboratories becomes rather interesting nowadays.

Wireless data transmission in the domestic digital-analog training laboratories

A digital-analog training laboratory [2] that is a dialling field, which includes a patch panel and a set of 42 modules; it is used for research in electronics by senior school pupils and sometimes students. To measure parameters pointer voltmeters and ammeters are used. But considering the

problem of global informatization of educational process, it is reasonable to improve the work of this model with the help of wireless data transmission implementation, i.e. replacement pointer devices with ADC and DAC.

To solve the problem of wireless data transmission organization, the use of Wi-Fi technology is proposed. The choice was made for the following reasons: low cost of Wi-Fi adapters for network deploying; modern technical devices support, for example mobile phones, notebooks, iphones, tablets etc.; data transfer rate up to 54 Mbit/sec, enough for work organization, considering the number of laboratory benches and digit capacity of ADC; several users can connect within coverage area; small dose of electro-magnetic radiation.

The conclusions. Thus, using low-cost Wi-Fi adapters, ADC and DAC, and appropriate software, it is possible to reduce cost noticeably, implement such training laboratories during modernization of existing laboratories with minimum financial cost, and also increase the efficiency of students' practical skills development during laboratory research of electronic elements and devices used in electronic and acoustic engineering. Moreover, software adaptation to different operational systems will expand the sphere of digital and analog-digital laboratory benches using.

References

1. Цифровые лаборатории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.polymedia.ru/oborudovanie/tsifrovyye-laboratorii/>
2. Пат. 8436 Україна, МПК⁵¹ G 01D 21/02. Навчальна цифрова електронна лабораторія / В. М. Співак, А. Т. Орлов, О. В. Богдан (Україна). – № 84363 ; заявл. 31.05.2012 ; опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20.

КЛАСИФІКАЦІЙНА СХЕМА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ

*Власюк Г., Співак В., Федорчук С.
НТУ "КПІ", 03056, Київ, просп. Перемоги, 37, e-mail: viktor_m53@mail.ru*

Для упорядкування базових знань, полегшення вивчення та вибору конкретних методів, систем і реалізації технічних засобів у сфері телекомунікації за технічними завданнями з використанням найбільш поширеної існуючої інформації доцільно систематизувати їх істотні ознаки, що можуть бути покладені в основу класифікаційної схеми телекомунікаційних мереж зв'язку (ТМЗ). Така класифікаційна схема може бути корисною й є затребувана також для структуризації інформації в різних галузях застосування ТМЗ, що дає можливість розширити функціональність за рахунок здійснення логічного виведення, навігації, в тому числі основних систем зв'язку.

Створення класифікаційної схеми телекомунікаційних мереж зв'язку. Для створення класифікаційної схеми вважаємо доцільним покласти системний аналіз існуючих поколінь, методів, принципів побудови і реалізації технічних засобів ТМЗ. Пропонується класифікаційна схема, яка показана на рис. 1, і складається з наступних конкретних поколінь ТМЗ, методів, систем і засобів технічної реалізації у сфері телекомунікації, а саме:

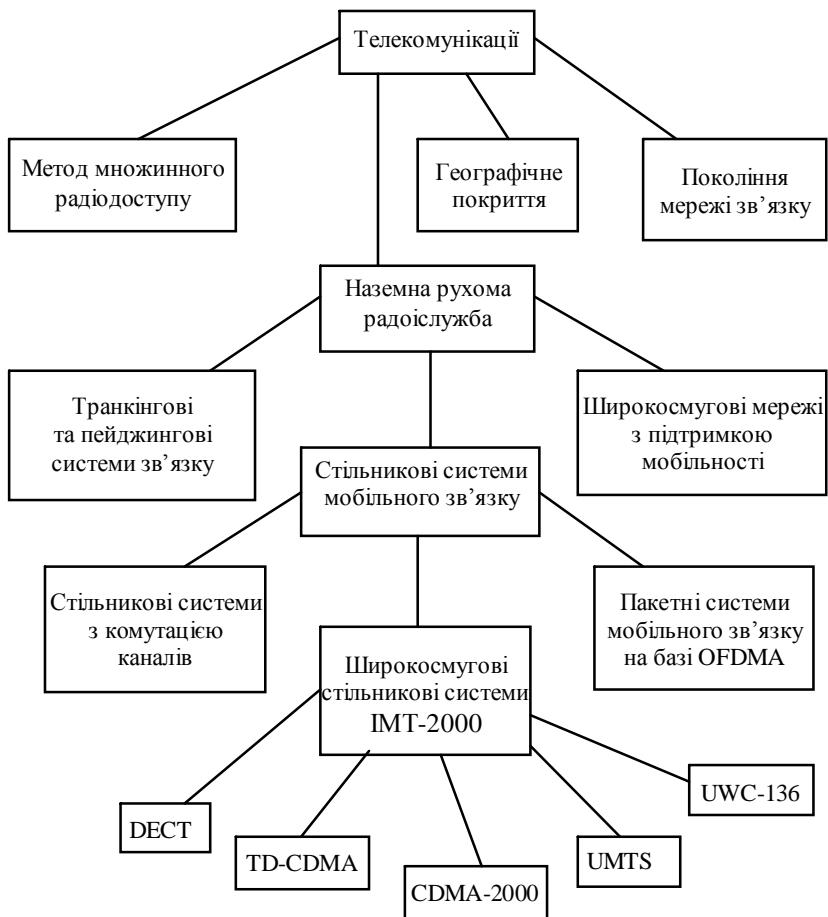


Рис. 1. Класифікаційна схема телекомунікаційних системи зв'язку

1. Покоління мережі зв'язку – використовується для класифікації мереж за типом технологій та елементної бази.
2. Метод множинного радіодоступу.

3. Географічне покриття – характеризує властивість мережі покривати зв'язком певну територію.

4. Наземна рухома радіослужба – відповідає за рухома радіо-службу між базовими станціями.

5. Стільникові системи мобільного зв'язку.

6. Ширококутові мережі з підтримкою мобільності.

7. Транкінгові та пейджингові системи зв'язку.

8. Стільникові системи з комутацією каналів – характеризує системи, які побудовані з використанням технологій D-AMPS, IS-95, GSM.

9. Ширококутові стільникові системи IMT-2000.

10. Пакетні системи мобільного зв'язку на базі OFDMA характеризує системи LTE та WiMAX.

11. DECT – описує технологію безпроводового зв'язку з модуляцією GSMK.

12. UWC-136 – характеризує технологію EDGE, що створена на основі стандарту GSM.

13. UMTS – описує технологію UMTS, яка побудована на основі W-CDMA.

14. CDMA-2000 – класифікує системи з методом множинного доступу з кодовим розділенням каналів.

15. TD-CDMA – описує технологію китайського стандарту мобільних мереж третього покоління.

У класифікаційній схемі ТМЗ, використані аббревіатури і умовні скорочення, наведені англійською мовою, так як вони використовуються в міжнародних стандартах та у загальновідомих літературних джерелах, а саме:

– D-AMPS – Digital Advanced Mobile Phone System;

– CDMA – Code Division Multiple Access;

– IS-95 – CDMAOne стандарт;

– W-CDMA – Wideband Code Division Multiple Access;

– TD-CDMA – Time Division Synchronous Code Division Multiple

Access;

– GSM – Global System for Mobile Communications;

– IMT-2000 – International Mobile Telecommunications for the year 2000;

– OFDMA – Orthogonal Frequency-Division Multiple Access;

– LTE – Long Term Evolution;

– WiMAX – Worldwide Interoperability For Microwave Access;

– DECT – Digital Enhanced Cordless Telecommunication;

– GSMK – Gaussian Minimum Shift Keying;

– UWC-136 – Universal Wireless Communications;

- EDGE – Enhanced Data Rates for GSM Evolution;
- UMTS – Universal Mobile Telecommunications System.

Висновки. В роботі запропонована класифікаційна схема телекомунікаційних мереж зв'язку, яка є корисною для упорядкування існуючої інформації з базових знань, вивчення та вибору конкретних методів, систем і технічних засобів реалізації за технічними завданнями у сфері телекомунікації. Запропонована в роботі онтологія є однією зі складових частин порталу знань. В подальшій роботі планується розвиток запропонованої онтології.

Література

1. Загоруйко Ю. А. Технология построения онтологий для порталов научных знаний / Ю. А. Загоруйко // Весник НГУ. Информационные технологии. – Т. 5, вып. 2. – С. 12–15.

СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБИГУ: ІНФОРМАЦІЙНИЙ БАЗИС ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ДИНАМІЧНИХ СИТУАЦІЙ

*Кунченко-Харченко В.І., Черкаський державний технологічний університет
бул. Шевченка 460, к. 309, 0679201860, kunchenco@mail.ru*

Виходячи з галузевої термінології, електронний документообіг включає у себе: створення документів, їхню обробку, передачу, збереження, вивід інформації, що циркулює в організації чи підприємстві на основі використання комп'ютерних мереж. При цьому, під рухом документів, мається на увазі не їх фізичне переміщення, а передача прав на їх обробку із повідомленням конкретних користувачів і контролем за їх виконанням.

Визначаючи поняття системи електронного документообігу (далі – СЕД) необхідно чітко враховувати його функціональне призначення, а саме забезпечення процесу створення, керування, доступу і розповсюдження великих обсягів документів у комп'ютерних мережах, забезпечення контролю над потоками документів в організації. Як правило ці документи зберігаються в спеціальних сховищах або в ієрархії файлової системи в наступних форматах: текстові документи, зображення, електронні таблиці, аудіодані, відеодані і веб-документи.

Необхідними умовами ефективного функціонування СЕД є автоматичне відстеження змін в документах, термінів виконання документів, руху документів, а також контроль всі їхні версії і підверсії.

Комплексна СЕД повинна охоплювати весь цикл діловодства підприємства чи організації – від визначення завдання на створення документа до його списання в архів, при цьому повинно бути забезпечено централізоване збереження документів у визначених форматах у тому числі складних композиційних документів.

У контексті документообігу й інформаційної технології для прогнозування циклів розвитку інтегрованих систем окреслюється ряд вимог до СЕД, а саме:

- поєднувати розрізнені потоки документів територіально віддалених підприємств у єдину систему;
- забезпечувати гнучке керування документами, як за допомогою жорсткого визначення маршрутів руху, так і шляхом вільної маршрутизації документів;
- мати можливість реалізувати чітке розмежування доступу користувачів до різних документів у залежності від їхньої компетенції, займаної посади і призначених їм повноважень;
- налаштовуватися на існуючу організаційно-штатну структуру і систему діловодства підприємства, а також інтегруватися з існуючими корпоративними системами.

Основними користувачами СЕД є великі державні організації, підприємства, банки, великі промислові підприємства і всі інші структури, чия діяльність супроводжується великим обсягом створюваних, оброблюваних і збережених документів. Саме такі організації є основним джерелом для вхідних даних автоматизованих систем прогнозування.

СЕД функціонує, переважно, на базі розподілених архітектур і використовують різноманітні комбінації технології збору, індексування, збереження, пошуку і перегляду електронних документів. У більшості таких систем реалізована ієрархічна система збереження документів. Кожен документ переміщується в теку, яка, у свою чергу, знаходиться на полиці і т.д. Кількість рівнів вкладення при збереженні документів необмежена. При проектуванні інформаційної технології обробки документів необхідно особливо враховувати той факт, що один і той самий документ може входити до складу декількох тек і сховищ за рахунок застосування механізму посилянь (вихідний документ у цьому випадку залишається незмінним і зберігається на місці, визначеному адміністратором СЕД).

У ряді СЕД реалізовані ще більш потужні механізми збереження документів за рахунок організації зв'язків між документами (ці зв'язки можна встановлювати і редагувати в графічному виді).

Технологія організації та обробки документів в СЕД така, що будь-якому документові в системі властивий певний набір атрибутів (наприклад, його назва, автор документа, час його створення і т.д.).

Набір атрибутів може змінюватися від одного типу документа до іншого (у межах одного типу документів він зберігається незмінним). У СЕД атрибути документа зберігаються в реляційній базі даних. Для кожного типу документів за допомогою візуальних засобів створюється шаблон картки, де в зрозумілому графічному вигляді представлені найменування атрибутів документа. При введенні документа в СЕД береться необхідний шаблон і заповнюється картка (заносяться значення атрибутів). Після заповнення, картка виявляється пов'язаною із самим документом.

Існують переконання, які підкріплені емпіричними дослідженнями, що СЕД цілком може стати основою корпоративної інформаційної системи підприємства чи організації.

У більшості випадків, серверна частина СЕД складається з наступних логічних компонентів:

1. Сховища атрибутів документів (карток).
2. Сховища документів.
3. Сервісів повнотекстової індексації.

Сховище атрибутів і сховище документів часто поєднують під загальною назвою “архів документів”. Слід зазначити, що великими перевагами СЕД є збереження документів у вихідному форматі та автоматичне розпізнавання безлічі форматів файлів.

Останнім часом все більшу популярність набуває збереження документів разом з реквізитами, які знаходяться в базі даних. Такий підхід має свої переваги і недоліки. Перевага – значне підвищення безпеки доступу до документів, а основний недолік – низька ефективність роботи з документами при великому обсязі збереженої інформації. При цьому підході також потрібне використання потужних серверів з великими обсягами оперативної пам'яті і жорстких дисків. Крім того, у випадку збою бази даних відновити документи, що зберігалися в ній, буде дуже непросто. Безперечно, в зв'язку з цим є актуальним питання створення “страхових” фондів та створення архіву мікрофільмування і мікрокопіювання, що є запорукою переваги створення останніх.

Модулі СЕД, що відповідають за документообіг, повинні мати чіткий маршрут документів із визначенням користувачів і суб'єктів чи об'єктів, фізичних та юридичних осіб по вертикалі та горизонталі системи управління.

У СЕД реалізовані надійні засоби розмежування повноважень і контролю за доступом до бази даних та документів. У більшості випадків з їхньою допомогою визначаються різні види доступу.

Отже, враховуючи що в постіндустріальному суспільстві основною умовою для створення ефективних механізмів взаємодії органів державного управління і суспільства є інформатизація всіх про-

цесів, які мають місце в повсякденній діяльності органів державної влади і суспільства, ефективне функціонування систем електронного документообігу надає можливість реформувати процес, зробити його більш дієвим і функціональним.

Література

1. Документалістика / В. І. Кунченко-Харченко. – Черкаси : ЧДТУ, 2006. – 148 с.
2. Іваненко П. І. Перехід до використання безпаперової інформаційної технології у процесах набуття право на об'єкти промислової власності / П. І. Іваненко // Інтелектуальна власність. – 2009. – № 9. – С. 19–23.
3. Інформаційні технології документообігу для прогнозування циклів розвитку інтегрованих систем : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / В. І. Кунченко-Харченко ; Укр. акад. друкарства. – Л., 2013. – 42 с.
4. Інформаційно-управлінське документування / В. І. Кунченко-Харченко. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 313 с.
5. Правове забезпечення використання електронного документообігу, електронних документів та електронного підпису у процесі набуття інтелектуальної власності на торгівельну марку / І. П. Іваненко // Часопис Київського університету права. – 2009. – № 4. – С. 251–257.
6. Система електронного документообігу в державному правлінні / Уклад.: І. В. Клименко, К. О. Линьов. – К. : НАДУ, 2006. – 32 с.

INFORMATION REDUNDANCY AS A UNIVERSAL AUTHENTICITY CONTROL TOOL

*Spivak V., Savchenko I. National Technical University of Ukraine "KPI",
Ukraine, Kyiv, 27 Peremogy Ave., e-mail: viktor_m53@mail.ru*

The problem of ensuring the reliability and of computer control systems for industrial use is discussed. Generalization of the method of redundant variables to arbitrary information processes regardless of their hardware or software implementation is proposed.

Authenticity, as usual, is understood as the probability of the absence of an error in a specific message, control action, command, etc. Unlike informational systems, the control systems of real objects (industrial, technological, defense, transportation, etc.) must meet exceptionally high demands on their reliability, including authenticity index. It is, above all, potentially hazardous manufacture and processes (energetics, defense, aerospace, product pipelines, state and international telecommunication sys-

tems, etc), which malfunction can lead to life threatening staff, environmental pollution, or at least to significant economic losses. Among the main causes of productivity decrease: physical (industrial and natural interference, breaks and short circuits in the channels of information transmission, failures and malfunctions of equipment); software (residual errors in programs); human factor. All these causes eventually appear as errors in the results either in information processing results or directly in the data received from, for example, technological sensors. It is obvious that the rapid detection of such errors is extremely important not just in terms of reliability but also in terms of system's security in general.

For example, what do you think is more important for a relatively simple device - a plane autopilot – its reliability (Mean Time Between Failures may be several hundreds of thousands of hours), or the probability of an undetected error in the management instruction? Without a doubt, the answer is in favor of authenticity (infallibility) of information, coming directly to the control panel. It can be noticed, that when we are talking about security, the error should be detected and blocked immediately at the time of its occurrence to prevent its impact on the controls and transition, to, for example, a manual control. The fact that the detection speed determines eventually the safety of a technical object is an extremely important point. "Control is designed to protect us from accidents in cases, where due to lack of product's reliability, failures appear" [1] – This is the key idea in our opinion, determine the topicality of the approach, considered below.

At present, for each of the malfunction causes mentioned above, has been developed, at first glance, a rather extensive arsenal of methods to neutralize them. Not exactly. For example, to deal with physical causes, methods for introducing structural redundancy, noiseless coding and telecommunication networks reconfiguration are applied. However, not all of these methods take into account the specifics of computing systems themselves. For example, the classic method of "hot" backup is not so easy to apply, if such structure component as a computers replaced by a spare one. In this case, the spare computer really needs to be "hot", i.e. able to serve as the host computer, which was broken, with minimum delay time. But, for this purpose fullidentity of data stored in memory of main and spare computers should be provided, which means they must operate in parallel. But how to determine which of them is working properly? To do this, we also need a "referee", who is able to determine this. However, it can fail too. Therefore, in such cases structural reliability method sareprimarily used, which are based on hardware redundancy [2]. For example, in an automatic flight control system (autopilot) of the aircraft Boeing 737/300 basic block contains two calculation channels implemented by three CPUs. One of them provides the entire system of flight control software, the other two - only

critical functions. This basic block is reserved; the error recovery is performed by the monitors that compare signals. Each basic block has two such displays [2]. In this, as in all similar cases, structural redundancy is introduced to preserve the ability of the system to perform specified functions when an error occurs because of faults. In this case, the errors are detected and fixed (neut-ralized) and permanent faults are eliminated during subsequent maintenance.

Conclusion. The proposed idea of operational control develops comparably "old" (and now "well forgotten") method of redundant variables, which has been used to check the correctness of the solutions of differential equations systems [3]. While solving a system of n equations (not necessarily differential), added another variable and another equation, which artificially correlates the added variable with the original variables. When system equation result is obtained, it is enough to check it for the correlation introduced to ensure the reliability of the results.

The examples that show the proposed approach and the results of its practical implementation [4] in real control systems are considered.

References

1. Yan Krohin, Factometrics. Man-made disasters. Between past and future. – Kiev : Logos, 2004. – P. 92.
2. Avizhenis A. Dependable Computing: From ideas to implementation in projects. The thematic issue of "Fault Tolerance in VLSI", translated from English. – M. : The World, 1986. – P. 8–21.
3. Britovet G. S. al. Redundant variables method and its comparison with the coding methods. Report on 4-th Symposium on the use of redundancy in information systems. – L. : LIAP, 1968. – P. 79–87.
4. Butsenko Y. P., Savchenko Y. G. Calculations operational control based on information redundancy. – K. : System Researches and Information Technologies. – 2010. – № 3. – P. 1724.

THE USAGE OF IMAGE EFFECTSWITH PRIMARY GRAPHIC CONTAINERSIN THE PHOTOSHOP/MATHCAD SOFTWARE ENVIRONMENTS TO INCREASE THE BANDWIDTH OF THE STEGOCHANNEL

Spivak V., Vlasjuk A., Muzhailo A. National Technical University of Ukraine "KPI", 03058, Kiev, Pobedy Avenue, 37, E-mail: viktor_m53@mail.ru

The noise components presence in primary containers and the assessment of bandwidth increase due to the adding the artificial noise component in the original image is discussed. The relevance of these ex-

periments is that, so steganography nowadays widely used for the protection of intellectual property, mostly where the image files are containers. Currently, the use of bandwidth is severely limited and is about 10 %.

The modern advances in computer and telecommunication networks contributed to a significant increase of the volume of information transfer, and the problem of hidden messages (HM) protection took the first place. Nowadays computers and computer systems (CS) are rarely used independently. They are often linked to local, corporate and global network. In a CS database already generated a large amounts of data that are more or less valuable. Its destruction, distortion or unauthorized use can lead to large economic losses. The importance of a problem of information security from various threats can be seen in the data published by Computer Security Institute (San Francisco, California, USA), according to which computer systems security breach occurs for the following reasons: unauthorized access – 2 %; rooting viruses – 3 %; technical failure of equipment network – 20 %; purposeful actions of staff – 20 %; human error (insufficient skill level) – 55 % [1].

One of the most difficult problems hindering the information society is the need to ensure the national security goals (social, economic, environmental and military-strategic) in conditions of widespread use of computer technology to process valuable, confidential and sensitive information in public and private enterprises in the organs and institutions of public administration, as well as bank and exchange infrastructures. One of the important ways to exclude unauthorized access to confidential and sensitive information is the development of methods and means of steganography [2].

The purpose of this paper is to study the influence of the noise components presence in primary containers and the assessment of bandwidth increase due to the adding the artificial noise component in the original image. The relevance of these experiments is that, so steganography nowadays widely used for the protection of intellectual property, mostly where as a containers are the image files. Currently, the use of bandwidth is severely limited and is only 10–12 %. According to this, the subject of the proposed research is the process of transferring the HM in graphic containers, i.e. any images. The object of the research is the bandwidth of the hidden messages channel, so-called stego channel, actually its increase due to the adding of artificial noise.

This paper shows that hiding the information in media requires the following elements: media medium (M), which will contain hidden data; secret message (SM): can be plain text, encrypted text, or any type of data; stego function (Fe) and its in-verse (Fe-1). Additionally can be used a stego key (K) or pass-word for securing or message extraction. Stego function

processing the media and media messages to hide, together with stego key for media with a hidden message ($M + SM$) [3]. We believe, at this stage of steganography development is expedient to solve the following tasks: research the methods of artificial noise in graphics software environment for image acquisition stage; assessment of changes in the volume of image according to the selected method; obtaining a difference between input file and modified file in graphical and numerical form; converting the resulting difference to be able to use the software; process of embedding hidden information into the software environment.

The practical value of the research is a slight increase in bandwidth transmission of hidden messages using software environments as Photoshop and Mathcad, which are publicly available and transparent to use, which leads to improving steganography method of data protection. It is shown that an effective method of increasing the bandwidth of hidden messages channel – a change in size of the correction file in Photoshop, resulting from the addition to the input image several layers, in which the image is processed. Change in file size when saving it in another format with-out the use of effects explains the difference or lack of compression algorithms of different formats. Received difference is format allows you to increase the amount of hidden messages in several times in relation to the most common method of least significant bits.

It is also shown that it is advisable to use the pseudo-random number generator (PRNG), which can show a significant improvement in visual detection during stego analysis if the address-es of pixels that will be changed to set in pseudo-random manner. However, the PRNG settings should be known for the recipient, because they act as a key for decryption at the transmitting side [4]. All these reasons distinguish method to hide messages in graphic images from most commonly a used least-significant bits method, which shows the future development of this area in the field of steganography.

Conclusion. Further development of the proposed tools can be to investigate the different patterns of transmission, such as using the original image as a key on the receiving side or downloading through the pseudo-random number generator. The usage of artistic effects (watercolor, sharpening, etc.) is appropriate because they do not cause suspicions of stego analyst. The Action Script program written during the research executes all activities planned by providing a visual representation of the process of embedding hidden messages. As a container, program uses three color channels of each pixel, adding only 4 bits for each channel that slightly changing their appearance, making hid-den information more discreet. The size of hidden messages that can be embedded in the corrected image can exceed the size of the original image several times.

References

1. What's the Current State of Computer Network Security, Federal Bureau of Investigation press release, July 25, 2005.
2. Al-Jbara H. 2012. Increased Capacity of Image Based Steganography Using Artificial Neural Network. AIP Conf. Proc. 1482, P. 20–25.
3. Atawneh, S., Almomani, A., and Sumari, P. 2013. Steganography in Digital Images: Common Approaches and Tools. IETE Technical Review, Vol. 30, Issue 4, P. 344–358.
4. Fridrich, J., Goljan, M.: Practical steganalysis of digital images-state of the art. In Delp III, E.J., Wong, P.W., eds.: Security and Watermarking of Multimedia Contents IV. Volume 4675 of Proc. SPIE. (2013), P. 1–13.

АУДІОІНТЕРФЕЙС

Кравчук О.А. Хмельницький національний університет, kravchukoa@mail.ru

Широко поширена думка про те, що мовний інтерфейс може поліпшити існуючий користувацький інтерфейс, також вважається, що він забезпечує більш зручний та менш обмежений спосіб взаємодії користувача з інтерфейсом.

Протягом багатьох років виробники програмного забезпечення анонсували широке впровадження систем, заснованих на мовному інтерфейсі. Безперервні розробки подібних систем призвели лише до розуміння наступного факту: в даний момент і в осяжному майбутньому неможливо створити універсальну, що охоплює різні предметні області, систему речового інтерфейсу. Проведений аналіз показав, що ефективність мовного інтерфейсу залежить від правильно обраної області застосування. Наприклад: обмежений словниковий тезаурус у спеціалізованих систем розпізнавання мови (медичні, юридичні та ін.). Або використання мовного введення в вузькоспеціалізованих програмах, у тому числі і як доповнення до візуальних елементів інтерфейсу.

На сьогодні можна констатувати, що відбувається накопичення досвіду щодо застосування найбільш відомих систем (Microsoft – Speech API, IBM – Viaoice, Philips – SpeechMagic, Lemout & Hauspie, Lucent Technologies, Dragon та ін.). А так само і спроби розробки нових систем. Це неминучий процес при появі нової технології інтерфейсної взаємодії між людиною та комп'ютером. Розглянемо поточний стан справ та існуючі тенденції.

Будемо розглядати мовний інтерфейс через три основних складових: система синтезу мови, систему розпізнавання мови та інтерфейсну систему, яка є сполучною ланкою, що забезпечує основну якість мовного інтерфейсу. Система синтезу мови практично реалізована.

Подібних систем велика кількість і якість синтезу мови достатньо для всіх поточних застосувань.

Система розпізнавання мови є більш складною в реалізації порівняно з системою синтезу мови, тому говорити про її створення ще дуже рано, але зроблено дуже багато. Створені системи розпізнавання мови, що дозволяють перетворювати в комп'ютерну форму подання злиту проблемно орієнтовану людську мову, при використанні відповідних словників з якістю розпізнавання до 98 %. Якість розпізнавання досягається налаштуванням системи розпізнавання мови на конкретного користувача, усуненням фонових шумів і використанням високоякісної апаратури.

Розроблено системи, здатні розпізнавати дуже обмежену кількість слів, практично в будь-яких умовах і без налаштування на конкретного користувача. Ці дві системи представляють дві крайності, природньо існує безліч інших систем розпізнавання мови, але вони знаходяться, десь між розглянутими вище. Що об'єднує всі програми розпізнавання мови, так це обмеження використовуваного тезауруса. Завдання розпізнавання довільної зливої людської мови досі не вирішена. Цю проблему намагаються вирішувати такі фірми як IBM, Philips, Microsoft та ін. Що ще раз відзначає про важливість систем розпізнавання мови.

Для використання систем синтезу та розпізнавання мови треба мати певну систему, яка буде знати, коли треба синтезувати мову, коли розпізнавати, як передавати інформацію в комп'ютер. Тобто система, яка представляє собою інтерфейс. Ця система є однією з найважливіших, але в той же самий час їй приділялося раніше мало уваги. Багато хто вважав, що для початку активного користування мовного інтерфейсу досить зробити хорошу програму розпізнавання мови. Можна навести такий приклад, що після винаходу комп'ютерної миші до її масового застосування пройшов не один рік, а початок масового використання було пов'язане з розробкою графічного інтерфейсу (Windows інтерфейс), для якого миша стала дуже зручним і простим пристроєм введення та повністю задовольняла концепції графічного користувацького інтерфейсу.

На сьогодні існує потреба в розробці принципу використання мовного інформаційного каналу. Потрібна ідея, де і як використовується мова, так щоб вона спростила діалог людини та комп'ютера.

Як приклад можна навести одне дуже успішне впровадження речового інтерфейсу. Правда мовними інтерфейсом це важко назвати та й персональний комп'ютер в цьому пристрої не використовувався, але ідея заслуговує уваги, так як на цьому прикладі видно, чого чекають люди і чим вони погоджуються користуватися. Випускаються

будильники, в яких функція відключення сигналу реагує на голос. Це чудова і в той же час проста ідея.

У цій статті часто використовується слово “комп'ютер”, але що ховається під цим поняттям? Комп'ютер розміром з пачку цигарок чи великий main-frame? Від розміру комп'ютера залежить не тільки його потужність, але й зручність використання. Спробуємо зрозуміти, в якому сегменті комп'ютерної техніки нам слід очікувати бурхливого розвитку речевого інтерфейсу.

Почнемо з персональних комп'ютерів (ПК). Вони володіють достатньою потужністю для роботи систем синтезу та розпізнавання мови. Для цього сегменту написано дуже багато програм які використовують мовний інтерфейс, програми розпізнавання і синтезу мови, але через зручність існуючого графічного інтерфейсу застосування мови для управління ними не знайшло поки підтримки у користувачів. Так при використанні мови необхідно забезпечити близько комп'ютера низький рівень шуму, встановлення додаткового обладнання, а найголовніше, що існуючі пристрої введення (миша та клавіатура) використовують всі функції по управлінню на досить високому рівні зручності й швидкості.

Наступний клас пристроїв – це кишенькові ПК. За розміром вони не більше пачки цигарок. На перший погляд це ідеальні пристрої для мовного інтерфейсу: пристрої введення-виведення не дуже зручні у використанні, через розмір комп'ютера. Відсутня клавіатура та миша. Введення інформації і керування здійснюється через спеціальний дисплей. Цим комп'ютерам явно не вистачає пристроїв введення. Але маленькі розміри зараз ведуть до малої обчислювальної потужності та ресурсів кишенькового ПК, що в свою чергу не дозволяє використовувати на них системи розпізнавання мови. Тому застосування мовного інтерфейсу обмежене тільки системою синтезу мови. Але потужності кишенькових ПК постійно зростають і використання речевого інтерфейсу в подібних пристроях для управління скоро стане реальністю, що в свою чергу призведе до їх більш широкого поширення.

Існують ще клієнт-серверні рішення. Суть їх у тому, що всі задачі з розпізнавання, синтезу та обробки мови виконує потужний комп'ютер, а інформація від і до користувача надходить за допомогою будь-якого пристрою для передачі мови (наприклад, телефон). Цей клас рішень на сьогодні найбільш затребуваний, тому що він дозволяє використовувати звичайний телефон, тобто вкладення в інфраструктуру мінімальні. У таких країнах як США або Канада існують величезні центри обробки телефонних дзвінків, де завдання з обслуговування клієнтів практично повністю покладено на програми, які використовують мовний інтерфейс. Подібні програми застосовуються в

різних довідково-інформаційних центрах, службах технічної підтримки клієнтів, на великих телефонних комутаційних вузлах корпорацій і т.д. Задачі, які вирішують ці програми, в основному пов'язані з доступом клієнтів до інформації з баз даних, в яких кількість варіантів запитів обмежено, тобто можливо обмежити словник системи розпізнавання мови. Так як впровадження подібних центрів веде до скорочення витрат (перехід від операторів центрів обробки телефонних дзвінків до програм), то корпорації вкладають значні кошти в розробку. Саме в цьому сегменті спостерігається найбільше зростання інсталяцій та кількості користувачів, які використовують мовні технології.

Веб-архітектура використовує різні методи введення-виведення, абстрагуючись від їх реалізації. І розумним для інтеграції Веб- і мовного інтерфейсу є шлях перетворення методів обробки мови в ті методи, котрі сумісні з Веб-архітектурою. Веб-додатки стають все більш складними, комп'ютери існують в декількох форм факторах, деякі з яких не мають досить великих дисплеїв і зручних пристроїв введення-виведення та відповідно звичайні інтерфейси не можуть адекватно працювати із великим потоком інформації. І в даному випадку мовні технології є ідеальним кандидатом для спілкування з комп'ютером.

Великі сподівання на інтенсивне впровадження мовних технологій дає мова гіпертекстової розмітки HTML і подальший його розвиток XML.

XML – колекція протоколів для представлення структурованих даних в текстовому форматі, який надає можливість обміну між різними комп'ютерними платформами. У XML реалізований принцип розділення даних та їх подання. Це дозволяє використовувати різні пристрої вводу-виводу від телефону з маленьким дисплеєм до сучасного комп'ютера.

Виробники ПЗ, які використовують мовний інтерфейс зрозуміли, що розробляти свої власні протоколи і технології не має сенсу через їх несумісність з протоколами інших виробників, складнощів в розробці і впровадженні. В результаті була створена група VoiceXML forum з розробки розширення мови XML – VoiceXML specification. У цю групу увійшли найбільші світові розробники ПЗ. Пізніше Microsoft і декілька інших підприємств створили свою групу для розробки альтернативної специфікації SALT (Speech Application Language Tags) в основі якої також лежить XML. SALT є не стільки конкурентом VoiceXML specification скільки його подальшим розвитком, також SALT більш жорстко слідує мові XML (поділ даних і подання).

Мова VoiceXML specification розроблялася в основному для застосування в телефонії, де навігація по контексту здійснюється виключно голосом. Тобто вона пропонує одно модальний (UNIMODAL)

інтерфейс. Що сильно обмежує його поширення на пристрої відмінні від телефону.

SALT надає можливість організувати многомодальним (MULTI-MODAL) інтерфейс. Багато модальний інтерфейс надає можливість користуватися для введення інформації різними пристроями. Типовий представник такого інтерфейсу – графічний Windows-інтерфейс, що дозволяє вводити дані за допомогою миші, клавіатури, джойстика. За допомогою SALT реалізується мовний користувальницький інтерфейс, багато принципів роботи якого запозичені з графічного інтерфейсу користувача. Отже, використовується об'єктно-орієнтована, керована подіями модель, яка себе добре зарекомендувала при створенні складних графічних інтерфейсів. Ця модель відстежує дії користувача та перетворює їх в події.

З принципів побудови протоколу SALT можна зробити висновки, що мовний інтерфейс на даному етапі розглядається, як додатковий, він збільшує можливості існуючих інтерфейсів. Таким чином, разом повинні будуть співіснувати миша, клавіатура та мікрофон. Вони повинні працювати в одній зв'язці, не створюючи перешкод один одному. Людина повинна мати можливість вибору найбільш зручного інтерфейсу в кожен конкретний момент часу. Наприклад, почати команду, використовуючи мишу, продовжити голосовим уведенням і підтвердити натисканням кнопки на клавіатурі. В сучасні операційні системи вже закладені можливості використання мовного інтерфейсу (нові ОС фірми Microsoft). Отже, актуальним завданням є розробка методів і принципів застосування мовного інтерфейсу в існуючому графічному інтерфейсі користувача.

Література

1. Kuansan Wang. Natural Language Enabled Web Applications. <<http://research.microsoft.com/stg>>.
2. Kuansan Wang. SALT: a spoken language interface for web-based multimodal dialog systems. <<http://research.microsoft.com/stg>>.
3. VoiceXML Forum. Specification 1.0, <<http://www.voicexml.org>>.
4. Speech and Language Tags<<http://www.saltforum.org>>.

ПОНЯТТЯ ТА ПРИНЦИПИ АДАПТИВНОГО ЛЮДИНО-МАШИНОГО ІНТЕРФЕЙСУ

Кравчук О.А. Хмельницький національний університет, kravchukoa@mail.ru

Адаптивна поведінка є ознакою складної системи, включаючи систему управління. У своїй книзі Растрингін Л. А. [6] визначає адап-

тацію як процес цілеспрямованої зміни параметрів і структури системи, який полягає у визначенні критеріїв її функціонування та виконання цих критеріїв.

Стосовно до ергатичних систем терміни “адаптація” та “адаптивне поведінка” увійшли в ужиток практично одночасно з самим поняттям “людино-машинна система (ЛМС)”. Однак, відомостей про механізми цієї адаптації мало і вони розрізнені. Підкреслимо, що адаптивна поведінка властива обом компонентам ЛМС – і машині, і людині, при цьому адаптивна поведінка людини формується як результат фізіологічної та психічної регуляції й саморегуляції.

Ще менш проробленим є питання про адаптацію людино-машинного інтерфейсу (ЛМІ), яка, на думку багатьох авторів, зводиться до простих налаштувань інтерфейсу під переваги користувача. Постановку задачі “адаптивно-інформаційної взаємодії людини з ЕОМ” з позицій теорії систем виконав В.Ф. Венда [3], проте конкретні рекомендації з приводу механізмів і суті цієї адаптації відсутні. Згадки про адаптивний інтерфейс можна зустріти не тільки в ергономіці, але і в інженерній психології. Так, в комп’ютерних науках поширене поняття “інтелектуальний інтерфейс”, основу якого утворюють саме адаптивні властивості. Існують десятки дуже розрізнених і не завжди вдалих спроб дати визначення адаптивному інтерфейсу. Найбільш адекватним представляється визначення, сформульоване таким чином: “Адаптивний інтерфейс самостійно налаштовує відображення та доступні дії у відповідності з поточними цілями й можливостями користувача, обумовленими в результаті контролю його стану, а також контролю завдань, породжуваних системою, і поточної ситуації” [13].

При розгляді практичних питань адаптивного інтерфейсу зазвичай виділяють три аспекти, що впливають з визначення Л. А. Расстригіна:

- 1) які фактори є “спусковим гачком”, що запускає адаптацію і хто (що) є джерелом цих факторів;
- 2) який зміст адаптації та в чому полягають зміни, які зазнають структура і параметри ЛМІ в ході адаптації;
- 3) за допомогою яких критеріїв ми можемо упевнитися, що очікуваний результат адаптації досягнутий?

Очевидними рушійними силами джерелами факторів, які “запускають” адаптацію, є: людина, об’єкт управління та середовище діяльності. Впливу людських чинників на адаптацію присвячена переважна частина робіт з адаптивним інтерфейсів. Так, в [8] пропонується використовувати “модель користувача”, що описує демографічні показники користувача, його психологічні та когнітивні особливості, психомоторні якості, підготовленість, мотивацію і переваги. Рівень підготов-

леності та результат, демонстрований користувачем, є традиційними факторами адаптації тренажерних і навчальних систем [7] в [5], в модель користувача поряд з його індивідуальними особливостями та рівнем підготовленості пропонується включити психофізіологічний стан, зокрема рівень тривожності. Крім того, ця модель повинна корегуватися кожен раз, коли користувач працює з системою. Використання моделі користувача є вже загальноприйнятим у великих Інтернет сервісах, таких як пошукові системи, соціальні мережі, системи бронювання готелів, авіаквитків та ін.

В якості факторів, породжуваних об'єктом управління й середовищем діяльності, в [13] розглядається поточна ситуація та розв'язувана задача. Адаптивний інтерфейс, рухомий об'єктом і середовищем, може також реагувати на складність завдань й появу стресогенних впливів, що сприяють надмірному збудженню (або гальмуванню), що не адекватні суб'єктивній оцінці ступеня небезпеки виниклої ситуації.

Найбільш повний огляд змісту адаптивного поведінки ЛМІ зроблений в [13]. Автори пропонують три параметри інтерфейсу, які можуть змінюватися: зміст інформації, що представляється; форма подання інформації та ведення діалогу; розподіл завдань між людиною і машиною (рівень автоматизації).

Адаптивність ступеня автоматизації та розподілу функцій між людиною та автоматикою закладена в принципі взаємного резервування людини й техніки [4]. Цей принцип передбачає динамічне, залежно від ситуації та стану оператора делегування функцій автоматикою людині, і навпаки.

В інших роботах декларується, що адаптивність інтерфейсу проявляється:

- в налаштуванні рівня деталізації діалогу з користувачем – від докладного, “ведучого” користувача до мети, крок за кроком через ієрархію меню, до короткого, з використанням скорочених команд і макросів в режимі “питання–відповідь” [8];

- в підказках, обмеженні доступу до додатків, регулюванні інтенсивності інформаційного обміну та зміні зовнішнього вигляду інтерфейсу [5];

- у фільтрації та розстановці пріоритетів контенту, висунутого користувачеві – це може відбуватися не тільки відповідно до переваг користувача, але й під впливом зовнішніх факторів і контексту (наприклад, користувачеві пред'являється продукт, який вигідно купити саме зараз [10];

- в одночасному виведенні на сенсорний екран релевантної пари “інформаційний сигнал і керуючий елемент” залежно від виникнення завдання [1];

– у формуванні доповненої реальності (наприклад, в [14] пропонується система, що виводить підказки людині на автомобільному виробництві: інформація відображається на мініатюрному прозорому екрані, що знаходиться перед очима та накладається на реальну зорову картинку, а сама система є мультимодальною, що реєструє рухи користувача, його мову, дії, дотики, міміку обличчя, рух очей тощо);

– у зміні темпу подачі інформації [2];

– в налаштуванні параметрів зображення (таких як товщина ліній, розмір шрифту, яскравість та ін.) До астигматизму користувача [3].

Одна з методологічних проблем, характерних для формалізованого опису адаптивного інтерфейсу, полягає в тому, що більшість дослідників критерій, який повинен бути задоволений в результаті адаптації, називають досить абстрактне “підвищення надійності та ефективності роботи користувача”. В [1, 5] пропонується більш конкретний критерій – мінімізація часу пошуку користувачем необхідного елемента, а в [6] – мінімізація всіх зусиль користувача, включаючи моторні дії, обсяг інформації, що запам'ятовується та ін. Важливою властивістю ЛМІ є відповідність висунутого образу та концептуальної моделі оператора, що дозволяє уникнути виникнення у людини ілюзій. Цей момент згадується багатьма авторами, хоч і не в контексті адаптивного інтерфейсу.

Питання про критерії дуже важливе, так як вибір неадекватного критерію може звести нанівець всі зусилля по створенню адаптивного інтерфейсу. Очевидно, що цей вибір повинен базуватися на особливостях і проблемах роботи оператора на конкретному робочому місці. У деяких предметних областях важливим показником роботи оператора є тимчасовість і мають місце факти запізнених керуючих дій. У цьому випадку інтерфейс повинен сприяти мінімізації часів пошуку інформації, прийняття рішень та введення керуючого впливу.

В інших областях, як наприклад, в атомній енергетиці, істотною проблемою для оператора є складність об'єкта. При цьому ЛМІ може служити інструментом управління суб'єктивної складністю, а критерієм адаптації інтерфейсу в цьому випадку може стати забезпечення такого рівня складності, який адекватний психічним, психофізіологічним і когнітивним можливостям оператора. Істотним при цьому є питання про кількісну оцінку рівня складності та формуванні відповідного критерію. Деякі ідеї з цього приводу обговорюються в [12].

Можливості ЛМІ в частині зниження складності вирішуваних завдань було проаналізовано В. Ф. Вендом в [2]. Поряд із загальноприйнятими правилами проектування інтерфейсу, такими як вибір оптимальної лаконічності відображення, зниження “візуального шуму”, зорове виділення важливої інформації, просторове співвіднесення пов'я-

заних елементів та ін., він пропонує ряд принципів, «регулюючих» інтерфейс залежно від розв'язуваної задачі, наприклад, використовувати різні рівні деталізації відображення на різних стадіях вирішення оперативних завдань.

Розглянемо адаптивний інтерфейс на прикладі операторів АЕС. Найбільш значущою для АЕС є адаптація ЛМІ у відповідь на експлуатаційний режим енергоблоку, відповідно до якого виникають оперативні завдання та рівень робочого навантаження на оператора. Адаптація до людини представляється нерелевантною, так як інженерний оперативний персонал – це ретельно відібрані, добре навчені й натреновані люди, які мають у межах однієї станції приблизно рівну кваліфікацію та близькі профілі. Адаптація до середовища діяльності також незначуща, так як в приміщенні станційних пунктів управління налагоджена вентиляція, продумано освітлення та підтримуються комфортні кліматичні умови.

Таким чином, фактором, що ініціює адаптацію є експлуатаційний режим. Зміст адаптації полягає у зміні форми і змісту представленої інформації, способів управління увагою оператора та варіюванні рівня автоматизації. В якості критерію адаптації виступає робоче навантаження, обумовлене складністю завдань управління й суб'єктивною складністю.

Експлуатаційні режими в порядку підвищення їх складності та небезпеки показані в нижній частині схеми: від штатних стаціонарних режимів до аварій з порушенням меж безпеки. Для кожного класу стану передбачені певні типи експлуатаційних процедур. Ці процедури засновані на трьох історично сформованих стратегіях управління. Традиційний підхід – подієво-орієнтований. Він полягає в діагностуванні та ідентифікації вихідної події з подальшим вибором і реалізацією відповідної процедури. Подієво-орієнтований підхід передбачає дії без класифікації початку події – виходячи з поточних значень важливих параметрів і стану обладнання. Його розвитком служить функціонально-орієнтований підхід, суть якого полягає в тому, щоб перемістити увагу оператора з контролю стану технологічного обладнання на контроль стану функцій, виконуваних цим обладнанням. Як форм представлення інформації, варіюваних залежно від експлуатаційного режиму, виступають наступні п'ять різновидів інтерфейсу:

– приладовий інтерфейс, що складається з традиційних аналогових електромеханічних і цифрових приладів, індикаторних ламп, табло, ключів і кнопок; його позитивні сторони – одночасна доступність всіх елементів, їх наочність й забезпечення зворотного зв'язку від органів управління;

– інтерфейс, заснований на мнемосхемах, де значення технологічних параметрів “накладені” на мнемосхему технологічної системи; позитивна сторона – інформація прив’язана до карти мнемосхеми, що полегшує її візуальний пошук;

– екологічний інтерфейс, що відображає інформацію у вигляді наочних образів, що полегшують не тільки її сприйняття, а й виконання необхідних для її обробки когнітивних операцій [9], таких як порівняння, співставлення та ін.;

– функціональний інтерфейс, заснований на функціонально-орієнтованій стратегії управління; його сильною стороною є можливість швидко, не вдаючись у деталі, оцінити стан технологічного процесу в цілому;

– графічний інтерфейс, максимально правдоподібно відтворює об’єкт управління, найчастіше в тривимірному вигляді.

Зміст інформації, що відображається визначається використанням принципом її відбору для наповнення одного відеокадру.

Відомі три основних принципи:

– орієнтований на систему – в одному місці збирається вся інформація з обраної технологічної системи (зазвичай представляється на мнемосхемі);

– орієнтований на огляд – інтегрується інформація про все в енергоблоці для швидкої оцінки його стану в цілому (зазвичай представляється у вигляді узагальненої мнемосхеми або функціональної схеми);

– орієнтований на завдання – вибирається тільки та інформація, яка релевантна розв’язуваній в даний момент задачі (поєднується з мнемосхемами, екологічним або функціональним уявленнями).

Вибір цих форм і принципів обумовлений завданнями, які вирішуються операторами в тому чи іншому експлуатаційному режимі.

Завдання ЛМІ в цьому випадку полягає в інтеграції інформації про сигнал, процедурою з порушеної технологічної системи у формі відеокадру, орієнтованого на завдання.

Для запобігання глибокого обурення оператори повинні передбачити можливі загрози та шляхи їх поширення. ЛМІ може допомогти в цьому, представляючи інформацію про функції, що знаходяться під загрозою. Тенденцією виникнення перехідних процесів у всьому енергоблоці можна виявити за допомогою екологічного інтерфейсу, що відображає балансні співвідношення між основними параметрами. При виникненні перехідного режиму, такого як зниження потужності, оператори повинні виявити першопричину ситуації та слідувати відповідної подієвій процедурі. Функція ЛМІ при цьому полягає у відборі з датчиків сигналізації того сигналу, який найбільш точно відображає вихідну подію. Цей сигнал разом із відповідними кроками процедури

та релевантною технологічною інформацією можуть бути зведені в відеокадр, орієнтований на завдання.

У разі серйозних відхилень технологічних параметрів спрацьовує захист, що призводить до аварійної зупинки реактора та блоку. У таких умовах від операторів потрібна увага не тільки до технологічних аспектів, а й до безпеки. Перше завдання ЛМІ при цьому полягає в індикації першопричини спрацювання захисту та розстановці пріоритетів сигналізації відповідно до її важливості для безпеки. Друге завдання – відображення стану критичних функцій безпеки. Найбільш зручним для представлення цієї інформації є функціональний інтерфейс. Крім того, будь-який різкий перехідний процес вимагає від операторів контролювати динаміку енергоблоку в цілому. Для представлення операторам узагальненої інформації про баланс речовини та енергії слід використовувати екологічний підхід до відображення. Він особливо корисний, якщо оператори стикаються з невідомою (не зустрічалася раніше) ситуацією. У цьому випадку оператори повинні, як правило, перейти до роботи посимптомно-орієнтованим процедурам, які також повинні бути відібрані й представлені за допомогою ЛМІ. В аварійних умовах може виявитися корисним тривимірний огляд конструкції АЕС. Подання такої інформації може допомогти в аналізі можливих пошкоджень, шляхів їх розповсюдження та способів відновлення обладнання.

Ще одним напрямом адаптації є варіювання розподілу функцій між людиною та автоматикою, щоб підтримувати залученість людини в процес і його обізнаність про ситуацію. ЛМІ повинен навіть в штатних режимах делегувати йому частину функцій контролю та управління. І навпаки, в разі різких перехідних процесів найбільш термінові і важливі дії повинні виконуватися автоматикою, так як в стресогенних умовах увагу операторів звужується, а швидкість реакції падає. Якщо ситуація передбачена проектом АЕС, то основним завданням оператора стає контроль роботи автоматики та спрацювання захисту й систем безпеки. Однак, автоматика може виявитись неефективною у випадку запроектованих подій, або в умовах невизначеності. В таких умовах необхідно організувати спільну роботу людини та автоматики з контекстним поданням оператору інформації, що концентрує його увагу і підсилює інтелектуальний потенціал шляхом активізації образного мислення.

Наведені в цій статті принципи описують задачу розробки адаптивного ЛМІ та дають основи для її формалізованого опису, заснованого на кількісних критеріях, вимірюваних факторах і конкретному інформаційному змісті.

Література

1. Варбаши́н Д. И. Повышенне надежности управляющих систем при проектировании / Д. И. Варбаши́н // Наука и техника в современном мире : материалы Междунар. заоч. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 5 октяб. 2011 г.). – Новосибирск : Априори, 2011. – С. 37–10.
2. Венда В. Ф. Системы гибридного интеллекта: эволюция, психология, информатика / В. Ф. Венда. – М. : Машиностроение, 1990. – 118 с.
3. Голиков К. Я. Психология автоматизации управления техникой / К. Я. Голиков, Л. Н. Костин. – М. : Ин-т психологии РАН, 1996. – 160 с.
4. Курзанцева Л. И. Методика комплексного исследования адаптивного человеко-машинного интерфейса / Л. И. Курзанцева. – Х. : 2011. – С. 69–77.
5. Растригин Л. А. Адаптация сложных систем / Л. А. Растригин. – Рига : Зинатне, 1981. – 375 с.
6. Сергеев С. Ф. Проблема адаптивности в тренажерах / С. Ф. Сергеев, К. К. Заплаткин, М. А. Захарович // Российский научный журнал. – 2012. – № 2 (27). – С. 132–141.
7. Ходаков В. К. Адаптивный пользовательский интерфейс: проблемы построения / В. К. Ходаков, Д. В. Ходаков // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2003. – № 1 (11). – С. 45–57.
8. Dinadis N. Kcological interface design for a power plant fccd-water subsystem ШККК Transactions on Nuclear Science. 19 % / N. Dinadis, K. J. Vicente. – Vol. 43. – P. 266–277.
9. Langley P. User modeling in adaptive interfaces U Proceedings of the Seventh International Conference on User Modeling. Bantf. Alberta.Canada. June 20–24,1999. Springer. 1999. – P. 357–370.
10. Papin B. Quell ien P. I he operational complexity index: a new met hex! for the global assessment of the human factor impact on the safety of advanced reactors concepts U Nuclear Kngineeringand Design. – 2006. – Vol. 236. – P. 1113–1121.
11. Park J. I he complexity of proceduralized tasks / J. Park. – London : Springer, 2009. – 189 p.
12. Review and reappraisal of adaptive interfaces: toward biologically inspired paradigms U theoretical Issues in Ergonomics Science / L. Rothrock, R. Koubek, K. Fuchs et. al. – 2002. – No. 3(1). – P. 47–84.
13. Adaptive human-machine interfaces in cognitive production environments / H. Wallhoff, M. Ablakneier, A. Banrut et. al. // Proceedings of the International Conference on Multimedia & Kxpo (1CME 2007). Beijing. China, July 2–5, 2007. I, 2007. – P. 2246–2249.

RESEARCH OF PARAMETERS STABILITY OF CYCLIC ECONOMY

*Chelidze M.A. Institute of Machine Mechanics
2965316, Georgia, Mindeli 10 Str, Tbilisi, 0112, merabchelidze@yahoo.com*

Up to days many hundred economic theories exists, but in spite of that, there is no model of methodology for a policy science on which we can build process of economic fall and were able to analyze a reason of recession. Graphically illustration of economic/business cycles (Fig. 1), shows that the economic recession occurs when the process of goods turnover is in a highest level [1]. No theory in economics is ever exactly able to explain truly why the recession takes place when demanded and supplied goods are in a stable equilibrium condition. There aren't the right answers. The important question is not whether or not a theory is true but whether it offers a useful insight in explaining an economic phenomenon [1].

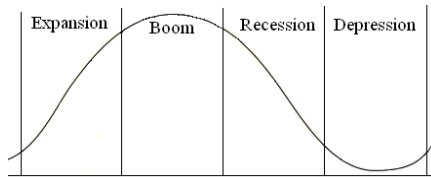


Fig. 1 – A basic illustration of economic/business cycles

An empirical study of US real GDP cycles further reveals that the linear stochastic model is not capable of explaining observed persistent cycles. The origin and nature of complex business cycles can only be explained by nonlinear differential equations [2].

The analyses of most important economic theories shows that the economic processes are based on the cyclic functional scheme of the "goods-money-goods" process that is given in Fig. 2.

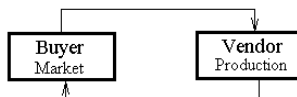


Fig. 2 – The functional scheme of the commodities market- production

When goods quantity demanded by buyers and quantity supplied by sellers (producers) are settled in an equilibrium condition (free market) there appears process, when the trade turnover is increased without increased expenses. In other words there is a phenomenon of resonance. The theory of economic efficiency describes how well a system generates desired output with a given set of inputs and available technology, i.e. the amount of "waste" is reduced [3]. Additionally, if we will take into account that aforementioned cyclic process is accompanied by taxes (forces of dissipation) where man's mentality (behavior) has a fundamental meaning then becomes evident to consider the economic system as a nonlinear oscillatory system of a second degree [2, 3]:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2h \frac{dx}{dt} + q_\omega^2(x + \beta x^3) = f_\omega(t)$$

where $2h = \alpha / m = kn / 2\pi qm$, k , m – respectively, sold and produced volume of goods in per unit of time, $q = k/m$ – temp of goods turnover, x – independent parameter i.e. equivalent value of money corresponding goods turnover at the period of cycle, $2h$, α – coefficients corresponding of dissipating forces, γ – nonlinear coefficient corresponding of man's behavior, $f_\omega(t)$ – driving force of the producing-marketing.

As it was shown [4, 5], the approximate presentation of the complex human behavior in a nonlinear form of cubic grade (βx^3) gives very important results explaining many basic processes Fig. 3.

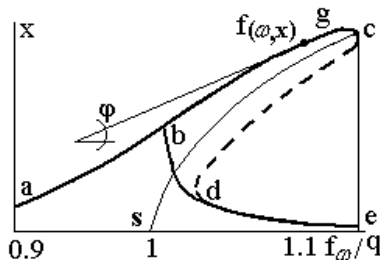


Fig. 3 – Amplitude frequency characteristic (AFC) obtained by solution of nonlinear differential equation (1)

At coincidences of demanded and supplied quantities of goods is set equilibrium of goods turnover with a minimal expenses i.e. takes place a resonance regime. Herewith with increase of goods movement temp the volume of trade turnover is being increased nonlinearly (curve a–g).

The area (curve g–c) is very dangerous as far as the slightest fluctuation of parameters q , $f(t)$, $2h$, causes the sharp reduction of the trade

turnover process (curve d-e). Follows to note that only noted phenomena gives us possibility to explain the incidental appearance of the recession when the economic system is in its best development. Indeed, decline of goods production causes unemployment, which for its part becomes the reason of lowering purchasing power and further decrease of goods production, and so on that is accompanied with the panic of society. Nonlinear dependency of the consumption and produced volumes, at the process of recession, provides in gradual unbalance between frequencies of consumption and management i.e. the process of recession becomes more intensive on the each following turnover of goods. As the study shows, for returning of the trade turnover to former b-g position becomes possible only after reduction of the trade turnover temp prior to d i.e. via d-b-g curve.

The noted processes clearly shows and proves that the human behavior, that is to say psyche, nonlinearly is related with his well-being. That is to say with increasing of his well-being nonlinearly is increased his need. Consequently: the nonlinear dependence of human needs with its well-being, the inertia of the thinking and cyclic turnover of goods are reasons of occurring variety of dynamic processes existing in economic system. Among them: 1) dynamics of recession, 2) after decline, the needs of reduction of the rate and volume of the trade turnover to the new real possibilities of market consumptions for recovering economic system in a former condition, 3) the impossibility, that without preliminary transformation of existed economic system and mentality of society the new desired economic system was as effective and firm as it works with another society in a different conditions. When the mentality of the society does not coincide with methods (the forms) of management in economic system appears the big resistance between production and marketing. The latter condition does not give economic system possibility to develop i.e. there appears recession of goods turnover. Absolutely such phenomena are observed in spheres of the education [5] and policy (management of the state) and they may be described by the similar equations (1).

Simulation of mathematical model according (1), except aforementioned phenomenon, also shows that increasing of taxes causes reduction of amount of goods turnover and decrease of taxes causes the unstableness in economic systems

Since the psyche of human and behaviors nonlinearly is connected with development of the economic well-being, so stability parameters of the economic system becomes floating and they are changed in dependence of society development.

Mathematical modeling has shown that parameters of stability as in economic system so in education and policy are bounded with person's behavior particularly with the inertia of thinking and they are changed on

measure of the development of the person. Follows to note that person's behaviors is difficult to change as it is related through reflexes. Indeed notion i.e. perception of the words (our thinking) is bound with reflexes and to change reflexes is very difficult.

So when moving from one economic system to another, for avoiding the society from shock therapy, beforehand is necessary to prepare the society for new management herewith the old management is to be changed gradually according to a new economic and political management, otherwise a new economic system will be unacceptable and resistance by society to new economy system will be very high.

References

1. Hal R. Varian. What Use is Economic Theory? University of California at Berkeley. – August 1989.
2. Ping Chen. The Frisch Model of Business Cycles A Spurious Doctrine, but a Mysterious Success. University of Texas at Austin C1609 Austin, TX 78712-1081, USA pchen@physics.utexas.edu
3. Alexander A. Antonov. Economic oscillating systems. American journal of scientific and industrial research.2010, Science Hup, <http://www.acihub.org/AJSIR/>
4. Chelidze M. A., Tedoshvili.M. M. Mathematical modeling of the interaction of the economic processes. VI International scientific conference. Modern achievements in science and formation. Venice. Italy. May 20–27, 2012.
5. Chelidze M. A. Secondary inter-relative training electronic program. collection of the works. VI International Conference. Science and education. Nice, France. May 1–9, 2014.

ACTUAL PROBLEMS OF INNOVATIVE ACTIVITY DEVELOPMENT IN THE UKRAINIAN ECONOMY

Unrod V., Ternova L.

Cherkassy State Technological University, e-mail: ternova21@mail.ru

The successful forming of the innovative sphere is a result of foremost, political and social terms which are folded in the society that is why role of the Government in solving of the problem which is rising up is determining. It includes forming of effective innovative policy, correct determinations of its priorities, strategy and mechanisms embodiments which must be concentrated on technological update on improvement and enrichment of personnel's qualifications, on satisfaction of market's demand in the products of high scientific and technological level.

Now the USA is a leader in creation and implementation of innovations. It is proved by: number of registered patents and expenses for R&D, number of innovative start-ups, and development of venture companies. However other countries have been competing with the USA focusing on the following components: science improvement, engineer and mathematic education, involvement of highly educated immigrants, increase in governmental costs for research, tax advantages, innovative technologies in Ukraine.

According to the most of scientific experts innovative activities in Ukraine are considered as critical and non-complying with modern level of innovative processes in industrially advanced countries and with needs of innovative development. Ukraine belongs to the group of countries with very low rate of highly technological products in export (5 %) while the average world's rate is 21 % (Philippines – 65 %, Ireland – 41 %, USA – 32 %, Russia – 13 %).

Problems of innovative development in Ukraine: disconnection between research and business, low support of commercialization, necessity to create an enabling environment for development of research and business.

Features of an innovative enterprise in Ukraine: most of novations are focused on science and technology as on the goal in itself but not the basis for capitalization; most of novations are not ready for venture mechanism – there is no profound market analysis, business strategy or model, plan and budget of measures; qualification deficit of innovative enterprises.

Analysis of innovative development tendencies in Ukraine:

- creation of favourable market conditions for implementation of innovations in production activity and people's life;
- gradual increase in budget financing for needs of scientific-technical development;
- formation of potential factors for increase in demand for innovative products in domestic economy;
- rise of competition at home and foreign markets making enterprises to understand the importance of innovative production redirection;
- activation of Ukrainian manufacturers' participation in competition at outer markets that advance additional rigid demands on their innovative adequacy;
- increase in Ukrainian scientists' orders from foreigners for research activity, including the USA and the EU countries. It confirms fundamental science potential is not lost.

To improve the economical situation in Ukraine it is necessary that an innovative policy to become basis of state conception of long-term socio-economic development of the country. The main goals of innovative policy must be modernisation of industry, preserving country's natural resources, increasing and developing of scientific potential of Ukraine.

The importance of researching a problem of national innovative sphere development is conditioned at first, by the necessity of scientific ground of directions of transition from raw material industrial economic development to the innovative type of development of national economy. Secondly, by the world economic processes of integration and globalization, which are orientated on modern science, technology, human skills and productions which determine the competitiveness of Ukrainian economy and possibility of development in the dynamic world of present century.

Recent reforms which were conducted in Ukraine for some time now were mainly directed on changing of relations of private property, types and forms of businesses and market infrastructure. Thus innovative potential was actually eliminated from a number of strategic government priorities, and problem of forming of innovative sphere which provides the update and improvement of production, issue of competitive products, and efficiency of the national economy were on quite a poor and low level. It resulted in substantial reductions of domestic scientific and technical potential, the state of which today is poor.

Progressive reduction of scientific potential from a world level without the lead through of radical changes is unavoidable. Absence of strategic priorities in development of science produces negative tendencies in development of all components of national scientific potential. The place of the country among a world association in a great deal depends on the state of innovative potential, its ability to generate scientific knowledge and take them to practical realization.

Efficiency of innovative activity also to a great extent depends on what phase of cyclic development the macroeconomic system and its industrial sector are in. Innovative activity will be able to work in domestic economy effectively only in case that personal interest of businesses in innovations will be created.

Modern basis of innovations is skilled management of knowledge which is a concept far more difficult than just a combination of information, theory or practical experience. The solving of strategic problem of the use of knowledge for the firm appears to be more complex task than management of tangible assets, financial or labour resources. Realization of the strategy of knowledge management allows companies to start innovative process long before their competitors. The key components of innovative environment of a new technology are the levels of development of enterprise, technology and availability of necessary financial resources. They require detailed consideration in order to define a progress of the proper sphere of innovative environment trend. The innovative process is very noticeable in new economy; it results in high increase of new ideas. The result of these processes is permanent reduction of innovative and vital cycles of products and services and appearance of new forms of competition. Thus, new kno-

wledge got a result of fundamental and applied researches increase the value as potential source of additional cost.

Innovative activity in Ukraine develops in a very contradictory way. Within last few decades domestic industry practically does not offer new technology for going into a world market, majority of the developed countries in the world work today above forming of new scientific industries on the base of different areas of science, creating the innovations of untraditional types.

Innovative activity is divided into two different models. First is the traditional linear assumes that development goes from fundamental researches to the applied development of production and commercialization, that an innovation is based on the results of SREDW, the highly skilled specialists are attracted on the first stages of innovative processes. Second model is a new interactive in which an innovative idea is generated on all stages of innovative cycle, including production and realization. Fundamental researches are present at all stages of innovative cycles, on all stages of to the innovative process the specialists of different qualifications and professions are brought over.

The problem of not only creation but also introduction of innovation costs in Ukraine. Majority of domestic enterprises are engaged in infrastructural, organizational and marketing changes. More actively the innovation is used in the realization of new products, new styles of services. Such activity is not directed on new technology and require minimum of scientific efforts and professional skills.

The reason of such situation is the circumstance that in Ukraine there is a low level of solvent demand on research work and scientific and technical production not only from the side of businesses but also from the Government. Thus, there is a gap and disparity between the innovative and production side of activity of enterprises in our economy.

All scientists meet at the opinion, that problem of crisis of innovations in economic policy which was conducted from the beginning of the 90th, namely, in transformation of relations of property in the field of science and industry. Low interest of the businessmen in financing scientific researching projects to a great extent was determined their orientation on the current state of affairs of market and receiving rapid incomes.

Many enterprises do not have the program of strategic development on the basis of advancement to the market of highly technological product. Numerous changes of civil law and terms of privatization, change of the norms of taxation, transformation of shareholder's rights, methods of currency controls have not done any favour to the economic system, have brought an uncertainty in future for most of the businesses. In such a situation the investments in scientific researches even with a sense of potential return in medium-term prospects are very risky. Thus, the Ukrai-

nian enterprises are unable to become the innovative factor of the proof economical growth without serious support from the side of the government.

Measures of transforming economy on the innovative way of development is needed to be done immediately, as there is a considerable wearing out of capital assets, senescence of highly skilled staff, downstream of highly technological commodities and increasing reorientation of the economy on the imported technological base. Scientific potential which is saved so far allows realizing the strategy of innovative development declared by the Government.

Economically developed countries are adopting today innovative way of development. Under innovative development is understood that all hierarchy of institutes which can increase human capital augmentation is build. Therefore, the process of innovative development needs stimulation of activity in scientific organization, perfection of ways and methods of introduction, in the real industrial production of the newest scientific and technical achievements and providing of harmonious cooperation between government and businesses. Priorities of public consciousness behave to their number.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АГРАРНИХ КЛАСТЕРІВ В УКРАЇНІ

*Унрод Ю.В., Черкаський державний технологічний університет
18006, Україна, м. Черкаси, бул. Шевченка, 460*

Реформування земельних відносин в Україні вимагає перебудови всієї системи організації аграрного виробництва. Важливе значення при цьому має розвиток аграрних кластерів, що сприятиме створенню високотехнологічних і наукоємних об'єднань із замкненим циклом виробництва та високим рівнем доданої вартості у кінцевому продукті, створенню нових робочих місць різної кваліфікації, розвитку соціальної та виробничої інфраструктури на сільських територіях.

Найважливішим показником діяльності кластерів є їх висока конкурентоспроможність на світовому ринку. Тому кластерний розвиток країни є однією з характерних ознак сучасної інноваційної економіки. Крім того, кластери являють собою комбінацію конкуренції та кооперації таким чином, що об'єднання в одних сферах допомагають успішно вести конкурентну боротьбу в інших.

У країнах-членах ЄС кластеризація є однією з умов підвищення конкурентоспроможності економіки регіонів та держави. Економіка Фінляндії повністю кластеризована і в ній виділено 9 кластерів, а економіка Нідерландів розбита на 20 “мегакластрів” на основі функ-

ціонування яких визначені пріоритети інноваційної політики держави. У Данії функціонує 29 кластерів, в яких беруть участь 40 % усіх підприємств країни, які забезпечують 60 % експорту, та розробляється концепція кластеризації. В Австрії діють трансграничні кластери з Німеччиною, Італією, Швейцарією, Угорщиною, активізувались зв'язки з Францією та Великобританією. Розроблена політика стимулювання розвитку зв'язків між дослідними інститутами та промисловим сектором, знижені регуляторні бар'єри в інноваційних програмах, формуються центри конкурентоспроможності. У Німеччині створено промислові кластери, а в Словенії прийнято стратегію зростання конкурентоспроможності промисловості та розроблено програму національного розвитку кластерів [2, 3].

Розвиток аграрних кластерів в Україні ускладнюють чинники:

- недосконалість законодавчої бази для функціонування кластерів і, як наслідок, відсутність підтримки кластерних ініціатив аграрних підприємств з боку держави;
- відсутність довіри між органами державної влади і бізнесом, а також між окремими компаніями, небажання компаній розкривати та ділитися внутрішньою інформацією через можливість зловживань та виникнення залежності від потужніших партнерів;
- можливість втратити право на одержання аграрним підприємством пільг та дотацій при будь-яких організаційних чи виробничих змінах (у т.ч. при входженні до кластеру);
- “відірваність” науки та освіти від аграрного виробництва: сільгоспідприємства не виступають замовниками на наукову та інноваційну продукцію, а продукція науково-дослідних установ не знаходить свого покупця серед товаровиробників;
- брак іноземних інвестицій та венчурного капіталу, які є важливим джерелом розвитку кластерів у розвинутих країнах;
- відсутність єдиної систематизованої інформаційної бази про існуючі та потенційні кластери, що перешкоджає створенню у суспільстві розуміння переваг кластерних об'єднань, а також цілісної картини про функціонування та результати діяльності вже існуючих аграрних кластерів в Україні.

Як наслідок, в Україні існують лише поодинокі приклади практичного створення і функціонування аграрних кластерів, які переважно є ініціативою товаровиробників і засновані на основі досвіду, запозиченого ними із світової практики кластерного розвитку.

Підтримка розвитку кластерів, у т.ч. в аграрному секторі є одним з пріоритетів регіональної економічної політики. Розвиток аграрних кластерів визнано одним із найважливіших напрямів у стратегіях розвитку багатьох регіонів, зокрема: “Стратегії підвищення еко-

номічної конкурентоспроможності Дніпропетровської області: кластери будівництва та сільського господарства” [1] (2011 р.). В рамках розвитку кластеру агробізнесу в Дніпропетровській обл. в 2012–2013 рр. була передбачена реалізація інвестиційних проєктів обсягом \$ 100 млн [1].

Слід відмітити, що серед найбільших іноземних інвесторів в кластері сільського господарства Дніпропетровської області знаходиться французька компанія “Maïсадур”, яка в 2010 р. відкрила першу чергу сучасного комплексу з виробництва та зберігання високоякісного насіння кукурудзи та сояшнику. Загальний обсяг інвестицій – \$ 39 млн. До кінця 2012 р. в експлуатацію була введена друга черга з обсягом інвестицій \$22,5 млн, а в 2013 р. третя – з обсягом інвестицій \$39 млн. Компанія поставляє високоякісне насіння в 35 країн Європи і країн Середземномор'я. Урожайність кукурудзи і сояшнику при використанні насіння “Maïсадур” в середньому на 25–30 % вище. Це дозволяє більш раціонально використовувати посівні площі. Потужність виробництва складає 18,25 тис. т насіння на рік. Також для регіону важливим є те, що в результаті було створено 100 постійних робочих місць і 200 сезонних [4]. Приклад французьких інвесторів, яких залучили в регіон з інвестиціями і з сучасними технологіями, котрі виробляють продукцію, що поставляється на вітчизняний і світовий ринки, – це наслідок створення необхідних умов для розкриття значного потенціалу сільського господарства регіону. Отже, державна політика підтримки розвитку аграрних кластерів має сприяти модернізації галузі, підвищенню ефективності аграрного бізнесу та соціального розвитку регіонів. Основні елементи такої політики повинні бути такі.

1. Формування нормативно-правового поля кластерної організації розвитку територій.

2. Підвищення ефективності співпраці в системі “регіон – наука – виробництво” для чого необхідно:

– регіональним центрам наукового забезпечення агропромислового виробництва здійснювати рекламування та демонстрацію передових науково-дослідних розробок, що сприятиме впровадженню таких розробок у виробничу діяльність підприємств кластерного об'єднання;

– обласним та районним державним адміністраціям на основі замовлень учасників аграрного кластеру формувати замовлення вищим навчальним та професійно-технічним закладам України на навчання фахівців та спеціалістів необхідного профілю з майбутнім їх працевлаштуванням у структурі кластеру;

– обласним та районним державним адміністраціям розмішувати державне замовлення на продукцію з більш високими вимогами щодо якості в ефективно працюючих аграрних кластерах.

Забезпечення підтримки розвитку аграрних кластерів на регіональному рівні, для чого обласним та районним державним адміністраціям необхідно:

– здійснювати організаційно-економічну підтримку ініціатив підприємств та організацій кластерного об'єднання шляхом розвитку соціальної та виробничої інфраструктури регіону, в якому функціонує аграрний кластер, створення комфортних умов для проживання та відпочинку працівників;

– розробити веб-сайти та єдину інформаційну базу з інформацією про існуючі у регіонах кластери, інформувати підприємців про переваги кластерної моделі організації виробництва під час заходів з розвитку підприємництва, створювати електронні форми заявок для підприємств, які бажають стати учасниками кластерів, що дозволить усунути інформаційний вакуум для потенційних інвесторів, сприятиме залученню у кластери вітчизняного та іноземного капіталу;

– впроваджувати на місцевому рівні процедури видачі дозволів за принципом “єдиного вікна”, що прискорить проходження дозвільних процедур (насамперед у сфері будівництва та землевідведення), здійснювати часткове фінансування об'єктів соціальної, виробничої та побутової інфраструктури на основі державно-приватного партнерства в рамках узгодженого проекту.

Україні слід залучати світовий досвід розвитку кластерів і підтримувати кластерні ініціативи, у т.ч. в аграрній сфері. Важливо розвивати територіальне бізнес-середовище на основі державно-приватного партнерства, яке базувалося б на використанні бізнесом сприятливих природно-кліматичних та територіально-економічних умов регіону з активною державною підтримкою ініціатив товаровиробників щодо розвитку соціальної та виробничої інфраструктури.

Література

1. Стратегия повышения экономической конкурентоспособности Днепропетровской области: кластеры строительства и сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://adm.dp.ua/OBLADM/Obl_dp.nsf/e7c5861d736b1beac2256eb80038536c/d02d2c9a551475c9c2257880006b2904/\\$FILE/2011.04.25%20Public%20Strategy%20Presentation%20RUS%20Final%20\(2\).pdf](http://adm.dp.ua/OBLADM/Obl_dp.nsf/e7c5861d736b1beac2256eb80038536c/d02d2c9a551475c9c2257880006b2904/$FILE/2011.04.25%20Public%20Strategy%20Presentation%20RUS%20Final%20(2).pdf)

2. Концепція створення кластерів в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ligazakon.ua/news_old/ga012109.html

3. Ткаченко В. Г. Кластеры в системе аграрного производства: сущность и значение в реализации инновационной политики государства / В. Г. Ткаченко, В. И. Богачёв // Вісник економічної науки України. – 2011. – № 2. – С. 183–184.

4. МАЇСАДУР СЕМАНС є зв'язуючою ланкою між фермером та науковими технологіями [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.maisadour-semences.fr/ua/>

СОДЕРЖАНИЕ

Секция проблем образования

Некрасов С.И., Некрасова Н.А.

Новые ценности социализации личности в эпоху глобализации3

Некрасов С.И., Некрасова Н.А.

Современные ценностные ориентации высшего образования5

Мурашко М.І., Назарко С.О.

Напрями інноваційного коучингу у сфері освітянських послуг.....8

Качала Т.М.

Інституціоналізація участі регіональних ВНЗ
у забезпеченні сталого розвитку територій..... 12

Прус О.В.

Основні шляхи вдосконалення функціонування ринку освітніх послуг..... 14

Секция общетехнических проблем

Унрод В.І., Рубан Д.П.

Застосування обкатувально-гальмівного стенда
при дослідженні екологічних показників дизельних двигунів 17

Артемчук В.О.

Загальна постановка та класифікація задач
оптимізації мереж моніторингу стану атмосферного повітря 19

Горошко А.В., Ройзман В.П.

Досвід ідентифікації параметрів математичних моделей 23

Стрижков И.Г., Стрижков С.И.

Двухскоростной синхронно-асинхронный двигатель 26

Сонько С.П.

Концепция ноосферных экосистем и перспективы ее развития
в агроэкологических исследованиях..... 30

Секция проблем материаловедения

Жолонко Н.Н.

К вопросу о платообразном поведении теплопроводности
твёрдого водорода с тяжёлой примесью..... 35

Унрод В.И., Тымчук А.Ф.

Сорбционная способность хитина и хитозана
по отношению к поверхностно-активным веществам..... 39

**Унрод В.І., Демченко В.Л., Штомпель В.І.,
Куриленко Ю.М., Бененко С.П., Баліцький О.М.**
Формування хітозанових плівок модифікованих альгінатом натрію.....43

Унрод В.И.
Научные основы создания материалов в системах MeIV, VC-MeIV, VB2 45

Сайтарлы С.В., Пушкарев Ю.Н., Унрод В.И.
Вулканизация и свойства эбонитовых композиций
на основе олигобутадиендиолов.....49

**Філеп М.Й., Малаховська Т.О.,
Сабов М.Ю., Барчій І.С., Плучінський К.Й.**
Закономірності взаємодії у системах
на основі халькогенідів Тl(I), Sn(II), Pb(II)52

Мокеев А.А., Коробко Е.В., Баргашевич М.А.
Давление и скорость сдвига в слое МРПЖ
при магнитореологическом полировании55

Коробко Е., Новикова З., Кузьмин В., Сермяжко Е., Евсева Л.
Вязкоупругие и теплофизические характеристики
магниточувствительных композиционных материалов
на основе полимерной матрицы.....59

Демчук В.Б.
Покращення механічних властивостей
полімерних композиційних магнітних матеріалів.....62

Секция проблем нанотехнологий

**Демченко В.Л., Штомпель В.І.,
Унрод В.І., Букетов А.В., Піднебесний А.П.**
Структура, термомеханічні та електричні властивості нанокмполімерів,
сформованих із потрійних комплексів пектин–CU2+–поліетиленімін”
під дією постійного електричного поля.....67

Костюк Г.И., Тарасюк А.П., Бруяка О.О.
Размер зерна в покрытии на РИ и его влияние на эффективность обработки .69

Костюк Г.И.
Микротвердость нано- и субмикроструктурных покрытий
на твердосплавных РИ и эффективность их работы..... 72

Костюк Г.И., Павленко В.Н., Матвеев А.В.
Исследование влияния энергии кристаллизации на размер нано-
и субмикроструктурного зерна алюминиевых сплавов
при действии ионов75

Костюк Г.И., Кантемир И.В., Постельник Т.А., Костюк Е.Г. Влияние энергии ионов при нанесении нано-и субмикророккрытия на РИ и эффективность точения чугуна твердыми сплавами.....	79
Бушкова В.С., Остафийчук Б.К. Влияние водородного показателя рН на синтез нанокристаллических ферритов методом золь-гель с участием автогорения.....	83
Kryshtal N.A., Pochechuev A.M., Unrod V.I., Ternova L.U. Nanotechnology applications for environmental and health.....	86

Секция вычислительных методов и информационных технологий

Грипинська Н.В., Драч І.В. Апроксимація функцій за допомогою апарату мажорант Ньютона.....	89
Vlasiuk H.H., Spivak V.M., Shalomeiev A.V. The Organization of Wireless Data Transmission for Analog-Digital Training Laboratory Models	92
Власюк Г., Співак В., Федорчук С. Класифікаційна схема телекомунікаційних мереж зв'язку.....	94
Кунченко-Харченко В.І. Системи електронного документообігу: інформаційний базис технології прогнозування розвитку динамічних ситуацій.....	97
Spivak V., Savchenko I. Information Redundancy a Universal Authenticity Controltool.....	100
Spivak V., Vlasyuk A., Muzhailo A. The Usage of Image Effectswith Primary Graphic Containersin the Photoshop/ Mathcad Software Environments to Increase the Bandwidth of the Stegochannel ...	102
Кравчук О.А. Аудіоінтерфейс	104
Кравчук О.А. Поняття та принципи адаптивного людино-машинного інтерфейсу	109

Секция проблем экономики

Chelidze M.A. Research of parameters stability of cyclic economy.....	117
Unrod V., Ternova L. Actual Problems of Innovative Activity Development in the Ukrainian Economy	119
Унрод Ю.В. Проблеми та перспективи розвитку аграрних кластерів в Україні	124

Scientific Edition

SCIENCE AND EDUCATION

VII International Conference
February 27 – March 6, 2015, Dubai, UAE

Научное издание

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Сборник трудов VII международной научной конференции
27 февраля – 6 марта 2015 г., Дубай (ОАЭ)

Наукове видання

НАУКА ТА ОСВІТА

Збірник праць VII міжнародної наукової конференції
27 лютого – 6 березня 2015 р., Дубай (ОАЕ)

(українською, російською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск: **Яремчук В.С.**

Комп'ютерна верстка: **Чопенко О.В.**

Підписано до друку 12.02.2015. Формат 30×42/4
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman
Друк різнографією. Ум. друк. арк. – 7,70. Обл.-вид. арк. – 7,25
Тираж 100. Зам. № 15/15

Віддруковано в редакційно-видавничому центрі ХНУ
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1
Свідоцтво про внесення в Державний реєстр,
серія ДК № 4489 від 18.02.2014 р.