

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національна академія наук України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Західний науковий центр НАН України і МОН України
Тернопільська державна обласна адміністрація
Тернопільська обласна рада
Тернопільська міська рада
Наукове товариство імені Шевченка
Віденський університет (Австрія)
Чеський технічний університет (Чехія)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі Сорбона Париж (Франція)
Університет прикладних наук Шмалькайдена (Німеччина)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Опольський технологічний університет (Польща)
Науково-технічне товариство (Тернопіль)

Матеріали міжнародної наукової конференції
«ІВАН ПУЛЮЙ: ЖИТТЯ В ІМ'Я НАУКИ ТА
УКРАЇНИ»

(до 175-ліття від дня народження)

28–30 вересня 2020 року



ТЕРНОПІЛЬ, 2020

УДК 001
А43

Іван Пулюй: життя в ім'я науки та України. Матеріали міжнародної наукової конференції, 28-30 вересня 2020 року: збірник тез доповідей. / Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 2020. – 119 с.

ISBN 978-617-7875-07-8

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Співголови

Ясній Петро Володимирович	Україна
Шкарлет Сергій Миколайович	Україна

Члени програмного комітету

Назарчук Зіновій Теодорович	Україна
Кушнір Роман Михайлович	Україна
Мриглюд Ігор Миронович	Україна
Головач Юрій	Україна
Гайнц В. Енгл	Австрія
Войтех Петрачек	Чехія
Гундольф Байєр	Німеччина
Станіслав Кметь	Словаччина
Фресард Жак	Франція
Іво Краус	Чехія
Каміла Мадрова	Чехія
Марцін Лоренц	Польща
Луція Ржегоржікова	Чехія
Шендеровський Василь Андрійович	Україна
Пляцко Роман Михайлович	Україна
Кияк Богдан Романович	Україна
Збожна Ольга Михайлівна	Україна
Козирський Володимир Глібович	Україна
Рокіцький Олександр Михайлович	Україна

Роботи друкуються в авторській редакції. Видавець не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, укладання, оформлення, 2020
© ФОП Паляниця В. А., 2020

НАПРЯМКИ РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- 1. Іван Пулюй у світовому науковому вимірі: утвердження молекулярно-кінетичної теорії, дослідження катодних та X-променів.*
- 2. Електротехнічні дослідження. Роль вченого у становленні електротехніки та електроенергетики на теренах Австро-Угорщини.*
- 3. Організаційно-педагогічна та науково-освітня діяльність Івана Пулюя.*
- 4. Перекладач Біблії, політолог, публіцист.*
- 5. Актуальні питання висвітлення історії науки і культури.*
- 6. Важливі аспекти практичного застосування здобутків сучасної науки і новітніх технологій.*

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Марущак П.О., Шерстюк Р.П., Рогатинський Р.М., Золотий Р.З., Андрейчин М.А., Андрійчук В.А., Баран І.О., Вітенько Т.М., Гарматюк О.О., Дзюра В. О., Дубик О.І., Дудар О.В., Дячук С.Ф., Катрич А.П., Клепчик В.М., Крамар Г.М., Крамар І.Ю., Криськов А.А., Крупа Л.Л., Лазарюк В.В., Лещук Р.Я., Мамчур А.В., Надал С.В., Окіпний І.Б., Онисько Г.Я., Паламар А.М., Петрик М.Р., Примак О.П., Скоренький Ю.Л., Стоцький Я.В., Тарасенко М.Г., Хома О.З., Шергей Г.П., Ютовець О.Р., Яськів В.І.

Голова організаційного комітету
Науковий секретар

Марущак Павло Орестович
Золотий Роман Захарійович

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,
моб. 0685155028

E-mail: icip2020tntu@gmail.com

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
National Academy of Sciences of Ukraine
Ternopil Ivan Puluj National Technical University
Western Research Center of the National Academy of Sciences of Ukraine and the
Ministry of Education and Science of Ukraine
Ternopil State Regional Administration
Ternopil Regional Council
Ternopil City Council
Shevchenko Scientific Society
Vienna University (Austria)
Czech Technical University (Czech Republic)
Pierre and Marie Curie University Sorbonne Paris (France)
Schmalkalden University of Applied Sciences (Germany)
Technical University of Košice (Slovakia)
Opole University of Technology (Poland)
Scientific and Technical Society (Ternopil)

International Scientific and Technical Conference
“IVAN PULUJ: LIFE IN THE NAME OF
SCIENCE AND UKRAINE”
(dedicated to the 175th anniversary of his birth)

September 28– 30, 2020



TERNOPIL, UKRAINE – 2020

УДК 001
А43

Ivan Puluj: life in the name of science and ukraine. book of abstracts of the International scientific and technical conference (Ternopil, 28-30 of September 2020.) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy [and other.]. – Ternopil: PE Palianytsia V. A., 2020. – 119 c.

ISBN 978-617-7875-07-8

PROGRAM COMMITTEE

Petro Yasniy	Ukraine
Serhiy Shkarlet	Ukraine

MEMBERS OF THE PROGRAM COMMITTEE

Nazarchuk Z.	Ukraine
Kushnir R.	Ukraine
Mryhlod I.	Ukraine
Holovach Yu.	Ukraine
Engl H.V.	Austria
Petrachek V.	Czech Republic
Bayer H.	Germany
Kmet S.	Slovakia
Fresard Zh.	France
Kraus Ivo	Czech Republic
Madrova K.	Czech Republic
Lorents M.	Poland
Rzhegorzhikova L.	Czech Republic
Shenderovskiy V.	Ukraine
Plyatsko R.	Ukraine
Kyyak B.	Ukraine
Zbozhna O.	Ukraine
Kozyrskiy V.	Ukraine
Rokitskiy O.	Ukraine

CONFERENCE PROGRAM OVERVIEW

- 1. Ivan Puluž in the world scientific dimension: the assertion of molecular kinetic theory, the study of cathode and X-rays.*
- 2. Electrical engineering research. The role the scientist in the formation of electrical engineering and power engineering on the territory of Austria- Hungary.*
- 3. Organizational-pedagogical and scientific-educational activity of Ivan Puluž.*
- 4. Bible translator, politologist, publicist.*
- 5. Current issues of coverage of the history of science and culture.*
- 6. Important aspects of practical implementation of the achievements of modern science and modern technologies.*

**Секція: ІВАН ПУЛЮЙ У СВІТОВОМУ НАУКОВОМУ ВИМІРІ:
УТВЕРДЖЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ, ДОСЛІДЖЕННЯ
КАТОДНИХ ТА Х-ПРОМЕНІВ**

УДК 001.894.6

Головко А.В.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВНЕСОК ІВАНА ПУЛЮЯ В РОЗВИТОК ФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Holovko A.V.

**IVAN PULYUY'S CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF PHYSICS AND
ELECTRICAL ENGINEERING**

Іван Павлович Пулюй-український фізик та електротехнік, винахідник, організатор науки, публіцист. Його дослідження внесли неабиякий внесок у розвиток фізики та медицини. Особливої уваги заслуговують його так звані “х-промені” та переносна безпечна лампа.

В 1874-1875 в місті Фіуме сконструював пристрій для вимірювання механічного еквівалента теплоти який став досить популярним у всьому світі.

У 1880-1882 рр. у «Доповідах Віденської академії наук» вийшли чотири статті Пулюя, присвячені катодним променем . Ці статті зробили резонанс у науковому світі.

Наш земляк винайшов і запатентував у 1881 р. переносну безпечну лампу, що на практиці полегшила працю цілого покоління у шахтах.

Восени 1882 р. українець дістав пропозицію й обійняв посаду технічного директора Електротехнічного бюро у Відні. Під його орудою лабораторія розробляла освітлювальні лампи розжарювання, що за багатьма параметрами переважали лампи американця Томаса Алви Едісона й англійця Джозефа Суона. Публікації під назвою «Про електричні розряди в лампах розжарювання із застосуванням струмів високої напруги», яка стала продовженням попередньої праці по вивченню електричних розрядів у розріджених газах. 1883 році І. Пулюй видав монографію «Промениста електродна матерія і так званий четвертий агрегатний стан». У Верхній Австрії він зацікавився виробництвом освітлювальних ламп і за кілька місяців удосконалив технологію виготовлення ниток розжарювання, що дозволило кількаразово продовжити світло здатність і термін служби, патент (1883), отриманий українцем.

У пошуках нових ефективних джерел світла І.Пулюй сконструював низку флуоресцентних ламп. Одна із них мала кільцевий катод й еліптичну флуоресціюючу пластину, розміщену між анодом і катодом під певним кутом до напрямку поширення катодних променів. А ще саме Іван Пулюй першим узявся систематично вивчати “холодне” світло, що сьогодні має назву неонового, та виготовив прообраз першої люмінесцентної лампи. У цьому питанні за підсумками проведення Всесвітньої електротехнічної виставки у Штайрі його технологічні розробки були відзначені дипломом як “велике досягнення 1884 р.”

І.П.Пулюй розробив прилад для вимірювання механічного еквівалента теплоти й керував запуском (1891) у Празі першого трамвайного маршруту. Він запропонував новітні конструкції телефонних станцій та абонентських апаратів із застосуванням розподільчого трансформатора, захищених від сильних електричних струмів. Під його наглядом ставала до дії перша в Європі електростанція на змінному струмі, кілька найбільших електростанцій на змінному струмі в Австро-Угорщині .

Література.

Іван Пулюй. 1. Фізика: закон Божий . Гривняк Ю. Хто такий проф. др. Іван Пулюй. Справжній винахідник променів Х. "Наша культура", 1983, № 3, 5, 6.

УДК 001.894.6

О. Я. Гурик, канд. техн. наук, доц., І. Б. Окіпний, канд. техн. наук, доц.,

О. І. Король, В. С. Сенчишин

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СУЧАСНЕ ВИКОРИСТАННЯ Х-ПРОМЕНІВ ІВАНА ПУЛЮЯ

**O. Huryk, Ph.D., Assoc. Prof., I. Okipnyi, Ph.D., Assoc. Prof., O. Korol, V. Senchyshyn
MODERN USE OF X-RAYS BY IVAN PULYUY**

В сучасному житті з терміном „рентген” зустрічається кожна людина, яка би хоча раз робила „рентген”. Але чи всі розуміють, що це таке і в загалі з чого все починалось?

На початку 90-х років XIX століття випромінювання виявив у своїх дослідженнях англійський фізик Вільям Кукс та його асистент, німецький учений, Йоганн Гітторф, і не знайшовши вагомих аргументів, вони не стали його досліджувати.

Значний внесок у дослідження Х-променів вніс український фізик Іван Пулюй, професор Празького технічного університету. З 1877 року він експериментував із газорозрядними трубками низького тиску власної конструкції. І на початку 1896 року зробив доповідь в Празькому політехнічному університеті і цього ж року опублікував у французьких та британських наукових журналах високоякісні знімки різних предметів, скелету жаби і дитячої руки – його доньки Наталі. Ці промені досить швидко знайшли широке застосування у медицині – вже 11 січня 1896 року англійський лікар Джон Едвардс з Бірмінгему застосував рентгенівський знімок для пошуку голки, що застрягла під шкірою пацієнтки. При цьому він використав катодну трубку професора Пулюя. На той час вона була єдиною з відомих, що давала інтенсивне рентгенівське проміння.

В цей час у своїй лабораторії займався дослідженням катодних променів німецький професор інституту м. Вюцбурга Вільгельм Конрад Рентген. Рентген зрозумів, що при роботі трубки виникає якість невідоме раніше випромінювання, при цьому сильно проникаюче. Так рентгенівське випромінювання дістало назву Х-променів. Більше місяця він досліджував властивості цих променів і тоді світ побачив перший рентгенівський знімок. На ньому було відображено кисть руки дружини Рентгена з обручкою. За своє відкриття в 1901 році Вільгельм Рентген отримав Нобелівську премію з фізики.

На сучасному етапі Х-промені знайшли себе в сотнях напрямів людської діяльності. Рентгенівські апарати залежно від призначення розділяють на діагностичні і терапевтичні. Стаціонарні рентгенівські апарати використовуються в спеціально пристосованому приміщенні – рентгенівському кабінеті. Найвідомішою рентгенівською процедурою є флюорографія. Вона допомагає виявити хвороби легенів на досить ранніх стадіях. Крім флюорографії бувають і інші форми рентгена. Мамографія використовується в області жіночого здоров'я. Томографія є одним з наймолодших, але при цьому найвірогіднішим способом для діагностики різних захворювань. За допомогою томографії можна досліджувати практично будь-який орган, буквально проникнувши через шкіру. Рентген в стоматології, на рентгенівському знімку можна визначити хворі зуби і правильно призначити план лікування. Ще один варіант рентгена – флюороскопія, використовують співробітники аеропорту. Дана процедура в першу чергу націлена на безпеку. Отже не тільки в медицині використовується Х-промені.

Джерело: <https://dovidka.biz.ua/de-vikoristovuyut-rentcenivski-promeni/>

УДК 53.533

В.А. Кривень д-р. фіз.-мат. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТРУБКИ ІВАНА ПУЛЮЛЯ У МУЗЕЇ РЕНТГЕНА УНІВЕРСИТЕТУ ВЮРЦБУРГА

V.A. Kryven Dr., Prof.

IVAN PUYUL'S TUBES IN THE RENTGEN MUSEUM OF WÜRZBURG UNIVERSITY

Протягом 1880–1882 років Іван Пулюй у «Доповідях Віденської академії наук» опублікував чотири статті, присвячені катодним променям. Ці роботи отримали значний резонанс у середовищі фізиків. Лампи Пулюя, що випромінювали промені невідомої природи під впливом високоенергетичних електронів (згодом названі Х-променями), були відкритими задовго до повідомлення Вільгельма Рентгена «Про новий тип променів» у грудні 1895 року.

Вільгельм Конрад Рентген здобув ступінь доктора фізики в Цюріхському університеті і у 1888 р. зайняв посаду професора у Вюрцбурзькому університеті, ставши у 1901 році першим нобелівським лауреатом з фізики за відкриття Х-променів.

Його ім'я гідно вшановане на батьківщині, зокрема в університеті Вюрцбурга імені Юліуса Максиміліана (Julius-Maximilians-Universität Würzburg) функціонує музей Вільгельму Рентгену (Röntgenring, 8, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Würzburg Altstadt).



Будівля музею Вільгельма Рентгена у Вюрцбурзі



Пам'ятний знак поблизу музею Рентгена. Напис на пам'ятній дошці: «На пам'ять про відкриття Вільгельмом Конрадом Рентгеном 8 грудня 1895 року променів, названих його іменем. Пожертвувано 1970 Художньою асоціацією Вюрцбурга».

Єдиним артефактом дотичним до Івана Пулюя у музеї Рентгена є почесний диплом від товариства одеських лікарів про прийняття Вільгельма Рентгена своїм почесним членом в знак визнання його

заслуг перед наукою і людством. Так «відреагувала» тодішня Україна на вклад у світову науку свого геніального сина.



Один з експонатів музею із трубками Івана Пулюя, але...без посилання на нього



Почесний диплом, виданий Рентгену 1.10.1912 товариством одеських лікарів

Уся наведена тут довідкова інформація стосовно Вільгельма Рентгена запозичена із стендів музею, світлини та переклади – авторські.

УДК 53.91; 53.92

¹М.Р. Петрик, д-р. фіз.-мат. наук, проф., ²Ж. Фрессар, д-р. фіз.-хім. наук, проф.,
¹І.В. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.

1-Тернопільський національний технічний університет імені Івана, Україна

2- Університет імені П'єра і Марії Кюрі Париж 6 Сорбона, Франція

КОРОТКИЙ АНАЛІЗ ЛАМП І ПРИЛАДІВ ІВАНА ПУЛЮЯ, ЩО ЕКСПОНУВАЛИСЬ НА МІЖНАРОДНІЙ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІЙ ВИСТАВЦІ В ПАРИЖІ 1881 Р.

¹M. Petryk, Dr., Prof., ²J. Fraissard, Dr., Prof., ¹I. Boyko, Ph.D, Assoc. Prof.

A BRIEF ANALYSIS OF LAMPS AND DEVICES BY IVAN PULUJ, THAT WERE EXHIBITED AT THE INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL EXHIBITION IN PARIS IN 1881.

В рамках багаторічної міжнародної наукової кооперації Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, яку розвиває лабораторія математичного моделювання масопереносу в неоднорідних і нанопористих середовищах і кафедра програмної інженерії (проф. М. Петрик) з лабораторією «Physique et Etude de Matériaux» Вищої школи індустріальних фізики і хімії Парижу ESPCI UPMC Paris (проф. Ж.Фрессар) в галузі компетитивної дифузії і адсорбції газів в нанопористих каталізаторах нами водночас в продовж декількох років проводились спільні пошуки щодо наукової присутності Івана Пулюя у Франції, головно в Парижі і Страсбурзі.

Спілкуючись у вересні 2019 року в Парижі на Генеральній Асамблеї Мережі Вищих Інженерних Шкіл «Réseau de Grandes Ecoles n+i» із директором розвитку європейської і міжнародної кооперації Національної консерваторії мистецтв і ремесел («Conservatoire National des Arts et Métiers», CNAM), проф. Б. Комеліном (Bertrand Commelin), ми отримали інформацію про зберігання у науковому музеї CNAM оригінальних ламп і приладів Івана Пулюя, які демонструвались на Першій Міжнародній виставці з електротехніки в Парижі у 1881 року. Люб'язно отримавши дозвіл попрацювати у фондах музею CNAM, ми приступили до кропітких пошуків. В результаті нами виявлена низка цінних наукових артефактів Івана Пулюя, які зберігаються у цьому всесвітньо відомому музеї іє його власністю. Про це ми далі зупинимось детальніше. Насамперед кілька слів слід сказати читачам про виставку 1881 року і про CNAM. Перша Міжнародна виставка з електротехніки в Парижі («Exposition internationale d'Électricité à Paris», EIE Paris) 15 серпня - 15 листопада 1881 р. у Палаці Індустрії на авеню Єлісейські Поля, на стику вул. Ріволі і Пляс де ля Конкорд. Слід сказати, що в публікаціях відомих українських авторів зустрічаються неточності як щодо назви виставки так і часу та місці її проведення.

CNAM - Національна консерваторія мистецтв і ремесел, в музеї якої зберігаються експонати Івана Пулюя, демонстровані на цій виставці в Парижі 1881 р., є одним з найбільш престижних французьких вищих навчальних закладів, наділених, як і Коледж де Франс найвищим статусом «Grand établissement». CNAM заснована абатом Анрі Грегуаром у Парижі 19-го вандем'єра (Vendémiaire) III року Республіки (за республіканським календарем як написано на фасаді головного корпусу, або 10 жовтня 1794 р.) з метою "спрямувати націю на шлях прогресу, вдосконалення національної промисловості, просування науки і техніки". Разом з Еколь Політехнік та Вищою Нормальною Школою (Ecole Normale Supérieure de Paris) CNAM є одним із трьох творінь Французької революції. В цих вишах найвищі конкурси і ніхто не змінював їх назв з часу їх заснування.



Палац Індустрії в Парижі, де проходила виставка «Exposition internationale d'Électricité à Paris» 1881р.
(rond-point des Champs-Élysées, la place de la Concorde et la Seine)



Фасад головного корпусу Національної консерваторії мистецтв і ремесел CNAM

CNAM призначалась для "художників" з усіх верств суспільства, які прагнуть дати собі шанс на соціальний прогрес та пошуків ноу-хау; підготовку на основі вивчення роботи машин інженерів, майстрів, потенційних винахідників, підприємців з твердими знаннями. Три завдання CNAM : навчання впродовж усього життя; технологічні дослідження та інновації; поширення науково-технічної культури.



«Клятва у залі для гри в ручний м'яч. Версаль» («Serment du Jeu de paume», David, musée du Louvre). На передньому плані - засновник CNAМ абат А. Грегуар, член Конвенту, в центрі – Робесп'єр, голову якого відрубана майже одночасно із заснуванням CNAМ.

В музеї CNAМ зберігаються всі машини, моделі, конструкції, які використовувались у 19-20 століттях і по сьогоднішній час. З 1794 року колекції збагачуються численними внесками, дорогоцінними свідками розвитку наукових знань та технічного прогресу. Сьогодні музей зберігає виняткову колекцію, чудову як своїми розмірами (майже 80 000 предметів та 15 000 креслень), так і різноманітністю охоплених тем (наукові прилади, матеріали, будівництво, зв'язок, енергетика, механіка та транспорт) і дозволяє відкрити одне з найбільш нетипових місць, колишній пріорат Сен-Мартен-де-Шамп, освячений Французькою революцією як "храм" технології. Серед найвидатніших творів слід відзначити кабінет фізики Жака Олександра Шарля, лабораторію Антуана Лорана де Лавуазьє, годинникову колекцію Луї Фердинана Бертуда, ткацький верстат Жака Вокансона, телеграф Чаппе, літак Клементя Адера № 3, лампи і прилади Івана Пулюя.

Нижче наводимо світлини ламп і приладів Івана Пулюя, що є у фондах музею CNAМ.



Рис. 1. Прилад для дослідження теплової флуоресценції (Габаритні розміри: 22,5 × 7,7 см, маса: 0,1 кг) / **Appareil pour la reproduction de la phosphorescence par la chaleur**
Dimensions de l'ensemble: 22,5 × 7,7 cm, 0,1 kg.



Рис. 2. Флуоресцентна лампа (Габаритні розміри: 42×7,5 см, маса: 150 г, матеріал цоколя слюда з алюмінієвими домішками) / **Lampe phosphorecente**
42 x 7,5 cm, 150g, Aluminium Bois Verre Mica.



Рис. 3. Частина приладу для демонстрації електричних розрядів у вакуумі/ **Partie de l'appareil pour démonstration de l'électricité dans le vide**

14,5 × 5,5 cm, 0,07 kg , Verre Bois Papier. Sous le socle, sur une étiquette, en marron : PG. h. 13/9624 6 (зліва) та циліндричний напівпровідниковий радіометр / **Radiomètre électrique à ailes demi cylindriques n°1** 27 × 7 cm, 0,11 kg, Verre Métal Mica Bois Cire (справа).



Рис. 4. Електричний радіометр з двома фосфоресцентними дискам/**Radiomètre électrique avec deux disques phosphorescents** (зліва) та Електричний радіометр з флуоресцентним диском/**Radiomètre électrique avec un disque phosphorescent n°4** (справа)



Рис. 5. Книга “Креслення електричних приладів” з описом розробок Івана Пулюя.
"Dessins d'appareils électriques" book open: 49,5 × 16,5 cm

Література.

1. «Exposition internationale d'Électricité », dans Julien Turgan, *Les grandes usines : études industrielles en France et à l'étranger*, vol. XIV, Calmann-Lévy, 1882
2. <https://www.cnam.fr/portail/accueil-conservatoire-national-des-arts-et-metiers-821166.kjsp>

УДК 00+002.2+22+53+81+930

Р. М. Пляцко, д-р. фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник
Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача
НАН України, Україна

ІВАН ПУЛЮЙ: ВИЗНАННЯ

R. Plyatsko, Dr.

IVAN PULUJ: RECOGNITION

Унікальний, феноменальний талант Івана Пулюя яскраво проявився у багатьох різноманітних інтелектуальних сферах. Основні напрямки його діяльності охоплюють:

1. Фізика (молекулярна фізика, катодні та X-промені);
2. Електротехніку: теоретичну, практичну і промислову енергетику;
3. Винаходи;
4. Педагогічну й науково-організаційну діяльність;
5. Літературні переклади і видавничу справу;
6. Творення системи освіти українською мовою;
7. Популяризацію наукових знань;
8. Націє- і державотворення, публіцистику;
9. Активну громадську діяльність.

Свої дослідження у галузі молекулярно-кінетичної теорії, внутрішнього тертя газів, Пулюй підсумував у дисертації, захищеній у Страсбурзькому університеті 1876 р. Фундаментальні дослідження природи катодних променів, виконані Пулюєм на початку 1880-х рр. у Віденському університеті, здобули широке визнання: його монографію за цією тематикою Лондонське фізичне товариство видало у перекладі англійською мовою у серії, присвяченій найважливішим досягненням у різних галузях фізики того часу. На початку 1896 р. заклав основи науки про X-промені: визначив місце їх утворення і просторовий розподіл; відкрив йонізаційну здатність; пояснив їхню природу; отримав знімки найвищої якості з використанням трубки власної конструкції, що відкрило шлях широкому застосуванню X-променів у медицині.

В електротехніці Іван Пулюй відомий конструюванням освітлювальних ламп, які відзначались на електротехнічних виставках у Відні (1883) і Штайрі (1884). Опрацював теоретичні аспекти використання змінних струмів, зокрема електромагнітної індукції та самоіндукції в електричних мережах. Для цього застосував строгі математичні методи, якими вільно володів. Упродовж тривалого часу був державним експертом із проектування і побудови багатьох електростанцій. Заснував електротехнічне товариство у Празі (1888), обраний почесним членом Віденського електротехнічного товариства (1913).

Серед визнаних винаходів Пулюя є: ламповий вентиль для випрямлення змінних струмів; безпечна телефонна станція, запатентована у багатьох країнах; метод дегазації вакуумної техніки; безпечна електрична лампа для гірників; методи аналізу роботи 1-фазних і 3-фазних генераторів змінного струму.

У 1874-1875 рр. І. Пулюй викладав у Військово-морській академії у Фіюме, де сконструював прилад для вимірювання механічного еквівалента теплоти, який став широко відомим у науковому світі, відзначений медаллю на Всесвітній виставці в Парижі у 1878 р. і виставлений у 1907 р. у Національному музеї науки і техніки у Мюнхені. З 1884 р. - професор експериментальної і технічної фізики Німецької високої технічної школи у Празі, де започаткував курс лекцій з електротехніки з практичними заняттями (1885). У 1888-1889 рр. – ректор. Заснував окрему кафедру електротехніки в Німецькій політехніці в Празі, став її першим керівником (1902). Організував у Празі

допомогове товариство для студентів з обмеженими фінансовими можливостями, які студіювали електротехніку. За наукову та викладацьку працю відзначений орденом Залізної корони (1906) й орденом Франца-Йозефа (1916). У 1910 р. отримав титул державного радника. У 1916 р. одержав пропозицію зайняти посаду міністра освіти, відмовився за станом здоров'я.

У 1871 р. розпочалась співпраця Івана Пулюя та Пантелеймона Куліша над перекладом Біблії українською мовою, наслідком чого став вихід у світ чотирьох Євангелій, від Івана, Луки, Матвія і Марка. На той час Пулюй навчався на філософському факультеті Віденського університету, а перед цим, у 1865-1869 рр., – у греко-католицькій духовній семінарії у Відні. У 1880 р. з друкарні НТШ у Львові вийшло повне видання Нового Завіту перекладу Пулюя і Куліша. Повний переклад Біблії, виконаний П. Кулішем, І. Нечуєм-Левицьким та І. Пулюєм вийшов у світ 1903 р. При цьому Пулюй взяв на себе остаточне редагування тексту й складні перемовини з видавцем, британським Біблійним товариством.

Ще з гімназійних років Пулюй розумів першочергове значення рідної мови для свого народу. Саме він послідовно формував і відстоював усю систему освіти українською мовою, хоч більша частина його життя пройшла за межами Батьківщини. Розпочав з видання Молитовників мовою, зрозумілою для народу (відстоював фонетичний правопис). Згодом готував підручники для гімназій, розробляв термінологію, публікував свої наукові статті українською мовою у виданнях НТШ. З 1902 р. наполегливо добивався у міністерських керівників у Відні відкриття українського університету у Львові (позитивна міністерська ухвала була таки прийнята у 1912 р., однак не реалізована через воєнні обставини).

Для популяризації наукових знань з фізики й астрономії важливу роль відіграли науково-популярні брошури Пулюя “Непропаша сила” (видання 1979 і 1901 рр.) і “Нові і перемінні зьвізди” (видання 1881, 1901 і 1905 рр.).

Іван Пулюй опублікував близько 20 статей у різних виданнях, найбільше у газеті “Діло”, в яких послідовно відстоював національні інтереси українців. Зокрема, гостро засуджував політику російських властей щодо заборони української мови, у тому числі перешкод для поширення Біблії. З початком світової війни, коли здобуття українцями незалежності набирало реальних обрисів, Пулюй опублікував низку статей і брошур німецькою мовою, в яких обґрунтував необхідність створення самостійної української держави, яка стане ключем до миру і стабільності в Європі.

У всі періоди життя Пулюй активним у громадському житті, починаючи із заснування таємного товариства української молоді “Громада” у Тернополі. У 1965 р. заснував товариство українських богословів у Відні, також там став співзасновником студентського товариства “Січ”, у якому головував у 1872-1873 рр. Одним із перших став членом НТШ, а його дійсним членом обраний у 1899 р. Разом із І. Горбачевським у 1914 р. в Празі очолив Комітет допомоги біженцям з Галичини, окупованої Росією.

Ще за життя Івана Пулюя багато сучасників його високо цінували. Зокрема, Куліш назвав його “чоловіком-самоцвітом”. Прикметно, що австрійський професор Форманн у 1968 р. наголосив, що Пулюй належав до найвидатніших постатей науки кінця XIX – початку XX ст. Новим свідченням світового визнання Пулюя є фундаментальна монографія: М. L'Annunziata, “Radioactivity” (2016), у якій його ім'я вписане й належно поціноване серед імен найвидатніших фізиків. Безумовно, Пулюй належить до найяскравіших постатей світової науки та культури.

Література.

Р. Гайда, Р. Пляцко. Іван Пулюй. Життя і творчість: [Монографія]. – Вид. 2-е, уточнене й доповнене (1-е вид. – 1998). – Львів: НТШ, 2019. – 220 с.

UDC 536 (091) + 53 (092)

V. Savchuk, Dr., Prof.

Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine

I. P. PULYUY APPARATUS FOR DETERMINING THE MECHANICAL EQUIVALENT OF HEAT: HISTORY AND MODERNITY

During the independence of Ukraine, domestic researchers devoted many publications to I. Pulyuy, a man with encyclopedic knowledge. These include, first of all, such researchers as O. Vlokh, R. Gaida, R. Plyatsko, O. Rokitsky, V. Shenderovsky and others. They made a significant contribution to the disclosure of many aspects of the life and work of I. Pulyuy. And sometimes you wonder if this topic is exhausted after the work of these and other researchers. But each new appeal to the figure of I. Pulyuy refutes this idea.

At one time, the author of these theses, probably for the first time in independent Ukraine in a report published in 1995 at an international scientific conference dedicated to the 150th anniversary of the birth of the outstanding Ukrainian physicist and electrical engineer Ivan Pulyuy, voiced two important points concerning the device for determining the mechanical equivalent of heat. The first is that the significance of the present invention and the advantages of the method used were recognized in the scientific community of the Russian Empire. This was evidenced by the demonstration speeches of the famous physicist-methodologist G.G. de Metz at the physics and mathematics section of the Society of Natural Researchers at Odessa University and its publication in the journal "Bulletin of Experimental Physics and Elementary Mathematics" [3]. And the second point, which showed that the accuracy of the results of determining the mechanical equivalent of heat in the experiments of I. Pulyuy, conducted with the help of a device designed by him, was not less than in the experiments of the American scientist G. Rowland, and even greater. To date, the accepted value of the mechanical equivalent of heat is 426.935, the result of G. Rowland is 426.2 (1879-1880), and the result of I. Pulyuy is 426.6–426.7 (1875).

The results obtained by G. Rowland are noted in the historical and scientific literature, for example [2], as the most accurate in the XIX century. But as we see, from the point of view of modernity this is not the case, and G. Rowland received them in 1879 – 1880, and I. Pulyuy had even more accurate results in 1875. Unfortunately, as rightly noted, R. Gaida and R. Plyatsko, "Soviet literature about him (I.P. Pulyuy – Author) did not mention. In this connection, only the Swede E. Edmund and the American G. Rowland are named in the GSE" [1, p. 49]. But this situation is typical not only for Soviet but also foreign literature. If we take, for example, the famous book by M. L'ozzi "History of Physics", its author highlights "the study by G. Rowland (1880), which by the method of Joule received the value of the equivalent of 427, which is considered today accurate" [4, p. 234].

The plot of using the apparatus of I.P. Pulyuy to determine the mechanical equivalent of heat was significantly expanded by R. Gaida and R. Plyatsko. In a thorough monograph by them, dedicated to I. Pulyuy [1], they considered the use of this device in physical laboratories of higher classes of gymnasiums, gave strong evidence of R. Tsegelsky that "this device is produced by large German physics factories [...] and is sold to secondary and higher schools, and larger physics textbooks provide a description of it" [1, p. 23]. The authors also considered the theoretical foundations of I. Pulyuy's creation of this device, discussed the methodological and scientific significance of the accuracy of measuring the mechanical equivalent of heat provided by Pulyuy's device. Establishing the connection between heat and the mechanical concept of work was of great importance for establishing the general laws of macroscopic phenomena and processes and their connection with the course of processes at the microscopic

level, with the structure and properties of molecules. It seems that this could be put an end to. But there was a very interesting question, from the point of view of the historian of science and technology. To what extent did the technical solution of I.P. Pulyuy's invention influence (and did it influence at all) the further development of measuring equipment for the study of thermal processes? In particular, the creation of new designs of devices and apparatus for determining the mechanical equivalent of heat.

A search was made for instruments for measuring the mechanical equivalent of heat, created at the level of inventions in the twentieth century. It turned out that although in Soviet times

I.P. Pulyuy and his works were hardly mentioned, but his inventions were known and used as prototypes in some applications for inventions. Thus, July 20, 1936 in the USSR was declared as an invention "Device for determining the mechanical equivalent of heat", as prototypes of which were considered several previous inventions on this topic. Including the device of I.P. Pulyuy. Anyone who has dealt with the invention knows that it is necessary to provide a critical review of the prototype. Thus, with regard to the Pulyuy device, it was noted "Other devices (for example, the Pulyuy device) being more suitable for practical work, require accurate installation of individual parts, which complicates their use "[4]. The author of the application also expressed an opinion on the devices of Collender and Joule, believing that they "being more accurate than the device of Pulyuy, are bulky installations and complex in design" [4]. Therefore, the author of the application in his invention used the idea of I. Pulyuy to use the friction of two bodies to determine the mechanical equivalent of heat. Without going into a discussion with the author of the application now, I will point out something else. Half a century has passed since I.P. Pulyuy invented his device, but the author of the application refers as an analogue, namely to the Pulyuy device, the description of which was difficult to find at that time, because Pulyuy's works in Soviet times were not translated, and access to them was almost impossible. But the relevance of Pulyuy's inventive idea lasted a long time and attracted attention. According to our data, this idea of I.P. Pulyuy is being developed by modern scientists.

References

1. Гайда Р., Пляцко Р. Іван Пулюй. Життя і творчість: Монографія / Видання друге, уточнене і доповнене. Львів: Дослідно-видавничий центр Наукового товариства ім. Шевченка. 2019. 220 с.
2. Гельфер Я. М. История и методология термодинамики и статистической физики. Т. 1. Учебн. пособие. М. Высшая школа, 1969. 476 с.
3. Де-Метц Г. Определение механического эквивалента тепла, как классный опыт. Вестник опытной физики и элементарной математики. 1892. № 146. С. 25–32.
4. Клейнман З. Я. Прибор для определения механического эквивалента теплоты. Заявлено 20 июля 1936 г. за № 198165. Опубликовано 31 августа 1937 года.
4. Льюци М. История физики. Москва: издательство «Мир», 1970. 460 с.
5. Савчук В. С. Прилади І. П. Пулюя і їх використання фізиками України. Міжнародна наук. конфер., присвячена 150-річчю від дня народження видатного українського фізика і електротехніка Івана Пулюя. Тези доповідей. Львів. 23-26 травня 1995 р. Львів, 1995. С. 39–40.

УДК 930.85(477)

Г.О. Щигельська, канд. істор. наук, доц., Ю.А. Провальна

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ВНЕСОК ІВАНА ПУЛЮЯ У РОЗВИТОК УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ

H. Shchyhelska, Ph.D., Assoc. Prof., Y. Provalna

IVAN PULUJ'S CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF UKRAINIAN CULTURE

Один із найвизначніших учених кінця XIX – початку XX століття, Іван Пулюй – належить до плеяди тих непересічних особистостей, які залишили помітний внесок у всіх царинах життя. Видатний фізик, електротехнік, оригінальний конструктор та винахідник, теолог, талановитий організатор, публіцист, перекладач, педагог-новатор і громадський діяч, який невтомно боровся за політичні права та національне відродження українського народу. Поряд із науковим доробком, який здобув широке міжнародне визнання, І. Пулюй здійснив неоціненний вклад у розвиток української культури, незважаючи на те, що більшу частину свого життя прожив за кордоном.

Як відомо, видатний науковець жив у дуже непростий для своєї країни час. Україна входила до складу найбільших на той період світових імперій – Російської та Австро-Угорської. Обидві імперії складала конгломерат з етнічно і культурно різних народів. В імперіях панувала необмежена централізована політична влада імператора, який не брав до уваги поглядів і бажань підлеглих. Однак, умови для політичного і національно-культурного розвитку на українських землях під владою Австро-Угорщини були значно сприятливішими. Народжений у патріотичній та освіченій родині греко-католицького священника, Іван ще з юнацьких років вирізнявся високою національною свідомістю. «Нема більшого гонору для інтелігентного чоловіка, як берегти свою і національну честь та без нагороди вірно працювати для добра свого народу, щоб забезпечити йому кращу долю» - казав І. Пулюй [1]. Отак і все своє свідоме життя, починаючи з підліткового віку невпинно слідував тій настанові. Ще гімназистом разом з братами Олександром та Володимиром Барвінськими у 1863 році Іван Пулюй став співзасновником та активним діячем таємного товариства української молоді «Громада». Метою товариства було жити, дотримуючись моральних принципів, добре навчатися, знати історію свого народу, літературу, ставати в обороні рідного слова, розмовляти українською мовою, допомагати учням з незаможних сімей.

Після закінчення Тернопільської гімназії, І. Пулюй з 1865 по 1872 рр. навчався у Віденському університеті, закінчив богословський, а пізніше філософський факультет (фізико-математичне відділення). Навчання в університеті талановитий студент успішно поєднував з громадсько-просвітницькою діяльністю. У 1867 р. Іван Пулюй став співзасновником культурно-пропагандистського товариства «Віденська Січ». Члени товариства вбачали своєю метою формування національної свідомості, протистояння москвофілам, поширення серед студентів-слов'ян у Відні об'єктивної інформації про етнічну окремішність українців, насамперед від росіян.

Основними формами діяльності товариства були організація літературних вечорниць, читання народовської літератури, участь у зібраннях слов'ян тощо. «Січовики» утримували бібліотеку, читальню, проводили лекції і дискусії, друкували літературні й наукові твори.

За сприяння І. Пулюя у Відні був створений фонд підтримки незаможних студентів, який поповнювали й австрійські вчені. Цікаво, що діяльність фонду

продовжувалася й після смерті видатного вченого аж до початку Другої світової війни. Промовистим свідченням, що підкреслює весь масштаб культурної й освітньої діяльності І. Пулюя, є той факт, що за два роки перед смертю, він отримав пропозицію обійняти посаду міністра освіти Австро-Угорської імперії.

На окрему увагу заслуговує неоціненний внесок Івана Пулюя у формування, розвиток та обстоювання української мови. Ще будучи студентом, він підготував і видав перший молитовник українською мовою у 1869 р., переклав на українську мову підручник з геометрії для українських гімназій. В одному зі своїх листів він писав: «...ціль наша єсть: вибороти своєму народові поважне становище між іншими народами, та не заржавілими списками чубатих дідів наших, а живим словом, русько-українською мовою» [2]. Уміння І.Пулюя обстоювати права української мови високо оцінив І. Франко, зауваживши, що «Пулюй 1871 р. дав себе знати в руськім письменстві як дуже талановитий полеміст у дуже делікатній справі – вживання народного язика в церковних книжках» [3, с. 369].

Будучи поліглотом (знав 15 мов), теологом і знавцем класичних мов, він разом із видатними письменниками Пантелеймоном Кулішем і Іваном Нечуєм-Левицьким десятки років працював над перекладом українською мовою та виданням Біблії, перше повне видання якої було здійснено у Відні в 1903 році. Слід зауважити, що відомі українські мовознавці В. Німчук та І. Фаріон, вказуючи на значимість створення мовної традиції перекладу сакральних текстів, відзначають і колосальну роль Івана Пулюя у створенні єдиного стандарту літературної мови [4, 5].

Отже, поєднуючи інтенсивну наукову і педагогічну роботу, Іван Пулюй здійснив вагомий внесок у розвиток української культури, зокрема у формування та пропагування української мови, провадив активну діяльність, спрямовану на національне відродження України. На тлі бездержавних колонізованих суспільно-політичних обставин та непростих міжособистісних взаємин самих українців, І. Пулюй дуже добре розумів фундаментальне значення української мови у формуванні національної свідомості, її роль у розвитку культури й державності, й віддано вів свою націю до визнання, заслуженої поваги культурних цінностей.

Література.

1. Кралюк П. Великий українець Іван Пулюй. Чи буде достойно відзначено його 175-літній ювілей? – Режим доступу: <https://www.radiosvoboda.org/a/30372144.html>.
2. Жижома О. Іван Пулюй – перекладач біблії. – Режим доступу: http://eir.pstu.edu/bitstream/handle/123456789/23332/%D0%A3%D0%BA.%20%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0%202019%20%D1%82.4_p89-90.pdf?sequence=1.
3. Франко І. План викладів історії літератури руської. Спеціальні курси. Мотиви / І.Франко // Франко І. Зібрання творів: У 50 т. – Т. 41. – К. : Наукова думка, 1984. – С. 369.
4. Фаріон І. Листи Івана Пулюя як джерело історії перекладу Біблії / І. Д. Фаріон // Науковий вісник Чернівецького університету. Романо-слов'янський дискурс. - 2016. - Вип. 769. - С. 56-61. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchu_rsd_2016_769_14.
5. Павлишин Н. Іван Пулюй – той, хто зберіг для нас українську мову: мовознавець Ірина Фаріон відновила зустрічі у проєкті «Від книги – до мети» - Режим доступу: <https://lpnu.ua/news/2018/ivan-pulyuy-toy-hto-zberig-dlya-nas-ukrayinsku-movu-movoznavec-iryna-farion-vidnovyla>.

Секція: ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНА ТА НАУКОВО-ОСВІТНЯ ДІЯЛЬНІСТЬ ІВАНА ПУЛЮЯ

УДК 001(092)

Р. В. Бартошевський

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІВАН ПУЛЮЙ. ВЕЛИКИЙ ПОДВИГ В ІМ'Я НАУКИ ТА НАРОДУ

Bartoshevskyi R. V.

IVAN PULUJ. A GREAT FEAT IN THE NAME OF SCIENCE AND PEOPLE

Ключові слова: великий фізик, електротехнік, винахідник, патріот.

Keywords: great physicist, electrician, inventor, patriot.

Всесвітньо відомий фізик, перекладач Біблії українською мовою, богослов, доктор натуральної філософії, дійсний член наукового товариства ім. Т. Г. Шевченка, астроном, електротехнік, педагог і політолог, винахідник і просвітянин, ректор Німецької вищої технічної школи в Празі, публіцист, державний радник з питань електротехніки в Чехії та Моравії...Багато чого ще можна сказати про українського, австро-угорського фізика – винахідника Івана Павловича Пулюя.

Народився Іван Пулюй 2 лютого 1845 р. в містечку Гримайлів, що на Тернопільщині. Помер 31 січня 1918р. в м. Празі. Перед смертю він наказав поховати його в Україні, в рідному Гримайлові, але довелося лягати в не рідну, зате гостинну Чеську Богемську землю. Освіту він здобував в Тернопільській гімназії (1865р.), на теологічному (1869р.) та філософському (1872р.) факультетах Віденського університету. 1876 року здобув ступінь доктора філософії Стразбурського університету.

Великий фізик і електротехнік, можна сказати, стояв біля витоків одного з найвизначніших досягнень людства – відкриття «Х»-променів, отримав перші «рентгенівські» знімки людського скелета. Всі свої експерименти з «Х»-променями Пулюй проводив за допомогою вакуумних трубок, які він сам розробляв. Цікавили вченого також проблеми молекулярної фізики, дослідження природи та властивостей катодних променів. Широке коло дослідницьких тем, яких торкнувся Іван Пулюй, несподівані результати, отримані тими ж власноруч виготовленими вакуумними апаратами, враховуючи наукові праці попередніх вчених, у висновках дозволило наблизитись до сучасного проектування природи катодних променів, як потоку негативно заряджених частинок. Вчений також був в притул наблизився до такого поняття, як електрон.

У 1881 році Пулюй сконструював «лампу Пулюя», яка стала прообразом майбутнього рентгенівського апарату, який робить знімки будь-якої частини людського організму. Цей винахід завоював срібну медаль на міжнародній електротехнічній виставці в Парижі. За допомогою своєї лампи, Іван Пулюй зміг зробити «перші рентгенівські знімки» зламаної руки 13-річного хлопчика, руки своєї дочки із захованою під долонею шпилькою. І шпилька і місце перелому чітко проглядалися на отриманих зображеннях. Даний винахід навіть якийсь час випускався серійно, але через нестачу коштів виробництво припинили. Нажаль, першу наукову статтю про цей винахід, Пулюй опублікував через два місяці після того, як статтю з майже аналогічним

винаходом опублікував німецький вчений В. Рентген (грудень 1895 та лютий 1896р.). Вся тодішня «германська» преса переконала світ, що «першовідкривачем чудо-винаходу став великий німецький фізик Вільгельм Конрад Рентген», а «Х»-промені Пулюя моментально отримали назву «рентгенівських».

Справді, прикрою виглядає історія з визнанням українського вченого і його мимовільної конкуренції з великим В. Рентгеном, але довести свою першість йому не вдалося... Фактичне відкриття рентгенівського апарату задовго до його офіційного автора – це справжній науковий подвиг. А скромність українського вченого, який не вважав за потрібне боротися за визнання і дивіденди, зайвий раз доводить благородство натури Івана Пулюя та відданість своїй справі, а також ставить його в один ряд з великими діячами світової науки.

Іван Пулюй окрім науки вів активну діяльність в інших руслах, зокрема активно проявляв себе в національному русі, боровся за те, щоб в українських школах велося навчання українською мовою. Коли ліквідували кафедри з українською мовою, звільняли викладачів і багатьох студентів з університетів, Іван Пулюй разом з Іваном Горбачевським створили спеціальний фонд, який допомагав українським студентам навчатися в європейських університетах. Підтримував він і відкриття українського університету у Львові і публікував статті на підтримку української мови. Будучи професором, організовував стипендії для українських студентів в Австро-Угорщині. Був дійсним членом товариства імені Шевченка. Крім того Іван Павлович Пулюй, який вільно володів 15 мовами, доклав усіх зусиль, щоб разом з Пантелеймоном Кулішем перекласти і видати Біблію українською мовою.

«Немає більшого гонору для інтелігентного чоловіка, як берегти свою й національну честь і без винагороди працювати для свого народу» - І. Пулюй.

Література.

1. Іван Пулюй – український винахідник рентгену і пристрасний патріот. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://heroes.profi-forex.org/ua/puljuj-ivan-pavlovich>
2. Іван Пулюй. Фізика: Закон Божий. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-culture/2866944-ivan-puluj-1-fizika-zakon-bozij.html>
3. Іван Пулюй. Фізика: Закони натури. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-culture/2867299-ivan-puluj-2-fizika-zakon-naturi.html>
4. Іван Пулюй — життя в ім'я науки та України. [Електронний ресурс] / Науково-технічна бібліотека ТНТУ – Режим доступу: <https://library.tntu.edu.ua/exhibitions/tematychni-vystavky/ivan-puljuj/>

УДК 61:53](091)

В. Д. Дідух, канд. фіз.-мат. наук, доц.

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ
України

**ЛЕОНІД ДМИТРОВИЧ ДІДУХ, ЯК НАУКОВИЙ КЕРІВНИК, З ТОЧКИ ЗОРУ
ЙОГО ПЕРШОГО ДИСЕРТАНТА**

V. Diduh, Assoc. Prof., Ph.D.,

**LEONID DMITRIEVICH DIDUH, AS A SUPERVISOR, IN TERMS OF HIS FIRST
RESPONDENT**

Братові

Не заключав ти з совістю угод.

Не опускав ні голову, ні руки.

За ціллю ти не бачив перешкод,

Проніс любов до краю й до науки.

Для мого брата, Леоніда, сина Дмитра і Марії, фізика була і релігією, і любов'ю, яку він проніс упродовж життя і якою, мов смолоскипом, освітлював наукову дорогу собі і своїм учням.

Леонід належав до тієї плеяди учених, про яких писав англійський філософ Френсіс Бекон: вони пам'ятали істинну мету науки, не займалися нею заради вчених суперечок, не заради вигоди і слави, але заради того, щоби мало користь і успіх саме життя.

Леонід був керівником моєї дисертаційної роботи, яка була продовженням дипломної роботи, яку я виконував, навчаючись на фізичному факультеті Львівського університету, під керівництвом доцента, у майбутньому член – кореспондента Національної академії наук, доктора фізико – математичних наук, професора Ігоря Васильовича Стасюка. І у Леоніда, до мене, як до свого першого дисертанта, були особливі вимоги. Скільки тонн паперу я тоді списав?!

Пам'ятаю, як брат радів коли з'явилася моя перша самостійна публікація в Українському журналі присвячена дослідженню зарядо – впорядкованих систем. Матеріали цієї статті відобразились у монографії Л. Д. Дідух, В. Д. Дідух., Упорядоченное состояние в материалах с узкими зонами проводимости.” – Львов: ВШ, 1980. – 106 с., яка була, як писав брат, у числі перших у світовій літературі серед праць, присвячених теоретичному дослідженню електричних і магнітних властивостей матеріалів із вузькими енергетичними зонами. Результати наших досліджень не лишилися не поміченими і нас запросили виступити на IV всесоюзній нараді присвяченій механізмам двохелектронній динаміці в неорганічних матеріалах – Черноголовка (Росія), 1989.

Свого часу я був прикріплений до кафедри теоретичної фізики Чернівецького державного університету, якою завідував доцент, у майбутньому доктор фізико – математичних наук, професор Володимир Михайлович Ніцович, якому я надзвичайно вдячний за численні розмови стосовно моїх досліджень і на кафедрі і поза її межами. Це ж він запитав Леоніда: „Нащо ти його так довго тримаєш?“. Бо між першою моєю публікацією, співавтором якої був Леонід і виходом на захист дисертації, минуло 8 років. Та я розумів, що брат хотів, щоб дисертація була бездоганною. І лише тоді, коли я доповів про результати моїх наукових досліджень на семінарі в центрі магнітних досліджень СРСР – Інституті фізики металів АН СРСР (м. Свердловськ), директором якого був академік С. В. Вонсовський, брат благословив мене на захист дисертації.

Та після захисту дисертації, наші з братом наукові шляхи розійшлися, хоча наукові спілкування не припинялися. Я продовжував досліджувати зарядо-впорядковані системи, а брат – ефекти міжелектронних взаємодій у кристалах із вузькими енергетичними зонами. Та коли я почав публікувати вірші, які отримали схвальні оцінки відомого українського поета Бориса Демкова і знаного у світах літературознавця Дмитра Нитченка (Австралія), Леонід попросив Олега Германа, щоб той переконав мене, повернутися від поезії до фізики, бо справжній науці потрібно приділяти максимум часу і вона, мов жінка, не любить суперниць. Та коли окрім поетичних збірок побачили світ мої історико-фольклористичні праці присвячені давній Волині, брат до моїх захоплень віднісся не лише із розумінням, а й радів моїм дослідженням та досягненням.

Теми наших наукових інтересів відрізнялися. І тому-то упродовж 25-ти років у нас не було спільних публікацій. Це для багатьох може здатися дивним. Та саме це підкреслює позицію Леоніда і до написання наукових праць і до їхніх співавторів.

Леонід Дмитрович думав і жив як філософ. У книзі „У пошуках опори” він зосереджує читача на роздумах, думках видатних мислителів минувшини і сьогодення, які зберігають неминуще значення і сьогодні та послугують формуванню ідеалів та цінностей сучасного світу, та закликає читача відшукати себе у сьогоденні, знайти філософську точку опори та реалізувати себе на обраному життєвому шляху.

УДК 331.54; 378.1

К. В. Зеленський, д-р. екон. наук, доц.
Гусятинський коледж ТНТУ, Україна

ПОТРЕБА У ФАХІВЦЯХ ЯК КРИТЕРІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

K. Zelenskyu, Dr., Assoc. Prof.

THE NEED FOR SPECIALISTS AS A CRITERION FOR THE EFFICIENCY OF HIGHER EDUCATION

Вступ. Вся система освіти в державі організовується для задоволення потреб: роботодавців у кваліфікованих кадрах; особи для гідного саморозвитку; безпосередньо самої держава для отримання прибутку з кожної вкладеної в освіту гривні.

Аналіз публікацій. Багато авторів досліджують потребу організацій у персоналі як основу для прогнозування та планування їх розвитку [1, 5]. Більшість дослідників класифікують потребу у фахівцях: за видами економічної діяльності, галузями економіки у розрізі секторів, видів промисловості; кваліфікацією робіт; за професійними групами [3]; за рівнями (ступенями) освіти [1, 2].

Метою статті є дослідження потреби роботодавців України у фахівцях за ступенями освіти як одного із аспектів підвищення ефективності системи вищої освіти в цілому.

Виклад основного матеріалу. Науковці і дослідники США [1] протягом ХХ-го століття вивели формулу потреби (для економіки США) у фахівцях з вищою освітою:

$$\text{ПФ}_{\text{США}} = 1_{(M)} + 2_{(B)} + 7_{(MC+KP)} = 3_{(M+B)} + 7_{(MC+KP)}. \quad (1)$$

А саме, на 10 фахівців з вищою освітою США (у (1) позначено $\text{ПФ}_{\text{США}}$) потрібно 1-го зі ступенем магістра (М), 2-х зі ступенем бакалавра (Б) та 7-ро випускників коледжів зі ступенями молодшого спеціаліста (МС) та кваліфікованого робітника (КР).

Подібне співвідношення потреби у фахівцях за відповідними рівнями освіти було озвучено «2008 року на нараді держав – учасниць Копенгагенського процесу у Франції, що 2020 року сфера зайнятості Європи матиме потребу в кадрах з університетською освітою на 31%, із середнім професійним рівнем – на 50%, з низькою кваліфікацією – 19%» [2]. Дані співвідношення приведено до виду, подібного до формули (1) [5]:

$$\text{ПФ}_{\text{Європа}} = 3,8_{(M+B)} + 6,2_{(MC+KP)} + 2,3_{(ПЗСО)}, \quad (2)$$

де прийнято, що ПЗСО - рівень профільної загальної середньої освіти відповідає фахівцям із низькою кваліфікацією (19% [2]).

Видно, що співвідношення потреби Європи у фахівцях - $\text{ПФ}_{\text{Європа}}$ (2) ілюструють близькість до потреби у фахівцях з вищою освітою у США (1).

Дослідимо потребу роботодавців України у фахівцях за ступенями освіти. Для цього за методикою [5] використано дані Державної служби статистики України [4] і **визначено потреби підприємств у працівниках за професійними групами** [3] (табл. 1): № 1 – «законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі)»; № 2 – «професіонали»; № 3 – «фахівці»; № 4 – «технічні службовці»; № 5 – «працівники сфери торгівлі та послуг»; № 6 – «кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства»; № 7 – «кваліфіковані робітники з інструментом»; № 8 – «робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин»; № 9 – «найпростіші професії».

Наступним етапом, за методикою [5], переведено чисельності потреб підприємств у працівниках за професійними групами у чисельності потреб за ступенями освіти і порівняно із числом випускників відповідних закладів освіти (зведено у табл. 2).

Визначено навантаження (Н) чисельності випускників (В) відповідних закладів освіти на одиницю потреби (П) фахівців з відповідними ступенями освіти: $H=V/P$ (табл.

2). Високі значення показників Н (понад Н=2, що прийнято на рівні коефіцієнту запасу від можливих втрат, невідповідності спеціальностей) знижують ефективність фінансових витрат на підготовку фахівців за відповідними ступенями освіти.

Таблиця 1 – Потреба у фахівцях за професійними групами

Роки	Всього (тис. вакансій), [4]	У тому числі за професійними групами (тис. вакансій), [5]								
		№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9
2015	56,2	3,6	6,3	5,2	1,8	7,4	2,3	8,6	13,9	7,1
2016	60,4	3,7	6,2	5,7	2,5	8,0	2,2	11,2	12,8	8,1
2017	79,5	4,7	7,7	6,3	3,3	11,0	2,7	15,9	17,9	10,0
2018	104,8	4,9	8,8	8,9	3,8	13,7	3,1	22,7	25,3	13,6

Таблиця 2 – Навантаження чисельності випускників на одиницю потреби фахівців

Роки	Магістри + Бакалаври (М+Б)			Молодші спеціалісти (МС)			Кваліфіковані робітники (КР)		
	Потреба (П _(М+Б)), тис. осіб [5]	Випуск (В _(М+Б)), тис. осіб [4]	Н _(М+Б) = В _(М+Б) /П _(М+Б)	Потреба (П _(МС)), тис. осіб [5]	Випуск (В _(МС)), тис. осіб [4]	Н _(МС) = В _(МС) /П _(МС)	Потреба (П _(КР)), тис. осіб [5]	Випуск (В _(КР)), тис. осіб [4]	Н _(КР) = В _(КР) /П _(КР)
2015	11,4	374,0	32,8	7,1	73,4	10,3	18,4	165,0	8,9
2016	11,6	318,7	27,5	7,8	68,0	8,7	19,6	152,8	7,7
2017	14,2	359,9	25,3	9,8	61,2	6,2	27,3	141,3	5,2
2018	16,5	360,0	21,8	13,2	60,0	4,5	37,6	140,0	3,7

За аналогією побудови формул (1, 2), даними таблиць 1, 2, побудовано 1-у формулу як потребу роботодавців у фахівцях за ступенями освіти в Україні (обчислено як середнє значення за 2013-2018 роки [5]):

$$ПФ_{Україна(1)} = 2,3_{(М)} + 0,7_{(Б)} + 1,9_{(МС)} + 5,1_{(КР)} + 5,3_{(ПЗСО)} = 3_{(М+Б)} + 7_{(МС+КР)} + 5,3_{(ПЗСО)}. \quad (3)$$

Співвідношення потреби у фахівцях з вищою освітою - ПФ_{Україна(1)} у (3) виразом - (3_(М+Б) + 7_(МС+КР)) копіює потребу у фахівцях - ПФ_{США} (1) і є близькою до ПФ_{Європа} (2).

Також побудовано формули співвідношення чисельності випускників відповідних навчальних закладів (ступенів освіти) України у 2017 році [13], які навчалися за видатки:

- державного бюджету – 2-а формула:

$$ПФ_{Україна(2)} = 4,75_{(М+Б)} + 1,32_{(МС)} + 3,93_{(КР)} = 4,75_{(М+Б)} + 5,25_{(МС+КР)}; \quad (4)$$

- фізичних (юридичних) осіб – 3-я формула:

$$ПФ_{Україна(3)} = 9,05_{(М+Б)} + 0,74_{(МС)} + 0,21_{(КР)} = 9,05_{(М+Б)} + 0,95_{(МС+КР)}. \quad (5)$$

Висновок. Різницю між числовими значеннями 2-ї і 1-ї формул ((4), (3)) та 3-ї і 1-ї формул ((5), (3)) відповідних ступенів освіти можна прийняти як критерії оцінки ефективності вищої освіти. Чим менші такі значення – тим вищою є ефективність.

Література

1. Gray K., Herr E. Other Ways to Win: Creating Alternatives for High School Graduates. Third Edition. Thousand Oaks: Corwin Press., Inc. A Sage Publications Company, 2006. -272 p.
2. Домінський О. Коледжі треба зберегти в системі вищої школи // Урядовий кур'єр. 18.03.2015 р. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/koledzhi-treba-zberegiti-v-sistemi-vishoyi-shkoli/>
3. Класифікатор професій ДК 003:2010 URL: https://hrliga.com/docs/327_KP.htm
4. Державна служба статистики України URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Зеленський К. В. Потреба роботодавців у фахівцях за рівнями освіти. Ефективна економіка. 2018. Вип. 11. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/8_2018/54.pdf

УДК 00+002.2

Л.В.Івасюк, доктор філософських наук
Австрія, Україна

ІВАН ПУЛЮЙ У ПУБЛІЧНОМУ ПРОСТОРИ АВСТРІЇ: СТРАТЕГІЇ ПРИКЛАДНОЇ ІСТОРІЇ

L.V.Ivasyuk, PhD.

IVAN PULUJ IN THE AUSTRIAN PUBLIC SPHERE: STRATEGIES OF APPLIED HISTORY

Тема присутності, а радше відсутності Івана Пулюя в публічному просторі Австрії масштабно ще не була на порядку дня ні в академічному, ні в публічному просторі. Австрія посідає в моєму дослідженні особливе місце: хоча Пулюй тісно пов'язаний із цією країною, але досі він залишається невідомим широкому австрійському загалові.

Завдання мого дослідження полягає в тому, щоб вивчити причини такої «відсутності» і запропонувати шляхи її подолання через дисципліну, яка поки ще не в усіх країнах Європи інституціоналізована – через публічну (прикладну) історію. Водночас аналізую стратегії популяризації Івана Пулюя та перешкоди на шляху інтеграції імені та спадщини цього вченого в культурну пам'ять Австрії.

У дослідженні застосовано медіа-аналіз та дискурсивний аналіз. У моїй інтерпретації проблематики переважають постколоніальний підхід й ідеологічна критика. Загальний контекст перебуває у вимірі інтелектуальної історії, причому взято до уваги специфіку політичних, ідеологічних та освітніх структур Австрії.

Через своє вузьке сприйняття України як пострадянської держави Австрія не виробила об'єктивного бачення України, її історії та здобутків української еліти. Австрія створила дещо односторонній підхід до сприйняття України як колишньої країни-колонії, зокрема, через існування колись підавстрійської Галичини. Тому у сприйнятті австрійського загалу Україна переважно не виступає як політичний суб'єкт.

Не бажаючи або навіть побоюючись розвивати публічну історію, Австрія втрачає потенційні канали донесення до загалу історії України та значущості її особистостей. Відповідно простір досі заповнюють російськими темами. Навіть зараз в університеті Відня не створено факультету україністики, а українські теми вивчаються винятково в рамках полоністики або русистики.

У таких умовах не можна очікувати від австрійців особливої уваги до українських постатей, навіть такої величини, як Іван Пулюй. Потрібно через українські ініціативи відкривати для Австрії українські інтелектуальні виміри. Найефективнішим способом я вважаю використання публічної історії.

Ім'я Івана Пулюя повинно бути запроваджене до публічного простору Європи, насамперед у тих країнах, де він жив і працював. Для цього я надіслала петицію до Президента України з вимогами встановити пам'ятники Пулюєві у світі й залучити дипкорпус України до популяризації Івана Пулюя насамперед через закордонні медіа.

Саме Австрія, країна, яка активно розвиває постколоніальні наративи в публічному просторі, може бути зацікавлена у співпраці щодо популяризації українських учених, особливо тих, які народилися у складі імперії і зробили свій внесок у світовий прогрес.

Література:

Роман Гайда, Роман Пляцко: Іван Пулюй. Життя і творчість, Львів 2019.

УДК 344

А.А.Криськов, д-р. істор. наук, доц., С.А.Криськова

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ТОВАРИСТВО УКРАЇНСЬКИХ ІНЖЕНЕРІВ У ЧЕХОСЛОВАЧЧИНІ (1930-1938)

A. Kryskov, Dr., Assoc. Prof., S. Kryskova

SOCIETY OF UKRAINIAN ENGINEERS IN CZECHOSLOVAKIA (1930-1938)

Під час «Великої депресії» безробіття у Чехословацькій республіці (ЧСР) охопило понад 1 млн осіб. У березні 1928 р. парламент цієї держави прийняв закон про охорону національного ринку праці, який унеможлилював отримання роботи для іноземців та осіб без громадянства. Під загрозою втрати роботи опинилися також інженери-українці. Для посередництва між ними та урядовими структурами ЧСР 19 жовтня 1930 р. у Празі було створене Товариство українських інженерів (ТУІ). Якщо на момент створення членами організації стали 70 осіб, то вже у 1938 р. їхня кількість зросла до 153. Переважна більшість були випускниками чехословацьких вишів та Української Господарської Академії (УГА) у Подєбрадах. ТУІ було професійною організацією, яка об'єднувала українців-інженерів на всій території тодішньої ЧСР. Так, станом на вересень 1936 р. зі 137 членів організації 69 проживали у Празі, 30 – на території Чехії поза межами Праги, 6 – у Моравії та Сілезії, 12 – у Словаччині і 16 – у Підкарпатській Русі (сучасна Закарпатська область). Варто зазначити, що паралельно існувала і Спілка українських інженерів на Словаччині (СУІ), яка налічувала 36 осіб.

Діяльність обох структур здійснювалася за кількома напрямками: а) відстоювання професійних інтересів членів організацій; б) культурно-просвітницька робота і популяризація технічних наук; в) налагодження контактів з іншими організаціями українських емігрантів. Перший напрям являвся пріоритетним і заходи, спрямовані на працевлаштування українських інженерів за спеціальністю, здійснювалися. Щоправда, СУІ виявилася набагато ефективнішою, ніж ТУІ – працевлаштувала 23 особи. Для надання матеріальної допомоги своїм членам та для реалізації програмних завдань при організаціях діяли спеціальні фонди, які наповнювалися членськими внесками. Так, при ТУІ діяли Фонд Пулюя (для будівництва пам'ятника І. Пулюю на Ольшанському цвинтарі у Празі) і Фонд Горбачевського (для допомоги незаможним студентам УГА у Подєбрадах). Популяризація технічних наук здійснювалася через підготовку доповідей на технічні та господарські теми. У 1937 р. 6 членів ТУІ взяли участь у написанні розділів до «Української сільськогосподарської енциклопедії», яка вийшла друком у Львові.

Співпраця з різними емігрантськими організаціями виражалася як у безпосередніх контактах, так і шляхом надання матеріальної допомоги. Так, у 1937 р. ТУІ передало для поточних потреб по 100 крон товариству «Рідна Школа» у Львові та Українській гімназії у Ржевницях, у 1938 р. – 50 крон Українській гімназії у Модржанах та 150 крон львівській «Просвіті».

Професійні організації українських інженерів-емігрантів у Чехословацькій республіці періоду між двома світовими війнами виникли як реакція на скрутне матеріальне становище української еміграції.

УДК 336

О.В. Панухник, д-р. екон. наук, проф., І.Г. Химич, канд. екон. наук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

НАУКОВИЙ ФЕНОМЕН ІВАНА ПУЛЮЯ: НЕВИЧЕРПНИЙ ДРАЙВЕР РОЗВИТКУ ОСВІТИ ТА НАУКИ СУЧАСНОЇ УКРАЇНИ

O. Panukhnyk, Dr., Prof., I. Khymych, Ph.D.
THE SCIENTIFIC PHENOMENON OF IVAN PULUJ: INEXHAUSTIBLE ENGINE
OF EDUCATION AND SCIENCE DEVELOPMENT OF MODERN UKRAINE

*Наука потрібна народу. Країна, яка її не розвиває, перетворюється в колонію.
(Фредерік Жоліо-Кюрі)*

Іван Пулюй – один з найвидатніших геніїв сучасності. Саме такі люди як він і сприяють розвитку науки, адже, власними здобутками спонукають до активних дій інших науковців, саме вони доказують, що нічого неможливого в світі не існує й те, що за будь-яких умов життя варто творити. Взагалі, найвизначніші досягнення науковців дають поштовхи до появи все нових і нових винаходів.

Все в світі розвивається, й Україна теж цьому не виняток. На рис. 1 [2] представлено динаміку витрат на виконання наукових досліджень та розробок в країні.

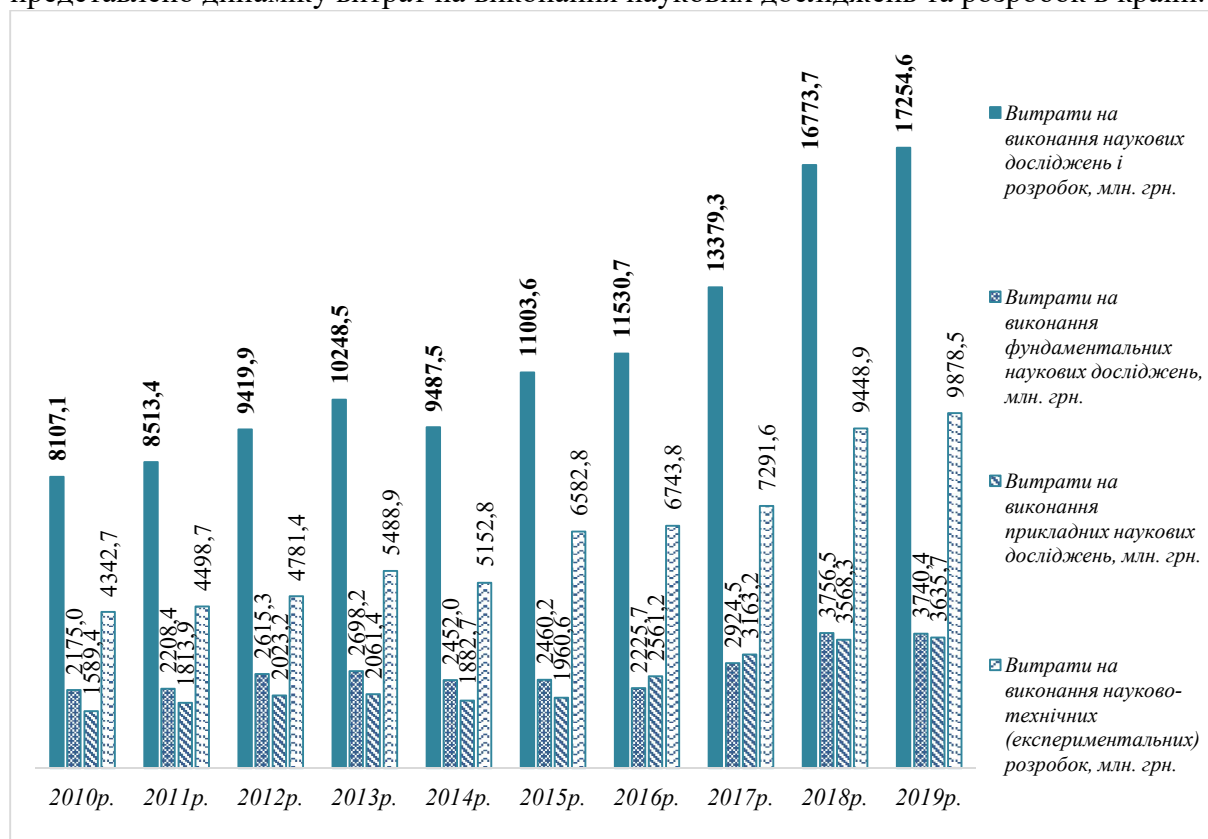


Рис. 1. Витрати на виконання наукових досліджень та розробок протягом 2010-2019 років в Україні, млн. грн.

Доцільно відмітити, що за 2019 р. для наукових досліджень і розробок витрачено 17254,6 млн. грн. Протягом 2010-2019 років динаміка даних витрат має зростаючу тенденцію, що є одним із позитивних факторів для подальшого розвитку науки в країні.

Оскільки наукові винаходи безпосередньо пов'язані із рівнем освіти в країні, вартим уваги виступає й аналіз кількості закладів освіти в країні (табл. 1) [2].

Кількість закладів освіти в Україні, од.

Назва	10/11рр.	14/15рр.	15/16рр.	16/17рр.	17/18рр.	18/19рр.	19/20рр.
Коледжі, технікуми, училища	483	387	371	370	372	370	372
Університети, академії, інститути	330	277	288	287	289	282	281

З наведених даних помітна тенденція скорочення кількості закладів освіти протягом всього аналізованого періоду, яка пояснюється реформуванням сфери освіти та виведенням її на якісно новий рівень згідно сучасних світових умов тощо.

Крім вище представлених даних, на рис. 2 [2] відображено динаміку загального обсягу витрат щодо напрямів інноваційної діяльності в країні.

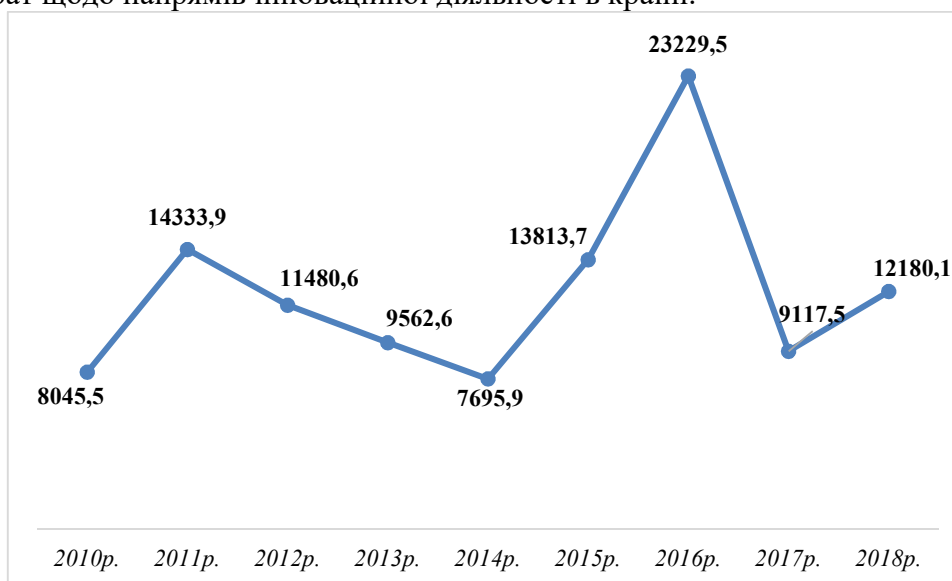


Рис. 2. Загальний обсяг витрат за напрямками інноваційної діяльності протягом 2010-2019 років в Україні, млн. грн.

Не дивлячись на те, що в 2017 р. помітне значне скорочення витрат для забезпечення інноваційної діяльності в країні (-60,75 %), за 2018 р. ситуація дещо покращилася й дані витрати зросли на 33,59 % (12180,1 млн. грн.).

Варто розуміти, що в сучасному світі без різноманітних інноваційних звершень просто нікуди: нові винаходи – це, по суті, і є розвиток самого світу в цілому. Необхідно зауважити, що в своїй більшості саме негативні фактори, такі як, наприклад, війни, кризи, стихійні лиха та навіть пандемії найчастіше і є тим каталізатором, що сприяє розвитку найрізноманітніших винаходів, що безповоротно змінюють світ на краще. Адже, кожен новий день несе в собі нові можливості для розвитку та вдосконалення.

Література.

1. Владимир О.М. Иван Пулюй – український діяч та інноватор світового рівня. Матеріали VIII-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції пам'яті почесного професора ТНТУ, академіка НАН України М.Г. Чумаченка «Інновації: аспекти управління, виробництва, сфери обслуговування» ТНТУ імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 28 березня 2019 року). Тернопіль: ТНТУ, 2019. С. 19-21: веб-сайт. URL: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/28203/2/IAYVSO_2019_Vladymyr_O_M-Ivan_puluy-ukrainian_19-21.pdf.

2. Державна служба статистики України: веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

УДК 929:008(477)

У. М. Плекан, канд. екон. наук

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ВКЛАД І. ПУЛЮЯ В УКРАЇНСЬКЕ ДУХОВНЕ ТА НАЦІОНАЛЬНЕ ВІДРОДЖЕННЯ

U. Plekan, Ph.D.

CONTRIBUTION TO THE UKRAINIAN SOIRITUAL AND NATIONAL REVIVAL OF I. PULYUY

Внесок вітчизняного фізика і електротехніка, винахідника "X"-променів, перекладача Біблії та Псалтиря, відомого громадсько-політичного діяча, вченого і патріота України Івана Пулюя в розвиток рідного краю важко переоцінити.

Активна педагогічно-просвітницька діяльність характеризує Івана Пулюя протягом усього його життя. Будучи великим патріотом і гуманістом, вчений відомий також своєю громадсько-політичною і національно-культурною діяльністю. Ще навчаючись у Тернопільській класичній гімназії, організував таємну студентську «Громаду». Навчаючись у Віденському університеті, став співзасновником товариства українських богословів, а також відомого товариства «Січ», члени якого внесли вагомий вклад у європеїзацію галицької Русі.

Здобутки на науковій ниві привели молодого Івана Пулюя на посаду викладача кафедри фізики, механіки та математики у Військово-морській академії у Хорватії. Подальша наукова праця здійснювалася вже у Страсбурзькому університеті. Через два роки І. Пулюй повертається до Віденського університету, вже здобувши ступінь доктора філософії (спеціалізація з фізики). У 1884 р. йому пропонують посаду професора експериментальної і технічної фізики Німецької політехніки у Празі. Протягом 1888-1889 н.р. його обирають ректором, а у 1890-1891 н.р. – деканом машинобудівного факультету. Відомими є спроби І. Пулюя заснувати модерний електротехнічний інститут, однак, через відсутність фінансування, ідея залишилася не втіленою [1, с. 32].

Попри захоплення точними науками, вчений не забував про непросту долю українського народу, що відобразилося в конкретних практичних діях, зокрема, в:

- укладанні підручників для українських шкіл та гімназій;
- участі в перекладі Біблії на українську мову;
- вкладі у відкриття українського університету у Львові;
- поширенні української мови та збагаченні української наукової термінології;
- допомозі українським біженцям із Галичини з початком 1-ї Світової війни та пораненим воякам-українцям і військовополоненим;
- активній розбудові усієї системи української освіти;
- заснуванні фонду допомоги українській студентській молоді;
- низці публікацій щодо необхідності утворення самостійної української держави;
- активному лобіюванні українських інтересів.

І. Пулюй – яскравий приклад найбільшої вірності власному народові, віри в майбутнє рідного краю та результативної практичної діяльності для національного відродження.

Література

1. Ткаченко Р., Ликова Н., Іскрицька А. «Священик науки»: грані особистості І. Пулюя. *Scriptorium nostrum*. 2019. № 1 (12)

УДК 94(477)

О.Б. Потіха, канд. істор. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ГРОМАДСЬКА ТА НАЦІОНАЛЬНО-КУЛЬТУРНА ДІЯЛЬНІСТЬ І. ПУЛЮЯ

O.V. Potikha, Ph.D.

PUBLIC AND NATIONAL AND CULTURAL ACTIVITIES IVAN PUL'UJ

Ім'я Івана Пулюя (1845–1918) відоме в Україні та далеко за її межами. Уродженець Тернопільщини прославився не лише як один із першовідкривачів радіоактивного випромінювання та своїми досягненнями у галузі теоретичної і практичної фізики та електротехніки. Іван Пулюй – багатогранна постать в історії світової науки і техніки та громадсько-політичного і національно-культурного життя кінця ХІХ – початку ХХ ст.

Філософ, педагог, перекладач, доктор філософії і фізики, професор – його досягнення відомі як нинішньому поколінню українства так і світовій громадськості. Здобувши освіту у Тернопільській гімназії, згодом завершивши навчання на філософському та теологічному факультетах Віденського університету, молодому фахівцеві не вдалося працевлаштуватися на батьківщині через активну патріотичну позицію. Не став він і священником, а захопився фізикою, досягнення у сфері якої йому принесли світову славу і визнання. Доля розпорядилася так, що його, як здібного випускника європейського вишу зарахували викладачем фізики до Військової академії у Хорватії, згодом – до Стразбурзького та Віденського університетів, Празького політехнічного інституту.

Перебуваючи далеко за межами рідної землі, І. Пулюй ніколи не забував про свої корені, завжди залишався свідомим українцем та патріотом своєї Батьківщини. Ще під час навчання у Тернопільській гімназії, він займав активну громадсько-політичну та національно-культурну позицію. Він належав (з 1864 р.) і був одним з перших голів таємного учнівсько-студентського товариства „Громада”, метою діяльності якого було вивчення вітчизняної історії та літератури, пропагування вивчення української мови. Громадівці присягли стояти на захисті рідного слова, говорити рідною мовою, допомагати незаможним учням, займатися культурно-просвітницькою діяльністю. Так, 1904 р. громадівці організували святкування з нагоди 35-річного ювілею творчої праці відомого українського композитора Миколи Лисенка. Кошти, зібрані під час свята, з ініціативи І. Пулюя, використовувалися на матеріальну допомогу українським студентам. Цей фонд був названий іменем засновника – „Фондом Пулюя” і проіснував до 1939 р., тобто до початку Другої світової війни. „Громада” у Відні також мала власну бібліотеку, яка складалася переважно з українських книжок: творів Т. Шевченка, І. Котляревського, О. Стороженка, П. Куліша та ін. Серед періодичних видань були: „Основа”, „Правда”, „Мета”, „Русь”, „Вечерниці” та інші галицько-руські видання, також кілька книжок польських і німецьких класиків. Бібліотека передавалась від однієї генерації студентів до іншої та переносилася з місця на місце з метою конспірації. Упродовж 1860-х рр. тернопільська „Громада” стала справжньою школою українознавства для молодшої тернопільської інтелігенції.

Будучи студентом Віденського університету, Іван Пулюй став одним із організаторів (з 1868 р.), активістів, а згодом і очільником товариства „Січ” (1873–1874), яке було найдієвішою організацією серед українських „Січей” та об'єднувало українську молодь австрійської столиці. З її ініціативи, як професійної студентської організації, у 1881 р. у Коломиї відбулося перше загальне віче галицького і буковинського студентства. З початку ХІХ ст. І. Пулюй разом з однодумцями з товариства „Січ”

підтримував боротьбу за український університет у Львові. У 1902 р. Він підготував звернення до австрійської влади з категоричною вимогою припинення колонізації на території західноукраїнських земель та відкриття українських національних шкіл, гімназій та університетів. Віденська „Січ”, як перше українське студентське товариство народовецького напрямку та діяльність Івана Пулюя у ньому відіграли видатну роль в історії українського національного відродження в умовах австрійського панування.

У 1914–1918 рр. семидесятирічний професор Пулюй долучився до акції допомоги Союзу визволення України та Бойової управи Українських січових стрільців під час Першої світової війни. Воєнне лихоліття стало важким тягарем для українців Галичини. Бойові дії на території галицьких земель змушували галичан покидати рідні домівки та привели до появи великої кількості українських біженців за кордоном, які потребували матеріальної допомоги та моральної підтримки. Саме тоді Іван Пулюй разом з відомим українським ученим та громадським діячем, вихідцем з Тернопільщини Іваном Горбачевським (брат Антіна Горбачевського – сенатора польського парламенту 1927–1929) очолили Комітет допомоги українським утікачам у Празі. І. Пулюй, відклавши на другий план свої фахові дослідження, разом з однодумцями пропагував українську національну ідею за кордоном і цим зробив вагомий внесок у розбудову Української народної республіки та Західноукраїнської народної республіки. Практичним доказом цього є його праця під назвою „Україна та її міжнародне політичне значення”, видана у 1915 у Відні. Це одна з перших публікацій з геополітики України.

Одним із улюблених занять І. Пулюя було перекладання релігійних праць із стародавніх мов. Маючи за плечима навчання на теологічному та філологічному факультетах, добре оволодів багатьма давніми мовами. Разом з письменником, етнографом і перекладачем П. Кулішем, а після його смерті – з письменником І. Нечуєм-Левицьким, переклали Псалтир та Євангеліє (відповідно з давніх гебрійської та грецької мов). Фахівці високо оцінили якість перекладів, які були включені до виданої в 1905 р. Британським біблійним товариством української Біблії. 1871 р. У Відні І. Пулюй першим надрукував Молитовник українською мовою, а згодом – у 1872 р. написав українською мовою перший підручник з геометрії. Талант І. Пулюя як публіциста проявився у його численних друкованих виступах на захист рідної мови, тому боляче сприйняв Емський указ 1876 р. про заборону української мови. Двічі звертався до імперської влади з проханням скасувати цей акт. Вболіваючи за рідну мову, він не мав спокою до останніх днів свого життя.

Великий шмат своєї праці І. Пулюй присвятив роботі у Науковому товаристві ім. Т. Шевченка (НТШ), з яким співпрацював з 1893 р., а з 1899 – був дійсним членом НТШ. Завдяки старанням І. Пулюя та інших членів формувалася українська наукова термінологія з математики, природознавства, медицини. НТШ видавало брошури Пулюя, які відіграли важливу роль у поширенні наукових знань рідною мовою.

Будучи поборником української національної ідеї, Іван Пулюй усе своє життя присвятив науковим дослідженням та служінню рідному народові.

Література.

1. Заставний Ф. Іван Пулюй – великий патріот України: малознані сторінки творчості / Федір Заставний; Львівський державний університет імені І. Франка [та ін.]. – Львів, 1996. – 76 с.

2. Гайда Р., Пляцко Р. Іван Пулюй (1845–1918). Життєписно бібліографічний нарис. – Львів: НТШ, 1998. – 275 с.

2. Електронний ресурс. Режим доступу до джерела: <https://archives.gov.ua/wp-content/uploads/10-16.pdf>

УДК 929:008(477)

Jacques Fraissard, Dr., Prof.

Université Pierre et Marie Curie Sorbonne Paris 6,

SOIXANTIÈME ANNIVERSAIRE DE L'UNIVERSITÉ IVAN PULUJ-TERNOPIL



Puluj a eu une carrière très fournie. En résumé :

Diplômé avec mention de la faculté de théologie de l'université de Vienne (1869),

Diplômé du département de philosophie de l'université de Vienne (1872).

En 1876, doctorat sur la friction interne dans les gaz à l'Université de Strasbourg sous la direction d'August Kundt.

Puluj a enseigné à l'Académie de la Marine à Fiume (Rijeka, Croatie) (1874-1876),

Tout de suite après il a enseigné à l'Université de Vienne (1876-1884)

Puis encore immédiatement après à l'École technique supérieure de Prague (1884-1916).

En même temps Il a été recteur de l'École technique supérieure de Prague en 1888-1889.

Il est même un moment industriel en 1884 avec la production de lampes pour l'éclairage de la ville de Steyr, et son exposition. Avec un énorme succès. Puluj a également travaillé comme conseiller d'État en matière d'ingénierie électrique pour les gouvernements locaux de Bohême et de Moravie.

Il a même réalisé une traduction de la Bible en langue ukrainienne.

On peut dire qu'il est un « globe-trotter » scientifique. En outre il touche à tout :

- La théorie cinétique des gaz

- Les décharges électriques dans les gaz à très faible pression

- Les rayons cathodiques et bien sûr il découvre les rayons X mais malheureusement n'en voit pas tout de suite l'importance. Il le comprendra 14 ans plus tard en apprenant les premiers résultats de Roentgen. Il fera alors des radiographies magnifiques pour l'époque.

Je ne détaillerai pas davantage la carrière de Puluj, car d'autres plus éminents sur ce sujet l'ont sûrement fait avant moi. Je souhaite simplement vous montrer quelques photos des appareils que Puluj a présentés à l'exposition de Paris en 1882 et qui sont maintenant la propriété du Musée du CNAM

Une question se pose : Puluj devait-il avoir le Prix Nobel avec Roentgen ? Nul doute que Puluj a été un grand scientifique. Mais à mon avis il s'est trop dispersé scientifiquement et surtout géographiquement. Roentgen a fait presque toute sa carrière en Allemagne. Je rappelle que Strasbourg était à cette époque allemande. Il était bien connu de tous les scientifiques allemands. Et le poids politique d'un pays est très important dans ce cas. Et puis ce n'est pas la seule fois qu'un scientifique découvre quelque chose d'important mais dont il ne profite pas. Par exemple Cannizzaro a découvert le nombre dit d'Avogadro. Mais c'est ce dernier qui a montré son intérêt. Puluj est maintenant reconnu de toute la communauté scientifique. C'est le principal.

En conclusion je regrette beaucoup de ne pas être parmi vous. J'espère que ce n'est que partie remise. Alors bon anniversaire et grands succès à votre Université.

Секція: ПЕРЕКЛАДАЧ БІБЛІЇ, ПОЛІТОЛОГ, ПУБЛІЦИСТ

УДК 929

В. В. Гой, І. Г. Химич, канд. екон. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ІВАН ПУЛЮЙ – ОДИН ІЗ ПЕРШИХ ПЕРЕКЛАДАЧІВ БІБЛІЇ СУЧАСНОЮ
УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ**

V. Hoi, I. Khymych, Ph. D., Associate Professor

**IVAN PULYUY IS ONE OF THE FIRST TRANSLATORS OF THE BIBLE IN
MODERN UKRAINIAN**

Іван Пулюй – видатний вчений, відомий відкриттям Х-променів, які з часом почали називати рентгенівськими. Проте небагато людей знають, що Пулюй був також політологом, публіцистом, перекладачем і громадським діячем. Іван Пулюй вніс вагомий вклад у розвиток цілої нації, освіти, культури, державності.

Іван Пулюй був поліглотом, теологом і знавцем класичних мов. Разом із відомими письменниками Пантелеймоном Кулішем і Іваном Нечуєм-Левицьким він працював над перекладом українською мовою та виданням Біблії. Перше повне видання було надруковано у Відні в 1903 році [1, с. 89].

Ідея – перекласти Біблію – з'явилася ще у Тараса Шевченка і Пантелеймона Куліша. Проте Шевченку не вдалося реалізувати задуму. Але Куліш почав реалізовувати намір власними силами. В деякі роки окремі частини Біблії друкувались у Львові й розповсюджувалися на Галичині, а також незаконним шляхом в Наддніпрянській Україні.

У 1869 р. до перекладу Біблії рідною мовою приєднався Іван Пулюй. За оригінал було взято найсвіжіше на той час грецькомовне видання Британського та Іноземного Біблійного товариства.

Перекладачі розподілили між собою обов'язки: Пулюй перекладав з грецької точний варіант перекладу, а Куліш викладав його українською говіркою. Кінцевий варіант вони порівнювали із взірцевими перекладами на російську, німецьку, французьку, англійську мови, латину та інші мови. Наприкінці 1871 р. у Відні громадським коштом у друкарні Соммера було надруковано Євангелія від Івана, Луки, Марка, та Матвія тиражем п'ять тисяч примірників українською мовою.

Над перекладом Старого Завіту П. Куліш працював до кінця свого життя, однак виходу його у світ не дочекався (помер у 1897 р.). Пулюю надалі допомагав Іван Нечуй-Левицький. До перекладу святого Письма на українську мову Іван Пулюй доклав великих зусиль. Він порівнює у своїй автобіографії значення появи українського св. Письма зі значенням перекладу Біблії Лютера для німецького народу. Перекладу Біблії Пулюй присвятив 35 років свого життя [2, с. 199].

Отже, переклад Біблії став вагомим вкладом у розвиток української нації, культури і державності. Тому Пулюя можна назвати не лише видатним вченим, а й важливою постаттю у розвитку української мови.

Література:

1. Жижома, О. О. Іван Пулюй – перекладач Біблії. Університетська наука – 2019: тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. ДВНЗ «ПДТУ». Маріуполь, 2019. Т. 4. С. 89–90.
2. Р. Гайда, Р. Пляцко. Іван Пулюй : Життєписно-бібліографічний нарис. Наукове товариство імені Шевченка. Львів, 1998. 277 с.

УДК 2-234"1869/1904"=161.2(045)

Я.В. Стоцький, д-р. істор. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ І ВИДАННЯ ПЕРШОГО
ПОВНОГО УКРАЇНОМОВНОГО ПЕРЕКЛАДУ БІБЛІЇ КУЛІША – ПУЛЮЯ –
НЕЧУЙ-ЛЕВИЦЬКОГО: ВІД РУКОПИСУ ДО ДРУКУ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ**

Y. Stotskyi, Dr., Prof.

**THE ANALYSIS OF PROBLEMS THE PREPARATION PROCESS AND
PUBLICATION THE FIRST COMPLETE UKRAINIAN-LANGUAGE
TRANSLATION OF THE KULISH – PULUJ – NECHUY-LEVYTS'KYU BIBLE**

«Біблія-Книга книг, найважливіший, найбільше читаний, перекладуваний і коментований твір» [1, с. VII]. Вона належить до найпоширеніших у світі книг, бо перекладена частково або повністю «майже 1800 мовами і діалектами» [2, с. 11].

Слід зазначити, що переклад Біблії Куліша – Пулюя – Нечуй-Левицького налічує 66 книг: 39 – Старого Завіту і 27 – Нового завіту, тобто, це – протестантський варіант перекладу, не католицький і не православний. Це пов'язано з тим, що фінансове забезпечення перекладу, друк і навіть часткове розповсюдження здійснювалося Британським Біблійним Товариством, яке іноді ще називають Лондонським, утвореним у Лондоні в 1804 році. З метою здійснити перший україномовний переклад Біблії, її друк і розповсюдження греко-католик Пулюй і православні Куліш і Нечуй-Левицький без фінансової підтримки Лондонського Біблійного Товариства не змогли б, бо, з невідомих причин, УГКЦ не взяла на себе такий проєкт, а РПЦ на той час уже користувалася Синодальною Біблією, переклад якої за редакцією професора Є. Лов'ягіна та з дозволу церковної влади (синоду РПЦ) вийшов у світ 1876 року і був основним та обов'язковим для духовенства і мирян РПЦ і ним залишається й на даний час.

Необхідно зазначити, що до появи першого повного україномовного перекладу Біблії Куліша – Пулюя – Нечуй-Левицького на українських землях було здійснено, починаючи із VIII-IX століть, переклад окремих біблійних текстів в основному із новозавітних частин Біблії [5, с. 13]. Із таких перекладів слід відмітити Біблію Кирила і Методія староболгарською мовою (церковнослов'янською) близько 863 року.

Наприкінці 1869 року у Відні вийшов перекладений 24-річним Пулюєм Молитвослов для воїнів-русинів. У цей час Куліш познайомився із Пулюєм, який уже мав богословську освіту і добре володів давньогрецькою, давньоєврейською і латинською мовами. Тому Куліш залучив Пулюя до перекладу Біблії, тим паче, що Пулюй уже мав певний перекладацький досвід, бо переклав українською Молитовник і готував його друге видання для богослужбових потреб духовенства і мирян Греко-Католицької Церкви, яке б не побачило світ у 1871 році, якби не тверда підтримка тодішнього Галицького Митрополита Йосипа Сембратовича (1870-1882 рр.). На прохання Куліша Пулюй прилучається до перекладу Нового Завіту, а Куліш осилив переклад Старого Завіту. І у 1880 році у друкарні НТШ у Львові виходить у світ перекладений ними Новий Завіт та Євангелії і Псалми інших перекладачів тією ж мовою. Натомість повних перекладів Біблії українською мовою є чотири: Куліша – Пулюя –

Нечуй-Левицького (1903-1904 рр.); Івана Огієнка (1962 р.); Івана Хоменка (1963 р.) і Українського Біблійного товариства за ред. Рафаїла Турконяка (2011 р.).

Наприкінці 1882 року до Івана Пулюя звернувся директор філії Лондонського Біблійного Товариства у Відні Генріх Міллярд, щоб купити Новий Завіт, тобто його переклад і видати. Він продав Новий Завіт Біблійному Товариству у власність і покрити фінансові затрати. На початку 1890-х років Пулюй почав перекладати псалми із Старого Завіту і на лютий 1894 року уже переклав 20 Псалмів із 150, решту планував перекласти влітку.

Далі Пулюй з Кулішем планували приступити до видання Старого Завіту. Але у листопаді 1885 року сталася пожежа у якій згоріли житловий будинок, господарські приміщення і, загалом, усе майно Куліша на його хуторі, в тому числі і «єдиний примірник рукопису перекладу Старого Завіту» [5, с. 44]. Але у Куліша знайшлося сил і натхнення знову взятися за переклад Старого Завіту, над яким він працював до своєї смерті у 1897 році і зумів перекласти його більшу частину: 32 книги із 39 первоканонічних книг, а 7 – Іван Нечуй-Левицький.

6 травня 1901 року Пулюя відвідали представники Біблійного Товариства, Міллярд – директор книгарні товариства у Відні, (син покійного Генріха Міллярда) і Штальшмід - репрезент Товариства у Празі і заявили, що Товариство хоче купити увесь переклад Старого Завіту. Пулюй поставив ціну 5000 гульденів, котрі Товариство мало заплатити Олександрі Куліш – дружині П. Куліша і І. Нечуй-Левицькому. Відвідувачі мали повідомити про це Лондон і, якщо центр дасть згоду, то Старий Завіт буде видано за один рік. У червні 1901 року Біблійне Товариство погодилося купити переклад Старого Завіту за 5000 гульденів. Видавництвом обрали друкарню Гольцгавзена у Відні.

В процесі набору тексту в згаданій друкарні виявилось, що копії її не завжди відповідають оригіналу, тобто є пропуски, неточності, то набір, і відповідно, друк було зупинено, тому Пулюй взявся за редагування, щоб все-таки не зупиняти повністю друк, тобто набір і друк здійснювалися у залежності від його редагування та о. УГКЦ Олексія Слюсарчука.

У грудні 1903 року Британське Біблійне Товариство видало у Відні україномовний переклад Старого Завіту Куліша – Нечуй-Левицького – Пулюя. А до цього часу у 1880 році у Львові вийшов україномовний переклад Нового Завіту Куліша – Пулюя. Тобто, можна стверджувати, що перший україномовний переклад усієї Біблії було видано в грудні 1903 року, але Новий і Старий Завіт в грудні 1903 року не були видані в одній книзі Біблії. Тому, коли деякі дослідники констатують, що у 1903 році вийшов перший україномовний переклад Біблії Куліша – Нечуй-Левицького – Пулюя, який вмщував Новий і Старий Завіт, – то це невірно. Така Біблія, тобто, де в одній книзі були Новий і Старий Завіт, вийшла у світ в червні-липні 1904 року.

Наступним етапом для Пулюя щодо такої Біблії стало її розповсюдження або окремих її книг. Наклад першого видання становив 5000 і таким мав бути і наклад другого додатково відредагованого видання. У 1906 році український переклад Євангелій Куліша – Пулюя разом із церковнослов'янським текстом був виданий за дозволом Синоду РПЦ і розповсюджувався в підросійській Україні. У свою чергу, в 1908 році Біблійне Товариство в Берліні під наглядом Пулюя видало українські переклади Нового Завіту і Псалтир разом із англійським текстом для українців емігрантів у Канаді.

Також Пулюй надіслав Біблію митрополитові Андрею Шептицькому та різним українським просвітницьким інституціям.

Перша україномовна Біблія згодом мала декілька перевидань: у Відні 1912 року, в Берліні 1920 і 1930 роках, у Нью-Йорку і Лондоні в 1947 році й у Києві в 2000 році.

Фактично найбільше долучився до перекладу і особливо до редагування видання і розповсюдження першого повного українського перекладу Біблії Куліша–Нечуй-Левицького–Пулюя саме Іван Пулюй, що випливає з тексту дослідження. Одночасно у проаналізованих 298 листах Пулюя спостерігається, яким високим національним і патріотичним духом були наповнені його розум, душа і діяльність, як він щиро вболівав за долю українського народу.

Література.

1. Святе Письмо Старого і Нового Завіту. Повний переклад, здійснений за оригінальними єврейськими, арамейськими та грецькими текстами. – УКБ. – United Bible Societies, 1994.
2. Святе Письмо в європейській культурі: Біблійний словник / А. Ланглуа та ін. – К.: Дух і літера, 2004. – 320 с.
3. Документи Другого Ватиканського Собору (1962-1965): Конституції, декрети, декларації. Коментарі / перекл. з лат./ Український католицький університет. – Львів: Свічадо, 2014. – 608 с.
4. Катехизм Української Греко-Католицької Церкви: Христос – наша Пасха. – Львів: Свічадо, 2011. – 336 с. + 64 іл.
5. Микола Жукалюк, Дмитро Степовик. Коротка історія перекладів Біблії українською мовою / Жукалюк Микола, Степовик Дмитро. – К.: Українське Біблійне Товариство, 2003. – 176 с.
6. Збожна О. М. Іван Пулюй. Листи / О. М. Збожна. – Тернопіль: Воля, 2007. – 544 с. (+36 вкладки).

**Секція: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИСВІТЛЕННЯ ІСТОРІЇ НАУКИ І
КУЛЬТУРИ**

УДК 62-05

С.М. Данильченко, Н.Ю. Черномаз

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

ПАТОН ЄВГЕН ОСКАРОВИЧ-УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВЕЦЬ І ПРАКТИК.

S.M. Danylchenko, N.U. Chornomaz

**PATON YEVHEN OSKAROVYCH-UKRAINIAN SCIENTIST AND
PRACTITIONER**

Євген Оскарович Патон видатний спеціаліст з мостобудування і зварці металів, народився 5 березня 1870 року у Ніщі в родині російського консула. Гімназію Патон закінчив у 1888 році у Вроцлаві, куди був переведений його батько, а в 1894 році отримав диплом Дрезденського політехнічного інституту. Професор Вільгельм Френкель, фахівець світового рівня, помітив здібного студента і після випуску запросив Євгена до себе асистентом на кафедрі мостобудування. Одночасно Патон почав працювати інженером на реконструкції Дрезденського залізничного вузла і, за його словами, спроектував близько 62500 пудів залізничних конструкцій.

Інженер з двома дипломами отримав посаду в технічному відділі Миколайовської залізничної дороги. Восени 1895 року Євген Патон захистив дисертацію з теми «Розрахунок ферм з жорсткими з'єднаннями». У 1898-1905р роках викладав мостобудування в Московському технічному училищі. У жовтні 1904 року Євгена Патона одностайно обирають на посаду професора кафедри мостів інженерного факультету Київського політехнічного інституту, яку обіймав до 1939 року з перервою. Одночасно Патон взявся за проектування мостів. В його творчому доробку проекти понад 35 клепаних мостів через Сож, Рось, Дніпро, Куру (Мухранський міст у Тбілісі) тощо.

Однак новаторство Патона і його спроби впровадити реформу в організацію і спосіб навчання викликали неприязнь до нього з сторони консервативно настроєних професорів. До реформ Патона несприятливо відносилися і керівники інституту. Не найшла підтримки і ідея Патона про необхідність врахування мостів естетичних і економічних факторів. У цих умовах Патон вирішив піти у відставку і закінчити свою кар'єру інженера. Він поїхав у Крим на відпочинок, там він тяжко захворів і виїхав на лікування до Франції, де його застала перша світова війна. Грізне становище в якому опинилася Батьківщина Патона, змусило його змінити рішення. Після багатьох зусиль на початку 1915 року повернувся на Батьківщину і він відразу зайняв посаду професора Київського політехнічного інституту. До цього періоду його діяльності відноситься винахід Патоном сталевих складових рухомих мостів, які так і називаються мостами Патона і призначались для скорої заміни зруйнованих мостів. У 1929 році Євгена Патона обирають дійсним членом Академії наук України. Того ж року він організовує електрозварювальну лабораторію та електрозварювальний комітет при Академії наук республіки для проведення науково-дослідницьких робіт з електрозварювання, на базі яких у 1934 році створив Інститут електрозварювання АНУРСР, що його очолював до кінця життя. У 1935 році Патон організував кафедру електрозварювання в складі механічного факультету Київського політехнічного інституту. Патону було присвоєно

Про активну його діяльність як практичного інженера- мостовика і професора в мостовій справі свідчать чисельні праці і навчальні посібники: «Залізні мости», «Дерев'яні мости», «Дерев'яні залізничні мости», що багато разів перевидавалися. За чверть століття викладання в Київському політехнічному інституті виховав покоління інженерів-будівельників і мостобудівників. Після смерті Патона, яка наступила 12 серпня 1953 року, його ім'я було надано новозбудованому зварному дорожньому мосту через Дніпро у Києві. Піонер і винахідник в області зварки, автор 160 праць по мостобудуванню, Патон отримав популярність далеко за межами України.

УДК 78.07

**Н.Б.Кашкадамова, кандидат мистецтвознавства, доцент
ЛНМА ім. М.Лисенка, Україна**

**НАТАЛІЯ ПУЛЮЙ-БАРВІНСЬКА – ДОНЬКА ВИЗНАЧНОГО НАУКОВЦЯ,
ДРУЖИНА КОМПОЗИТОРА**

N. Kashkadamova, Ph. D., Assoc. Prof.

**NATALIA PULUJ-BARWINSKA – DAUGHTER OF A PROMINENT SCIENTIST,
WIFE OF THE COMPOSER**

Наталія Пулюй-Барвінська (1886-1965) належить до історичних осіб «другого плану», що не закарбовані в історії якимись надзвичайними діями. Однак, для глибшого розуміння непростой історії минулої доби потрібне правдиве висвітлення її місця й ролі в українському культурному житті. Джерелами пропонованого нариса стали епістолярії та мемуари сучасників, передовсім – листи Василя Барвінського та спогади Галини Грабець. Ці джерела вважаємо найдостовірнішими, бо існує також надто багато сумнівних, або й просто неправдивих інформацій.

У 1908 році в Празі початкуючий композитор Василь Барвінський несміливо постукав у двері до видатного науковця-фізика та батькового шкільного товариша Івана Пулюя. Він познайомив поважного діяча зі своїми творами і сподобався не тільки йому, але й його доньці Наталії, яка (чи не за дорученням батька) відчула потребу підтримати недосвідченого провінціала в незнайомому середовищі Праги.

Наталія була найстаршою з шести дітей в сім'ї переконаного українця Івана Пулюя та Катарини Стозіцької, його дружини з чесько-німецького роду. В домі звучали і німецька, й українська мова, панували дружні, довірливі стосунки, взаємопідтримка. З такою ж підтримкою Наталя поставилася до Василька Барвінського: допомагала з перекладами з української на чеську мову, знаходила можливості для концертних виступів, часом грала разом з ним, дбала про дрібні побутові справи і навіть опікувалася здоров'ям, коли він випадково скалічив руку. Ці дружні стосунки переросли в щире та глибоке кохання, яке завершилося одруженням Василя й Наталії. На все життя збереглося сформоване в Празі їхнє ставлення одного до одного: романтичне самовіддане кохання з боку Василя і тепла опікунча любов Наталії.

У 1915 році В.Барвінський повернувся до Львова і, прийнявши обов'язки директора Вищого музичного інституту, став провідною фігурою українського музичного життя. Наталія Барвінська дотримувалася традиційного способу життя матері родини й господині дому і не присвячувалася систематичній професійній праці. Елегантна дама, гарна «платинова» блондинка, вона водночас була доброю піаністкою (за свідченням Г.Грабець, закінчила Празьку консерваторію) і брала участь у музичному житті Львова в разі потреби. На її виступи у складі вокально-інструментальних ансамблів відгукувався позитивними рецензіями С.Людкевич. Найрегулярніше ж в 30-х роках Барвінська виступала разом з сином Іваном, віолончелістом. Та ще й у 1948 році, коли планувався авторський концерт Барвінського, виконувала фортепіанну партію в його Секстеті. Час від часу також вчителювала. Так, 1917 року В.Барвінський ввів до навчального курсу Музичного інституту ритмічну гімнастику методом Жака-Далькроза, а вчителькою (на безоплатній основі) стала його молода дружина. Інколи вела клас теорії музики. А підчас довших відряджень директора Барвінського заміняла його у навчанні піаністів. Колишні учні згадують її добрі фахові навички, але й сувору вимогливість.

У всіх ситуаціях непростого життєвого шляху Наталії, найголовнішою для неї була турбота про чоловіка і всіх рідних. Вона завжди підтримувала своїх братів. Старший з них, Олександр, 17-річним юнаком приїхав до Львова і зголосився добровольцем до

Січових стрільців, щоб боронити українську справу. Молодші – Павло і Юрій – на початку 20-х рр. вчилися у Львові в гімназії. В подружжі з Барвінським Наталія привела на світ четверо дітей: Євгенію, Івана-Себастьяна, Наталію і Маркіяна-Дніпра – та займалася їхнім вихованням. Всі діти одержували початкову освіту дома і зразу ж навчалися грати на різних інструментах. Вони залюбки займалися ансамблевим музикуванням, були незакомплексованими і різнобічно розвиненими. Дім Барвінських Наталія вела на аристократичний спосіб, створюючи в ньому інтелектуально-мистецьку атмосферу. Сім'я була широко українською, проте без націоналістичної обмеженості.

Проблеми стали з'являтися, коли почалися окупації Другої світової війни. Кожен окупаційний уряд очікував від такої відомої особистості як Барвінський вияву лояльності і підтримки. Натомість від Наталі Барвінської німецька влада стала вимагати, щоб вона, як донька матері-німки, визнала себе «фольксдойч». Рішучо відмовилася, підкресливши, що є і почуває себе українкою. Однак брати Наталії, що мешкали в Австрії, після гітлерівської окупації були мобілізовані до німецької армії та кинуті на східний фронт. Перебуваючи у Львові вони, звичайно ж, відвідали свою сестру. Не змогли уникнути мобілізації і сини Барвінських, Іван та Маркіян, молодший з яких зразу ж загинув на фронті. Ці зв'язки з німецькими військовими після приходу радянської влади стали приводом для засудження Барвінських.

У січні 1948 року Василь Барвінський і його дружина Наталія були арештовані органами НКВД. Підчас слідства їм приписували небувалі злочини і поливали брудом не тільки діяльність, але й їхнє сімейне життя. Засуджені до 10 років ув'язнення, двоє немолодих людей відбували його в страхітливих таборах Мордовії. Вони намагалися керувати музичною самодіяльністю ув'язнених, хоч це, звичайно ж, було зовсім не те музикування, яке відповідало їхньому таланту і їхній культурі. Наталія Барвінська виявляла незламну силу волі, готуючи програми зі скрипалькою Галиною Грабець і виступаючи перед товаришами по нещастю. Протягом довгих років ув'язнення Барвінські боролися за право хоч раз на рік побачитися одне з одним, як особливий тягар своєї трагедії переживаючи розлуку. Вони, наче найдорожчий скарб, у тих жахливих умовах берегли свою любов.

Були люди у Львові, які звинуватили Наталію в трагедії Барвінських, стверджуючи, що це родинні зв'язки з німцями стали її причиною. Вони посунулися аж так далеко, що, вчинивши не по-людськи, позбавили Наталю Барвінську надпису її імені на родинному гробівці. Однак її вини немає в сімейній драмі. Для радянських органів арешт Барвінських був одним із численних актів знищення української інтелігенції, і будь-яке звинувачення слугувало для нього тільки приводом. Характерний факт: на суді Василя Барвінського не було згадано про німецьких родичів його дружини, а просто наведені стандартні для тодішньої «феміди» абсурдні звинувачення в тому, що він був: «агентом англійської розвідки, агентом гестапо та довголітнім, активним членом ОУН».

Нелегкими були останні роки Барвінських після повернення у 1958 році до Львова. Наталія злягла паралізованою до ліжка. Василь, сам нездоровий, мусив доглядати дружину і не ухилився від цього нелегкого обов'язку. У біді й стражданнях вони залишалися вірними своїй любові, підтримуючи одне одного. Головним, що займало їхню увагу останніх років життя, було відновлення і збереження втраченої композиторської спадщини Барвінського. До останнього дня Наталія допомагала композиторові у цій справі. Коли лікар попередив її про близький кінець чоловіка, вона виявила таку притомність, що, нічого йому не пояснюючи, зуміла запросити близьких музикантів, щоб прийшли з ним попрощатися. Ще й залишившись без нього, розсилала з допомогою близьких фотокопії рукописів Барвінського в різні країни, дбала, щоб ці твори не пропали вдруге. Наталія померла через два роки, і сталося так, що в момент її смерті у кімнаті, як символ великого кохання, звучав по радіо Секстет її чоловіка.

УДК 004.923, 004.932

О.І. Крамар, канд. фіз.-мат. наук, доц., Т.О. Крамар, Ю.Л. Скоренький, канд. фіз.-мат. наук, доц., О.М. Рокіцький, канд. істор. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ЦИФРОВИЙ МУЗЕЙ НАУКОВОЇ СПАДЩИНИ ІВАНА ПУЛЮЯ:
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ
РЕАЛЬНОСТЕЙ**

**O. Kramar, Ph.D, Assoc. Prof., T. Kramar, Yu. Skorenkyu, Ph.D, Assoc. Prof.,
O. Rokitskyi, Ph.D, Assoc. Prof.**

**DIGITAL MUSEUM OF IVAN PULUJ SCIENTIFIC HERITAGE: POSSIBILITIES
OF USING VIRTUAL AND AUGMENTED REALITIES**

Іван Пулюй, уродженець Тернопільщини, видатний український фізик, належить до когорти тих славетних науковців [1], які залишили по собі величезний обсяг архівних матеріалів. Ознайомлення з технічними особливостями винаходів, науковими працями, перекладацькою та публіцистичною діяльністю нашого видатного земляка дотепер представляє значну пізнавальну цінність, причому не лише для наукової спільноти, але й для пересічних громадян, особливо учнів та студентів. В епоху цифрової цивілізації та розвинутих мережевих технологій все більше людей, зокрема молодих, активно використовує мобільні комунікаційні пристрої чи комп'ютери для швидкого пошуку інформації не лише з ознайомчою метою, але й для навчання та роботи. Саме тому особливої ваги набуває адаптаційний потенціал традиційних виставкових майданчиків та музеїв, зокрема їх здатність трансформуватися (відповідно до концепції "цифрових двійників") у віртуальні простори. Сучасні комп'ютерні 3D-технології дозволяють не лише підняти інформаційну складову музейної експозиції на якісно вищий рівень, але й зберегти її інтерактивність. Окремо відзначимо, що переведення у цифровий формат об'єктів історико-культурної спадщини, зокрема мистецьких творів, архівних матеріалів, археологічних знахідок та артефактів, та й навіть пам'ятників, будівель та історичних ландшафтів, допомагає впорядкувати та зберегти найважливішу інформацію [2,3], сприяє адаптації відвідувачів та їх орієнтуванню на незнайомій місцевості.

У Тернопільському національному технічному університеті ім. І. Пулюя вже більше десятиліття активно поповнюються новими матеріалами збірка Електронного фонду Івана Пулюя в інституційному депозитарії [4] та музейна кімната Івана Пулюя. З використанням наявних архівних матеріалів у цьому році створено [5] 3D-моделі сконструйованих Пулюєм ламп (рендеринг здійснено з допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Autodesk 3ds MAX та ZBrush). Цифрові копії наукових праць та реальних музейних стендів з раритетними фотоматеріалами розташовано (див. рис. 1) у віртуальному просторі, розробленому засобами Unity (зокрема з допомогою пакунку Probuilder для створення ландшафтів та інтер'єрів). Заплановано розподіл експозиції віртуального музею у відповідності з історико-географічними періодами діяльності І. Пулюя (Тернопільщина, Відень, Страсбург, Прага тощо). З метою більшої повноти та автентичності деякі 3D-моделі для музею, зокрема погруддя та пам'ятники І. Пулюю, отримані методом фотограмметрії з використанням програм для 3D-обробки фотознімків (3DF Zephyr, Meshroom, Meshmixer). Зйомки у Гримайлові та Тернополі дозволили отримати (див. рис. 2) деталізовані скановані моделі пам'ятників.



Рисунок 1



Рисунок 2

У співпраці з фахівцями з 3D-друку у ТНТУ лабораторія кіберфізичних систем планує налагодження випуску сувенірної продукції на основі таких моделей.

Цифровий музей Івана Пулюя на даний момент представлений відкритими Unity-проектами у кількох форматах: у вигляді програмного пакету, що встановлюється на комп'ютер (користувач з клавіатури керує аватаром, що переміщається у віртуальному просторі), у вигляді VR Android-застосунку (користувач використовує VR-гарнітуру зі смартфоном, переміщення аватара та взаємодія з об'єктами експозиції здійснюється рухами голови, див. рис. 3, 4) та у форматі WebGL (доступний на вільному сервісі за покликанням <https://cpslab.itch.io/pmuseum>). Для отримання експонатів музею, як об'єктів доповненої, реальності використано інформаційні друківані фотоматеріали - флаєри, які містять ряд зображень-шаблонів, що виступають візуальними маркерами для камер мобільних пристроїв (така схема успішно апробована на 3D-моделях пам'ятників І. Пулюю на Тернопільщині).



Рисунок 3



Рисунок 4

У підсумку відзначимо, що формат цифрового музею повинен виступати сучасним доповненням до діючих стаціонарних виставкових майданчиків, оскільки має ряд суттєвих додаткових можливостей, зокрема ширшу доступність, елементи інтерактивності віртуальної експозиції, здатність до активного просування під час науково-просвітницьких заходів, що передбачають виїзди та мобільні виставки, наприклад Наукові пікніки, мобільні лекторії тощо.

Література.

- [1] Шендеровський В. Вчені України у світовій науці.– Київ : Простір, 2019.– 971 с.
- [2] Maiellaro N., Varasano A., and Capotorto S. Digital Data, Virtual Tours, and 3D Models Integration Using an Open-Source Platform // VR Technologies in Cultural Heritage. VRTCH 2018. Springer, Cham.-Commun. in Comp. and Inform. Science.-2019.- vol 904. pp 148-164.
- [3] Gonizzi Barsanti S., Caruso G., Micoli L.L. et al. 3D Visualization of Cultural Heritage Artefacts with Virtual Reality devices // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XL-5/W7.- 2015.- pp. 165–172.
- [4] Електронний фонд Івана Пулюя [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/329>
- [5] Городецька Я., Крайник О. Створення 3D-контенту для VR-музею Івана Пулюя // Матеріали III Міжнародної студентської науково - технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання".- Тернопіль, 2020.- с. 7.

УДК 94(477.6)

Я.А. Середницький, канд. хім. наук, ст. наук. співробітник
Наукове Товариство імені Шевченка, Україна

СИН ПРОФЕСОРА ІВАНА ПУЛЮЯ ОЛЕКСАНДР-ІВАН ПУЛЮЙ У БОРОТЬБИ ЗА НЕЗАЛЕЖНУ УКРАЇНУ В 1918-1920 ТА 1939-1941 РОКАХ

Ya.A. Serednytskiy, candidate of chemical sciences, senior research worker
THE YOUNGEST SON OF PROFESSOR IVAN PULUJ OLEKSANDR-IVAN PULUJ
FIGTING FOR THE INDEPENDENT UKRAINE IN YEARS 1918-1920 AND 1939-
1941

14-річний Олександр-Іван Пулюй на все життя запам'ятав спрямований проти російського імперіалізму трактат свого батька професора Івана Пулюя «Україна та її міжнародне політичне значення, який у 1915 році відправляв поштою з Праги високим австрійським і німецьким достойникам. 1 листопада 1918 року, перебуваючи у Львові в сестри Наталки – дружини композитора Василя Барвінського, О.-І. Пулюй вступив у ряди Українських Січових Стрільців. Брав участь у боях з поляками біля Львівської політехніки й на Головному залізничному дворі. 21 листопада 1918 року відступив з українськими військами зі Львова. Воював з поляками, як кіннотник 8-ої Самбірської бригади, в районі Сокаля. За військове вміння й сміливість отримав звання хорунжого.

17 липня 1919 року відступив з Галицькою Армією (ГА) за Збруч. Був у рядах III-го корпусу генерала А. Кравса, який разом із Запорізькою групою полковника В. Сальського Армії УНР 31 серпня 1919 року звільнив Київ від більшовиків. Одночасно до столиці України вступила Київська група Добровольчої армії генерала Н. Бредова. 1 вересня українські війська відійшли з Києва, даючи можливість білим воювати з червоними. Проте невдовзі ГА вступила в бої з Добровольчою армією. Під кінець жовтня тисячі стрільців і старшин ГА, в тому числі хорунжий О.-І. Пулюй, захворіло на тиф. Рятуючи ГА від тифу, командування підпорядкувало її Добровольчій, а потім Червоній армії. Хорунжий О.-І. Пулюй, вилікувавшись, коротко служив у Червоній Українській Галицькій Армії (ЧУГА). В кінці квітня 1920 року його 3-тя бригада ЧУГА рушила до Армії УНР, але її роззброїли поляки. О.-І. Пулюй втік з полону й повернувся до Праги.

Після війни О.-І. Пулюй, навчаючись у Бреславській політехніці й працюючи у Бреслав, а потім у Берліні часто зустрічався з комбатантами з 8-ї Самбірської бригади, III-го корпусу, ГА та Армії УНР. Він, як все членство Союзу Українських Старшин у Німеччині, поділяв сподівання на створення Українського війська і відновлення боротьби за незалежну Українську державу. Інженер О.-І. Пулюй не став членом ОУН, хоча в другій половині 1930-тих років не раз контактував із Головою ПУН полковником Євгеном Коновальцем. Такі зустрічі та розмови за прийнятою в ОУН конспіративною схемою – „в чотири ока” – могли мати певну, відому тільки їм мету.

11 травня 1938 року інженер О.-І. Пулюй, прочитавши «Майн Кампф», надіслав лист-протест райхсканцлеру Адольфу Гітлеру, де вказав, що Німеччина має ставитися до українців, як до рівноправних партнерів, здатних сформувати у війні на Сході військові формації для боротьби з червоним окупантом України. Спецслужби Третього Райху перевірили хорунжого ГА О.-І. Пулюя й на початку 1939 року його підвищили до лейтенанта і спрямували до 9-го кавалерійського полку „Фюрстенвальде" під Берліном. 6 липня 1939 року лейтенант О.-І. Пулюй зустрівся у Берліні з керівником військової розвідки і контррозвідки (Абверу) капітаном першого рангу Вільгельмом Канарісом (адміралом від 1940 р.). О.-І. Пулюю надали звання «зондерфюрера К» Абверу, що відповідало рангу ротмістра кавалерії, й спрямували 8 вересня до Кракова.

В „Абверштелле Краків” ротмістр О.-І. Пулюй працював із професорами сходознавства – сотником Галицької Армії Гансом Кохом тоді гауптманом Абверу, оберлейтенантом Теодором Оберлендером і лейтенантом Фріцом Арльтом. 20 вересня 1939 року О.-І. Пулюя, що знав українську, польську та російську мови, відрядили до коменданта Перемишля генерала Альфреда Штреціуса. Там О.-І. Пулюй («доктор Пухер») став незамінним в контактах з українцями й надавав їм допомогу. В Кракові й Перемишлі О.-І. Пулюй співпрацював сотником ГА Дмитром Палієвим – Головою довоєнного Фронту Національної Єдності в Галичині. В кінці вересня ротмістр О.-І. Пулюй, перебуваючи на полюванні в околицях Перемишля, взяв у полон ескадрон польської кавалерії. Вірніше, ескадрон здав у полон його командувач полковник Карл Альбрехт. О.-І. Пулюй отримав за „геройство” Залізний хрест 2 класу.

Ротмістр Абверу О.-І. Пулюй з пов'язкою Червоного Хреста, двома лікарями Вермахту і санітарною каретою забирав поранених німецьких вояків у окупованому советами Львові. Знаючи про зміну кордону в Галичині біля Сокаля, передав українцям, як вибратися на Захід. Це використали сотні старшин і вояків ГА і Армії УНР, галицьких політиків і членів ОУН, які були в списках НКВД. У натовпі біля собору Святого Юра він обмінявся кількома словами з сестрою Наталкою – поруч стояли офіцери НКВД. Більше інформації отримав від її сина Івася. У кінці 1939 року ротмістр О.-І. Пулюй і гауптман Ганс Кох працювали у Львові в Совецько-німецькій комісії з переселення німців і допомогли виїхати до Третього Райху багатьом членам ОУН і старшинам ГА.

У січні 1940 року ротмістр О.-І. Пулюй звільнив з табору польських офіцерів „Офлаг № А” в Лукенвальді – підполковника Бориса Барвінського і майорів Армії УНР Аркадія Валійського, Якова Гальчевського-Войнаровського і Костянтина Смовського. У Варшаві зустрівся з Президентом УНР А. Лівіцьким, який пізніше нагородив його Залізним Хрестом Симона Петлюри. Крім того, мав контакти з экс-Президентом Карпатської України о. Августином Волошиним, экс-ад'ютантом Гетьмана Павла Скоропадського полковником Гнатом Зеленівським, керівником Українського Національного Об'єднання (УНО) в Німеччині полковником Тимошем Омельченком, Провідником ОУН-Р – Степаном Бандерою.

У 1940 році ротмістр О.-І. Пулюй провів у Берліні переговори з Головою ПУН полковником Андрієм Мельником і розпочав формування в Румунії сотні разом з членами Проводу ОУН-М у Румунії й Буковині Орестом Масикевичем, Орестом Зибачинським, Сильвестром Никоровичем, полковником Армії УНР Гнатом Порохівським і Борисом Суховерським з Товариства «Січ». 26 березня 1941 року адмірал Вільгельма Канаріса дозволив організувати сотню (Абвергрупу-101), яку назвали „ПУМА» від початкових букв прізвищ О.-І. Пулюя і Ореста Масикевича. О.-І. Пулюй сказав тоді собі: „Все, що я зможу зробити для українців, зроблю для Бога і для мого батька”. На той час Провід ОУН-Р завершив створення українських куренів Абверу «Нахтігаль і «Роланд».

У червні 1941 року на завершальній стадії вишколу сотні „ПУМА» ротмістр О.-І. Пулюй контактував у штабі 11-ї німецької піхотної армії в Яссах з генералом Армії УНР Павлом Шандруком і відомим поетом, письменником та філософом Юрієм Липою. Від 2 липня 1941 року, коли розпочався наступ із Румунії, сотня «ПУМА» діяла в оперативному тилу 11-ої німецької армії в наступі на Кишинів і Миколаїв й отримала позитивну оцінку від командувача 54-го армійського корпусу генерала Еріка Гансена. Незважаючи на це, в кінці серпня 1941 року Абвер під тиском Верховного командування Збройних сил Німеччини (ОКВ) прийняв рішення про розпуск спеціального підрозділу „ПУМА». Така ж доля спіткала два українські курені (батальйони) Абверу „Нахтігаль” і „Роланд». Офіційна причина – завершення початкового періоду наступу Вермахту на

Схід. Справжня –реалізація планів Адольфа Гітлера з колонізації України нацистською Німеччиною.

Література.

1. Puluj J. *Ukraina und ihre Internationale Politische Bedeutung* / J. Puluj. – Prag: Commisionverlag von I.G. Calve, 1915. – 22 s. Переклад на українську мову А. Жовківського. Пулюй І. Україна та її міжнародне політичне значення / І. Пулюй. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені І. Пулюя, 2015. – 22 с.
2. Пулюй О.-І. Осінь 1939. З листів польової пошти / О.-І. Пулюй // Інтернет-сторінка „Вісті Комбатанта”. – Субота, 27 червня 2009 р.
3. Що сталося в Києві 31 серпня 1919 р. / В. Кравцевич // Військово-історичний альманах. – 2000. – ч. 1. – С. 24-44.
4. Історія Українського війська. III частина. Збройні сили сучасної доби / Доктор Богдан Гнатевич при співпраці Зенона Стефанова, Осипа Думіна та Святослава Шрамченка. – Львів: Видання Івана Тиктора, 1936. – 574 с.
5. Селешко М. У кігтях гестапо / М. Селешко. – Київ: Видавництво імені Олени Теліги, 1996. – 223 с.
6. Овад Х. Полковник Роман Сушко (1894-1944) / Х. Овад. – Торонто: Print books, 2006. – 305 с.
7. Боляновський Андрій. Українські військові формування в збройних силах Німеччини (1939-1945) / А. Боляновський. – Львів: Львівський НУ імені І. Франка, Канадський інститут українських студій Альбертського університету, 2003. – С. 75.
8. Puluj A.H. *Von der Galizischen Armee zur Deutschen Wehrmacht (1918-1939)* / A.H. Puluj. – S. 37, 41-44.
9. Чуев С.Г. Спецслужбы Третьего Рейха / С.Г. Чуев. – Санкт-Петербург: Издательство «Нева», 2003. – 821 с.
10. Збірник праць і матеріалів „Дмитро Паліїв. Життя і діяльність (1896-1944)” / редакція О. Купчинського. – Львів: Наукове Товариство імені Т. Шевченка, 2007. – 862 с.
11. Alexander Hans Puluj. *Herbst 1919* / A.H. Puluj // Там само. – С. 656-679.

УДК 002.8

Ю.Л. Скоренький, О.І. Крамар, Ю.М. Довгоп'ятий
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Л.Д.ДИДУХ І ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛЬНО КОРЕЛЬОВАНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ У ТНТУ

Yu. Skorenkyu, O.Kramar, Yu. Dovhopyaty
L.D. DIDUKH AND RESEARCHES ON STRONGLY CORRELATED ELECTRON SYSTEMS IN TNTU

В сучасному світі, немислимому без засобів комунікації, виробництва, транспорту, яких годі було уявити два століття тому, буває важко прослідкувати розвиток технології від зародження ідеї та перших досліджень до впровадження та поширення. ХХ-те століття, століття електрики та електроніки, в фізиці стало століттям квантової теорії. В багатьох наукових центрах саме дослідження квантової природи речовини стало основним і визначальним напрямком, рушієм розвитку прикладних досліджень, винаходів та інновацій. В Тернополі дослідження в царині квантової фізики розпочалися у 70-х роках минулого століття і нерозривно пов'язані з постаттю Леоніда Дмитровича Дідуха. За майже пів-століття наукової, педагогічної та організаційної діяльності Л.Д. Дідух здобув визнання в Україні та за її межами завдяки творчому підходу в науці та винятковим людським якостям. З 1965 р. доля Леоніда Дмитровича пов'язана із нашим університетом, де він успішно поєднував викладацьку роботу з науковою, доклав чимало зусиль для становлення кафедри фізики. З 1975 р. по 1984 р. та з 1997 р. до 2010 р. він був завідувачем кафедри фізики, визнаним авторитетом серед тернопільських фізиків, незмінним головою Тернопільського осередку Українського фізичного товариства з моменту його заснування.

Л.Д. Дідух у 1957-1962 роках навчався на фізичному факультеті Львівського державного університету ім. Івана Франка, там же закінчив аспірантуру у 1965 р. Починаючи із перших кроків у науці, Леонід Дідух брався за фундаментальні, складні, але важливі проблеми квантової статистичної фізики. Разом із визначним вченим, проф. І.В.Стасюком, запропонував оператори переходу, сьогодні відомі як оператори Габбарда, і вперше отримав формули переходу від електронного представлення до конфігураційного. У 1969 р. захистив кандидатську дисертацію, в якій дослідив феро- та антиферомагнетизм в моделі нелокалізованих електронів та яка отримала високу оцінку С.В.Вонсовського та Ю.А.Ізюмова, беззаперечних авторитетів у цій галузі. Наступний період творчого життя Леоніда Дмитровича особливо багатий здобутками. Монографії – “Корреляционные эффекты в узкозонных материалах” (1978 р.), написана у співавторстві із проф. Л.Ф.Прядком і проф. І.В.Стасюком та “Упорядоченные состояния в узкозонных материалах” (1980 р., співавтор В.Д.Дідух) були одними з перших у світовій літературі серед праць, присвячених теоретичному дослідженню електричних і магнітних властивостей матеріалів з вузькими енергетичними зонами. Саме в його працях вперше була сформульована модифікована форма полярної моделі, модель вузькозонного матеріалу із електронно-дірковою асиметрією, яка широко застосовується тепер для дослідження сильно скорельованих електронних систем, в тому числі і у таких перспективних матеріалах, як високотемпературні надпровідники, фулериди, вуглецеві нанотрубки, моделі вузькозонної системи із врахування орбітального виродження енергетичних рівнів а також періодична модель Андерсона та їх представлення у формі

ефективного гамільтоніана. Ним було також запропоновано ефективні методи опрацювання модельних гамільтоніанів – операторну форму теорії збурень, застосовну не лише до магнітодіелектриків, але і до вузькозонних провідників, узагальнене наближення Гартрі-Фока в методі функцій Гріна, з використанням яких вдалося пояснити спостережувані переходи метал-діелектрик, особливості поведінки температур Кюрі та Нееля у магнітовпорядкованих системах, концентраційні залежності провідності, ефективних мас носіїв та енергії активації у сполуках 3d-металів. Підсумком наполегливої творчої праці стала докторська дисертація “Ефекти міжелектронних взаємодій в кристалах з вузькими енергетичними зонами”, захищена у 1994 р. В ній були підсумовані дослідження специфічних електричних та магнітних властивостей вузькозонних матеріалів, проведені Леонідом Дмитровичем, та окреслені напрямки подальших досліджень електричних та магнітних властивостей систем із сильними міжелектронними взаємодіями, проведених його учнями. Згоодом під його керівництвом було виконано ряд науково-дослідних тем Міністерства науки і освіти України та Державного фонду фундаментальних досліджень. Запропоновані Л.Д. Дідухом моделі вузькозонних матеріалів, які відображають основні типи міжелектронних взаємодій у вузьких енергетичних зонах, та методи математичного опрацювання модельних гамільтоніанів мають, в значній мірі, загальний характер, тому його теорія кореляційних ефектів у вузьких зонах провідності може бути базовою і при розгляді властивостей конкретних вузькозонних матеріалів із врахуванням їх реальної кристалічної та електронної структури, ефектів неупорядкування, сильної електрон-фононої взаємодії і т.п. Результати, отримані науковою групою Л.Д.Дідуха, дають можливість послідовної інтерпретації широкого кола спостережуваних властивостей матеріалів з вузькими зонами провідності і можуть бути використані для прогнозування зміни властивостей вузькозонних матеріалів (провідність, температура фазових переходів) під дією зовнішніх впливів (легування, зміна температури, тиску, зовнішніх електричного і магнітного полів). Сьогодні ці ідеї та підходи застосовуються в дослідженнях теоретичних моделей електронної підсистеми квазіодновимірних органічних надпровідників, фулеренів, низьковимірних вузькозонних систем з особливостями густини електронних станів.

Завдяки невтомній енергії Л.Д.Дідуха, в університеті були успішно проведені Другий міжнародний Смакуловий симпозіум, конференція, присвячена видатному українському фізику Зиновію Храпливому, безліч інших конференцій та наукових семінарів. Відзначимо, що він був одним із ініціаторів та головою редколегії з видання праць Олександра Смакули. Всі заходи Тернопільського осередку Українського фізичного товариства, фестивалі науки та нобелівські семінари проходили за його незмінної підтримки. Незважаючи на поважний вік, вчений живо цікавився новими фізичними дослідженнями, новинками методики викладання, питаннями філософії, суспільними процесами, працював над підручником з електромагнетизму. 9 лютого 2020 року відомому українському вченому в галузі фізики твердого тіла, професорові Леоніду Дмитровичу Дідуху виповнилося б 80 років . На жаль, 7 листопада 2019 року він відійшов у вічність, залишивши величезний інтелектуальний спадок Україні та університету, де працював.

Секція: ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗДОБУТКІВ СУЧАСНОЇ НАУКИ І НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 629.128.72: 539.4

В.Л. Алексенко., А.В. Букетов, В.Г. Кулініч, С.А. Сметанкін, В.В. Соценко,
К.Ю. Юренін

Херсонська державна морська академія, Україна

ВПЛИВ БЕТОНУ НА РОБОТУ РОЗТЯГНУТОЇ АРМАТУРИ ПРИ ЗАГАЛЬНОМУ ЗГІНІ КОМПОЗИТНОГО ДОКА

V. Aleksenko., A. Buketov Dr. Prof., V. Kulinich, S. Smetankin, V. Sotsenko,
K. Yurenin

THE CONCRETE'S INFLUENCE ON THE OPERATION OF TENSILE REINFORCEMENT WITH A COMPOSITE DOCK'S GENERIC BENDING

Вступ. Плавучі композитні доки зі сталевими вежами і залізобетонним понтоном володіють однією з найбільш цінних експлуатаційних властивостей – їх змочена поверхня, що постійно знаходиться нижче ватерлінії, не піддається корозії і з часом лише набирає міцність. Україна володіє унікальним виробництвом подібного роду стаціонарних споруд – залізобетонних і композитних доків, дебаркадерів, плавучих майстерень, плавучих готелів та причалів. Це херсонський завод «Паллада», який отримав перше за багато років державне замовлення, про що 20 серпня 2020 року під час презентації Стратегії розвитку регіону, яка відбулася за участю Президента України, заявив голова Херсонської ОДА.

Об'єктом дослідження є композитний док проекту 19540 зі сталевими вежами і складовим (розрізним) залізобетонним понтоном, побудований і випробуваний на підприємстві «Паллада».

Мета роботи – експериментальна перевірка методики розрахунку [1] напружено-деформованого стану (НДС) на міделі та в районі розрізання понтона, а також ширини приєднаних пасків стапель-палуби і обшивки днища, причому в даному повідомленні аналізуються лише результати тензометрування в площині мідель шпангоута.

Результати. При здавальних випробуваннях дока були виміряні параметри НДС в 50 точках його конструкцій. Що дозволило оцінити його міцність при океанській перегонці на Далекий Схід. Вимірювання виконані з використанням електротензометрування (на сталевих конструкціях) і датчиків деформацій на базі мікрометричних вимірювачів (залізобетон). Корпус дока розраховувався методом кінцевих елементів (МКЕ) за вперше запропонованою розрахунковою схемою *неоднорідної пластини з поясами підвищеної жорсткості на рівнях палуб і днища*, що стало компромісом між традиційним розрахунком НДС так званого еквівалентного бруса (що включає всі поздовжні зв'язки корпусу, які мають достатню протяжність) по балочній теорії і повномасштабним застосуванням МКЕ. Такий підхід забезпечив можливість обліку переривчастого характеру поздовжніх зв'язків корпусу (зовнішні і внутрішні борти в районі розрізання понтона) при радикальному скороченні обсягу вихідних даних і масивів результатів обчислень. В районі розрізання також враховувалися поперечний набір і жорсткість транців. Зіставлення результатів розрахунку і експерименту показало їх задовільну відповідність.

На рис. 1а представлена епюра нормальних напружень в міделевому перетині дока при перегині, де залізобетон понтона працює на стиск та результати розрахунку і по балочній теорії, і по МКЕ, з прийнятною для практики точністю збігаються з результатами проведеного експерименту. На рис. 1б суцільною лінією зображена аналогічна епюра в цьому ж перерізі, отримана експериментально при прогині і

пунктиром традиційним розрахунком, коли припускають, що бетон в розтягнутій зоні практично не працює. Обидві епюри є практично лінійними, що характерно для міделевих перетинів суден взагалі. Однак такий розрахунок погано узгоджується з результатами вимірювань (розбіжність 45%), які так само розташовуються уздовж деякої прямої. У той же час, отримані експериментальні значення вельми надійні – продубльовані в 4-х точках топ-палуби, 2-х точках галереї на позначці 12,2 м і в 5 точках по стапель-палубі. В останньому випадку досить чітко зафіксована нейтральна лінія, що проходить поблизу стапель-палуби. Це свідчить про істотний вплив бетону на жорсткість розтягнутих залізобетонних частин корпусу.

У результаті трапляється нагода на підставі експериментальних даних редукувати наведену площу бетону, яка зазвичай враховується лише при розрахунках на стиск [2,3] і уточнити роботу арматури в розтягнутій зоні.

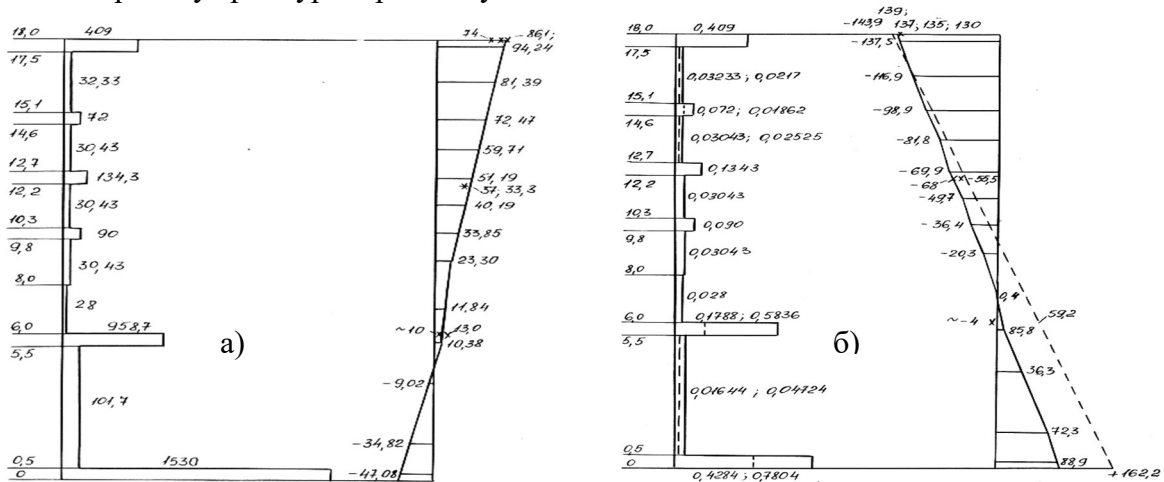


Рисунок 1. Еквівалентний брус і нормальні напруги σ_x (МПа) у площині мідель-шпангоута від загального згину дока при перегині (а) і при прогині дока (б)

Висновки та рекомендації. В результаті проведених досліджень встановлено, що дані розрахунку дока проекту 19540 за запропонованою методикою знаходяться в задовільній відповідності до даних експерименту, отриманих при випробуваннях його загальної міцності. Підтверджено істотна роль бетону в роботі арматури на розтяг і виконана її чисельна оцінка.

Робота бетону на розтяг у складі конструкцій суднового корпусу в даний час недостатньо вивчена і залежить як від параметрів НДС, так і від конструктивних, масштабних, тимчасових та інших чинників. У вирішенні подібних проблем завжди був ефективний феноменологічний підхід. У зв'язку з чим пропонується систематично проводити вимірювання НДС доків та інших плавучих споруд (залізобетонних і композитних) у процесі їх здавальних випробувань, коли витрати на організацію експериментальних досліджень мінімальні.

Обробка таких вимірювань дозволить дати обґрунтовані рекомендації по редукуванню бетону в залежності від вищезазначених факторів і в кінцевому підсумку знизити масу конструкції.

Література

1. Исследование прочности корпуса композитного дока с концевыми понтонами при эксплуатации и перегоне. Отчет по договору № 2.1.Пр.180 с ЦКБ "Изумруд", НКИ им. адм. С.О. Макарова, Николаев, 1990.
2. Синцов Г.М. и др. Конструкция и прочность железобетонных судов. Л., Судостроение, 1969, 384 с.
3. Правила постройки корпусов морских судов и плавучих сооружений с применением железобетона. Российский Морской Регистр Судоходства, // С-Пб, 2000.- 84 с.

УДК 624.01

В.О. Бондар, О.П. Конончук, канд. тех. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА МІЦНІСТЬ БЕТОНУ ПЛАСТИФІКАТОРІВ, ЩО СПОВІЛЬНЮЮТЬ ТУЖАВІННЯ

V. Bondar, O. Kononchuk Ph.D., Assoc.Prof.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE ON CONCRETE STRENGTH OF PLASTICIZERS THAT SLOW DIFFICTION

На сьогоднішній день в Україні швидкими темпами розвивається монолітне будівництво. Будівлі зведені за таким принципом бажано бетонувати безупинно. Це реально досягти при заливці невеликих обсягів або простих конструкцій, але в інших випадках виникає необхідність у влаштуванні «робочих швів». Робочий шов являє собою межу стикування «старого» та «нового» бетону і є місцем послаблення, тому важливо робити зупинки в бетонування там, де це не впливає на міцність конструкції. Влаштування робочих швів це затратний, в плані робочого часу, та трудомісткий процес. Цього усього можна уникнути використовуючи добавки, які сповільнюють тужавіння бетону. Вони дозволяють проводити бетонування безупинно або з такими перервами, протягом яких процес тужавіння раніше укладеної суміші не починається.

І.Д. Запорожець разом з колегами [1] зазначають, що пластифікуючі добавки створюють додаткові перепони, у вигляді тонких плівок на поверхні цементних частинок, для потрапляння води до цементних частинок. Виходить, що процес уповільнення гідратації має місце лише на початкових термінах, так як самі плівки руйнуються при збільшенні цементних зерен під час гідратації.

Ратінови В.Б. і Розенберг Т.І. [2] поділили добавки-пластифікатори на ті, що прискорюють взаємодію цементу з рідкою фазою в момент їх контакту, але потім уповільнюють наступну гідратацію, та ті, які прискорюють гідратацію цементу.

На думку авторів [3] ефективність застосування гібридних пластифікаторів, які містять триполіфосфат натрію, забезпечується підвищенням реологічних властивостей бетонних мас та відчутним зростанням механічної міцності бетону. Це зумовлене утворенням у складі бетонів з обмеженою вологістю при гідратації кальційалюмінатних цементів, які при висушуванні ущільнюються та утворюють міцний скелет.

Мета експериментальних досліджень, що будуть проведені в даній роботі, полягає у дослідженні впливу на механічну міцність бетону пластифікаторів, що сповільнюють тужавіння.

Перше завдання полягає у виборі декількох серед найбільш поширених добавок у будівельній практиці, для перевірки у лабораторних умовах їхнього впливу на міцність бетону та порівняння отриманих даних з характеристиками бетону без добавляння будь-яких модифікаторів. Фіксувати та порівнювати параметри бетону будуть у віці 7, 14, 28 та 60 діб.

Принцип дії пластифікаторів, які сповільнюють тужавіння та твердіння бетону будується на уповільненому виділенні вільного вапна у розчин, тобто у гальмуванні процесів гідролізу та гідратації клінкерних мінералів. Сповільнюються процеси коагуляції, зближення зерен цементу та його гідратних новоутворень.

Дивлячись на їх вміст у розчині, на процес тужавіння також впливають окремі електроліти, це проявляється у перешкоджанні коагуляції колоїдного розчину та гідратних новоутворень. Також процес тужавіння може бути уповільнений внаслідок дії добавок, які не втручаються у процес гідратації та гідролізу, а швидко зв'язують вільне вапно, яке утворюється з C_3S .

Зараз найбільшим попитом користуються наступні добавки, які сповільнюють тужавіння бетону:

Нітрилотриметиленфосфорова кислота (НТФ). Являє собою білий кристалічний порошок, який добре розчинний у воді, проте зовсім не розчиняється у органічних розчинниках. Зазначається, що не призводить до корозії арматури та володіє пластифікуючою дією. Якщо перевищити нормоване дозування, може впливати на міцність бетону та розчину. Дана добавки підходить для всіх видів цементу, включаючи високоалюмінатні.

РСБ-500. Даний пластифікатор, що сповільнює тужавіння для монолітного будівництва, є відходом від виробництва нітрилотриметиленфосфорової кислоти. Тут містяться речовини, які провокують корозію арматурних виробів. Пропоноване дозування становить 0,02-0,15 % від маси цементу.

Кормова цукрова патока (КП). Представлена у вигляді рідини в'язкої консинстенції, темно-коричневого кольору, добре розчиняється у воді. Помічено сповільнений набір міцності у бетонній суміші, віком до 7 діб. Має пластифікуючу дію, проте не рекомендується застосовувати для збірного залізобетону. Дозування становить 0,05...0,3%.

Глюконат натрію. Має вигляд дрібного кристалічного порошку або гранулянту, колір – від білого до коричневого. Шляхом ферментації отримана з глюкози. Володіє пластифікуючою і водоутримуючою дією. Добре розчиняється у воді, повністю біорозчинна. Рекомендоване дозування - 0,05...0,25% від маси цементу.

Лігносульфонат натрія (ЛСТ). При додаванні даного компонента до загальної маси суміші збільшує її плинність та реологічні властивості. Позитивно впливає на зносостійкість, довговічність та механічну міцність за рахунок того, що сповільнює час затвердіння цементу або гіпсу.

Упарена післядріжджова барда (УПБ). Це побічний продукт, який отримується упарюванням післядріжджової барди, яка утворюється при виробництві кормових дріжджів на спиртових заводах. На вигляд є густою сиропоподібною рідиною темно-коричневого кольору з концентрацією речовин 40 - 50%. Замерзає при температурі -30 ° С.

Отже, беручи до уваги попередньо проведені дослідження та висновки інших авторів відносно модифікаторів сповільнення тужавіння бетону, можна сказати що їх використання підвищує механічні характеристики бетонів, зменшує водопотребу суміші та витрати цементу. Низка досліджень показують можливість керованого регулювання процесів формування міцної структури у низько цементних бетонів за рахунок введення в їхній вміст модифікаторів.

Література.

1. Запорожец И.Д. Тепловыделение бетона / И.Д. Запорожец, С.Д. Окороков, А.А. Парийский. – Л.– М. : Изд-во л-ры по стр-ву, 1966. – 314 с.
2. Ратинов В.Б. Добавки в бетон / В.Б. Ратинов, Т.И. Розенберг. – М. : Стройиздат, 1989. – 188 с.
3. Антонович В. Огляд можливих застосувань нанотехнологій у вогнетривкому бетоні [Текст]. / В. Антонович, І. Пундієне, Р. Стоніс, Й. Цесніє, Й. Керіне // Журнал цивільного будівництва та управління. –2010. - № 16 (4) - С. 595–602.

УДК 667.64:678.026

А.В. Букетов, д-р. техн. наук, проф., Т.В. Чернявська, Д.В. Житник, М.В. Танська,
канд. техн. наук, доцент
Херсонська державна морська академія, Україна

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ У АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

A. Buketov, Dr., Prof., T. Cherniavskya, D. Zhytnyk, M. Tanska, Ph.D., Assoc. prof.
Kherson State Maritime Academy, Ukraine

CORROSION RESISTANCE OF POLYMERIC COMPOSITE COATINGS IN AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

Для протикорозійного захисту засобів водного транспорту досліджували антикорозійні властивості розроблених і відомих полімерних КМ на основі модифікованого епоксидного зв'язувача з дисперсними наповнювачами.

Зазначимо, що епоксидний зв'язувач формували за наступного співвідношення компонентів – епоксидний олігомер (ЕД-20) : твердник поліетиленполіамін (ПЕПА) – 100 : 10. Випробовували чотири склади антикорозійних композитів і покриттів на їх основі:

- КМ 1 (композит формували за наступного співвідношення компонентів – зв'язувач : модифікатор фталімід : мікродисперсний наповнювач у вигляді синтезованої залізо-карбідної шихти (СЗКШ) наступного складу: Fe (70 %) + TiC (25 %) + Fe₃C (5 %) ($d = 15 \dots 20$ мкм) : мікродисперсний наповнювач у вигляді фітинової кислоти ($d = 8 \dots 10$ мкм) – 100 : 0,25 : 0,20 : 0,25);

- КМ 2 (композит формували за наступного співвідношення компонентів – зв'язувач : модифікатор фталімід : мікродисперсний наповнювач у вигляді синтезованої залізо-карбідної шихти (СЗКШ) наступного складу: Fe (70 %) + TiC (25 %) + Fe₃C (5 %) ($d = 15 \dots 20$ мкм) : мікродисперсний наповнювач у вигляді фітинової кислоти ($d = 8 \dots 10$ мкм) – 100 : 0,25 : 0,50 : 0,25);

- КМ 3 – відоме корозійностійке епоксидне покриття для захисту технологічного устаткування суден [композит Jotacote Universal N10 QD (Jotun, Норвегія)];

- КМ 4 – відоме корозійностійке епоксидне покриття для захисту бортів і надбудов суден [композит Intershield 300 (International, Великобританія)].

Корозійну стійкість захисних покриттів досліджували імпедансним методом, в результаті чого аналізували зміну опору і ємності зразків у часі під впливом середовища морської води. Для вимірювання питомого опору і ємності захисних покриттів використовували прилад RCL-метр типу Е7-22.

Експериментально встановлено, що після 30 діб витримки покриттів в умовах впливу агресивного середовища найвищими показником питомого опору ($\rho = 23,4 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2$) відзначається матеріал КМ 1. Аналогічно паралельно досліджували ємність розроблених і відомих матеріалів. Доведено, що за однакових умов випробувань найменшими ($C = 32 \times 10^2 \text{ пФ/см}^2$) показниками електричної ємності характеризується зразок на основі матеріалу КМ 1, що свідчить про достовірність отриманих результатів. Найкращі показники корозійної стійкості даного матеріалу можна пояснити в першу чергу оптимальним поєднанням інгредієнтів у епоксидній матриці. Зокрема, введення у полімер за гомеопатичного вмісту модифікатора, активної до міжфазової взаємодії синтезованої залізо-карбідної шихти, а також антиоксиданта, корозійностійкого і екологічно чистого порошку фітинової кислоти забезпечує максимальне підвищення ступеня гелеутворення епоксидної матриці. Такий матеріал є бар'єром до проникнення

агресивного середовища, що підтверджено вище результатами експериментальних досліджень.

Дещо гірші результати отримали при дослідженні матеріалу КМ 2. Для такого композиту після випробувань у морській воді отримали наступні значення опору та ємності: $\rho = 23,4 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$, $C = 32 \times 10^2 \text{ пФ/см}^2$. На наш погляд, це зумовлено дещо надмірною кількістю мікродисперсного наповнювача фітинової кислоти у матеріалі, що призводить до формування напруженого стану у структурі композиту. Відповідно, це погіршує когезійні властивості матеріалу у часі, що й позначається на його антикорозійних характеристиках.

Для порівняння за аналогічних умов досліджували корозійні характеристики відомих і широко впроваджених на сьогодні матеріалів на епоксидній основі, які використовують на сьогодні для захисту проти корозії засобів транспорту. Для таких матеріалів (КМ 3, КМ 4) отримано наступні характеристики корозійної стійкості: $\rho = 14,5 \dots 16,8 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$, $C = (43 \dots 49) \times 10^2 \text{ пФ/см}^2$. Можна констатувати, що у роботі розроблено матеріал (КМ 1) на основі модифікованої епоксидної матриці, наповненої активними дисперсними частками за оптимального вмісту, який у 1,4...1,6 разів (за показниками питомого опору) і у 1,3...1,5 разів (за показниками електричної ємності) має кращі антикорозійні властивості порівняно з відомими світовими аналогами. Це є свідченням необхідності використання розробленого матеріалу для підвищення антикорозійних характеристик деталей водного транспорту, які експлуатують в умовах впливу механічних навантажень та теплового поля.

Корозійну тривкість захисних покриттів додатково визначали шляхом занурення зразків у наступні агресивні середовища: нафта, бензин, морська вода, річкова вода. Зразки з розміром $60 \times 10 \times 10 \text{ мм}$ витримували у агресивних середовищах впродовж часу $t = 720 \text{ год}$ за температури $T = 293 \pm 2 \text{ К}$.

Результати дослідження показують високі експлуатаційні характеристики розроблених матеріалів. Зокрема, встановлено, що найвищою корозійною стійкістю (під якою у даному випадку розуміли зміну маси зразків після їх витримки у агресивних середовищах) відзначається матеріал КМ 1. Для нього зміна маси після витримки у середовищах становить 1,6...1,8 %. При цьому зазначимо, що для зразка з КМ 2 втрата маси у вибраних середовищах є несуттєво, але дещо вищою і становить 1,7...2,0 %. Отримані результати дослідження добре узгоджуються з наведеними вище результатами випробувань даних матеріалів щодо опору і ємності, що свідчить про їх достовірність.

Висновки

Розроблено антикорозійні епоксикомпозитні покриття для відновлення деталей технологічного устаткування морського та річкового транспорту. Встановлено, що найбільшим опором і найменшими показниками ємності характеризується захисне покриття на основі епоксидної матриці (100 мас.ч.) із вмістом добавок (модифікатор фталімід – $q = 0,25 \text{ мас.ч.}$, мікродисперсні наповнювачі: залізо-карбідна шихта – $q = 0,20 \text{ мас.ч.}$, фітинова кислота – $q = 0,25 \text{ мас.ч.}$). Доведено, що після витримки у агресивному середовищі морської води зразків впродовж $\tau = 30 \text{ діб}$ питомий опір покриття становить $\rho = 23,4 \text{ Ом}\cdot\text{см}^2$, а показники його ємності – $C = 3200 \text{ пФ/см}^2$. Доведено, що розроблений матеріал у 1,4...1,6 разів (за показниками питомого опору) і у 1,3...1,5 разів (за показниками електричної ємності) має кращі антикорозійні властивості порівняно з відомими світовими аналогами. Це є свідченням необхідності використання розробленого матеріалу для підвищення антикорозійних характеристик деталей водного транспорту, які експлуатують в умовах впливу механічних навантажень та теплового поля.

УДК 663:504.054

**Т. М. Вітенько, д-р. техн. наук., проф., Н. М. Зварич, канд. техн. наук, доц.,
В.В. Лазарюк, канд. техн. наук, доц., О.М. Пилипець, канд. техн. наук, доц.,
Р.І Комаревич**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ШЛЯХ ПЕРЕРОБКИ ПЛАСТИКОВОЇ УПАКОВКИ ДЛЯ НАПОЇВ

**T. M. Vitenko, Dr., Prof., N. M. Zvarych, Ph. D., Assoc. Prof., V. V. Lazaryuk, Ph. D.,
Assoc. Prof., O. M. Lyasota Ph. D., Assoc. Prof., R. I. Komarevych**

ALTERNATIVE METHOD OF RECYCLING PLASTIC PACKAGING FOR DRINKS

Утворення і утилізації пластикових відходів є однією з глобальних проблем сучасного людства і буде залишатися такою ще не одне десятиліття. В Україні ситуація з відходами є найгіршою серед європейських країн.

Особливу небезпеку для довкілля становлять пластикові відходи, які надзвичайно довго залишаються в довкіллі, займають великий об'єм. Лише за 2019 рік в Україні за офіційною статистикою утворилося 52.9 тис. тон пластикових відходів з яких утилізовано лише 15,2 тис. тон. Якщо реалізується роздільна технологія збирання відходів, то всі пластикові відходи як правило збирають разом. Але ми забуваємо, що до пластиків відносяться багато різних речовин, що відрізняються за своїм хімічним складом, технологіями отримання, впливом на оточуюче середовище, тривалістю розкладу в довкіллі, способами переробки і утилізації. З метою зменшення негативного впливу пластиків на довкілля, у 1988 р. була розроблена система маркування, відповідно до якої, пластики поділяються на 7 типів, що відрізняються хімічним складом, токсичністю і можливістю повторного використання. Тобто, для ефективного захисту довкілля від пластику, в першу чергу при збиранні пластикових відходів, необхідно їх також розділяти за типами.

Серед пластикових відходів велику частку відходів становить тара для рідких харчових продуктів: соків, мінеральної води, фруктових вод, пива, олії, молочних продуктів тощо. Для цього найчастіше використовується пластик таких типів:

тип 1: ПЕТ (*поліетилентерефталат*) – один з надзвичайно поширених та зручних видів упаковки і один з найбільших забруднювачів довкілля, підлягає переробці, повторно використовувати для харчової упаковки не можна;

тип 2: ПЕНД (*політетилен високої щільності низького тиску*) – вважається найякіснішим різновидом пластику, підходить для багаторазового використання та підлягає переробці.

тип 5: РР (*поліпропілен*) – вважається безпечним для організму людини, підходить для зберігання, нагрівання та охолодження їжі.

Для даних видів пластиків розроблені технології переробки і утилізації, проте впроваджені вони сьогодні в Україні недостатньо і спостерігається значне забруднення довкілля саме цим видом відходів. Крім ширшого впровадження існуючих технологій утилізації і переробки пластиків актуальним є дослідження і розробка альтернативних шляхів утилізації пластикових відходів.

В ТНТУ ім. І. Пулюя на базі центру 3D технологій “Фаблаб” розроблено проект установки, що дозволить переробляти пластикову тару для харчових напоїв в прутки для 3D принтера. Переробка пластикових пляшок передбачає розрізання їх на стрічку відповідної ширини, нагрівання і витягування в прутки потрібної товщини. Отриманий продукт надалі буде використовуватися в навчальних цілях. Таким чином вирішуються дві важливих задачі: зменшення забруднення пластиком довкілля та забезпечення навчального процесу дешевим витратним матеріалом.

УДК 62-05

С.М. Данильченко, Н.Ю. Черномаз

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

МОДЕРНІЗАЦІЯ БАЛКОНІВ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІ БУДІВЛІ

S. Danylchenko, N. Chornomaz

MODERNIZATION OF BALCONIES DURING THE RECONSTRUCTION OF THE BUILDING

Зношування будівель і споруд полягає в тому, що окремі конструкції і будівлі з часом втрачають свої первісні властивості, міцність і вигляд. Визначення термінів використання конструктивних елементів є складним, оскільки результат залежить від багатьох факторів, що впливають на процес зношування. Реконструкція будівель означає комплекс дій, скерованих на те, щоб будівля після покращення її технічного стану і підвищення комфортності повною мірою відповідала новим умовам експлуатації і сучасним вимогам. Модернізація це оновлення та удосконалення будівлі, надання їй сучасного вигляду та зміна устаткування або функціонального призначення відповідно до сучасних вимог і діючих нормативних документів. Конструкція балконів будівель має виключати можливість контрухилів, затоків атмосферних опадів в місцях примикання балконної плити. Необхідно забезпечити якісну герметизацію стиків залізобетонних плит-дашків над балконами останнього поверху і передбачити покриття їх гідроізоляційним шаром.

У більшості старих будинків балкони мають огороження у вигляді балюстрад, що підтримуються кронштейнами, замаскованими скульптурами атлантів, сатирів сфінксів та ін. Досить несприятливі умови експлуатації (сніг, дощ, морози) призводять до руйнувань цих декоративних прикрас, до іржавіння металевих кронштейнів, що разом із значними навантаженнями від балюстрад руйнують балкони. В них виникають тріщини та прогини, що є небезпечним явищем для подальшої експлуатації, складають загрозу для перехожих та враження від загального вигляду вулиці. Як вихід із становища часто приймають кардинальні рішення: взамін важких балконів встановлюють типові збірні залізобетонні тонкі плити, а огороження виконують із вертикальних прутків. Такі балкони значно легші, однак вони спотворюють вигляд фасадів будівель.

Сьогодні з'явилася можливість повернути старим будівлям початковий вигляд, а в збудованих недавно під час утеплення зовнішніх стін системою «Драйвіт» є можливість значно прикрасити їхній зовнішній вигляд улаштуванням балконів з балюстрадами, залізобетонними екранами, чавунним литвом, кованим металом. Але одночасно із покращанням зовнішнього вигляду будівлі виникають значні проблеми з опиранням консолей балконів в стінах, оскільки підкосів-кронштейнів не вживають.

Дуже часто защемлення балконних плит стінами, особливо для верхнього поверху, є недостатнім. Вихід тільки у використанні опорних реакцій перекриття, які привантажують консоль. У такій ситуації є рішення-для консолей балкону використати довші кінці суцільних балок перекриття- тоді відпадає питання анкерування консолей. Але таке рішення є дуже хибним і несприйнятливим через те, що балкон знаходиться ззовні будівлі, тобто взимку балки передаватимуть холод до приміщень, де температура плюсова. У точці «роси» виникає конденсат, і починається інтенсивне іржавіння металевих балок перекриття.

Отже, консолі балкону повинні бути ізольовані від балок перекриття приміщення. А оскільки прогини балкону неприпустимі із естетичних міркувань, то і зароблення консолей балкону повинні бути надійними, незмінними із запасом на стійкість і перекидання не менше як на 30%.

УДК 61:53](091)

В. Д. Дідух, канд. фіз.-мат. наук, доц., Ю.А. Рудяк, д-р. техн. наук, доц.,

О.А. Багрій-Заяць, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ
України

X - ВИПРОМІНЮВАННЯ І КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ

V.Diduh, Assoc. Prof., Ph.D., Ya.Rudiak, Dr., Ph.D., O.Bahrii-Zaiats, Assoc. Prof., Ph.D.

X - RADIATION AND COMPUTED TOMOGRAPHY

Визначний внесок у дослідження X-променів (рентгенівських променів), які зробили революційні перетворення у фізиці, медицині, біології та створили нові напрямки і методи фізико-медичних та фізико-біологічних досліджень зробив фізик і електротехнік світового рівня Іван Пулюй.

Серед сучасних методів дослідження внутрішніх органів і тканин, особливе місце займають комп'ютерна томографія (КТ) і позитронно-емісійна томографія (ПЕТ). Вказані методи дозволяють не лише пошарово дослідити досліджуваний орган, але й отримати інформацію про його структуру[1].

За створення фундаментальних основ медичної рентгенівської комп'ютерної томографії (КТ) у 1979р. Кормак і Хаунсфілд одержали Нобелівську премію.

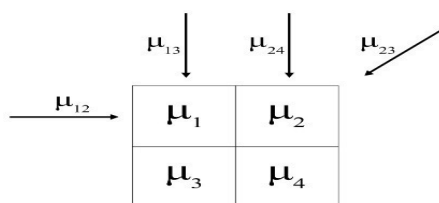
При проходженні через досліджуваний об'єкт рентгенівські промені послаблюються через поглинання енергії та розсіювання. Зміну інтенсивності рентгенівського випромінювання при проходженні через тканину можна описати рівнянням:

$$I = I_0 e^{-\mu d},$$

де I – інтенсивність випромінювання після проходження об'єкта, I_0 – інтенсивність падаючого випромінювання, μ – коефіцієнт повного лінійного поглинання для тканини, d – це відстань, через яку пройшло випромінювання.

Досліджуваний зріз тканини можна уявити розділеним на набір рівних за обсягом елементів – вокселів.

Розглянемо шар об'єкта, який складається із чотирьох рівновеликих вокселів через який проходить рентгенівське випромінювання.



Інтенсивність рентгенівського випромінювання, яке пройшло крізь досліджуваний об'єкт, можна обчислити за формулою:

$$I = I_0 e^{-\mu d} = I_0 \exp(-\mu_1 d - \mu_2 d - \dots - \mu_N d).$$

Сумарні коефіцієнти поглинання для вокселів можна записати у вигляді системи рівнянь:

$$\mu_1 + \mu_2 = \mu_{12};$$

$$\mu_2 + \mu_3 = \mu_{23};$$

$$\mu_1 + \mu_3 = \mu_{13};$$

$$\mu_1 + \mu_4 = \mu_{14}.$$

Розв'язуючи отриману систему рівнянь, знаходимо коефіцієнти поглинання для кожного вокселя. Зокрема, для μ_1 і μ_3 отримуємо:

$$\mu_3 = (\mu_{12} - \mu_{23} + \mu_{13})/2;$$

$$\mu_3 = (\mu_{13} - \mu_{12} + \mu_{23})/2.$$

Кожному вокселю на отриманому зображенні відповідає певний окремий піксель, яскравість якого відображає коефіцієнт поглинання рентгенівських променів відповідним вокселем. [2]

Рентгенівські промені, проходячи через досліджуваний об'єкт, нерівномірно поглинаються і реєструються системою детекторів. Число сканувань повинно бути дуже великим – до 300 і більше для одержання одного шару, а масив цифрових даних, отриманих від детектора, якими повинна оперувати ЕОМ в процесі розрахунку, сягає мегабайту — $8 \cdot 10^6$ біт.

На рис.1 наведена спрощена схема комплексу для обчислювальної томографії.

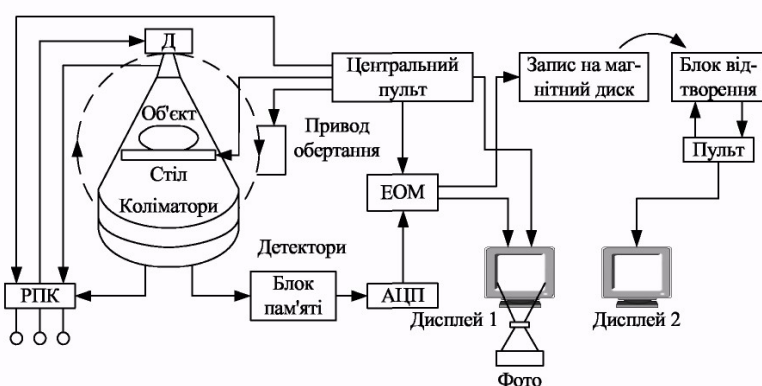


Рис. 1. Блок-схема комплексу обчислювальної томографії.[3]

Діагностичні можливості:

- КТ черепа і головного мозку;
- КТ головного мозку з контрастуванням;
- КТ орбіт, придаткових пазух носа, гортані;
- КТ органів грудної клітки;
- КТ ангіопульмонографія;
- КТ органів черевної порожнини;
- КТ органів живота з контрастуванням (в тому числі дослідження ниркових артерій, аорти та її гілок);
- КТ хребта;
- КТ кісток таза і кінцівок;
- КТ коронарних артерій;
- КТ шунтографія, венгерулографія, аортографія;
- КТ інтра- і екстракраніальних артерій;
- КТ ангіографія нижніх кінцівок.[4]

Література

1. В. Д. Дідух, Ю. А. Рудяк, О.А. Багрій-Заяць. Медична фізика. Ідеї, винаходи, відкриття. Тернопіль.2019.С. 97, 137-139.
2. Черняев А.П., Волков Д.В., Лыкова Е.Н. Физические методы визуализации в медицинской диагностике: Учеб. пособие — М.: ООП физического факультета МГУ, 2019, с. 42.
3. Злепко С. М., Коваль Л. Г.,ГавріловаН. М. та ін. Медична апаратура спеціального призначення: навч.посіб. Вінниця: ВНТУ,2010. С.17.
4. В. Д. Дідух, Ю. А. Рудяк, Р. Б. Ладика, О. А. Багрій-Заяць та ін..Тернопіль. ТДМУ „Укрмедкнига”. 2015. С.228.

УДК 338.2 : 339.13

Д.В.Дмитрів, канд. техн. наук, доц., О.Р. Дмитрів, канд. техн. наук, доц.,
Н.М. Гарматій, канд. екон. наук, доц., С.В. Гарматій
Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПРЯМИХ ІНВЕСТИЦІЙ В УКРАЇНУ НА ДОХІД НАСЕЛЕННЯ

D. Dmutriv, Ph.D, Assoc. Prof., O. Dmutriv, Ph.D, Assoc. Prof., N. Harmatiy, Ph.D,
Assoc. Prof, S. Harmatii

SIMULATION OF THE IMPACT OF DIRECT INVESTMENT IN UKRAINE ON POPULATION INCOME

Ми, як молоде покоління науковців, повинні брати приклад у відношенні до роботи і просуванні науки разом із патріотизмом, з нашого співвітчизника Івана Пулюя-це достойний приклад, як залишатися українцем, та прославити свою Батьківщину за межами наших кордонів, як наочно демонструвати любов до точних наук та показувати достойний приклад молодому поколінню.

Тому як шану до нашого відомого земляка, ми повинні розвивати українську науку, не зважаючи ні на які перепони, прививати любов до точних наук молодому поколінню, та виховувати наших студентів українськими патріотами, тому що ми маємо в особі Івана Пулюя достойний приклад.

У своїх наукових дослідженнях, змодельюємо вплив прямих інвестицій в Україну на такий важливий показник як середньомісячний наявний дохід на 1 особу. У таблиці 1 представимо дані прямих інвестицій в економіку України.

Таблиця 1. Прямі іноземні інвестиції в Україні з 2009 по 2019 рр., млн. дол. США[1].

Прямі інвестиції в Україну за період 2009-2019рр млн. дол.США.										
2009р	2010р	2011р	2012р	2013р	2014р	2015р.	2016р	2017р	2018	2019
4816	6495	7207	8401	4499	410	2961	3284	2202	2355	1711

Аналізуючи дані представлені в таблиці 1, найбільше інвестували в економіку України у період 2009 – 2013 рр. з подальшим найбільшим спадом у 2013 - 2014 рр., 2017 р., що, очевидно було пов'язано із нестабільним соціально-політичним становищем, конфліктом на Сході країни. Також у період 2009-2019 рр. спостерігається падіння інвестиційної активності України – вихідні потоки мають тенденцію до зменшення

Притік іноземних інвестицій в національну економіку на основі синергетичного впливу динамічно впливає на збільшення виробничого потенціалу національної економіки та доходи населення. Нами було досліджено та здійснено математичне моделювання впливу прямих іноземних інвестицій на добробут населення країни.

Середньомісячний дохід за період 2016-2018 року має динамічне зростання.

Досліджено кореляційний вплив прямих інвестицій на середньомісячний наявний дохід у розрахунку на 1 особу в Україні. Рівняння кореляційно-регресійного впливу буде мати вигляд:

$$y = 7598.093 - 1,31x$$

Коефіцієнт детермінації даної моделі буде становити $R^2 = 0,86$, що вказує на достатньо адекватність побудованої моделі, а коефіцієнт кореляції становить 0,73, що вказує на тісну та пряму кореляцію між обраними чинниками. Тобто один із можливостей росту середньо місячного наявного доходу населення це збільшення динаміки прямих інвестицій в національну економіку.

Таблиця 2

Показники середньомісячної зарплати жителів України [<http://ukrstat.gov.ua/>]

№	Показник	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Темп приросту, %
1	Середньомісячний наявний дохід у розрахунку на 1 особу, грн	3090,0	3939,1	4825,7	5627	1,82
2	Середньомісячний реальний наявний дохід у розрахунку на 1 особу, грн	2712,9	3939,1	4825,7	5215	1,92
3	Індекс реальної заробітної плати	109,0	119,1	112,5	109,8	0.92

На нашу думку прямі інвестиції які поступають в національну економіку, слід вливати в високотехнологічні галузі, з метою підвищення інноваційної складової виробничого сектору економіки, тому що через створення високотехнологічного виробництва, та ІТ сфер ми зможемо суттєво підвищити заробітну плату населенню України та таким чином покращити добробут нації, іншого шляху, для покращення капіталоємності та інноваційної складової в структурі сучасної національної економіки, разом із підвищенням добробуту нації на нашу думку не існує.

Список використаних джерел

1. [Прямі іноземні інвестиції. Мінфін. Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/fdi/2019/>]
2. Рогатинський Р.М. Математичні методи ринкової економіки для спеціалістів-кібернетиків: Навчальний посібник/ Рогатинський Р.М. Гарматій Н.М. Тернопіль: ТзОВ" Видавництво Астон", 2015.-200с. Ternopil Aston-2015. С.205
3. Статистичний щорічний України. Електронний режим доступу[<http://ukrstat.gov.ua/>]

УДК 667.64:678.026

І.Г. Добротвор, д-р. техн. наук, доц.

Західноукраїнський національний університет, Україна

П.Д. Стухляк, д-р. техн. наук, професор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІЖФАЗНИХ СТРУКТУР ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ

I.Dobrotvor, Dr. Assoc. Prof., P.Stukhlyak, Dr., Prof.

FORECASTING TIME CHARACTERISTICS OF INTERPHASE STRUCTURES OF EPOXY COMPOSITES

Одним із основних напрямків збільшення довговічності захисних покриттів на основі композитних матеріалів (КМ) є зниження на межі фаз „полімер – основа” та „полімер – наповнювач” залишкових напружень, котрі є причиною руйнування композиційної системи „покриття – основа” у процесі експлуатації. Об'єктом дослідження вибрано епоксидний діановий олігомер марки ЕД-20. Для зшивання епоксидного зв'язувача використано твердник ПЕПА, що вводили у стеохіометричному співвідношенні компонентів. Для покращення експлуатаційних характеристик КМ у полімерну матрицю вводили у різних концентраціях дисперсні наповнювачі, а саме: карбід бору, та оксид алюмінію з дисперсністю 63 мкм. Проводили дослідження (зовнішніх поверхневих шарів) ЗПШ тонких плівок КМ при товщині покриття 120 мкм - у два рази більший аніж дисперсність часток наповнювачів. Проводили обробку зображень у середовищі програмного забезпечення Mathcad з обчисленням швидкостей поширення ЗПШ та їх часових проміжків змін напряму поширення у матриці КМ з відповідним типом наповнювача (таблиця 1). Обчислення приростів швидкостей v та прискорень w на кожному з етапів надало можливість прослідкувати загальну закономірність впливу динаміки ЗПШ на структури композиту та рівномірності покриття [1, 2].

Таблиця 1. Кінетика часових проміжків змін знаку швидкостей та прискорень поширення ЗПШ в епоксикомпозитних покриттях.

наповнювач	часові етапи тверднення КМ i	часові (хв.) проміжки змін знаку швидкостей $v_{зпш}$ ЗПШ	часові (хв.) проміжки змін знаку прискорення $w_{зпш}$ ЗПШ	Характер зміни для $v_{зпш}$	Характер зміни для $w_{зпш}$
B ₄ C	1	0 – 11	0 – 16,2	↑	↓
	2	11 – 19,8	16,2 – 28	↓	↑
	3	19,8 – 59,4	28 – 52,5	↑	↓
	4	59,4 – 118,8	52,5 – 86,7	↓	↑
	5	118,8 – 201,6	86,7 – 155	↑	↓
	6	201,6 – 259,6	155 – 231,6	↓	↑
Al ₂ O ₃	1	0 – 10,8	0 – 14	↑	↓
	2	10,8 – 22,2	14 – 28,5	↓	↑
	3	22,2 – 46,8	28,5 – 56,7	↑	↓
	4	46,8 – 77,4	56,7 – 118,2	↓	↑
	5	77,4 – 157,5	118,2 – 208,5	↑	↓
	6	157,5 – 257,7	208,5 – 272	↓	↑

Примітка: характер зміни: ↑ – зростання залежності; ↓ – спадання залежності.

Обчислювали часові прирости для швидкостей v_1 та відносні прирости v_2 для $v_{зпш}$ на кожному з етапів тверднення: $v_{1_i} = v_{i+1} - v_i$ та $v_{2_i} = v_{1_{i+1}}/v_{1_i}$, $v_{3_i} = v_{1_{i+2}}/v_{1_i}$, $v_{4_i} = v_{1_i}/v_{1_{i+2}}$. Таким же чином отримали часові прирости для прискорень: $w_{1_i} = w_{i+1} - w_i$ та відносні прирости w_2 : $w_{2_i} = w_{1_{i+1}}/w_{1_i}$, $w_{3_i} = w_{1_{i+2}}/w_{1_i}$, $w_{4_i} = w_{1_i}/w_{1_{i+2}}$. Таким чином ми отримали можливість порівняння середніх значень відповідних векторів приростів (таблиця 2) із еталонними значеннями (1,618; 2,618; 0,382) аналогічних пропорцій ряду Фібоначчі.

Таблиця 2. Асимптотика параметрів кінетики поширення ЗПШ.

наповнювач	часові етапи тверднення КМ	часові прирости змін знаку $v_{1_{зпш}}$ та $w_{1_{зпш}}$ поширення ЗПШ	часові відносні прирости змін знаку $v_{зпш}$ та $w_{зпш}$ поширення		
			v_{2_i}/w_{2_i}	v_{3_i}/w_{3_i}	v_{4_i}/w_{4_i}
В ₄ С	1-2	11,0/16,2	0,8/0,73	3,6/1,51	0,28/0,66
	2-3	8,8/11,8	4,5/2,08	6,75/2,90	0,15/0,35
	3-4	39,6/24,5	1,5/1,40	2,09/2,79	0,48/0,36
	4-5	59,4/34,2	1,4/1,99	0,98/2,24	1,02/0,38
	5-6	82,8/68,3	0,7/1,12	--	--
середнє			2,02/1,65	3,27/2,64	0,55/0,38
Al ₂ O ₃	1-2	10,8/14,0	1,06/1,04	2,28/2,01	0,44/0,50
	2-3	11,4/14,5	2,16/1,95	2,68/4,24	0,37/0,24
	3-4	24,6/28,2	1,24/2,18	3,26/3,20	0,31/0,31
	4-5	30,6/61,5	2,62/1,47	3,28/1,03	0,31/0,97
	5-6	80,1/90,	1,25/0,70	--	--
середнє			1,82/1,57	3,07/2,83	0,33/0,51

Близькі значення середніх для пропорцій прискорень дають можливість прогнозування процесу тверднення а також впливу на цей процес. У часових проміжках із співпадаючими характеристиками змін для швидкості та прискорення є найбільш оптимальними для нанесення на поверхню, яка потребує захисту від корозії [3]. Більш близькими до еталонних є обчислені параметри для карбідів.

Література.

1. Методика дослідження геометричних характеристик поверхневих шарів у епоксикомпозитах / І. Добротвор. Вопросы химии и химической технологии. – Днепропетровск. – 2006. – № . – С. 109-112.
2. Характеристики динаміки поширення зовнішніх поверхневих шарів епоксикомпозитів з дисперсними наповнювачами / П.Д. Стухляк, І.Г. Добротвор // Системні технології. - №3 (56). - том 2, Дніпропетровськ, – 2008. - С.48- 54.
3. Технологія нанесення захисних покриттів на основі оцінок характеристик структур епоксикомпозитів / П. Стухляк, І. Добротвор, М. Митник, О. Ястубчак // Вісник Тернопільського державного технічного університету, – №3 (75), – 2014, – С. 114-121.

УДК 004.853

А. О. Дубчак, Я.В. Литвиненко, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

A. Dubchak, Y. Lytvynenko, Dr., Prof.

DIRECTIONS OF USE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MODERN CONDITIONS

Концепції штучного інтелекту в сучасному уявленні виникли відносно недавно, у 1940-1950 роках. Загальні твердження та напрямки у розвитку були визначені Уорреном Мак—Каллоком і Уолтером Пітсом, які базувались на 3 джерелах: знаннях про структуру мозку, фізіологію, роботу нейронів; аналізу логіки висловлювань, що базувався на роботах Рассела та Уайтхеда; теорії обчислень Тюрінга. Згодом, сам Тюрінг сформував загальне бачення та фундаментальні принципи штучного інтелекту у книзі «Обчислювальні машини та розум»[1]. В історію розвитку штучного інтелекту також зробили внесок українські науковці. В.М.Глушков розробив багато формалізованих систем, які є елементами концепції штучного інтелекту, ввів поняття «адаптація», «самоорганізація», «самовдосконалення», розробив прогнозний граф, математичні моделі систем, що розвиваються, експертні оцінки та багато іншого. О.І.Кухтенко проаналізував предмет кібернетики з точки зору використання при побудові складних систем керування засобів алгебраїчних перетворень, ідей ієрархічних структур та евристичних процедур. Під його керівництвом було розроблено кілька систем керування рухом літака та електронних тренажерів для цієї мети[2].

Тези присвячуються огляду базової структури штучного інтелекту та його варіацій, а також напрямків розвитку штучного інтелекту в сучасних умовах. Концепції штучного інтелекту відрізняються в межах різних інтерпретацій, та, відповідно існує безліч напрямків використання штучного інтелекту: розпізнавання звуку; зображень; поведінкових принципів; управління системами: автомобілями; літаками; верстатами; розумними помічниками, які можуть виконувати керування комп'ютерною технікою, виконувати пошук в системі інтернет тощо, спеціальні системи-класифікатори, які на основі поведінкових принципів користувачів визначають рекомендації та схожий контент, що може сподобатись користувачу тощо.

Термін «штучний інтелект» є доволі комплексним, та може мати доволі різні інтерпретації. Сама галузь є дуже молодою, термінологія та принципи були сформовані на науковій конференції у Принстонському університеті Джоном Маккарті у 1956 році. Штучний інтелект можна визначити двома твердженнями «спроможність, що надається алгоритмами оптимального або неоптимального вибору з широкого простору можливостей, для досягнення цілей шляхом застосування стратегій, які можуть спиратися на навчання або адаптацію до навколишнього середовища»; «системи, які створені людиною і діють у фізичному або цифровому світі, враховують складну мету і обирають найкращі дії (відповідно до заздалегідь визначених параметрів), які необхідно виконати для досягнення поставленої мети на основі сприйняття свого середовища, інтерпретації зібраних структурованих або неструктурованих даних та обґрунтування знань, отриманих з цих даних» [3].

Загалом, існує 3 основних напрямки роботи зі штучним інтелектом[3]:

машинне мислення, що процеси планування, представлення знань та оптимізацію;

машинне навчання, що орієнтується на навчання штучного інтелекту на базі вхідних даних;

робототехніка, що передбачає управління складними механізмами.

Актуальне використання штучного інтелекту є доволі варіативним. Банки застосовують системи штучного інтелекту для калькуляції даних страхової діяльності та біржову діяльність, яка виконується за допомогою актуарної математики, що передбачає побудову моделей, які можна використовувати для тренування штучного інтелекту[4][5].

Методи розпізнавання зображень поділяються на 2 основних напрямки: вивчення здібностей розпізнавання зображень, що притаманна живим організмам, та їх класифікацію, та розвиток теорії та методів побудови алгоритмів, що призначені для розв'язання спеціалізованих задач у прикладних цілях[6][7].

Розробники комп'ютерних ігор активно використовують штучний інтелект для різних цілей: динамічну побудову рівнів, імітація поведінки живих організмів, обрахунок економічної стратегії, тощо[8].

Одним із найбільш важливих напрямків застосування штучного інтелекту є наукові дослідження. За допомогою штучного інтелекту відкрито сотні екзопланет, його використовують для біологічних дослідження та створення ліків від хвороб, моделювання хімічних та фізичних процесів та багато іншого [9].

Отже, штучний інтелект є дуже перспективним напрямком та є основою для наукового прогресу, особливо важливим моментом є розвиток науки за допомогою цих технологій.

Література

1. Капітонова Ю. В. Історія розвитку "Штучного інтелекту в ІК [Електронний ресурс] / Ю. В. Капітонова. – 1999. – Режим доступу до ресурсу: <https://web.archive.org/web/20131203002125/http://www.iprinet.kiev.ua/gf/sergl.htm>.
2. Тюрінг А. Обчислювальні машини й розум / Алан Тюрінг., 2018. – 128 с. – (ISBN: 978-5-17-105970-5).
3. Slyusar, Vadym. (2019). Artificial intelligence as the basis of future control networks.. This is the official publication of the Preprint "Augmented reality in the interests of ESMRM and munitions safety", July 2019. - DOI: 10.13140/RG.2.2.11792.56320.
4. Підкуйко С.І. Актуарна математика. — Львів: ЛНУ. — 2000.
5. С.М. Ярошко Актуарна математика. Тексти лекцій. — Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2008.
6. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов, М. 1978.
7. Методи розпізнавання образів : Навч. посіб. для студ. / В. М. Заяць, Р. М. Камінський; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л., 2004. - 173 с. - Бібліогр.: 21 назв.
8. William Sims B. The Scientific Research Potential of Virtual Worlds [Електронний ресурс] / Bainbridge William Sims // DOI: 10.1126/science.1146930. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.564.112&rep=rep1&type=pdf>.
9. Falk D. How Artificial Intelligence Is Changing Science [Електронний ресурс] / Dan Falk // Quanta Magazine. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.quantamagazine.org/how-artificial-intelligence-is-changing-science-20190311/>.

УДК 004.853

Р.З. Золотий, канд. техн. наук, А.Г. Микитишин, канд. техн. наук, доц.,

Т.О. Маєвський, В.С. Дерев'янку

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ВИВЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ДО СПРАЦЮВАННЯ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

R. Zoloty, Ph.D., Assoc. Prof., A. Mikitishin, Assoc. Prof., T. Mayevs'kyu,

V. Derevlyanko

STUDY OF RESISTANCE TO THE WORK OF EPOXY COMPOSITE MATERIALS

Відомо [1], що необхідною умовою покращення експлуатаційних характеристик КМ на епоксидній основі є вивчення механізму їх формування під впливом зовнішніх факторів. Одним із факторів, що значно знижує експлуатаційну надійність КМ є накопичення тріщин та дефектів у поверхневих шарах в результаті спрацювання, в тому числі і гідроабразивного. Однак, відсутність даних про природу, основні закономірності гідроабразивного зношування, характер зміни зносостійкості покриттів при зміні режимів впливу абразивного потоку стримує широке використання цих матеріалів.

У зв'язку з цим, було досліджено вплив концентрації та способу модифікування твердої поверхні дисперсних часток на стійкість до спрацювання (табл. 1) композитних матеріалів (КМ).

Таблиця 1

Вплив способу модифікування і вмісту наповнювача та кута гідроабразивного потоку на відносну стійкість до спрацювання КМ (по відношенні до матриці)

Наповнювач	Концентрація наповнювача φ , мас.ч	Відносна стійкість до спрацювання ε , %							
		Кут атаки, град							
		30		45		60		90	
		M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Червоний шлам	10	–	0	–	25	–	25,9	–	20
	20	33,3	22,2	31,25	25	48,15	51,9	10,2	30,8
	40	5,6	–	-6,25	–	7,4	–	-53	–
	60	-11	–	-25	–	18,5	–	-15,2	–
	80	-11,1	–	-25	–	11,1	–	-69	–
Карбід бору	10	–	44,4	–	50	–	63	–	-30,7
	20	16,7	55,6	22,8	50	85,2	55,6	18	20
	40	83,8	–	50	–	70,4	–	-31	–
	60	-16,7	–	18,8	–	63	–	-61,5	–
	80	27,8	–	12,5	–	63	–	-77	–
Графіт	10	–	72,2	–	50	–	63	–	10,5
	20	44,4	–	25	–	48,2	–	61,5	–
	40	-22,2	–	-84,2	–	-14,8	–	-46,2	–

Колективом авторів [2,3] запропоновано два випадки взаємодії абразиву з матеріалом, а саме удар при прямому куті атаки ($\alpha=90^\circ$) і косий удар ($0<\alpha<90^\circ$). Встановлено, що на поверхні зношування при прямому куті атаки може виникати пружна або пластична деформація, крихке руйнування, відділення матеріалу у вигляді лусочок, що залежить від маси часток, швидкості атаки, різальних властивостей абразиву і фізико-механічних характеристик КМ. При косому ударі визначальним фактором, що впливає на пошкодження поверхні, є дотична складова імпульсу та опір матеріалу до впливу дотичних навантажень. Залежно від співвідношення твердостей абразиву і поверхні КМ швидкість зношування зменшується зі збільшенням кута атаки до прямого, а згодом стає постійною або, навпаки, швидкість зношування може зростати і досягати максимуму при деякому куті атаки, а потім зменшуватись.

Аналіз залежностей інтенсивності спрацювання досліджуваних КМ від кута атаки гідроабразивної суміші дозволяє стверджувати, що в усіх, без винятку, зразках зносостійкість зменшується при косому ударі ($0<\alpha<90^\circ$) часток абразиву. Мінімальну інтенсивність спрацювання КМ спостерігали при куті атаки гідроабразивної суміші $\alpha=30^\circ$, де вирішальне значення у мікроруйнуванні мають дотичні напруження (рис.1).

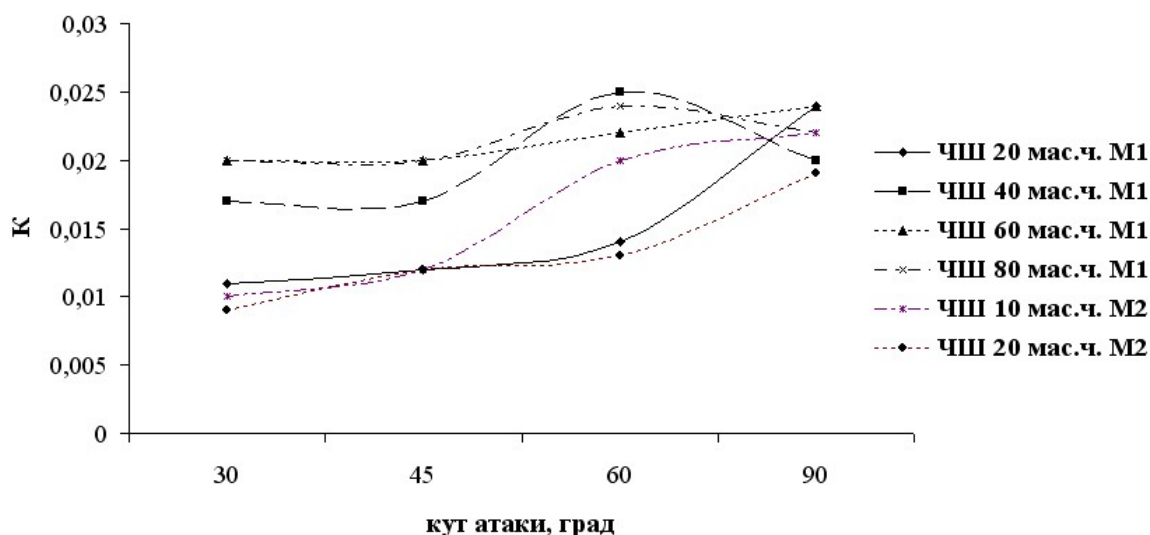


Рис. 1. Вплив концентрації наповнювача червоного шламу та способу модифікування поверхні часток на інтенсивність спрацювання

В деяких випадках найменшими показниками зносостійкості характеризуються КМ при куті атаки суміші $\alpha=60^\circ$. Це можна пояснити виникненням на поверхні КМ водночас дотичних напружень, які спричиняють мікро- і макрорізання матеріалу, та нормальних напружень, які призводять до пластичних деформацій поверхневого шару. При куті атаки гідроабразивної суміші $\alpha=90^\circ$ спостерігали підвищення показників зносостійкості епоксикомпозитів порівняно з КМ, які досліджували при куті атаки $\alpha=60^\circ$. Підвищення зносостійкості КМ у цьому випадку можна пояснити впливом лише нормальної складової зовнішніх сил, внаслідок чого на поверхні матеріалів виникають пружні, а потім пластичні деформації.

Література.

1. Сухарева Л.А. Долговечность полимерных покрытий.- М.: Химия, 1984.- 368с.
2. Трибология: підруч./ М.В.Кіндрачук, В.Ф.Лабунець, М.І.Пашечко, Є.В.Корбут.-К.: В-во Нац. авіац. ун-ту "НАУ-друк".-2009.-392с.
3. Богданович П.Н. Особенности изнашивания эпоксидных полимеров // П.Н.Богданович // Трение и износ.-1988.-Т.9, №6.-С.1000-1006.

УДК 004.853

Р.М. Карабін, Я.В. Литвиненко, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Karabin R.M., Dr., Prof. Lytvynenko I.V.

ADVANTAGES OF USING MACHINE LEARNING METHODS

У будь-якому бізнесі існує конкуренція. Хороша, влучна ідея швидко перехоплюється фірмами-конкурентами. Для того, щоб бути кращими на ринку провідні компанії беруть курс на цифрову трансформацію при цьому впроваджуючи все більше нових технологій. Одною із з таких технологій є машинне навчання.

Машинне навчання дозволяє автоматизувати рутинні процеси та розв'язувати певні завдання позбавляючи людей від монотонної нецікавої роботи, що дозволяє підвищити ефективність роботи співробітників та відділів.

Дана доповідь присвячена перевагам використання методів машинного навчання, зокрема увага буде приділена в їх застосуванні для автоматизації бізнес-процесів.

Розглянемо переваги використання методів машинного навчання, які активно застосовує сучасний бізнес:

Прогнозування, оцінка ризиків.

Пошук трендів, кореляцій, тенденцій. Прогнозування подальшого розвитку системи та передбачення можливих змін;

Розпізнавання фото, відео, аудіо контенту. Різні сервіси та онлайн додатки з застосуванням технологій розпізнавання;

Машинне навчання для ведення діалогів комп'ютерними системами. Для автоматизації діяльності операторів в онлайн-чатах, телефонних операторів і месенджерів. Розробка чат-ботів та інше [1].

Застосування методів машинного навчання в автоматизації бізнес-процесів дає можливість виконати більшість шаблонних завдань краще, ніж на це здатні люди. Якісно натренована модель може взяти на себе більшу частину роботи з пошуку відповідних первинних документів, залишаючи людині лише більш складні випадки [2]. Відтак поєднання можливостей технологій машинного навчання дозволить досягнути ще більшої операційної ефективності [3].

У підсумку, можна сказати, що використання машинного навчання при веденні бізнесу є перспективним враховуючи наведені переваги. У першу чергу це зумовлено тим, що ми отримуємо досить продуктивну систему для ведення успішного бізнесу. Подальший розвиток бізнес-індустрії можливий лише з впровадженням машинного навчання та інших обчислювальних технологій які дозволять більш оптимізувати робочий процес.

Література

1. <http://alhimiya.com/blog/neural-networks.html>
2. <https://news.sap.com/ukraine/2018/05/machine-learning/>
3. <https://nv.ua/ukr/biz/experts/yak-vplivaye-mashinne-navchannya-na-biznes-procesi-2458155.html>

УДК 628.511

В. Б.Каспрук канд.техн.наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПИЛОВЛОВЛЮВАННЯ

V.Kaspruk, PhD., Assoc. Prof.

INVESTIGATION INFLUENCE OF THE DISPERSED COMPOSITION ON THE EFFICIENCY OF DUST COLLECTION

Постійне підвищення вимог до пилоочисного обладнання, розширення сфер його застосування привело до створення апаратів одного призначення, але по-різному оформлених конструкційно. Ускладнились і схеми пилоочисних установок, значно зросла їх вартість. Часто питання покращення ефективності пилоочисного обладнання відсувало на задній план вимоги з точки зору енерго- і металоємності його.

Враховуючи фізико-хімічні властивості пилу його дисперсний склад і це є однією з найважливіших характеристик. Не знаючи ступеня дисперсності промислових пилів, неможливо об'єктивно оцінити ступінь його очищення в діючих пилоочисних пристроях і прогнозувати його для установок, що проектуються. Методи розрахунку ефективності багатьох пиловловлювачів ґрунтуються на даних про дисперсний склад пилу і функції фракційного ступеня очищення.

При цьому фракційні ступені очищення газу від пилу в якому – небудь апараті можна визначити лише на основі достатньо достовірних аналізів дисперсного складу початкового, вловленого або винесеного пилу. Дисперсний склад пилу можна представити у вигляді вмісту за числом або за масою частинок різних фракцій. Фракцією називають відносну долю частинок, розміри яких знаходяться в певному інтервалі значень, прийнятих як нижня і верхня межа.

Найзручнішим методом є графічне зображення дисперсного складу пилу у вигляді інтегральних кривих. Більшість промислових пилів підпорядковується нормально – логарифмічному закону розподілу частинок за розмірами. В нашому випадку інтегральна крива розподілу частинок за розмірами може бути виражена аналітично

$$D(d_q) = \frac{100}{\lg \sigma_q \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\lg d_q} e^{-\frac{\lg^2 \left(\frac{d_q}{d_m}\right)}{2 \lg^2 \sigma_q}} d \lg d_q$$

де $D(d_q)$ – відносний вміст частинок, менших від даного розміру, %; w – логарифм відношення біжучого розміру ρ до медіанного для даного розподілу розміру який є таким розміром, при якому число частинок, більших за d_m , рівне числу частинок, менших за d_m .

Інтегральні криві для частинок з нормально–логарифмічним розподілом будують у ймовірно–логарифмічній системі координат, де вони набувають вигляду прямих ліній. Побудувавши за результатами дисперсного аналізу такий графік, можна на його основі отримати значення параметрів d_m і $\lg \sigma_q$. Значенню d_m відповідає точка перетину побудованого графіка з віссю абсцис, а $\lg \sigma_q$ знаходять із співвідношення, яке є властивістю інтеграла ймовірності.

Важливою властивістю нормально-логарифмічного розподілу є той факт, що, якщо потрібний вид розподілу отриманий відносно числа частинок, то він зберігається і відносно їх розподілу за масою.

УДК 004.77

Ігор Катеринюк¹, інженер-програміст; Сергій Лупенко², д.т.н., професор

¹ТОВ «Новітнє обладнання» (ТМ Inlimited), Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПРОТОТИП ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ІМІДЖ-ТЕРАПЕВТ» ДЛЯ ПІДТРИМКИ ТА СУПРОВОДУ ДІЯЛЬНОСТІ В ГАЛУЗІ НАРОДНОЇ МЕДИЦИНИ

Igor Kateryniuk, software engineer; Serhii Lupenko, p.h.d.

PROTOTYPE OF INFORMATION SYSTEM "IMAGE-THERAPIST" FOR SUPPORT AND ACCOMPANYING OF ACTIVITY IN THE AREA OF FOLK MEDICINE

Вимоги до прототипу системи професійної цілительської діяльності «Імідж-терапевт» (далі - Система) як складової онтоорієнтованого інформаційно-аналітичного середовища для інтегративної наукової медицини розроблені у роботі [1]. Система складається з модулів, відображених на рис.1.

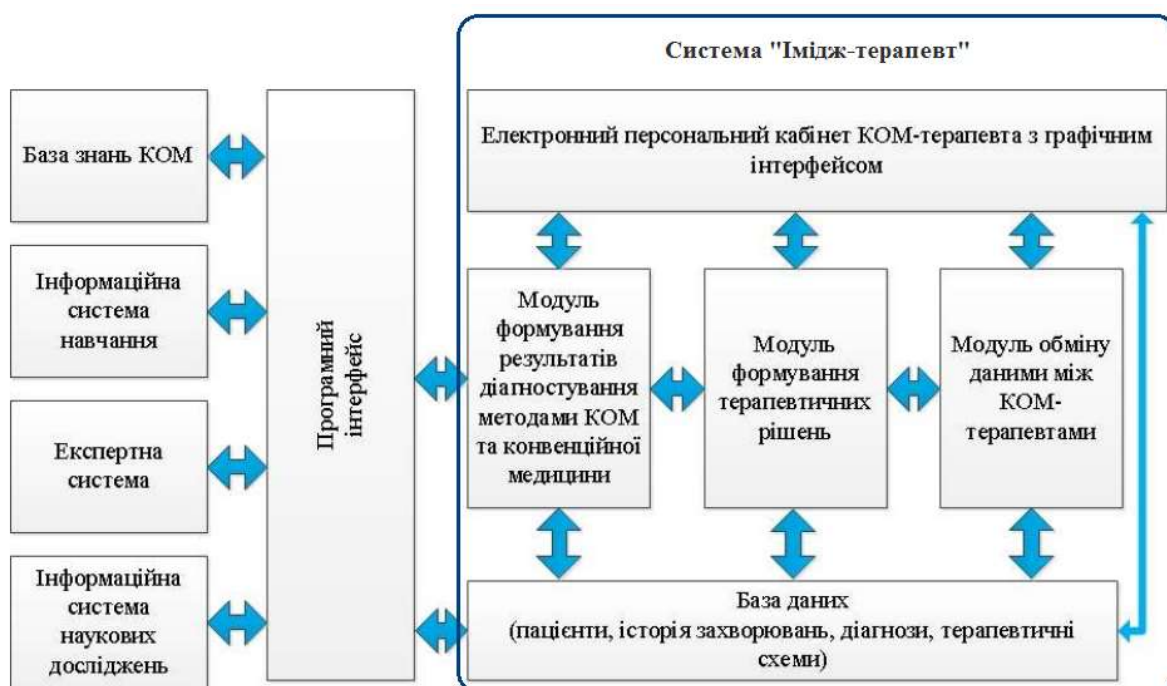


Рис.1. Узагальнена архітектура інформаційної системи професійної цілительської діяльності «Імідж-терапевт»

Система розробляється з метою організації централізованої бази даних, доступу до неї діючих народних цілителів, що володіють методами китайської образної медицини (КОМ) та фахівців офіційної (наукової, західної) медицини, обміну досвідом між ними та підвищення якості їхньої професійної діяльності.

В роботі [2] описаний підхід до побудови інтерактивного модуля вводу візуальної діагностичної інформації в КОМ, як складової частини модуля формування результатів діагностування методами КОМ та конвенційної медицини. Дана ж робота присвячена розробці підходу до практичної побудови Системи. При виборі технологій для реалізації даної Системи будемо користуватись наступною вимогою [1]: «Інформаційне

середовище повинне бути доступне (просте і не дороге) для використання, для чого необхідно провести його розробку із використанням вільного програмного забезпечення із відкритим кодом». Пропонується наступне програмне забезпечення (далі - ПЗ):

- Django – в якості web-фреймворку
- MySQL – база даних (далі - БД)
- Unity – середовище для створення моделі тіла людини та GUI для КОМ – терапевта

Розглянемо використання даного ПЗ в розрізі модулів Системи.

Електронний персональний кабінет КОМ-терапевта з графічним інтерфейсом пропонується реалізувати за допомогою адміністративної панелі web-фреймворку Django.

Модуль формування результатів діагностування методами КОМ та конвенційної медицини повинен надати можливість вводу результатів діагностики як КОМ-терапевта так і офіційної медицини, відповідно. Для введення результатів діагностики методами КОМ планується використати платформу Unity, опис такого підходу наведений в роботі [2]. Крім введення інформації за допомогою GUI та віртуальної моделі тіла людини, в подальшому планується надати КОМ-терапевтам можливість передавати інформацію в модуль голосом та за допомогою неінвазивного нейроінтерфейсу. Ввід результатів діагностики методами конвенційної медицини можна реалізувати з допомогою Django (ввід та відображення в табличній формі, прикріплення файлів з діагнозами), а також додати в Систему одну з онтологій захворювань конвенційної медицини (довідник). Модуль формування терапевтичних рішень пропонується реалізувати за допомогою Django, необхідну інформацію можна вводити та відображати в табличній формі. Модуль обміну даними між КОМ-терапевтами планується реалізувати з допомогою установки пакету Django, в основі якого лежить технологія WebSocket. Як базу даних пропонується використати MySQL.

Розробка такої Системи дасть змогу на основі даних діагностики пацієнта (діагнозів) як методами конвенційної медицини, так і методами неконвенційної (результатів обстеження КОМ-терапевтів), з використанням технологій штучного інтелекту (машинного навчання та видобування даних) здійснювати пошук прихованих закономірностей, кореляцій між цими двома типами діагнозів.

Література.

1. Lupenko S. A., Orobchuk O. R., Vakulenko D. V., Sverstyuk A. S., Horkunenko A. B. Integrated Onto-based Information Analytical Environment of Scientific Research, Professional Healing and E-learning of Chinese Image Medicine // Вісник „Інформаційні системи та мережі”. – Львів: Національний університет „Львівська політехніка”, 2017. – С. 10-19.
2. Ігор Катеринюк, Сергій Лупенко. Інтерактивний модуль вводу візуальної діагностичної інформації для китайської образної медицини // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 14–15 травня 2020 року «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій», Тернопіль, Україна. – С. 157-158.

УДК 621.77

Я.О. Ковальчук, канд. техн. наук, доц., Н.Я. Шингера, канд. техн. наук, доц.,
Я. Л. Швед

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЗВАРНИХ ФЕРМ

Ya. Kovalchuk, Ph.D, Assoc. Prof., N. Shynhera, Ph.D, Assoc. Prof., Ya. Shved
PHYSICAL MODELING IN WELDED TRUSS STUDY

Метою роботи є визначення терміну експлуатації зварної підкрюквяної ферми за умов циклічних навантажень до моменту зародження втомної тріщини і тривалості роботи конструкції з тріщиною до руйнування ферми. Такі ферми використовуються у будівлях і спорудах зі значними прогонами між колонами і крім статичних навантажень сприймають циклічні зусилля від підкранових шляхів та підвісних конвеєрів.

Існуючі прикладні програмні пакети дають можливість визначити такі показники, однак їх достовірність суттєво залежить від вдало підібраних параметрів скінченно-елементної моделі для кожного конкретного комп'ютерного-моделюючого експерименту. Очевидно, що найвищу достовірність можна отримати за результатами натурного експерименту, однак для даної конструкції це надзвичайно дорого через значну матеріаломісткість зразків та енергозатратність експерименту.

Для досягнення поставленої мети виконано напівнатурний експеримент серії з 5 штук дослідних зразків, виготовлених за класичними рекомендаціями до фізичного моделювання технічних систем (рис. 1, а). Експеримент виконано на сервогідравлічній випробувальній машині СТМ-100 з використанням оригінального базуючого пристосування [1] при дії циклічного синусоїдального навантаження з коефіцієнтом асиметрії циклу $R=0,1$.

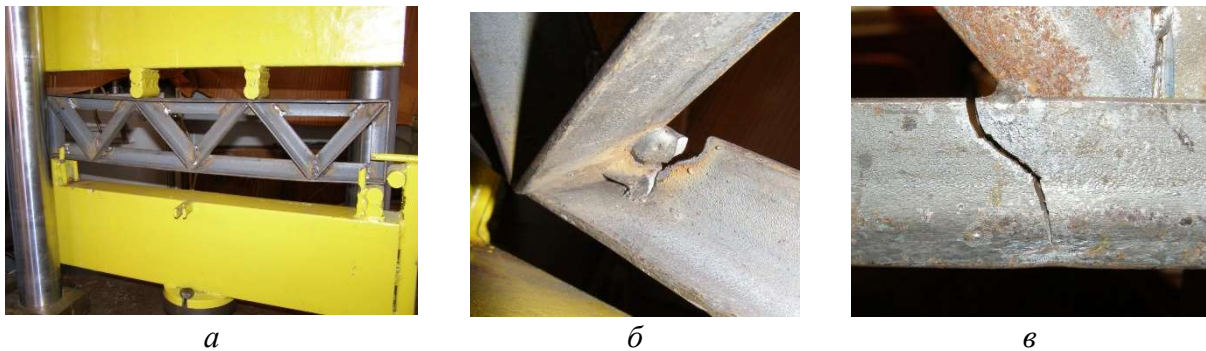


Рис. 1– Фізичне моделювання пошкодження і руйнування зварної ферми:
а – перед навантаженням; б, в – поширення втомної тріщини

За результатами експерименту виявлено місце зародження першої втомної тріщини, кількості циклів до моменту появи цієї тріщини та до руйнування конструкції.

Отримані результати доцільно застосовувати для верифікації результатів комп'ютерного моделюючого експерименту або як самостійну інформацію для визначення ресурсу роботи повномасштабних зварних підкрюквяної ферм за умов циклічних навантажень.

Література

1. Пат. №40196 Україна, МПК G01N 3/00. Пристрій для базування зварних ферм при випробуваннях на статичну та циклічну міцність / Шингера Н. Я., Ковальчук Я. О.; заявник і патентовласник Тернопіль. держ. техніч. ун-т. – №40196 ; заявл.13.11.08 ; опубл. 25.03.09, Бюл. №6.

УДК 681.5

Л.В. Кравцова, канд. техн. наук, доцент, В.Л. Алексенко, ст. викладач, А.П. Богдан, асистент
Херсонська державна морська академія, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА МІЦНІСТЬ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

L. Kravtsova, Ph.D., Assoc. Prof., V. Aleksenko, A. Bohdan
EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE INFLUENCE OF STATIC LOADS ON THE STRENGTH OF POLYMERCOMPOSITE MATERIALS

Сучасний технічний прогрес тісно пов'язаний із застосуванням значної кількості новітніх конструкційних матеріалів, серед яких широкого застосування набули полімеркомпозити. Завдяки своїм унікальним фізико-механічним, теплофізичним та експлуатаційним характеристикам (мала вага, висока питома міцність, теплостійкість, зносостійкість, корозійна стійкість, та ін.) полімеркомпозитні матеріали незамінні в багатьох галузях [1, 2].

У світлі широкого застосування полімеркомпозитів, дослідження впливу статичних навантажень на їх міцнісні характеристики залишається актуальним і в теперішній час, так як навантаження такого роду притаманні умовам експлуатації множини різних елементів конструкцій та устаткування [3, 4].

Метою даних експериментальних досліджень являється вивчення впливу статичних навантажень на властивості полімерного композиційного матеріалу, наповненого частинками мікрослюди МС-20-80. Вибір наповнювача зумовлений його активністю до хіміко-механічної взаємодії із зв'язувачем та власне його механічними та геометричними характеристиками для підвищення міцнісних та пружних властивостей композиту [3-5].

Основу матеріалу (матрицю) досліджуваних зразків складає епоксидний діановий олігомер марки ЕД – 20. У якості наповнювача вибрана мікрослюда фракціонована серії «Стандарт» (ISO 3262-12:2001, Extenders for Paints. Specifications and Methods of Test. Part 12. Muscovite-Tyре Міса) марки МС-20-80.

Епоксидний КМ сформований за наступною технологією: на 100 мас.ч епоксидного олігомеру ЕД-20 добавлено 30 мас.ч мікрослюди МС-20-80 та проведено гідродинамічне суміщення епоксидного олігомеру з мікрослюдою упродовж $5 \pm 0,1$ хв; після введено твердник ПЕПА у кількості 10 мас.ч та здійснено перемішування композиції упродовж $5 \pm 0,1$ хв; далі композиція витримувалася на повітрі впродовж доби з наступним підігріванням до температури $T = 393$ К і витримуванням при даній температурі впродовж двох годин; заключною стадією було охолодження композиції і витримування на повітрі впродовж доби.

Випробування на згинання проводилось на розробленому експериментальному стенді (рис. 1) з двома опорами і оправкою (триточкова схема). На стенді зразок прямокутного поперечного перерізу з габаритними розмірами $L \times B \times H = 120 \times 15 \times 10$ мм піддається пластичній деформації згинанням без зміни напрямку прикладення зусилля до досягнення заданого кута згину [6].

Вимірювання прогину виконувалось за допомогою електронного індикатора (digital indicator 0.01mm/0.0005", measuring range: 0~12.7mm/0.5") з виведенням даних на комп'ютер та збереженням у форматі таблиці Excel. Вимірювання розмірів зразка виконувалось за допомогою штангенциркуля "Торех" з точністю вимірювання до 0,01 мм.

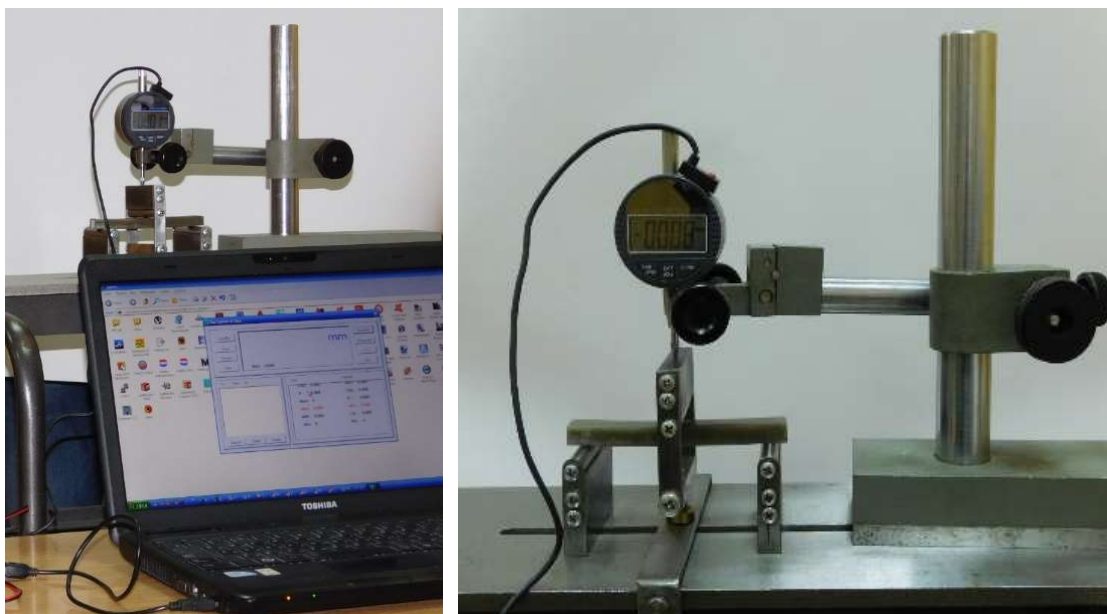


Рис. 1. Загальний вигляд розробленого експериментального стенду для випробування зразків на згинання

Проведення експериментів відбувалося у два етапи. На першому етапі три зразки (№№ 1, 2, 3) випробовували з метою встановлення кінця пружної деформації. Навантаження відбувалось від 0 до повного руйнування зразка. Вимірювання деформації (прогину) виконувалось при кожному додаванні вантажу. За результатами досліджень встановлено напруження, що виникають у кінці пружної деформації і відповідне навантаження, що викликає ці напруження.

На другому етапі за результатами першого етапу досліджувались 5 зразків (№№ 4, 5, 7, 8, 9). Зразки навантажувались до навантаження 45 кг (кінець пружної деформації) і витримувались 24 години. Після чого розвантажувались до 0 і повторно навантажувались від 0 до повного руйнування зразка.

Отже, після добової витримки зразків під навантаженням, було проведено випробування 5 однотипних зразків за однією схемою від 0 кг до повного руйнування. Навантаження зразків здійснювалось рівномірно, водночас вимірювалася деформація кожного зразка та результати вимірювань заносилися в таблицю Excel. Аналіз отриманих результатів привів до висновків ідентичності поведінки зразків, але у результатах присутні деякі розбіжності показників за зразками, пов'язані з впливом випадкових зовнішніх факторів. Тому для подальшого аналізу залежності деформації зразка від навантаження було прийнято рішення застосувати деякі методи осереднення результатів спостереження за зразками.

В табл. 1 зведені експериментальні дані (стовпчик 1 – величина навантаження, стовпчики 2-6 – результати спостереження, тобто деформація зразків, стовпчики 7-11 – результати застосування методу «ковзаючого середнього» для показників деформації стовпчики 2-6.

Таким чином, можна стверджувати, що закон залежності деформації зразка від навантаження доцільно будувати для умовного зразка з осередненими показниками деформації (табл. 2).

Таблиця 1. Результати проведення і обробки експериментів

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Р, кг	№№ досліджуваних зразків					№№ умовних зразків					
	4	5	7	8	9	457	578	789	8910	91011	101112
Деформація (прогин) Δ , мм											
0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
2,410	0,065	0,060	0,144	0,117	0,082	0,090	0,107	0,114	0,096	0,093	0,104
4,775	0,175	0,117	0,234	0,197	0,165	0,175	0,183	0,199	0,179	0,174	0,186
7,140	0,259	0,169	0,319	0,307	0,253	0,249	0,265	0,293	0,270	0,256	0,269
9,505	0,345	0,225	0,410	0,384	0,337	0,327	0,340	0,377	0,349	0,334	0,348
11,845	0,434	0,283	0,490	0,463	0,421	0,402	0,412	0,458	0,429	0,412	0,424
14,225	0,514	0,346	0,572	0,545	0,506	0,477	0,488	0,541	0,509	0,490	0,502
16,605	0,587	0,408	0,661	0,640	0,587	0,552	0,570	0,629	0,593	0,570	0,584
18,965	0,681	0,461	0,750	0,718	0,669	0,631	0,643	0,712	0,673	0,648	0,662
21,325	0,779	0,521	0,835	0,790	0,753	0,712	0,715	0,793	0,752	0,727	0,740
23,720	0,874	0,576	0,927	0,874	0,841	0,792	0,792	0,881	0,836	0,809	0,822
26,090	0,969	0,641	1,014	0,978	0,926	0,875	0,878	0,973	0,926	0,893	0,908
28,465	1,072	0,702	1,089	1,075	1,011	0,954	0,955	1,058	1,013	0,974	0,989
30,830	1,153	0,759	1,178	1,162	1,100	1,030	1,033	1,147	1,097	1,054	1,070
33,215	1,245	0,819	1,263	1,258	1,188	1,109	1,113	1,236	1,185	1,137	1,153
35,600	1,344	0,885	1,355	1,347	1,279	1,195	1,196	1,327	1,274	1,223	1,239
37,980	1,430	0,946	1,446	1,448	1,366	1,274	1,280	1,420	1,363	1,307	1,325
40,350	1,538	1,010	1,533	1,547	1,454	1,360	1,363	1,511	1,454	1,393	1,412
42,730	1,623	1,075	1,620	1,634	1,545	1,439	1,443	1,600	1,539	1,476	1,494
45,090	1,711	1,140	1,717	1,732	1,638	1,523	1,530	1,696	1,631	1,563	1,583
47,440	1,835	1,204	1,810	1,830	1,728	1,616	1,615	1,789	1,725	1,653	1,673
49,815	1,953	1,285	1,916	1,935	1,826	1,718	1,712	1,892	1,826	1,752	1,774
52,200	2,000	1,350	2,009	2,041	1,922	1,786	1,800	1,991	1,916	1,836	1,859
54,565	2,000	1,409	2,111	2,138	2,021	1,840	1,886	2,090	2,000	1,916	1,939
56,930	2,000	1,488	2,225	2,274	2,120	1,904	1,996	2,206	2,099	2,007	2,035
57,930	2,000	1,511	2,276	2,350	2,210	1,929	2,046	2,279	2,163	2,062	2,084

Таблиця 2. Результати застосування методу «ковзаючого середнього» для показників деформації досліджуваних зразків

Р, кг	0	2,41	4,775	7,14	9,505	11,845	14,225	16,605	18,965	21,325	23,720
Δ , мм	0,001	0,104	0,186	0,269	0,348	0,424	0,502	0,584	0,662	0,740	0,822

Продовження таблиці 2

Р, кг	26,090	28,465	30,830	33,215	35,600	37,980	40,350	42,730	45,090	47,440
Δ , мм	0,908	0,989	1,070	1,153	1,239	1,325	1,412	1,494	1,583	1,673

Продовження таблиці 2

Р, кг	49,815	52,200	54,565	56,930	57,930
Δ , мм	1,774	1,859	1,939	2,035	2,084

За даними таблиці 2 за методом найменших квадратів було визначено, що з ймовірністю 99 % залежність деформації від навантаження є лінійною залежністю

$y = 0.0354 \times x - 0,0023$ (рис. 2). Отримана залежність дозволяє розраховувати деформацію зразка для будь-якого навантаження в діапазоні від 0 до 58 кг.

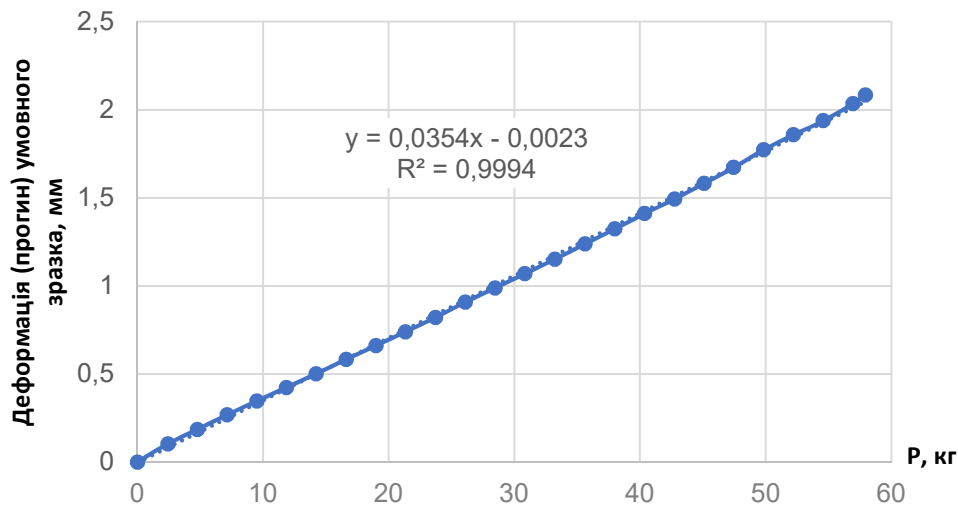


Рис. 2. Залежність деформації (прогину) умовного зразка від навантаження

Результати спостереження доводять, що статично навантажені зразки, що витримані протягом доби під навантаженням, мають кращі показники міцності та пружності, ніж зразки, які не піддавалися витримці.

Представлений у доповіді матеріал являється частиною комплексного дослідження.

Література.

1. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. Пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.
2. Стухляк П.Д. Епоксидно-діанові композити: технологія формування, фізико-механічні і теплофізичні властивості / П.Д. Стухляк, А.В. Букетов, О.І. Редько. – Тернопіль: Крок, 2011. – 165 с.
3. Landel, R.F., Nielsen, L.E.: Mechanical properties of polymers and composites. CRC press, 1993.
4. Gibson, R.F. ed: Principles of Composite Material Mechanics, Fourth Edition. CRC Press, 2016.
5. Gan D., Lu S., Song C., Wang Z. Mechanical properties and frictional behavior of a mica-filled poly(aryl ether ketone) composite. // Eur. Polym. J. – 2001. 37. – P. 1359-1365.
6. ASTM D 790 – 03 Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.

УДК 667.64:678.026

В.Г. Кулініч, Л.В. Селіфонова

Херсонська державна морська академія, Україна

ВПЛИВ 4,4-ДІАМІНОДИФЕНІЛМЕТАНУ НА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНОЇ МАТРИЦІ

V. Kulinich, L. Selifonova

THE INFLUENCE OF 4,4-DIAMINODIPHENYLMETHANE ON THERMAL PHYSICAL PROPERTIES OF EPOXY MATRIX

В сучасності відбувається процес витіснення традиційних матеріалів композитними матеріалами на полімерній основі, що зумовлено необхідністю продовження строків їх життєвого циклу, підвищення рівня стандартів якості та поліпшення експлуатаційних характеристик для збільшення міжремонтного ресурсу. Серед них окреме місце займають композитні матеріали (КМ) на епоксидній основі, які широко впроваджені у промисловості через відносно низьку собівартість та ряд поліпшених теплофізичних властивостей, таких як підвищені температура склування, теплостійкість, відносно низька усадка, тощо.

Обґрунтовано [1-3] доцільність використання модифікаторів і наповнювачів із незначним вмістом для формування КМ із поліпшеними властивостями. Основним завданням при проведенні даних досліджень є встановлення критичного вмісту компонентів для формування максимально ефективною когезійної міцності для подальшої експлуатації розроблених матеріалів у агресивних середовищах. Для досягнення заданої мети додавання відносно малого вмісту модифікатора є достатнім для отримання матеріалу із підвищеними теплофізичними характеристиками.

В якості основного компоненту для зв'язувача при формуванні епоксидних КМ вибрано епоксидний діановий олігомер марки ЕД-20. Для зшивання епоксидних композицій використано твердник поліетиленполіамін ПЕПА, що дозволяє затверджувати матеріали при кімнатних температурах. Твердник вводили у композицію кількістю $q = 0,10$ мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20 [4]. У вигляді модифікатора використовували 4,4'-діамінодифенілметан з хімічною формулою $C_{13}H_{14}N_2$. Модифікатор вводили у зв'язувач концентрацією від 0,10 до 2,00 мас.ч. (далі по тексту кількість модифікатора у мас.ч. приводять на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20). Досліджено теплостійкість (за Мартенсом), термічний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР), температуру склування і усадку розроблених КМ.

Доведено, що формування захисних покриттів із поліпшеними теплофізичними властивостями доцільне додавання модифікатора 4,4-діамінодифенілметану в кількості $q = 1,00 \dots 1,50$ мас.ч. при яких температури склування та теплостійкості (за Мартенсом) отримують наступні максимальні значення: $T_c = 333 \dots 337$ К й $T = 366 \dots 363$ К відповідно, що суттєво перевищує величини немодифікованого епоксидного олігомеру ЕД-20 $T_c = 327$ К і $T = 341$ К.

Термічний коефіцієнт лінійного розширення досліджено у діапазонах температур, при яких передбачається експлуатація розроблених матеріалів: $\Delta T = 303 \dots 323$ К, $\Delta T = 303 \dots 373$ К, $\Delta T = 303 \dots 423$ К, $\Delta T = 303 \dots 473$ К. Мінімальне значення спостерігали у сформованих матеріалів із концентрацією модифікатора в кількості

$q = 1,25 \dots 1,50$ мас.ч., що складає $\alpha = (6,01 \dots 6,06) \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ у температурному діапазоні $\Delta T = 303 \dots 473 \text{ K}$. Отримані значення суттєво різняться від показників немодифікованої матриці $\alpha = 10,91 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. При вказаних вище концентраціях на інших температурних діапазонах спостерігали значення: $\alpha = 1,59 \dots 1,84 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ при $\Delta T = 303 \dots 323 \text{ K}$, $\alpha = 1,74 \dots 2,33 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ при $\Delta T = 303 \dots 373 \text{ K}$, і $\alpha = 2,73 \dots 2,75 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, які є меншими за показники немодифікованого епоксидного олігомеру ЕД-20. Це є свідченням доцільності використання даного модифікатора для формування композитів із покращеними теплофізичними властивостями. Додатково доведено, що усадка сформованих матеріалів не перевищувала 1%, що доводить існування можливості використання КМ у стресових умовах.

В результаті комплексного оцінювання проведених експериментальних досліджень встановлено оптимальну концентрацію модифікатора 4,4-діамінодифенілметану в епоксидному олігомері ЕД-20 в кількості $q = 1,50$ мас.ч., при якій отримано максимальні або близькі до них показники теплофізичних характеристик композитних матеріалів.

Література.

1. Букетов А.В. Исследование влияния 1,4-бис(N,N диметилдитиокарбамато)бензена на механические свойства эпоксидной матрицы / А.В. Букетов, А.А. Сапронов, В.Н. Яцюк, Б.Д. Гришук, В.С. Барановський // Пластические массы. – 2014. – № 3-4. – С. 26–34.
2. Букетов А.В. Исследование влияния модификатора 4,4'-метиленбис (4,1-фенилен)бис(N,N-диетилдитиокарбамату) на структуру и свойства эпоксидной матрицы / А.В. Букетов, А.А. Сапронов, В.Н. Яцюк, В.О. Скирденко // Пластические массы. – 2014. – № 7-8. – С. 9-16.
3. Стухляк П.Д. Епоксикомпозитні матеріали, модифіковані енергетичними полями / П.Д. Стухляк, А.В. Букетов, І.Г. Добротвор. – Тернопіль: Збруч, 2008. – 208 с.
4. Akimov A.V. Development of polymer composites with improved thermophysical properties for shipbuilding and ship repair / A.V. Akimov, A.V. Buketov, O.O. Sapronov, M.V. Brailo, S.V. Yakushchenko, S.A. Smetankin // Composites: Mechanics, Computations, Applications: An International Journal. – Vol. 10. – No 2. – 2019. – P. 117 – 134.

УДК 624.01

В.Б. Леник, О. П. Конончук, канд. тех. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА МІЦНІСТЬ БЕТОНУ ПРИСКОРЮВАЧІВ ТВЕРДІННЯ

V.B. Lenyk, O.P. Kononchuk, Ph.D, Assoc. Prof,

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE ON CONCRETE STRENGTH OF HARDENING ACCELERATORS

В останні десятиліття розвиток будівельної індустрії приймає напрямок на економію енергетичних ресурсів, раціональне застосування сировини, покращення експлуатаційних властивостей, таких як: довговічність, марочна міцність бетону, стійкість до впливу різних чинників навколишнього середовища. Однією із найбільш актуальних тем є вплив на швидкість твердіння бетонної суміші в різних умовах її твердіння, при цьому не змінюючи експлуатаційних та механічних властивостей бетону. Також шляхом перспективного розвитку хімічних добавок, які пришвидшують час тужавіння бетону, являється синтез багатофункціональних хімічних добавок із застосування відходів від інших промисловостей. Таким чином, застосування хімічних добавок з використанням комунальних чи промислових відходів може стати основним напрямком розвитку в будівельній галузі.

Хімічні добавки на основі ефірів полікарбонату набули за останній період часу найбільшої популярності серед високоефективних пластифікуючих добавок, а саме завдяки більш високому водоредукуючому ефекту, який суттєво збільшує щільність і покращує механічні властивості бетону, в порівнянні з іншими пластифікуючими добавками. Саме цим питанням зайнялися Дворкін Л.Й., Житковський В. В., Скрипник М. М. [1]. Вплив на структуру та властивості швидкотвердіючих високофункціональних бетонів за допомогою хімічних добавок та мінеральних добавок, таких як: пісок, зола-винесення вивчали М. Саницький, О. Позняк, Б. Русин, І. Гев'юк [2].

Метою даних експериментальних дослідження є визначення впливу хімічних добавок, які прискорюють процес тужавіння на міцність бетону в процесі гідратації.

Основне завдання цієї роботи є проаналізувати вже існуючі хімічні добавки, які набули широкого використання в будівельній промисловості та вибрати декілька добавок для того, щоб самостійно у лабораторії перевірити як буде змінюватися міцність бетону у віці 7, 14, 21, 60 діб та порівняти їх з результатами досліджень бетону без хімічних добавок.

Багато добавок-прискорювачів твердіння в результаті обмінних реакцій з гідроксидом кальцію або з мінералами цементу активно впливають на гідроліз трикальцієвого силікату, підвищують вміст в рідкій фазі іонів кальцію і гідроксилу, що призводить до перенасичення системи цими іонами і прискорює коагуляційне, а потім і кристалізаційне структуроутворення гідратних новоутворень.

В наш час найбільшого застосування набули такі прискорювачі тужавіння та тверднення бетонних сумішей:

Хлорид кальцію (ХК). Кристалічний, гігроскопічний порошок білого кольору у вигляді CaCl_2 або дігідрату $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, а також водних розчинів. Застосування цієї

хімічної добавки в залізобетонних конструкціях обмежено через те, що відбувається інтенсифікація корозії арматури в бетонній конструкції. Збільшує розчинність клінкерних мінералів по вапну і тому спостерігається підвищення міцності в усі терміни твердіння бетону [3], є хорошим прискорювачем твердіння цементного каменю.

Сульфат натрію (СН). Кристали білого кольору з жовтим відтінком у вигляді декагідрату $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ або безводної солі. Важко та обмежено розчинні у воді. Використовується переважно при тепловологісній обробці бетону. Він дозволяє скоротити термін обробки на 20...30 % і витрату цементу до 10 % [3]. Вважаються найефективнішою добавкою для збільшення міцності бетону після пропарювання, але при збільшенні алюмінатності цементу і підвищених витратах добавки – її ефективність погіршується.

Нітрат натрію (НН1). Безбарвні кристали NaNO_3 . Негігроскопічний, добре розчинний у воді, при нагріванні розкладається з виділенням кисню. Також використовується при пропарюванні бетону. При використанні добавки в сукупності з комплексними добавками або СДБ (спеціальна добавка до бетону) дозволило скоротити на 25 % час пропарювання і на 14 % зменшити витрату цементу.

Поташ П (карбонат калію K_2CO_3). Продукт у вигляді кристалічного порошку білого кольору - сіль із сильно вираженими лужними властивостями. Спостерігається швидке тужавіння бетонної суміші, одержання бетону з крупнопористою структурою. При використанні заповнювачів, що містять реакційноздатний кремнезем, можлива лужна корозія бетону. Дозування добавки - до 5 % від маси цементу.

Отже, проаналізувавши хімічні добавки, які впливають на кінетику твердіння бездобавочного портландцементу і важкого бетону при різних температурах, встановлено закономірності такого впливу, продукти гідратації забезпечують швидкий набір міцності. Проаналізувавши різні види прискорювачів твердіння бетонів, встановлено найбільш вживаніші, які і будуть використані при подальших експериментальних дослідженнях в даній роботі.

Література:

Комплексні пластифікуючі добавки для бетону на основі ефірів полікарбонксилату / Л. Й. Дворкін, В. В. Житковський, М. М. Скрипник // Строительные материалы и изделия. - 2016. - № 1. - С. 38-41.

Вплив мінеральних добавок на властивості цементуючих систем для високофункціональних бетонів / М. Саницький, О. Позняк, Б. Русин, І. Гев'юк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2012. – № 737 : Теорія і практика будівництва. – С. 184– 191. – Бібліографія: 11 назв.

Чистяков В.В. Интенсификация твердения бетона / Чистяков В.В., Дорошенко Ю.М., Гранковский И.Г. – К.: Будівельник, 1998. – 118 с.

УДК 001.18:616-78

С.А. Лупенко, д-р. техн. наук, проф., Р.А. Буцій

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СУЧАСНІ НЕЙРОІНТЕРФЕЙСНІ ТЕХНОЛОГІЇ: АКТУАЛЬНІСТЬ, ПЕРСПЕКТИВИ ТА СКЛАДНОСТІ

S. Lupenko Dr, Prof., R. Butsiy

MODERN NEUROINTERFACE TECHNOLOGIES: ACTUALITY, PROSPECTS AND COMPLEXITIES

Нейроінтерфейс або інтерфейс мозок-комп'ютер (Brain-Computer Interfaces) — це система, яка дає змогу реалізувати безпосередній зв'язок між мозком та зовнішнім пристроєм (наприклад комп'ютером). Метою застосування нейроінтерфейсів є реалізація одно- або двонаправленого інформаційного зв'язку між мозком та комп'ютерною системою.

На сьогоднішній день, концепція нейроінтерфейсів активно привертає увагу провідних університетів та компаній світу, які займаються дослідженнями в області біомедичної інженерії, нейропротезування, тощо. Прогрес в сфері розвитку штучного інтелекту, цифрового опрацювання сигналів, нових методик інвазивної нейрохірургії, а також нові теоретичні знання про нейронні мережі, відкривають перед вченими перспективу практичної реалізації різного роду нейроінтерфейсів. Про актуальність цієї теми свідчить різке збільшення кількості публікацій та презентацій, пов'язаних з нейроінтерфейсами, у наукових журналах та конференціях. Нейроінтерфейси проникли в уяву широкої громадськості, надавши можливість звільнитися від обмежень нашого тіла, шляхом встановлення безпосередньої взаємодії між мозком та зовнішнім світом. Що ще важливіше, їх дослідження надають можливість допомогти людям з важкими сенсорними та моторними вадами краще взаємодіяти зі світом, покращуючи тим самим якість свого життя. Також це допоможе у вивченні та лікуванні неврологічних хвороб і порушень роботи мозку.

Нейроінтерфейс становить собою систему для управління комп'ютером або підключеними до нього пристроями за допомогою сигналів, які генерує мозок [1]. Професор Бранденбурзького університету прикладних наук Торстен Зандер, класифікує нейроінтерфейси за трьома основними групами [2]:

- активні нейроінтерфейси - користувач безумовно ініціює команду;
- пасивні нейроінтерфейси - користувач не ініціює команду, але система зчитує і аналізує його стан;
- реактивні нейроінтерфейси - користувач ініціює команду у відповідь на вплив системи.

Також нейроінтерфейси можна класифікувати за способом отримання інформації:
— інвазивні (вживлення електродів, електрокортикографія, тощо);
— неінвазивні (електроенцефалографія, спектроскопія в ближній інфрачервоній області, функціональна магнітно-резонансна томографія, тощо).

Більшість існуючих нейроінтерфейсів мають такі два недоліки: по-перше, кожен нейроінтерфейс потрібно індивідуально підлаштовувати під кожного пацієнта (на це може йти місяці кропіткої роботи вчених), а, по-друге, жоден з них не забезпечує повноцінної двосторонньої комунікації між людиною і машиною. Як відомо, у цьому році компанією “Neuralink” було представлено прототип нейроінтерфейсу “Link” v0.9, який покликаний вирішити вищезгадані проблеми, але на сьогоднішній день ця технологія ще потребує свого суттєвого доопрацювання.

Найбільш доступним на сьогодні неінвазивним нейроінтерфейсом є електроенцефалографія (ЕЕГ). ЕЕГ дозволяє реєструвати електричні потенціали, на поверхності шкіри голови, які пов'язані з роботою мозку. Для зчитування різниці потенціалів переважно використовують покриті сріблом електроди. Оскільки сигнал слабкий (5-100 мкВ), його потрібно підсилити і відфільтрувати.

Німецький психіатр та фізіолог Ганс Бергер виявив, що різні електричні частоти можуть бути пов'язані з діями та різними стадіями свідомості. Виділяють п'ять основних фізіологічних частотних діапазони: гама-хвилі (діапазон частот від 31 Гц і вище, відображають механізм свідомості), бета-хвилі (діапазон частот 12 - 30 Гц, часто поділяються на β_1 і β_2 щоб отримати більш конкретний діапазон, пов'язані з зосередженою концентрацією уваги), альфа-хвилі (діапазон частот 7,5 - 12 Гц, пов'язані з розслабленням), тета-хвилі (діапазон частот 3,5 - 7,5 Гц, зниження їх частоти пов'язані з неактивністю, мріянням або станом між дрімотою і сном, підвищення їх частоти виникає внаслідок розчарування або емоційного стресу), дельта-хвилі (діапазон частот 0,5 - 3,5 Гц, є найповільнішими хвилями і виникають під час сну).

Фаб'єн Лотте, Марко Конгедо, Анатоль Лекуєр та Ламарш Фабріс виділили кілька особливостей, які є спільними та критичними для нейроінтерфейсів [3]:

— шум і викиди: нейроінтерфейси шумні або містять викиди, оскільки сигнали ЕЕГ мають погане співвідношення сигнал/шум;

— висока розмірність: у системах нейроінтерфейсів вектори часто мають велику розмірність. Кілька об'єктів, як правило, витягуються з кількох каналів і з декількох часових сегментів, перш ніж об'єднуватися в єдиний вектор;

— інформація про час: нейроінтерфейси повинні містити інформацію про час, оскільки схеми мозкової діяльності, як правило, пов'язані з конкретними варіаціями часу ЕЕГ;

— нестационарність: нейроінтерфейсні сигнали є нестационарними, оскільки сигнали ЕЕГ можуть суттєво змінюватися з часом.

Існує п'ять категорій, які охоплюють більшість алгоритмів в системах нейроінтерфейсної класифікації, а саме це: лінійні класифікатори, нелінійні баєсовські класифікатори, класифікатори найближчих сусідів, нейронні мережі та комбінація класифікаторів [3]. Усі категорії дозволяють досягнути хороші результати для нейроінтерфейсів, але вони все ще мають низьку достовірність розпізнавання сигналів, спричинену високими похибками першого та другого роду. Для вирішення цієї проблеми необхідно підвищувати достовірність інформативних ознак, тобто потрібно підвищувати точнісні характеристики відповідних класифікаторів. Тому необхідність розробки нових моделей сигналів та методів їх опрацювання, зокрема гібридних (наприклад поєднання статистичних методів і систем нейронних мереж), а також методів прийняття рішень на базі розроблених моделей та методів є актуальною задачею на сьогоднішній день.

Література

1. Yang J. S. Wireless brain-computer interface for electric wheelchairs with EEG and eye-blinking signals / J. S. Yang // Int. J. Innov. Comput. Inf. Control. – 2012. – P.611-624.

2. Zander T. Towards passive Brain-Computer interfaces: applying Brain-Computer interface technology to human-machine systems in general [Електронний ресурс] / T. Zander, C. Kothe // Journal of Neural Engineering. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21436512/>.

3. A review of classification algorithms for EEG-based brain-computer interfaces [Електронний ресурс] / F. Lotte, M. Congedo, A. Lecuyer, L. Fabrice // Journal of Neural Engineering. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: <https://hal.inria.fr/inria-00134950>.

УДК 621.327

А. Лупенко, д-р. техн. наук, Т. Чомко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

М'ЯКА КОМУТАЦІЯ ТРАНЗИСТРІВ В ДВОСЕКЦІЙНОМУ РЕЗОНАНСНОМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ НАПРУГИ З ФАЗОВИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ПОТУЖНОСТІ

A. Lupenko, Dr., Prof., T. Chomko

SOFT COMMUTATION OF TRANSISTORS IN RESONANT VOLTAGE CONVERTER WITH PHASE POWER CONTROL

Двосекційний резонансний перетворювач постійної напруги з фазовим регулюванням потужності має високий ККД (0,95-0,99), завдячуючи малим комутаційним втратам в силових ключах («м'якій» комутації) та малим кондуктивним втратам сучасних електронних ключів. Схема такого перетворювача подана на рис.1. Кожна його секція складається з напівмостового інвертора на транзисторах $VT1, VT2$ ($VT3, VT4$), виходи яких через роздільні конденсатори C_s та дроселі L під'єднано до паралельного ввімкнених резонансного конденсатора C та первинної обвитки трансформатора T . Напруги в точках A_1 і A_2 є періодичними прямокутними імпульсами (рис. 2), зсувеними між собою на кут $\varphi = 0 \div \pi$ рад. Амплітуда цих імпульсів дорівнює напрузі живлення E , а коефіцієнт заповнення близький до 0,5. Напруга резонансного конденсатора C через трансформатор T передається на випрямляч, вихідна напруга якого через фільтр $L_\phi C_\phi$ подається на навантаження R_o .

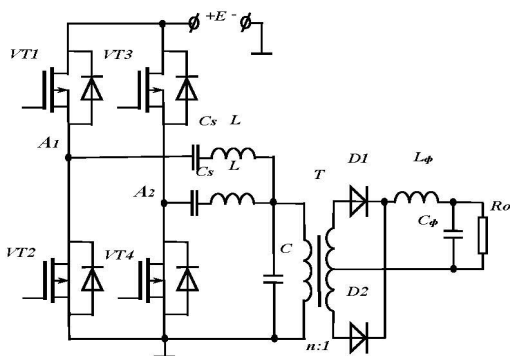


Рис.1

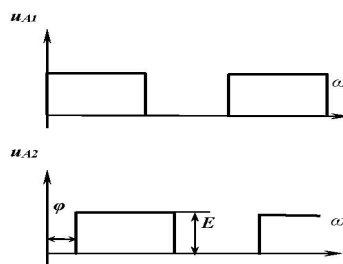


Рис.2.

М'яка комутація транзисторів в усьому діапазоні його робочих потужностей є важливою вимогою щодо забезпечення малих комутаційних втрат інвертора та високої електромагнітної сумісності. Для цього робоча частота інвертора повинна бути вищою від його резонансної частоти. Крім того, важливу роль відіграє часова затримка T_d між відкритими станами транзисторних ключів. Вона, з одного боку, усуває протікання наскрізних струмів через ключі, а з іншого боку, забезпечує комутацію транзисторів при нульовій напрузі на них. Для гарантування нульової напруги на транзисторах на інтервалі їх комутації необхідно забезпечити відкритий стан антипаралельних діодів V_{D1} (або V_{D2}). Відкривання діодів починається після повного розряду паразитних (або демпфуючих) ємностей стік-витік транзисторів. Тому мінімальна часова затримка $T_{d \min}$ визначається, виходячи із цієї умови. Максимальна ж часова затримка $T_{d \max}$ визначається як інтервал часу між моментом початку чергової комутації та моментом переходу струму в індуктивності через нуль. Перевищення цього інтервалу затримкою $T_{d \max}$ призводить до врати режиму м'якої комутації та суттєвому зростанню комутаційних втрат.

Для аналізу введено позначення: ω , $\omega_0 = \sqrt{\frac{2}{LC}}$, $Z_0 = \frac{2}{\omega_0 C}$, $Q = \frac{2R_i}{Z_0}$, Ω – відповідно

робоча та резонансна частота, характеристичний опір, добротність, відносна робоча частота (ω/ω_0).

За результатами аналізу отримано вирази для зсувів фаз φ_0 та φ_φ між напругами і струмами, відповідно, нерегульованої та регульовальної секцій:

$$\varphi_0 = \operatorname{arctg} \frac{(1 - \Omega^2)(1 - \cos \varphi - 2\Omega^2) + \frac{\Omega}{Q} \left(\sin \varphi + 2 \frac{\Omega}{Q} \right)}{(1 - \Omega^2) \left(\sin \varphi + 2 \frac{\Omega}{Q} \right) - \frac{\Omega}{Q} (1 - \cos \varphi - 2\Omega^2)},$$

$$\varphi_\varphi = \operatorname{arctg} \frac{(1 - \Omega^2)(1 - \cos \varphi - 2\Omega^2) + \frac{\Omega}{Q} \left(2 \frac{\Omega}{Q} - \sin \varphi \right)}{-\frac{\Omega}{Q} (1 - \cos \varphi - 2\Omega^2) + (1 - \Omega^2) 2 \frac{\Omega}{Q} - \sin \varphi}.$$

Ці зсуви фаз повинні забезпечувати максимальну часову затримку $T_{d \max}$. Графіки залежностей φ_0 та φ_φ від зсуву фаз φ між секціями інвертора (а отже від потужності) для робочої частоти $\Omega=1,07$ та значень добротності $Q=1, Q=3, Q=5$ наведено на рис.3. Такі ж графіки, але для $\Omega=1,06$ наведено на рис.4.

Шляхом аналізу залежностей для різних значень робочої частоти Ω встановлено, що фазовий зсув у регульовальній секції суттєво залежить від співвідношення між робочою і резонансною частотами і при $\Omega < 1,65$ стає від'ємним (при $Q=5$), а це

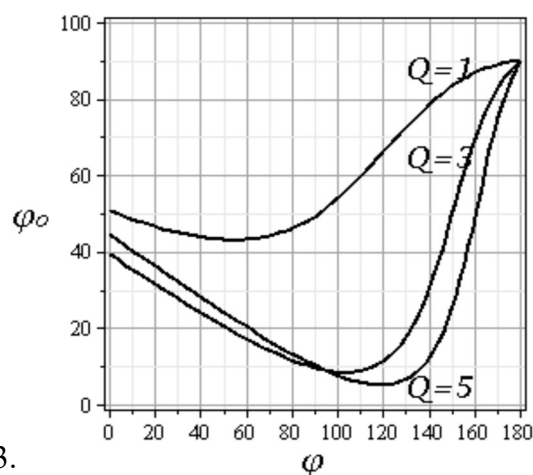
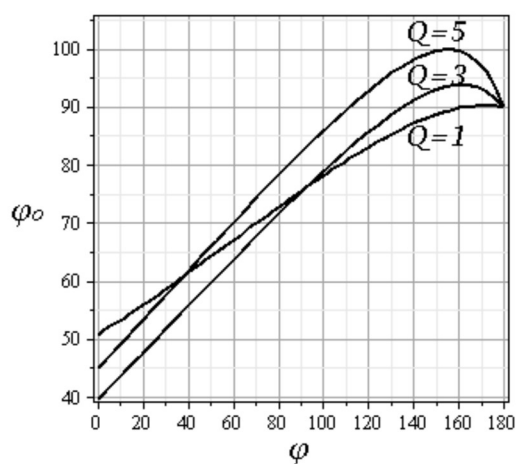


Рис. 3.

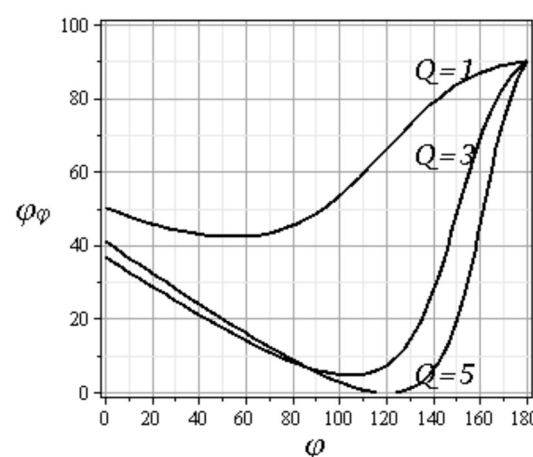
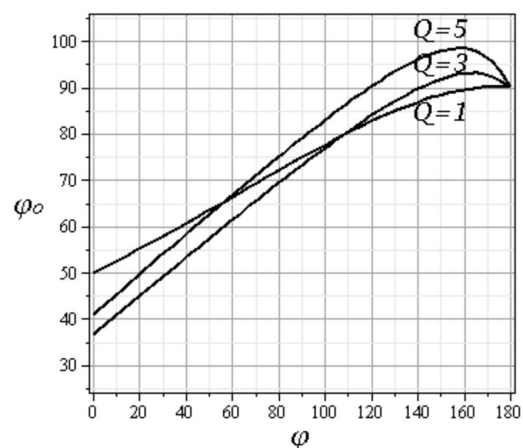


Рис. 4.

призводить до втрати комутації при нульовій напрузі. Тому при проектуванні таких перетворювачів необхідно вибирати їх робочу частоту на основі аналізу фазового зсуву в регульовальній секції у всьому діапазоні потужностей.

УДК 621.941-229.3

І.В. Луців, д-р. техн. наук, проф., Р.Я. Лещук, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ СИЛ ТЕРТЯ В НАПРЯМНИХ БАГАТОЛЕЗОВОГО ОСНАЩЕННЯ З МІЖІНСТРУМЕНТАЛЬНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ

I. Lutsiv, Dr., Prof., R. Leshchuk, Ph.D, Assoc. Prof.

FRICITION FORCES ACTION PARTICULARIES IN THE GUIDES OF MULTIEDGE EQUIPMENT WITH INTERTOOL LINKS

При застосуванні у багатолезовому оснащенні міжінструментальних зв'язків, зокрема кінематичних, забезпечується адаптивне взаємоналагодження окремих лез інструментів, які рухливо розміщуються по периметру перерізу заготовки [1-2]. При цьому особливою є роль напрямних такого оснащення. Ці напрямні забезпечують адекватне взаємне положення і відносні переміщення інструментальних елементів, споряджених відповідними різальними лезами. Такого роду напрямні створюють можливість взаємопов'язаних зворотно-поступальних або ж зворотно-обертових коливних рухів різальних лез оснащення. В цих випадках, (зокрема, для дволезової обробки) розміщення поверхонь ковзання напрямних передбачає відповідно одну ступінь свободи. При цьому допускається різна компоновка напрямних залежно від конструктивних особливостей оснащення – від горизонтальних до вертикальних чи нахилених – з різною формою охоплюючи поверхонь – прямокутною чи трикутною, трапецеїдалною чи циліндричною (можливою є форма «ластівчин хвіст».

Зусилля, що діють на напрямні такого самоналагоджувального оснащення є змінними. Загальна структура таких навантажень звичайно визначається компоновальною схемою оснащення і визначається взаємним положенням напрямних. Слід зауважити, що на поверхні напрямних багатолезового оснащення діють перш за все скаладові сил різання і зусилля тертя. Тому дослідження дії цих зусиль є надзвичайно важливим і актуальним для прогнозування правильного функціонування оснащення (рис. 1.1).

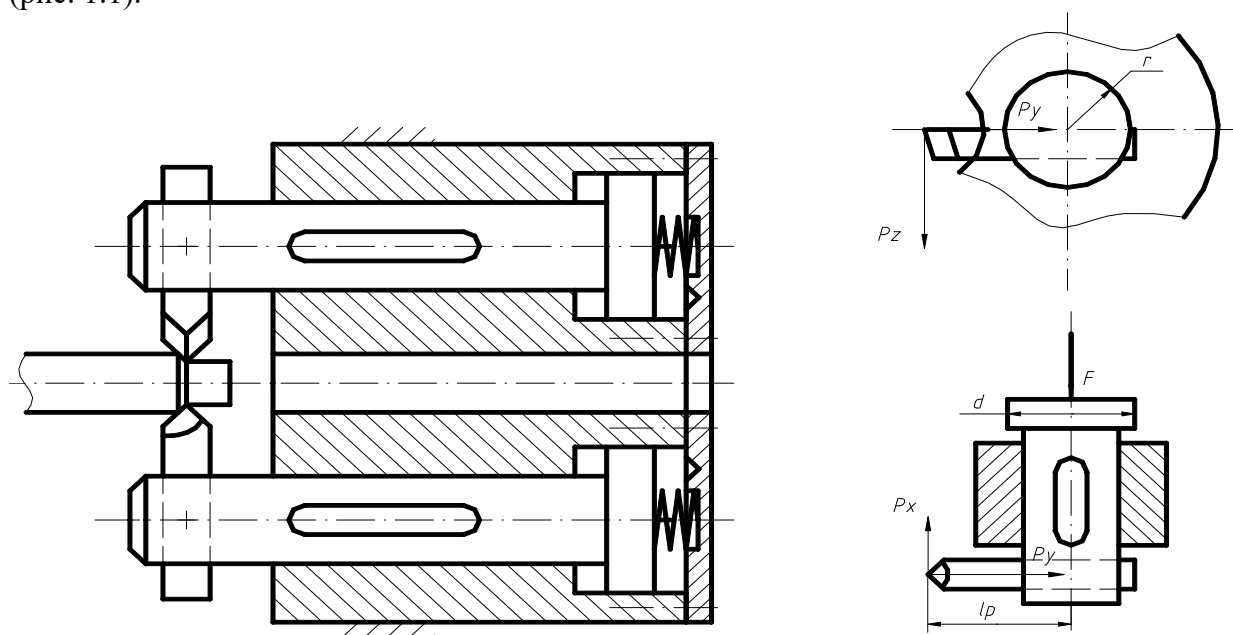


Рис. 1. Орієнтовна схема функціонування багатолезового оснащення із міжлезовим зв'язком

Ковзання вздовж напрямних багатолезового оснащення при відповідній дії зусиль тертя зумовлює особливості кінематичних рухів і динамічної поведінки реалізації між інструментального зв'язку між різальними лезами. Функціонування міжлезового зв'язку призводить до коливних процесів лез поздовжнього плану з порівняно малими швидкостями в межах 0,05...0,5 м/хв. Такий діапазон відносних швидкостей елементів в напрямних, а також наявні величини навантажень дозволяють підбирати систему змащування та захисту від потрапляння стружки чи інших сторонніх предметів.

В зазначеному плані доцільно детально розглянути дії сил тертя в напрямних ковзання на прикладі циліндричної токарної головки, спорядженої інструментальними блоками, що забезпечують дволезову самоналагоджувальну обробку. Дія міжінструментального зв'язку кінематичного типу komponується на основі напрямних циліндричної охоплюючої форми. Вирівнювання осьових складових навантажень різання може здійснюватись, наприклад, за допомогою урівноваження гідравлічного тиску в порожнинах циліндрів головки.

На штоках гідроциліндрів закріплені різальні леза (рис.1). Кожне лезо відчуває дію складових зусиль різання P_x, P_y, P_z . Рухливості штоків з різальними лезами заважають сили тертя F_{TB} і F_{TA} , викликані реакціями опор і зусилля тертя F в з'єднанні напрямних шпонок з корпусом. Осьові складові сил різання врівноважуються силами тиску рідини, що діють на поршні, пружними силами пружин і відповідними зусиллями тертя. Досягнення нового стану рівноваги, що відповідає рівності осьових сил різання, відбувається в результаті перерозподілу миттєвих подач різання між окремими лезами. Проте такій поведінці системи заважають сили тертя спокою, які в певний момент часу викликають неузгодження сил різання між собою. Це матиме місце, поки не відбудеться зрив сил тертя. Таким чином, існує визначене співвідношення сил різання на лезах, при яких система не забезпечує миттєвого вирівнювання навантажень. Це співвідношення визначає точність γ_ϕ функціонування системи, яку наближено з врахуванням дії сил тертя можна визначити за виведеною нами залежністю:

$$\gamma_\phi = \frac{P_{z1}}{P_{z2}} = \frac{1 + f_{cn} \operatorname{ctg} \varphi + \frac{1}{\sin \varphi} f_{un} \cdot l_p / r}{1 - f_{cn} \operatorname{ctg} \varphi - \frac{1}{\sin \varphi} f_{un} \cdot l_p / r} \quad (1)$$

де l_p і r – геометричні параметри механізму, φ – головний кут в плані різців. Таким чином, визначаємо, що точність спрацьовування механізму адаптації суттєво залежить від співвідношення максимальних коефіцієнтів тертя спокою в напрямних (f_{cn}) і шпоночному з'єднанні (f_{un}). При цьому коефіцієнт γ_ϕ для тертя ковзання (сталь по сталі) навіть при умові змащування може досягати 1,2...1,5. Проте, значення γ_ϕ наближається до 1 при зменшенні величин l_p/r , r/l . Так само встановлено, що із збільшенням переднього кута різців зменшується вплив коефіцієнтів тертя на точність спрацьовування.

Література.

1. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія/ [Кузнєцов Ю.М., Луців І.В., Шевченко О.В., Волошин В.Н.]. – К.: – Тернопіль: Терно-граф, 2011. – 692 с.
2. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу / І.В.Луців, Р.Я.Лещук. Вісник Тернопільського державного технічного університету, 2009, Том 14, №4, с. 99-107.

УДК 621.924.093:621.9.048

І.В. Луців, д-р. техн. наук, проф., Р.Я. Лещук, канд. техн. наук, доц.,
В.Р.Кобельник, канд. техн. наук, доц., Г.С.Нагорняк, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СИНТЕЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ РІЗНИХ КОНФІГУРАЦІЙ

I. Lutsiv, Dr., Prof., R. Leshchuk, Ph.D, Assoc. Prof., V. Kobelnyk, Ph.D, Assoc. Prof.,
G. Nagornyak, Ph.D, Assoc. Prof.
SYNTHESIS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR ABRASIVE PROCESSING
OF DIFFERENT CONFIGURATIONS PARTS

Основним вузлом технологічного оснащення для обробки поверхонь деталей різних конфігурацій вільним абразивом є контейнер, який зв'язаний з основою через проміжні пружинні елементи. В результаті коливального руху контейнера з абразивною масою і оброблюваними деталями має місце взаємодія вільного абразиву з поверхнями деталей. Однак на сьогоднішній день форми контейнерів не зведені в систему і відсутня узагальнена модель їх синтезу, яка б охоплювала всі можливі варіанти виконання внутрішніх (робочих) поверхонь.

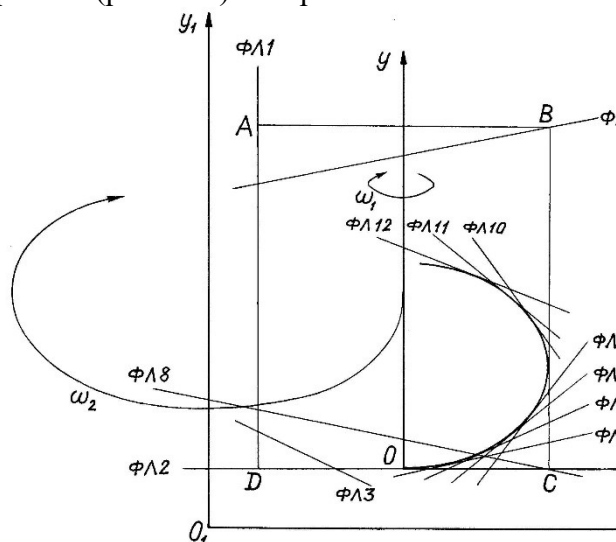


Рис.1. Узагальнена модель синтезу форм контейнерів для вібраційної обробки

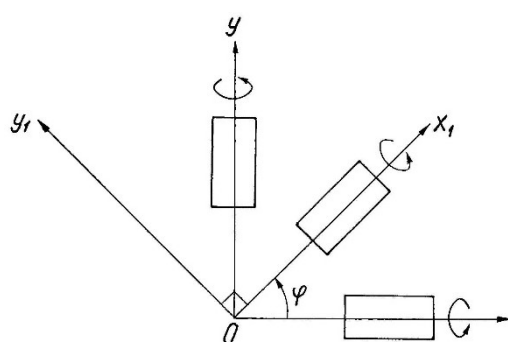


Рис. 2. Варіанти розміщення осей обертання контейнерів у просторі

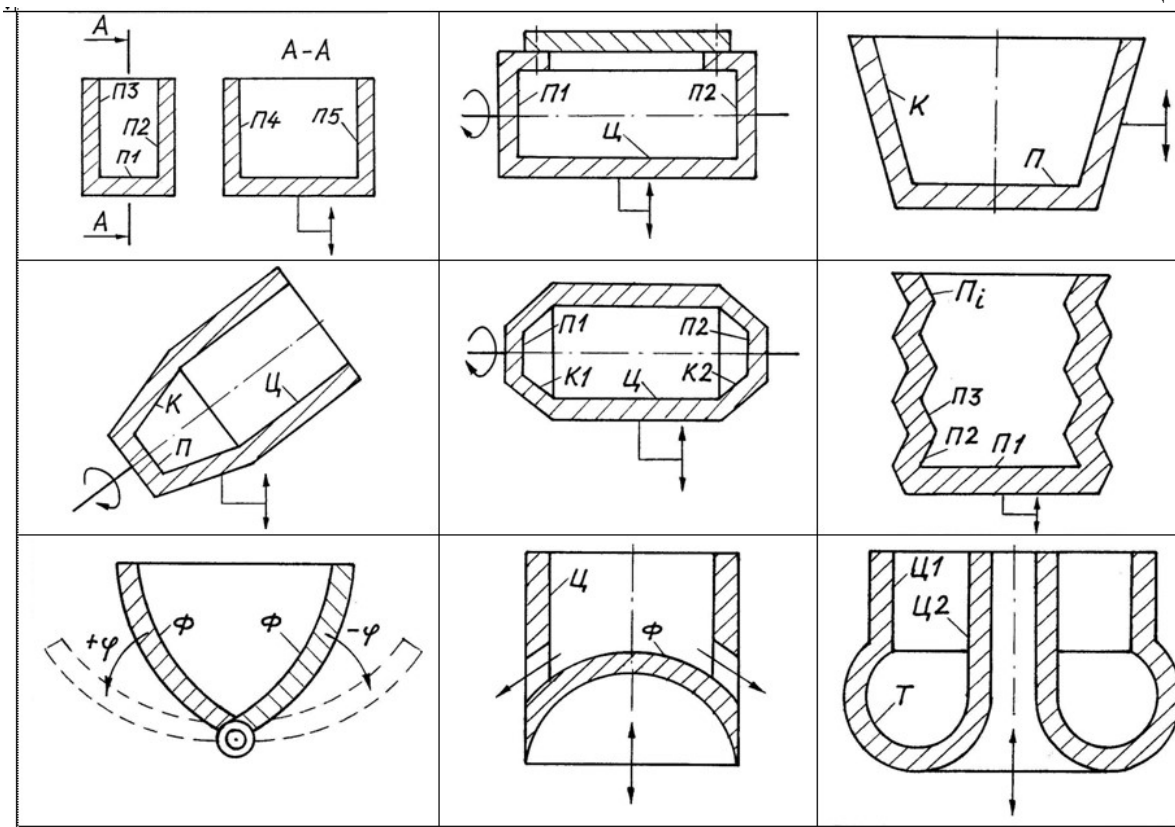
Контейнер зображено у вигляді базового прямокутника ABCD, з яким зв'язана прямокутна система координат XOY. Крім того, прямокутник ABCD має можливість переміщуватись відносно паралельно зміщеної прямокутної системи координат X₁OY₁ та має вихідні формуючі лінії ФЛ1 і ФЛ2, які співпадають з його довгою і короткою сторонами. В залежності від розміщення формоутворюючих ліній ФЛ3, ФЛ4, ФЛ5, ФЛ6, ФЛ7, ФЛ8, ФЛ9, ФЛ9, ФЛ10 і т.д. відносно системи координат XOY утворюються різні геометричні форми контейнерів в їх поперечному і поздовжньому січеннях.

При обертанні прямокутника з формуючими лініями відносно вісі OY формується багатоваріантна структура контейнерів роторного типу. У випадку обертання базового прямокутника відносно вісі OY₁ формується багатоваріантна структура контейнерів кругового типу.

На рис. 2 наведені варіанти розміщення осей обертання контейнерів в просторі. При цьому вісь контейнера роторного типу може співпадати з віссю ОХ (горизонтальна компоновка), віссю ОУ (вертикальна компоновка) і віссю ОХ₁; повернутої на кут φ відносно початкового положення системи координат ХОУ (нахилена компоновка).

В табл.1 подані варіанти багатоваріантної структури геометричних форм контейнерів технологічного оснащення для вібраційної обробки.

Таблиця 1



Аналіз схем вібраційної обробки дозволяє зазначити наступне:

1. Оброблювані деталі в абразивному середовищі можуть переміщуватися вільно і примусово.
2. При вільному переміщенні деталей відсутня їх гарантована орієнтація в масі абразиву. При встановленні деталей на роторі, поміщеному в абразивне середовище, ротор обертається без зовнішнього приводу за рахунок енергії абразивної маси.
3. У випадку примусового обертання оброблюваних деталей в абразивній масі, деталі з'єднують з нижнім торцем ротора, який повільно обертається від окремого приводу.
4. Для підвищення інтенсивності обробки ротора із заготовками надають колильний рух поряд із коливним рухом контейнера.
5. Для покращення умов обробки деталей в контейнері необхідно встановлювати пристрої із коливними масами (диски, консольні пластинчасті, пружини тощо).

Література.

1. Проволоцкий А. Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин. / А.Е.Проволоцкий. – К., Техника, 1989. – 177 с.
2. Р.Я. Лещук, Г.С. Нагорняк. Перспективні напрямки розвитку верстатів для обробки поверхонь вільним абразивом / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції „Обладнання і технології сучасного машинобудування “: Тернопіль, 2017. С.102.

УДК 602.1:519.85:53.082.9:616-07

В.П. Марценюк¹, О.А. Багрій-Заяць², А.С. Сверстюк², І.Є. Андрущак³

¹Університет в Бельско-Бялій, Польща

²Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського, Україна

³Луцький національний технічний університет, Україна

БІОСЕНСОРНА СИСТЕМА НА ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ РЕШІТЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕШІТЧАСТИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ

V. Martseniuk, O. Bahrii-Zaiats, A. Sverstiuk, I. Andrushchak

BIOSENSOR SYSTEM ON HEXAGONAL GRID USING DELAYED GRID DIFFERENTIAL EQUATIONS

У зв'язку із стрімким зростанням темпів життя і необхідністю більш точних методів моніторингу різних параметрів, інтерес до біосенсорів зростає в медицині та фармації. Біосенсори є альтернативою відомим методам вимірювання, які характеризуються: поганою вибірковістю, високою вартістю, поганою стабільністю, повільною реакцією і часто можуть бути виконані тільки високо підготовленим персоналом.

У своїй конструкції біосенсори використовують біологічні матеріали, які надають високу вибірковість, селективність, точність, дають змогу здійснювати швидкі і прості вимірювання. Біосенсори – це аналітичні прилади, які перетворюють процеси біохімічних реакцій на фізичну величину, яку можна виміряти. Вони характеризуються високою ефективністю і широко використовуються у харчовій промисловості, при захисті навколишнього середовища, в оборонній промисловості, але найчастіше використовуються у медицині, як інструмент для постановки діагнозів.

Математична модель біосенсорної системи на гексагональній решітці при запізненні

Комп'ютерне моделювання дає змогу отримати відповідні візуальні представлення змінних, що характеризують функціонування біосенсорної системи. Так, висновок про стійкість біосенсорів може бути зроблено на основі решітчастого зображення пікселів, що флуоресцюють.

На рисунку 1 представлено графік, на якому для кожного пікселя представлено ймовірність контакту антигенів з антитілами.

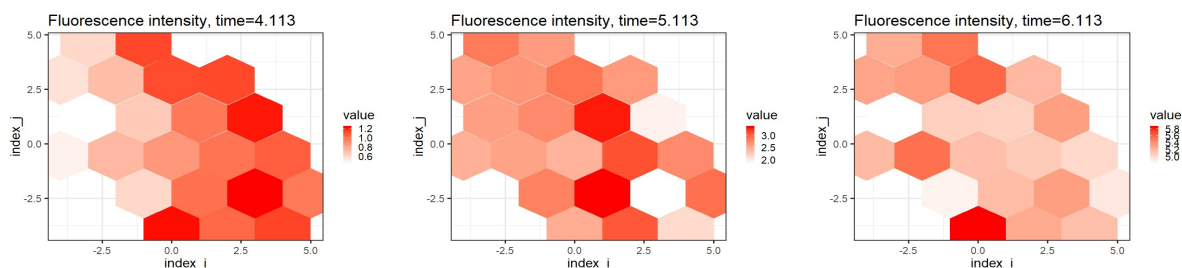


Рис. 1. Решітчасті зображення зв'язків антигенів з антитілами в пікселях моделі біосенсорної системи на гексагональній решітці при запізненні $\tau = 0.287$.

Висновок. Отримані експериментальні результати дають змогу проводити аналіз стійкості моделі біосенсорної системи на гексагональній решітці з врахуванням запізнення в часі.

УДК 004.8

П.А. Ониськів, Я.В. Литвиненко, д-р. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВХІДНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

P. Onyskiv, Y. Lytvynenko, Dr., Prof.

ANALYSIS OF SOFTWARE FOR IMPROVE THE QUALITY OF INPUT IMAGES

Проблема поганої якості зображень отриманих з камер автономних автомобілів виникла відразу ж при створенні таких транспортних засобів. На жаль не завжди вдається отримати чітке зображення навколишнього середовища на основі якого можна зробити аналіз і отримати директиви щодо подальшого маршруту. Для усунення цього недоліку використовуються нейронні мережі які дозволяють покращити якість вхідного зображення, дозволяючи центральному комп'ютеру автомобіля отримати більш точну та якіснішу інформацію з камер.

Прикладами таких нейронних мереж є:

1) IBM/MAX Image resolution enhancer – її використовують для відновлення стиснутих фотографій. Це програмне забезпечення може збільшити зображення до 4х разів паралельно генеруючи реалістичні деталі використовуючи нейромережі GAN(SRGAN-tensorflow). Для такої нейронної мережа ідеальними будуть зображення розміром від 100 x 100, до 500 x 500 в форматі png, без подальшої обробки.

2) Deep Photo Enhancer – дане програмне забезпечення використовує навчання нейронів на готових фотографіях. Тобто в процесі обробки зображення буде змінено рівень контрастності, баланс білого та кольорова гамма, таким чином, щоб фото виглядало більш чіткішим. Також нейронна мережа може збільшувати зображення у 2 та 4 рази, що покращить якість зображень з малими розмірами [1].

3) Deep Image – дане програмне забезпечення використовують в основному для видалення артефактів і зворотнього відновлення до оригінального зображення. Нейронна мережа працює з файлами формату jpg в основі лежать нейронні мережі CNN та GAN.

4) Remini – програмне забезпечення покликане в основному для роботи з розмитими знімками, знімками поганої якості, або відновлення зображень. Також програмне забезпечення працює з відеофайлами. Дана програма не потребує ручного введення при роботі, вона має алгоритми які налаштовує користувач і в кінці залишається тільки вказати звідки обрати зображення.

5) Let`s Enhance – програмне забезпечення що дозволяє швидко покращити якість зображень, забрати шум, та збільшити розмір до 16 разів. В основі лежить нейронна мережа GAN, яка тренувалася на зображеннях, тому в процесі обробки підбирається правильна кольорова гама, баланс білого і чорного та інші інструменти.

Отже існує ряд програм які дозволяють покращити якість зображення для подальшої обробки, в них використовуються зазвичай нейронні мережі GAN та CNN, які можуть навчати нейронну мережу на роботу з зображеннями покращуючи їхню якість та збільшуючи розміри. Таким чином розмістивши на центральному комп'ютері автономного автомобіля одне з готових рішень можна покращити вхідні зображення і отримувати більш чітку інформацію з них.

Література

1. Chen Y., Wang Y., Kao M. and Chuang Y. "Deep Photo Enhancer: Unpaired Learning for Image Enhancement from Photographs with GANs "; 2018 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol.1, pp 6306- 6314.

УДК 681.518:621.31

А.М. Паламар, М.О. Паламар

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ КОМПОНЕНТІВ МОДУЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

A. Palamar, M. Palamar

METHOD OF INCREASING THE RELIABILITY OF COMPONENTS OF THE MODULAR UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY COMPUTERIZED SYSTEM

Сучасний стан розвитку комп'ютерно-інформаційних технологій дає змогу застосувати нові підходи до процесу керування системою безперебійного живлення та вирішувати актуальні задачі сучасної енергетики, шляхом створення нових ефективних методів та засобів, які дозволяють покращити їхні технічні характеристики. Тому розробка програмно-апаратних методів та засобів для інтелектуальної системи керування та моніторингу джерел безперебійного живлення (ДБЖ) є актуальною науково-технічною задачею, розв'язання якої дозволить підвищити їх енергоефективність та надійність.

Покращення показників енергоефективності разом із підвищенням надійності модульних систем безперебійного живлення досягається завдяки застосуванню нового методу корекції сумарної вихідної потужності силових модулів, який описаний в роботі автора [1].

Метою даної роботи є удосконалення комп'ютеризованої системи для моніторингу та керування модульним джерелом безперебійного живлення в якій, на відміну від попередніх розробок [1, 2], впроваджено новий метод підвищення надійності. Суть методу полягає у керуванні процесом періодичного зміщення ввімкнених випрямлячів шляхом послідовного включення в роботу ненавантажених резервних силових модулів, що дасть змогу збільшити час їх напрацювання на відмову.

Для дослідження ефективності запропонованого методу була створена імітаційна модель системи керування модульним джерелом безперебійного живлення, в якій реалізований відповідний режим його роботи. Для розробки моделі було використано середовище візуального моделювання Simulink та математичний апарат бібліотеки компонентів Stateflow з застосуванням діаграм станів та переходів.

Імітаційна модель алгоритму керування процесом зміщення ввімкнених силових модулів ДБЖ приведена на рис. 1. На початковій стадії роботи алгоритму усі силові модулі повинні знаходитись у ввімкненому стані. Вхідний сигнал RecNum задає кількість модулів, які мають бути ввімкненими одночасно в процесі їх ротації. Ця кількість залежить від значення коефіцієнта завантаженості силових модулів, який визначається як відношення споживаної потужності до номінальної потужності ДБЖ [1]. В залежності від цього значення здійснюється перехід до відповідного блоку (Rec1of3, Rec2of3 або Rec3of3). Перші два блоки містять шість станів, які послідовно змінюють один одного. Часовий інтервал переходу між цими станами, який задається у параметрах налаштувань компонента Chart, може бути коротким (RecTime) і довгим (RotTime). Тривалість короткого часового інтервалу становить від 20 до 40 секунд. Протягом цього часу відбувається підключення наступного силового модуля ДБЖ в процесі їх ротації. Тривалість довгого часового інтервалу може становити від однієї до кількох діб в залежності від налаштувань. Він відповідає періоду роботи кожної наступної комбінації ввімкнених силових модулів ДБЖ.

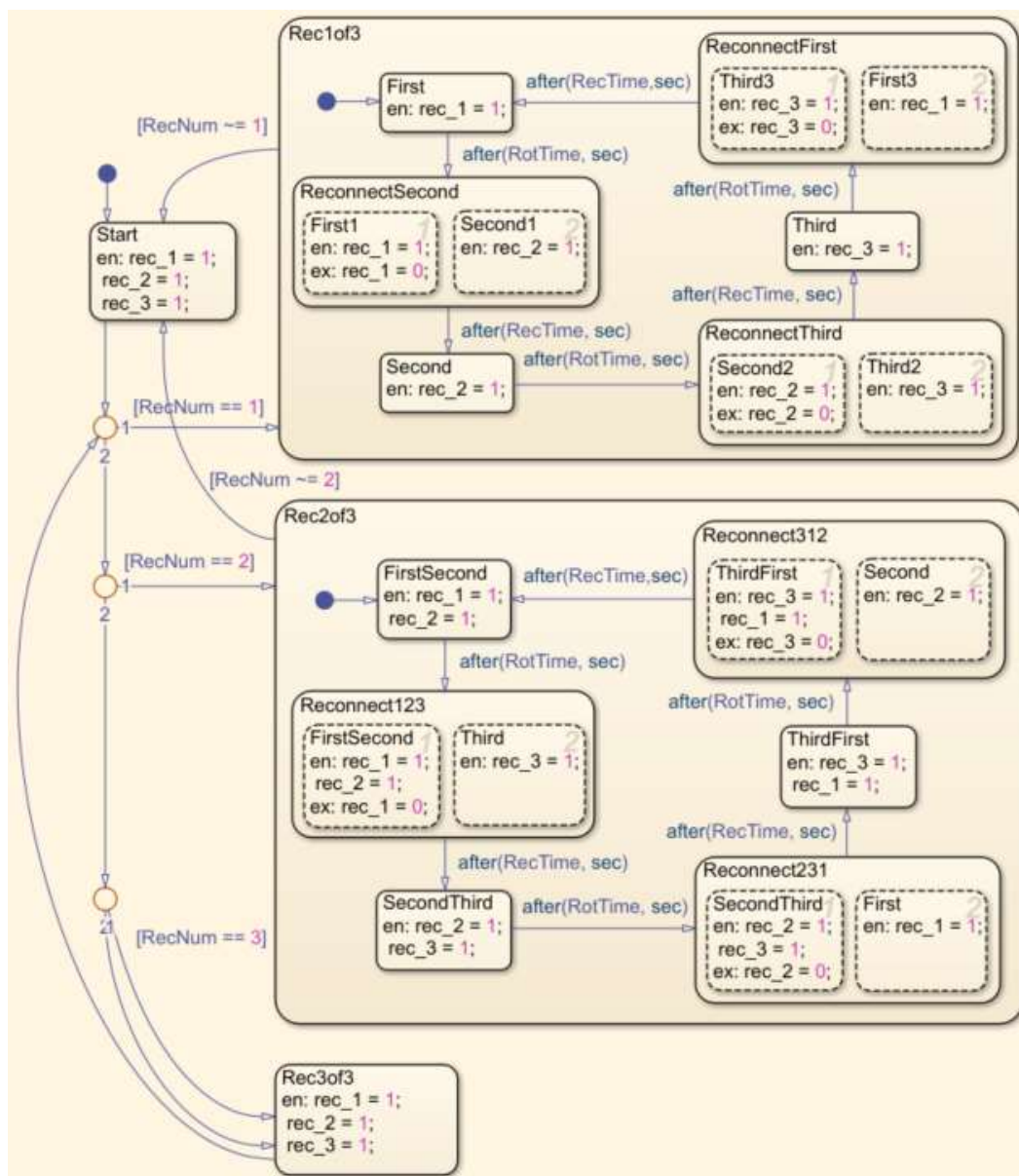


Рис. 1. Імітаційна модель алгоритму керування процесом зміщення ввімкнених силових модулів комп'ютеризованої системи безперебійного живлення

Запропонований метод, завдяки рівномірному зменшенню часу, протягом якого силові модулі ДБЖ знаходяться у ввімкненому стані, дає змогу збільшити час їх напрацювання на відмову, що є одним з найважливіших показників надійності.

Розроблений програмно-апаратний комплекс завдяки розширенню його алгоритмічного забезпечення, яке базується на запропонованому методі щодо зміщення навантажених силових модулів, дає можливість підвищити надійність функціонування компонентів модульної комп'ютеризованої системи безперебійного живлення.

Література

1. Palamar A. Control system simulation by modular uninterruptible power supply unit with adaptive regulation function. Scientific Journal of TNTU. 2020. Vol. 98, No 2. P. 129–136.
2. Palamar A., Karpinskyy M., Vodovozov V. Design and implementation of a digital control and monitoring system for an AC/DC UPS. 7th International Conference-Workshop “Compatibility and Power Electronics” CPE 2011. Tallinn, Estonia. 2011. P. 173–177.

УДК 004.773

М.Р. Петрик, д-р. фіз.-мат. наук, проф., П.П. Теслюк

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ PHP-ФРЕЙМВОРКІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ERP-СИСТЕМИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

M. Petryk, Ph. D., Prof., P. Tesliuk

COMPARATIVE ANALYSIS PHP FRAMEWORKS TO THE DEVELOPMENT OF ERP-SYSTEM FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES

Агробізнес життєво важливий бізнес для будь-якої країни, оскільки він допомагає створити самодостатню країну з точки зору продовольства. Сільськогосподарські галузі по всьому світу постійно інвестують у новітні технології, які спеціалізуються на якості, вищій продуктивності та зниженні цін за рахунок підвищення всіх операцій.

Для таких процесів, як закупівлі, виробництво та розподіл, агрофірми потребують потужної інформаційної системи для сільського господарства, завдяки якій вони просто підтримуватимуть роботу, якість продукції, облік грошей, управління ланцюгами поставок та розподіл.

Система планування ресурсів підприємства (ERP-система) (англ. Enterprise Resource Planning System) — корпоративна інформаційна, призначена для автоматизації обліку й управління.

ERP-система для аграрних підприємств повинна давати можливість забезпечити керівництво різноманітними модулями, такими як відповідальність, заборгованість за рахунком, резервування, купівля, продаж, інвентаризація та послуги адміністратора, завдяки чому вони просто управлятимуть і покращуватимуть гроші бухгалтерський облік, запаси, управління ланцюжками пропозицій та якість товарів. Тому за основу для розробки ERP-системи для аграрних підприємств доцільно викостувати фреймворк який має уже багато реалізованих модулів, велику і активну спільноту.

Найбільш популярними і поширеними на даний момент є symfony(останній стабільний реліз symfony 5), laravel (останній стабільний реліз laravel 5.8) і yii(останній стабільний реліз yii 2).

Symfony являє собою набір PHP-компонентів, які підходять для повторного використання. Фреймворк дозволяє робити масштабовані і продуктивні додатки. API Symfony інтегрується зі сторонніми додатками, а також з інструментами для фронтенд-розробки.

Symfony добре відомий тим, що він дійсно гнучкий і використовується для побудови як мікросайтів так і корпоративних програм, які обробляють мільярди з'єднань і навіть є основою для інших платформ.

Symfony використовують багато популярних проектів, наприклад, Drupal та phpBB. Навіть найпопулярніший PHP-фреймворк Laravel побудований на основі Symfony.

Laravel найпопулярніший PHP-фреймворк в світі. Поточна стабільна версія - 5.8. Популярність Laravel підкреслює наступний факт: багато хостери пропонують спеціальні рішення для додатків, створених за допомогою цього фреймворка.

Laravel - це потужний та гнучкий PHP-фреймворк. Він має процвітаючу спільноту і широку екосистему інструментів, і в результаті зростає його привабливість та охоплення.

Yii 2 Це безпечний, швидкий і продуктивний фреймворк для розробки веб-додатків. Поточна версія - 2.

Як і багато інших PHP фреймворки, для організації коду Yii використовує архітектурний патерн MVC (Model-View-Controller).

Yii 2 дотримується філософії простого і елегантного коду, не намагаючись ускладнювати дизайн тільки заради проходження будь-яким шаблонами проектування.

Yii 2 є full-stack фреймворком і включає в себе перевірені і добре зарекомендували себе можливості, такі як ActiveRecord для реляційних і NoSQL баз даних, підтримку REST API, багаторівневе кешування і інші.

Yii 2 відмінно розширюємо. Ви можете налаштувати або замінити практично будь-яку частину основного коду. Використовуючи архітектуру розширень, легко ділитися кодом або використовувати код спільноти.

Yii 2 підтримується і розвивається сильною командою і великим співтовариством розробників, які їй допомагають. Автори фреймворка стежать за тенденціями веб-розробки і розвитком інших проєктів. Найбільш підходящі можливості і кращі практики регулярно впроваджуються в фреймворк у вигляді простих і елегантних інтерфейсів.

Одна з головних цілей Yii - продуктивність. Ще одна особливість Yii2 - інтеграція з jQuery. Завдяки цьому фронтенд-розробникам зручно працювати з додатками, створеними на Yii2. Як і в Symfony, в Yii2 використовуються готові компоненти. Це прискорює розробку.

Щодо підтримки баз даних, то найбільшу підтримку має Symfony проте найпопулярніші бази даних підтримують усі фреймворки.

Symfony : MySQL, SQLite та PostgreSQL, а також бази даних NoSQL, такі як MongoDB.

Laravel : MySQL, Postgres, SQLite, і SQL Server.

Yii 2 : MySQL, PostgreSQL, SQLite 2 і 3, Microsoft SQL Server 2008, Oracle, CUBRID, Sphinx, Elasticsearch, Redis, MongoDB.

Symfony, Laravel і Yii2 підтримує кілька варіантів установки. Проте всіх їх можна встановити за допомогою пакетного менеджера Composer. Всі фреймворки після установки дозволяють працювати з шаблонним додатком.

Література

1. Symfony Book 3.0, SensioLabs, 2016.
2. Symfony 5: The Fast Track, Fabien Potencier, 2019.
3. Symfony The Best Practices Book, SensioLabs, 2018.
4. Laravel Up and Running, Matt Stauffer, 2017
5. Laravel 5 Cookbook Enhance Your Amazing Applications, Nathan Wu, 2016.
6. Building a web application with Laravel 5, Quang Hung Nguyen, 2015.
7. Beginning Laravel A beginner's guide to application development with Laravel 5.3, Sanjib Sinha, 2017.
8. Web Application Development with Yii 2 and PHP, Mark Safronov, Jeffrey Winesett, 2014
9. Mastering Yii, Charles R. Portwood II, 2016
10. Yii2 By Example, Packt Publishing, 2015
11. Learning Yii Testing, Matteo Pescarin, 2015

УДК 621.757

М.І. Пилипець, д. т. н., проф., О.М. Пилипець, к.т.н., доцент
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ НАВИТИХ ЗАГОТОВОК

M. Pylypets, Dr., Prof., O. Pylypets, Ph.D., Assoc. Prof.
**RESEARCH THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE WINDING BLANKS
SURFACE LAYER**

Виготовлення заготовок навиванням на оправу металевих стрічок приводить до пластичного деформування поверхневих шарів заготовки і зміни її фізико-механічних властивостей. При цьому змінюється велика кількість характеристик, основними з яких є: характеристики опору пластичній деформації (межі міцності і текучості, твердість і мікротвердість); форма і орієнтування зерен, тріщини усередині зерен і між зернами; густина матеріалу; втомна міцність і зносостійкість.

Підвищення властивостей міцності і твердості металу при його пластичному деформуванні забезпечується наклепом [1]. Хоча пластичне деформування поверхневого шару може характеризуватися багатьма показниками, частіше розглядають два самих узагальнених і порівняно легко визначуваних: ступінь наклепу N і глибину шару, що наклепується h_c .

$$N = \frac{H_1 - H}{H} 100\%, \quad (1)$$

де H_1 — мікротвердість, зміряна на поверхні; H — мікротвердість початкового металу.

Наклеп досліджували методом вимірювання мікротвердості на мікрошліфах. Наклеп при навиванні металевих стрічок визначається нормальними і дотичними навантаженнями на поверхні притискного ролика, швидкістю деформації і температурою в зоні навивання. На наклеп поверхневого шару впливають елементи режиму навивання [2], геометричні параметри оправки і формувального ролика, властивості матеріалів ролика і деталі, змашування зони навивання та ін.

Досліджено вплив швидкості навивання на наклеп поверхневого шару, аналізуючи його, відмічено наступне:

- швидкість навивання впливає на швидкість пластичного деформування поверхневого шару. З підвищенням швидкості деформування зростають межі міцності при розтягуванні і межі текучості оброблюваного матеріалу;
- від зміни швидкості навивання змінюється тривалість контакту формувального ролика з поверхнею заготовки. При більшій швидкості навивання полоса проходить через зону контакту, не одержавши того наклепу, який вона могла б одержати при більш тривалому контакті;
- швидкість навивання змінює температуру поверхневого шару і характеристики пластичності ψ і δ матеріалу деталі при цих температурах. Для багатьох конструкційних матеріалів в деякому діапазоні температур спостерігається провал пластичності, що виражається в зниженні відносного видовження δ і поперечного звуження ψ , що в результаті приводить до появи тріщин на зовнішній крайці заготовки.

При підвищенні швидкості навивання від 5 м/хв. до 8 м/хв. такі чинники, як зниження пластичності (відносне видовження і поперечне звуження); підвищення

густини дислокацій, концентрація дислокацій біля ліній зсуву; пружні спотворення кристалічних ґраток; зміна форми і орієнтування зерен; тріщини усередині зерен і між зернами та інші знижують наклеп. При подальшому підвищенні швидкості навивання (9 м/хв. – 15 м/хв.) ряд чинників: концентрація дислокацій біля ліній зсуву; пружні спотворення кристалічних ґраток; зміна форми і орієнтування зерен; що сприяли в першому діапазоні швидкостей зниженню наклепу, припиняють свою дію, і починається дія чинників: зниження густини матеріалу; зміна втомної міцності і зносостійкості, що сприяють підвищенню наклепу. Чинники підвищення густини дислокацій і концентрація дислокацій біля ліній зсуву а також зміна втомної міцності і зносостійкості під час переходу швидкості навивання через оптимальне значення (14м/хв. -15 м/хв.) змінюють свою дію на наклеп поверхневого шару, оскільки швидкість, відповідна мінімуму коефіцієнта тертя на поверхні формуючого ролика, і температура максимального нагрівання приблизно співпадають з оптимальною температурою контакту. Отже, підвищення швидкості навивання вище за оптимальну повинне приводити до збільшення наклепу.

З підвищенням швидкості навивання при виготовленні деталей із сталі 45 ступінь наклепу спочатку знижується, досягає мінімуму при деякому значенні швидкості навивання, а потім підвищуються. Мінімум глибини і ступені наклепу для всіх методів навивання однаковий. Мінімальний наклеп обробленої поверхні при оптимальних швидкостях навивання підвищує ресурс і експлуатаційну надійність деталей з нержавіючих сталей і жароміцних стопів. Мінімальний наклеп підтверджується результатами досліджень. Глибина наклепаного шару у всіх випадках, на 10 - 50 мкм більше глибини пластичної деформації, отриманої методом вимірювання мікротвердості. Метод визначення наклепу шляхом вимірювання мікротвердості не забезпечує необхідної точності, але загальні закономірності, одержані як методом вимірювання мікротвердості, так і іншими методами, повністю співпадають.

Глибина і ступінь наклепу визначаються середньою температурою контакту, а швидкість навивання і подача виступають головним чином як температурні чинники. При навиванні з постійною швидкістю залежність (1) може мати різний характер, що визначається температурою в зоні навивання. Наприклад, при роботі на порівняно низькій швидкості (5м/хв.), до 30% при збільшенні подачі температура навивання підвищується, глибина і ступінь наклепу знижуються, коефіцієнт тертя ролика до поверхні заготовки при цьому зменшується. При роботі на середній швидкості (18 м/хв) ці залежності досягають максимальних значень.

Таким чином можна зробити наступні висновки:

1. Параметри наклепу поверхневого шару навитої заготовки знаходяться в тісному взаємозв'язку з інтенсивністю адгезійної взаємодії матеріалів ролика і заготовки та коефіцієнтом тертя між роликом і поверхнею заготовки.

2. При роботі на швидкостях навивання, відповідних мінімуму коефіцієнта тертя забезпечуються одночасно як найменша інтенсивність спрацювання ролика так і найменша глибина і ступінь наклепу обробленої поверхні.

Література.

1. Пилипець М. Зміцнення спіралей шнеків технологічними методами./ М.Пилипець, О. Лясота, Ю. Ковальчук, Матеріали XXI наукової конференції ТНТУ імені Івана Пулюя, Тернопіль, - 2019, С. 28-29.

2. Пилипець М. І. Оптимізація режимів обтискування різі методом геометричного програмування./ М.І. Пилипець, О.М. Лясота, П.В. Босюк - Вісник СевНТУ, №129, Севастополь, - 2012, С. 179-182.

УДК 621.865.8

В.Б. Савків, канд. тех. наук, доц., Р.І. Михайлишин, канд. тех. наук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОЗВИТОК РОБОТОТЕХНІКИ В ТНТУ ПІД КЕРІВНИЦТВОМ ПРОФЕСОРА ЯРОСЛАВА ПРОЦЯ

V.B. Savkiv, Ph.D., Assoc. Prof., R.I. Mykhailyshyn, Ph.D.

DEVELOPMENT OF ROBOTICS IN TNTU UNDER THE LEADERSHIP OF PROFESSOR YAROSLAV PROTS

Сучасний стан розвитку засобів автоматизації передбачає використання промислових роботів як для виконання основних (технологічних) так і допоміжних (вантажно-розвантажувальних, транспортних, складських) операцій. Роботизація виробничих процесів дозволяє покращити якість продукції та знизити її собівартість, а також звільнити робітників від важкої, монотонної праці та шкідливих умов виробництва. Згідно даних Міжнародної федерації робототехніки середній річний темп приросту впровадження промислових роботів на виробництві становить 14%, а їх світова чисельність до 2021 року зросте до 3,5 млн. одиниць.

Важливу роль в дослідженнях та впровадженні робототехнічних систем на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв ТНТУ відіграв завідувач кафедри, професор Проць Ярослав Іванович. Він започаткував наукову школу, яка займається розробкою захоплювальних пристроїв промислових роботів [1] та обґрунтуванням їх експлуатаційних характеристик. Пріоритетним напрямком діяльності наукової школи є розробка нових вискоелективних струминних захоплювальних пристроїв (СЗП), що базуються на ефекті Бернуллі.

Струминні захоплювальні пристрої (Рис. 1), володіють рядом позитивних характеристик: відсутністю механічного впливу на поверхню об'єкта маніпулювання, високою точністю центрування деталей, високими динамічними характеристиками, керованою навантажувальною здатністю, можливістю демпфування ударів захоплених об'єктів.

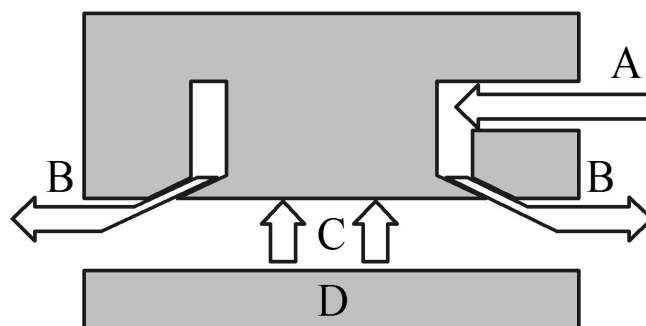


Рис. 1. Принцип дії СЗП: *A* – стиснуте повітря; *B* – повітряний потік; *C* – піднімальна сила; *D* – вантаж

Крім цього струминні захоплювальні пристрої забезпечують високу якість продукції за рахунок відсутності на поверхні виробів слідів контакту, забруднень і пошкоджень, чого неможливо уникнути при використанні традиційних пристроїв захоплення виробів.

За час існування наукової школи написано багато наукових праць в міжнародних та вітчизняних наукових фахових виданнях. Крім цього захищено кандидатські дисертації за тематикою: Савків В.Б. «Автоматизація процесів завантаження об'єктів типу тіла обертання на основі струменевих захоплюючих пристроїв» [2]; Данилюк О.А.

«Безконтактні захоплюючі пристрої для автоматизації завантаження технологічного обладнання» [3]; Мовчан С.Л. «Побудова областей стійкості цифрових систем керування» [4]; Фендьо О.М. «Обґрунтування параметрів та конструкцій струминних захоплювачів пристроїв завантаження» [5], Михайлишин Р.І. «Обґрунтування параметрів та орієнтації струминного захоплювача маніпулятора для автоматизації вантажно-розвантажувальних операцій» [6].

На даний час науковою школою реалізуються наступні тематики: «Розроблення безконтактних СЗП»; «Оптимізація конструктивних параметрів СЗП та підвищення енергоефективності їх експлуатації»; «Розроблення безконтактних струминно-вакуумних захоплювальних пристроїв»; «Розроблення безконтактних струминно-магнітних захоплювальних пристроїв»; «Розроблення СЗП з інтегрованим пневматичним контролем розмірів, форми та маси об'єкта маніпулювання»; «Розроблення струминних захоплювально-орієнтуючих пристроїв»; «Оптимізація параметрів руху та просторової орієнтації СЗП для підвищення ефективності експлуатації маніпуляційної системи»; «Покращення енергоефективності виконання промисловим роботом вантажно-розвантажувальних операцій»; «Розроблення захоплювальних пристроїв для маніпулювання гнучкими об'єктами».

До 80-ти річчя з дня народження професора Я.І. Проця, засновника і першого завідувача кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництва ТНТУ, присвячено «IV Міжнародну науково-технічну конференцію «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій», яка відбулась 20-21 червня 2019 року.

Література

1. Проць Я. І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник для вищих технічних навчальних закладів. — Тернопіль : ТДТУ, 2008. — 232 с.
2. Савків В.Б. Автоматизація процесів завантаження об'єктів типу тіла обертання на основі струменевих захоплюючих пристроїв [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.13.07 / Савків Володимир Богданович; Тернопільський держ. технічний ун-т ім. Івана Пулюя. - Т., 1999. - 215 с.
3. Данилюк О.А. Безконтактні захоплюючі пристрої для автоматизації завантаження технологічного обладнання [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.13.07 / Данилюк Ольга Андріївна ; Тернопільський держ. технічний ун-т ім. Івана Пулюя. – Тернопіль, 2003. – 247 с.
4. Мовчан С.Л. Побудова областей стійкості цифрових систем керування [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.13.03 / Національний авіаційний ун-т. - К., 2004.
5. Фендьо, О.М. Обґрунтування параметрів та конструкцій струминних захоплювачів пристроїв завантаження [Текст]: дисертація на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук / О.М. Фендьо; - Тернопіль: Тернопільський нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2012. - 209 с. – СумДУ.
6. Михайлишин Р.І. Обґрунтування параметрів та орієнтації струминного захоплювача маніпулятора для автоматизації вантажно-розвантажувальних операцій [Текст]: дисертація на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук / спец. 05.05.05 «Піднімально-транспортні машини» / Р.І. Михайлишин. – Тернопіль, 2018. – 185 с.

УДК 656.073

В.П. Сахно, д-р. техн. наук, проф., С.М. Шарай, канд. техн. наук, доц., В.М. Поляков, канд. техн. наук, доц., Є.В. Мишко
Національний транспортний університет, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИТРАТ ПРИ ВИКОНАННІ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

V. Sakhno, Dr., Prof., S. Sharai, Ph.D., Assoc. Prof., V. Poliakov, Ph.D., Assoc. Prof., E. Myshko

SIMULATION OF TOTAL COSTS IN THE EXECUTION OF INTERNATIONAL ROAD TRANSPORTATION

На сьогодні при вивченні та дослідженні складних об'єктів, до яких відносяться і транспортні системи, використовується системний підхід, вихідні засади якого полягають у прагненні з максимальною повнотою врахувати усі вхідні та вихідні характеристики об'єкту при організації його дослідження [1].

До складу загальних витрат на виконання перевезень вантажів у міжнародному сполученні входять витрати на паливно-мастильні матеріали, на заробітну плату водія (включаючи витрати на відрядження), на технічне обслуговування, на шини, на амортизацію, на організацію виконання перевезення тощо. Для моделювання загальних витрат на виконання перевезень вантажів у міжнародному сполученні пропонується використання найбільш розроблених та ефективних методів практичної реалізації системного підходу – методів математичної теорії експерименту або планування експерименту. Для вирішення багатофакторних задач виконується формування плану експерименту та створення експериментально-статистичної моделі [2].

При формуванні плану експерименту, створенні експериментально-статистичної моделі та визначенні вагомості впливу факторів на результуючу величину з використанням математичної теорії експерименту визначаються фактори, які мають найбільшу вагу. Фактори вибираються із розрахованих для різних умов виконання оборотного рейсу статей витрат, які входять до складу загальних витрат. Умови виконання перевезень розрізняються способом організації роботи водіїв (турна чи одиночна їзда), використанням різного за витратами палива автотранспортного засобу, умовами страхування вантажу та автотранспортного засобу тощо.

В запропонованому дослідженні факторами, вплив яких на загальні витрати при виконанні міжнародних автомобільних перевезень, визначені такі: X_1 – фонд заробітної плати водія; X_2 – витрати на автомобільне паливо; X_3 – загальногосподарські витрати.

Завданням експерименту є отримання рівняння регресії, яке, при дослідженні впливу трьох факторів, має вид:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2 + b_{12} x_1 x_2 + , \quad (1)$$
$$+ b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3$$

де b_{ij} – коефіцієнти регресії;

x_1, x_2, x_3 – кодоване значення фактору.

Результати експерименту представляються поліномом другого ступеня, який, при застосуванні трьох факторів, має вид:

$$y = b_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} b_i \times x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k} b_{ij} \times x_i \times x_j + \sum_{1 \leq i \leq k} b_{ii} \times x_i^2 , \quad (2)$$

де y – величина функції відгуку;

b_{ij} – коефіцієнти регресії;

x_{ij} – кодовані значення факторів експерименту;

k – кількість прийнятих факторів.

Якщо кількість факторів $k = 3$, тоді рівняння регресії для визначення загальних витрат на виконання оборотного рейсу у міжнародному сполученні матиме вид:

$$C = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2. \quad (3)$$

Для забезпечення ортогональності здійснюється перетворення моделі до виду:

$$y = b'_0 + \sum_{i=1}^k b_i \times x_i + \sum_{i < j} b_{ij} \times x_i \times x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} \times x_i^2, \quad (4)$$

де b'_0 – вільний член рівняння;

b_i, b_{ij}, b_{ii} – та коефіцієнти (змінні) рівняння;

x_i, x_j, x_i^2 – кодовані значення факторів та їх похідних.

Вільний член рівняння та коефіцієнти (змінні) розраховуються за відповідними формулами [2].

В результаті створення моделі, проведення розрахунків з її використанням та їх аналізу дозволяють зробити висновки:

розрахунок загальних витрат на виконання оборотного рейсу у міжнародному сполученні за експериментально-статистичною моделлю з використанням теорії експерименту показує, що похибка розрахунку становить 2,4 %, що є допустимим при використанні розрахункових даних при створенні такої моделі;

розраховані значення коефіцієнтів регресії b_1, b_2, b_3 показують, що найбільшу значущість має коефіцієнт b_2 , який відповідає за визначення впливу другого досліджуваного фактору – витрат на автомобільне паливо – на розмір загальних витрат на виконання оборотного рейсу. Ці витрати мають найбільший вплив на формування загальних витрат. Така ситуація є характерною для лінійної моделі;

розраховані значення коефіцієнтів регресії b_{12}, b_{13}, b_{23} показують, що комбінація досліджуваних факторів не впливає суттєво на значення загальних витрат на виконання оборотного рейсу;

- розраховані значення коефіцієнтів регресії b_{11}, b_{22}, b_{33} показують, що найбільшу значущість має коефіцієнт b_{22} , який відповідає за визначення впливу витрат на автомобільне паливо на формування загальних витрат при виконанні перевезень вантажу у міжнародному сполученні. Це підтверджує гіпотезу про те, що саме витрати на автомобільне паливо мають найбільший вплив на розмір загальних витрат на виконання оборотного рейсу.

Література.

Давідіч Ю.О. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання транспортних систем» (для магістрів усіх форм навчання спеціальності 275 – Транспортні технології) / Ю.О. Давідіч, Г.І. Фалецька; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 71 с.

Статюха Г.О., Складанний Д.М., Бонаренко О.С. Вступ до планування оптимального експерименту: Навч. посібн. / Г.О. Статюха, Д.М. Складанний, О.С. Бонаренко. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. – 117 с.

УДК 664.643.1

**І.Я. Стадник, д-р. техн. наук, проф., О.М. Пилипець, канд. техн. наук, доц.,
Ю. Паньків**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ
МАШИНИ СТАТИСТИЧНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ**

I. Stadnyk, Dr., Prof., O.Pylypets, Ph.D., Assoc. Prof., Ju. Pankiv

**JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF RELIABILITY AND DURABILITY OF
THE MACHINE BY STATISTICAL SIMULATION**

Проблема надійності і довговічності машин є однією з основних, що визначає ефективність роботи будь-якого виробництва. Для підприємств хлібопекарської галузі вона набуває особливого значення, так як більшість технологічних процесів відбуваються в рідкій фазі, заданому температурному режимі і значними впливами середовища. Тому забезпечення надійності і довговічності обладнання повинно ґрунтуватися на виконанні певних умов і заходів на етапах проектування, виготовлення та експлуатації. При сучасному рівні проектування й конструктивних розрахунках ймовірність раптових відмов досить незначна і вони, в більшості випадків, виявляються і усуваються під час налагодження обладнання.

Конструктивна розробка деталей і вузлів технологічного обладнання для галузі з метою забезпечення довговічності і зносостійкості повинна проводитись з урахуванням: раціональної схеми роботи вузлів, їх конфігурації та розмірів з точки зору впливу на зносостійкість; раціонального вибору матеріалів для виготовлення деталей з урахуванням впливу на них технологічних середовищ; доцільного розрахунку і вибору кінематичних і силових параметрів навантаження елементів контактної взаємодії; вибору ефективних видів мастил і систем змащування вузлів тертя, а також захисту їх від попадання з технологічних середовищ частинок матеріалів.

За основний принцип оцінювання і забезпечення надійності тістомісильних машин і технологічного обладнання хлібопекарської галузі є оцінка випробувань як усього обладнання, так і окремих його елементів на етапах розробки, при освоєнні його виробництва та експлуатації. Надійність тістомісильних машин можна оцінити на основі статистики результатів виробництва. З урахуванням того, що можливість оцінки обмежується недостатніми існуючими статистичними даними, необхідно забезпечити максимальну надійність машини шляхом підвищення якості та ефективності проектування, а також її випробовування та виробництво.

Одним із перших найосновніших завдань при випробуванні є встановлення залежності і обґрунтування раціональних програм управління параметрами надійності машини. Одержана інформація при випробуваннях є джерелом для розрахунку оптимальних значень основних параметрів тістомісильної машини.

Зміни якісних характеристик машини (за період) в часі можуть бути описані за допомогою поліномів чи інших функцій. В результаті факторного експерименту встановлюється математична модель для виразу залежної перемінної в якій вибирається відповідний критерій ефективності (продуктивність, надійність і т. д.).

$$K = \epsilon_0 + \sum_i \epsilon_i x_i \sum_\lambda \epsilon_\lambda \tau_\lambda + \sum_i \epsilon_{i\lambda} x_i \tau_\lambda^i + E$$

де: K – залежна змінна (продуктивність); x_i - незалежні змінні (досліджувані величини); ϵ_0 – вільний член; $\epsilon_i, \epsilon_\lambda, \epsilon_{\lambda i}$ - коефіцієнти полінома; τ - фактор часу, що залежить від маси компонентів; E - випадкова величина із нормальним розподілом.

УДК 631.348.45: 621

М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доц., О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц.,
І.М. Бортник

Тернопільський національний технічний університету імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ ТРІЩИНИ В ПЕРФОРОВАНОМУ ЕЛЕМЕНТІ СЕКЦІЇ ШТАНГИ ПОЛЬОВОГО ОБПРИСКУВАЧА

M. Stashkiv, Ph.D. Assoc. Prof., O. Tson, Ph.D. Assoc. Prof., I.M Bortnyk
FIELD SPRAYER BOOM SECTION ELEMENT CRACK SIMULATION

Несучі системи сільськогосподарської техніки працюють у складних експлуатаційних та рельєфно-кліматичних умовах. Однією з основних причин відмов машин для хімічного захисту рослин є втрата несучої здатності їх елементів, що спричинена недосконалістю конструкції і зумовлює недостатній запас втомної міцності елементів несучих систем штанг польових обприскувачів.

В інженерній практиці термін служби металоконструкцій прийнято оцінювати за довговічністю його найбільш навантаженого елемента. При цьому більшість методів розрахунку ресурсу стосується бездефектних елементів. [1]. Але елементи конструкцій часто мають конструктивні чи технологічні концентратори напружень, які в умовах експлуатації приводять до утворення тріщин. За таких умов розрахунок довговічності тонкостінних стержневих елементів необхідно проводити із застосуванням критеріїв механіки руйнування, таких як коефіцієнт інтенсивності напружень (КІН) [2].

Мета роботи – шляхом імітаційного моделювання розвитку тріщини у елементі несучої конструкції секції штанги польового обприскувача встановити залежність значення величини КІН нормального відриву (K_I) від довжини тріщини у поперечному перетині тонкостінного гнучого коробчатого профілю з перфоотворами.

Об'єкт дослідження – КІН K_I у вершині тріщини, що розвивається у поперечному перетині тонкостінного гнучого коробчатого профілю з перфоотворами нижнього пояса штанги польового обприскувача виробництва ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка».

За результатами дослідження [3] встановлено, що найбільш навантаженими є елементи верхнього та нижнього поясу первинної секції штанги (ближче до системи начіпки центральної секції штанги). Аналіз характеру деформації нижнього пояса первинної секції штанги дозволив становити, що найбільш небезпечними, з точки зору виникнення пластичних деформацій при перевантаженні, є місця переходу від криволінійної до прямолінійної ділянки перфоотворів. Такі зони з підвищеною конструктивною концентрацією напружень та пластичних деформацій від перевантажень з високою ймовірністю стануть місцями зародження втомних тріщин за рахунок розвитку технологічних чи експлуатаційних мікрodefektів [3].

Імітаційна модель побудована для випадку розвитку симетричних тріщин у двох діаметрально протилежних зонах концентрації напружень. Розмір поперечного перетину профілю (рис. 1, а) у місці розвитку тріщини $280 \times 50 \times 3$ мм. Розмір перфоотвору 225×120 мм.

Оскільки елемент має поздовжню вісь симетрії, то для спрощення моделі розглядаємо лише його половину з нормальним розтягуючим напруженням 100 МПа та застосуванням закріплення типу Frictional Support (рис. 1, б).

Для моделювання тріщини засобами ANSYS Workbench Academic застосовано опцію Pre-Meshed Crack. Сітку кінцевих елементів (5 мм) (рис. 1, в) створено методом Tetrahedrons за алгоритмом Patch Conforming. Для забезпечення необхідної точності розрахунку вздовж берега тріщини формуємо ділянку з гексагональною сіткою з розмірами елементів 0,5 мм. Навколо фронту тріщини формуємо шість концентричних контурів з гексагональною сіткою кінцевих елементів розміром 0,1 мм (рис. 1, г).

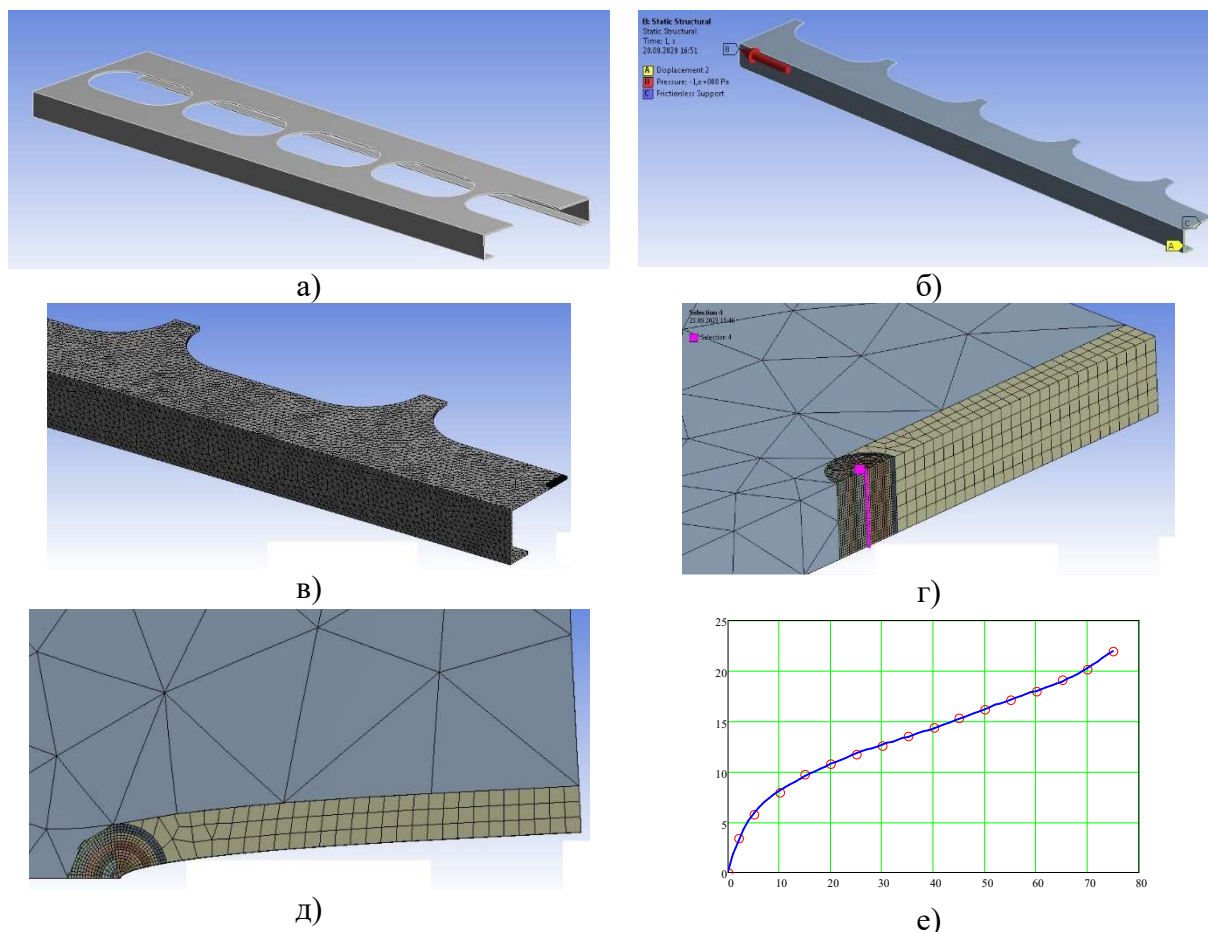


Рис. 1. Етапи та результати моделювання тріщини

Характер деформації елемента з тріщиною довжиною 15 мм показано на рис. 1, д (відображено лише праву половину розкритої тріщини). Графічно результати розрахунку КІН K_I за побудованою імітаційною моделлю подано на рис. 1, е.

Розроблена імітаційна модель тріщини у поперечному перетині тонкостінного гнучого коробчастого профілю з перфоотворами дозволяє встановити залежність значення величини КІН K_I від довжини тріщини. Отримані результати можуть бути застосовані для оцінки ресурсу роботи нижнього пояса штанги польового обприскувача виробництва ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка».

Література

1. Рибак Т.І., Попович П.В., Сташків М.Я. Концепція пошукового конструювання мобільної техніки в АПК // Загальнодержавний міжвідомчий наук.-техн. зб. «Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин». – Вип. 39. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – С. 40-47.
2. Підгурський М., Сташків М. Розвиток наскрізних тріщин в гнучозварних тонкостінних елементах коробчастого профілю // Вісник ТДТУ, 2006. – Т. 11. – № 4. – С. 78 – 86.
3. Сташків М.Я. Аналіз особливостей напружено-деформованого стану секції штанги польового обприскувача / М.Я. Сташків, О.П. Цьонь, І.М. Бортник // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції до 60 річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175 річчя з дня народження Івана Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – С. 111 – 112.

УДК 664

В.Стручок

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ПІДХОДІВ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

V. Struchok

RESEARCH OF SOLID WASTE TREATMENT MANAGEMENT APPROACHES

В Україні далі залишається невирішеною проблема управління відходами, в тому числі твердими побутовими відходами (ТПВ). З метою забезпечити вирішення зазначеної проблеми Кабінет Міністрів України (КМУ) своїми розпорядженнями від 8.11.2017 р. №820-р та від 20.02.2019 р. №117-р відповідно схвалив Національну стратегію управління відходами в Україні та Національний план управління відходами до 2030 року.

Інструментом реалізації стратегії визначено зазначений Національний план управління відходами, а для сприяння його реалізації не пізніше, ніж через два роки розробляються регіональні плани управління відходами, що погоджуються з Мінприроди та Мінрегіоном відповідно до їх компетенції. У кожній області затверджений регіональний план управління відходами є механізмом, що допоможе забезпечити фінансування його заходів з державного і місцевих бюджетів.

Регіональні плани управління відходами охоплюють всі види діяльності, що належать до повноважень місцевих органів виконавчої влади у сфері поводження з відходами, у тому числі з ТПВ.

У тексті Національної стратегії [1] термін управління (регулювання) відходами передбачає здійснення заходів щодо багаторазового використання природних ресурсів, перероблення (оброблення) відходів, утилізація відходів. Отже, виходячи з Методичних рекомендацій з розроблення регіональних планів управління відходами [3] (далі – Регіональний план), Регіональний план по суті своїй повинен бути комплексом взаємопов'язаних завдань і заходів, узгоджених за строками та ресурсним забезпеченням з усіма задіяними виконавцями, спрямованих на забезпечення сталого, уніфікованого управління відходами в регіоні та враховувати поточний стан сфери управління відходами і вже розроблені моделі поводження.

Однак, щодо достатності ресурсного забезпечення виконання Національного та регіональних планів у автора дослідження є великі сумніви, оскільки відповідно до пунктів 5 та 7 розпорядження КМУ [2] зобов'язано міністерства, інші ЦОВВ, обласні державні адміністрації, рекомендовано органам місцевого самоврядування під час формування відповідно проекту Державного бюджету України та проектів місцевих бюджетів передбачати кошти в межах реальних можливостей відповідних бюджетів, необхідні для виконання заходів Національного та регіональних планів управління відходами. На нашу думку такий управлінський підхід ні до чого не зобов'язує. «Реальні можливості бюджету» депутати відповідного рівня будуть визначати на власний розсуд, що призведе до значного недофінансування виконання заходів зазначених планів. Необхідно було вказати конкретні відсотки видатків відповідного бюджету, наприклад, 3-5% не менше, з ініціюванням перед Верховною Радою України відповідних змін до Бюджетного кодексу України.

Література.

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 №820-р «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року».
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.02.2019 №117-р «Про затвердження Національного плану управління відходами до 2030 року».

УДК 664

В.Стручок

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

V. Struchok

ANALYSIS OF SOLID WASTE MANAGEMENT METHODOLOGY

В Україні далі залишається невирішеною проблема управління відходами, в тому числі твердими побутовими відходами (ТПВ). З метою забезпечення вирішення зазначеної проблеми Кабінет Міністрів України (КМУ) своїм розпорядженням від 20.02.2019 р. №117-р схвалив Національний план управління відходами до 2030 року. Для сприяння його реалізації не пізніше, ніж через два роки розроблюються регіональні плани управління відходами, що погоджуються з Мінприроди та Мінрегіоном відповідно до їх компетенції. У кожній області затверджений регіональний план управління відходами є механізмом, що допоможе забезпечити фінансування його заходів з державного і місцевих бюджетів.

Методологія розроблення регіональних планів відображена у Методичних рекомендаціях з розроблення регіональних планів управління відходами (далі – Методичні рекомендації), затверджених наказом Мінприроди України від 12.04.2019 р. №142. Регіональний план повинен бути комплексом взаємопов'язаних завдань і заходів, узгоджених за строками та ресурсним забезпеченням з усіма задіяними виконавцями, спрямованих на забезпечення сталого, уніфікованого управління відходами в регіоні та враховувати поточний стан сфери управління відходами і вже розроблені моделі поводження.

Аналіз розділу I «Характеристика регіону», де відображаються регіональні особливості для визначення параметрів системи управління відходами, у тому числі ТПВ, крім адміністративно-територіального устрою, характеристики природно-географічного стану за основу береться динаміка та особливості демографічного та соціального розвитку регіону. Дані беруться ґрунтовно, а саме, за останні десять років та десятирічний прогноз розвитку, серед яких звертають на себе увагу фактичні та прогнозні дані про чисельність населення за типом поселення та середнього наявного доходу населення загалом та у розрахунку на одну особу. Однак, у Тернопільській області та інших подібних дотаційних областях України має місце серйозна демографічна криза, з року в рік чисельність населення зменшується. Це ж стосується і розвитку економіки, де в період світової пандемії та викликаной нею всесвітньої економічної кризи, внаслідок швидкого поширення коронавірусної хвороби Covid-19, має місце значний спад виробництва. Більша частина населення відчуває різке зниження своїх доходів. Тому, на нашу думку, покладати надії на розвиток управління відходами, у тому числі ТПВ, за рахунок власних коштів населення, росту зокрема тарифів, як основного джерела фінансування управління ТПВ, є безпідставним.

У розділі III «Планування системи управління відходами в регіоні» відображаються сценарії розвитку регіональної системи управління відходами, замість конкретного плану будівництва і введення в експлуатацію об'єктів інфраструктури щодо поводження з відходами та визначеними джерелами їх фінансування, застосовується термін «сфера управління відходами» замість «галузь національної економіки з управління відходами». На думку автора, означений «мистецький» підхід до вирішення проблеми вказує на відсутність твердої державної політики, в першу чергу з боку Мінприроди України, у питаннях поводження з відходами.

УДК 621.396.24

Г.П.Химич, В.Л.Дунець, канд. техн. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ 4G - 5G

G.Khymych, V. Dunets, Ph.D

SATELLITE TELECOMMUNICATION SYSTEMS BASED ON 4G - 5G TECHNOLOGIES

Починаючи з 1957 року, запуску першого штучного супутника Землі (ШСЗ), почалась ера освоєння космосу та супутникових систем зв'язку, рис.1, передачі даних, телебачення, моніторингу земної поверхні, дослідження атмосфери, навігації та ін. ШСЗ знаходяться на кількох навколосемних орбітах: геостаціонарна, високо- та низько еліптичні, низькі кругові, синхронні Сонцю.



Рисунок 1. Варіант конфігурації системи зв'язку через супутниковий ретранслятор геостаціонарної орбіти.

Рисунок 2. Анімаційна модель супутникового Інтернету

Спочатку системи мобільного зв'язку розміщались на ШСЗ (Inmarsat, 13 супутників, Thuraya, 4 супутники, ACeS) геостаціонарної (GEO) орбіти (екваторіальна площина) на висоті 36000км, де три супутники, розміщені через 120 кут. град., могли створити глобальну систему зв'язку. Стаціонарний супутниковий Інтернет забезпечують наступні системи супутників: **SES**, 43 супутники, **Intelsat**, 50 супутників, **Eutelsat**, 37 супутників, **Telesat**, 14 супутників та ін. Для забезпечення зв'язку на полюсах земної поверхні використовуються ШСЗ еліптичних орбіт (HEO) на висотах (апогей 40000км, перигей 2000км). Навігаційні супутникові системи розміщуються на ШСЗ, які знаходяться на середніх орбітах (MEO), висоти від 5000км до 20000км над рівнем земної поверхні. ШСЗ, які використовуються для моніторингу земної поверхні, систем зв'язку, передачі даних особливо в останні роки, розміщуються на низьких орбітах (LEO) на висотах від 250км до 2000км.

Починаючи з 90-их років телекомунікаційні ШСЗ, які знаходяться на низьких орбітах зайняли щільне місце у створенні мобільних супутникових систем зв'язку, Iridium (66 супутників), Globalstar (24 - 48 супутників), Teledesic (288 супутників), Gonets (36 супутників), ICO (40 – 70 супутників), Orbcomm (39 супутників), **SES** (16 супутників, Ellipso (15 супутників)). Для супутникових систем зв'язку виділені Регламентом радіозв'язку наступні діапазони частот, табл.1.

Основним недоліком супутникових систем зв'язку, передачі даних, Інтернет є затримка сигналів (270 – 600) msec. Створивши нову концепцію, використовуючи інноваційні технології передачі даних кілька світових компаній (OneWeb (Велика Британія), SpaceX (США), Google (США), Samsung (Південна Корея), Facebook (США), Fidelity, Boeing, Apple та ін.) заявили про впровадження протягом (2019 – 2025) років глобального супутникового Інтернету на основі низьколитаючих ШСЗ, рис.2, так як він залишається малодоступною і незручною послугою для багатьох жителів планети.

Дешевий і високошвидкісний доступ в Інтернет з будь-якої точки Землі вже не здається нездійсненною мрією із представленням своїх проєктів вищеназваних компаній.

Таблиця 1

Назва діапазону	Смуга частот, ГГц
L - діапазон	1,452-1,550 і 1,610-1,710
S - діапазон	1,93 - 2,70
C - діапазон	3,40 -5,25 і 5,725 - 7,075
X - діапазон	7,25 - 8,40
Ku - діапазон	10,70 - 12,75 і 12,75 - 14,80
Ka - діапазон	15,40 - 26,50 і 27,00 - 30,20
K - діапазон	84,0 - 86,0

Основні переваги таких систем – це малі затримки сигналів, глобальне покриття земної поверхні, велика швидкодія, низька вартість послуг. Враховуючи заявлені технічні характеристики такої мережі у проєкті Starlink компанії SpaceX Ілона Маска (Elon Musk) можна прирівняти до технології наземних стільникових мереж 4G. Порівняння стандартів (технологій) показано в табл. 2.

Таблиця 2.

Порівняння стандартів (технологій) 3G, 4G, 5G.

Характеристики	3G	4G	5G
Пікова швидкість (DL)	42 (63) Mbps	~ 1 Gbps	~ 10 Gbps
Середня швидкість (DL)	3 Mbps	15 Mbps	~ 100 Mbps
Середня затримка	150 ms	50 ms	< 5 ms
Активних з'єднань	50/соту	500/соту	1 млн/км ²
Підтримка мобільності	~ 300 км/год	~ 400 км/год	> 500 км/год
Спектральна ефективність	0,75 bps/Hz	1,5 bps/Hz	> 3 bps/Hz

Найбільш швидкими темпами розгортається супутникова мережа швидкісного глобального Інтернету компанією SpaceX (проєкт Starlink). Компанія SpaceX вже вивела на орбіту понад 700 ШСЗ. Компанія OneWeb вивела на орбіту 6 ШСЗ. Заявлені технічні характеристики Інтернет-мереж цих компаній представлені в табл. 3.

Таблиця 3.

	SpaceX	OneWeb
Висота орбіти LEO, км	330-350, 1110 - 1325	800-950
Кількість ШСЗ	11943 + 30000	648
Швидкодія, Mbps	1000	500-2500
Затримка сигналу, ms	25 - 35	
Діапазон частот, ГГц	Ku (11.0 - 17.8), Ka (17.7 - 30.5), V (31.0 - 70.0)	Ku

Згідно з дослідженням Web Foundation, 3,8 млрд. людей не мають доступу до Інтернету, тому що живуть у віддалених селах або бідних міських районах. Супутниковий інтернет може частково вирішити цю проблему. Глобальне покриття Землі недорогим високошвидкісним інтернет-доступом створить нові можливості у сферах освіти, транспорту, туризму, будівництва.[1] За допомогою цих мереж з'єднають не лише віддалені райони Землі без покриття, а й заплановану колонію землян на Марсі (інтерв'ю Ілона Маска журналу Bloomberg Businessweek).

Література

1. <https://www.epravda.com.ua/publications/2019/03/11/645957/>

УДК 656.025

О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц., М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доцент,
С.С. Скоробагата

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

A. Tson, Ph.D., Assoc. Prof., M. Stashkiv, Assoc. Prof., S. Skorobahata
CURRENT STATE OF CARGO TRANSPORTATION

В ринкових умовах господарювання важливим є раціональне використання рухомого складу автотранспортними підприємствами, що задіяні у перевезеннях [1].

Транспорт є однією із найбільш розвинутих галузей народного господарства, що забезпечує реалізацію потреб населення та виробництва в усіх видах перевезень, а також виступає головним чинником функціонування матеріального виробництва та сфери обслуговування [2].

Українська економіка на сучасному розвитку спричиняє зростання кількості малого та середнього бізнесу. Договори, що укладають українські перевізники з іноземними компаніями задіяними у сфері вантажних перевезень щодо придбання та оновлення рухомого складу, спричиняють збільшення частки перевезень українськими перевізниками та витіснення з ринку транспортних послуг зарубіжних конкурентів.

Розвиток українського ринку вантажних перевезень спричинив збільшення потреб українських перевізників у транспортних засобах іноземного виробництва, тому згідно із законом передбачено зниження ввізного мита на сідельні тягачі.

Аналіз статистичних даних поданих на рисунку 1 підтверджує зростання ринку вантажних перевезень у внутрішньому та міжнародному сполученні.

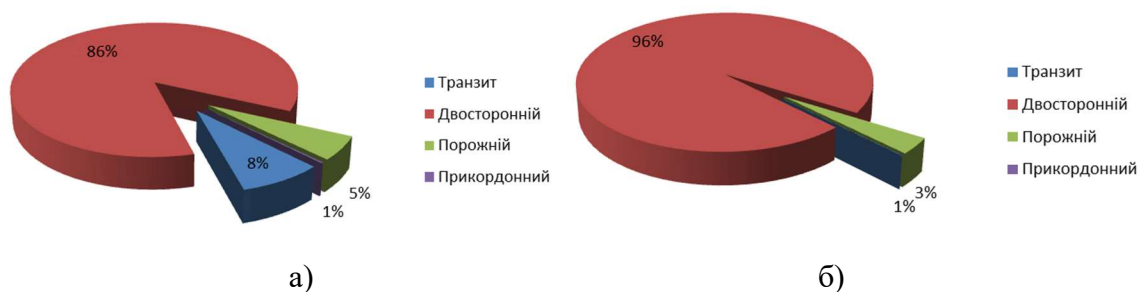


Рис.1. Кількість вантажних перевезень здійснених перевізниками протягом 2019 року
а) АТЗ на в'їзд; б) АТЗ на виїзд

У 2019 році Республіка Польща знизил до 160 тис. кількість дозволів для перевезень або транзиту через Польщу українських вантажів. У 2018 році було видано ідентичних дозволів у кількості 260 тис.

Конкурентоздатність українських перевізних компаній обмежується дефіцитом дозволів на міжнародні автомобільні перевезення в окремих напрямках і недостатньо розробленим механізмом їхнього розподілу.

Література

1. Цьонь О.П. Шляхи визначення оптимальних відстаней між пунктами транспортної мережі / Цьонь О.П. // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Випуск №55. – Луцьк.: ЛНТУ, 2016. – с. 418-421.
2. Цьонь О.П. Правові аспекти організації перевезень вантажів у міжнародному сполученні / Цьонь О.П. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 169. «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», «Транспортні технології» X.: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2016. – с.209-211.

УДК 004.056

Н.А. Шевченко, М.В. Валігула, Т.О. Маєвський, Г.В. Шимчук
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ ХМАРНИХ ПОСЛУГ

N. Shevchenko, M. Valihula, T. Mayevs'kyu, H. Shymchuk
OVERVIEW OF CLOUD SERVICE MODELS

Сучасні організації залежать від можливостей обробки даних, витрат і накладних витрат на управління своїми обчислювальними ресурсами. Концепція хмарних обчислень призначена звільнити організації та їх співробітників від додаткових витрат пов'язаних з ІТ. Клієнт може перенести зберігання даних, обробку інформації або навіть всю інформаційну інфраструктуру до провайдера послуг, що дозволяє сфокусуватися на своїй основній діяльності і залишити ІТ професіоналам [1].

У той час як концепція хмарних обчислень надає новий підхід до обробки інформації, проблеми безпеки виходять на перший план. Вимоги безпеки є ключовим чинником для прийняття рішення про використання інформаційно-технічних послуг і, зокрема, для вирішення про перехід до середовища публічних хмарних обчислень [2].

Виходячи з даних Morgan Stanley Research [3], перше місце серед всього списку проблем хмарних обчислень займає проблема забезпечення безпеки. У рамках даного дослідження, відсутність достатніх гарантій безпеки зберігання даних було названо найбільшою перешкодою при переході в «хмару» (24 % респондентів), це вдвічі більше, ніж наступна проблема - неочевидність економічної вигоди (12 % респондентів).

Основна ідея хмарних обчислень - надання ресурсів високої надійності, масштабованості та доступності в розподіленому середовищі на вимогу. Незважаючи на простоту ідеї, термін Cloud Computing розуміється і подається по-різному [4], загальноприйнятого визначення немає. Компанія Cisco Systems визначає Cloud Computing як ІТ-ресурси та послуги, які абстраговані від інфраструктури та надаються на вимогу «в необхідному масштабі» в середовищі множинної оренди. У свою чергу Лабораторія інформаційних технологій Національного інституту стандартів і технологій США (NIST) опублікувала наступне визначення хмарних обчислень [5]: «Хмарні обчислення - це модель, що забезпечує зручний мережевий доступ на вимогу до загальних конфігурованих обчислювальних ресурсів (мереж, серверів, сховищ даних, додатків і сервісів), який оперативно надається з мінімальними зусиллями з управління та взаємодії з сервіс-провайдером». Визначення хмарних обчислень описує п'ять основних характеристик (самообслуговування на вимогу, широкий мережевий доступ, оперативна еластичність, пул ресурсів, розрахунок вартості послуги), три сервісні моделі (SaaS, PaaS, IaaS) і чотири моделі розгортання (приватні хмари, публічні хмари, групові хмари, гібридні хмари). Концептуально, хмарні послуги класифікуються як сервіси (XaaS): TaaS (тестування як послуга), SaaS (програмне забезпечення як послуга), PaaS (платформа як послуга), HAAS (апаратне забезпечення як послуга).

На даний момент існує безліч сервіс провайдерів, які надають різні сервіси (Amazon EC2, Google App Engine (GAE), Salesforce.com (SFDC), Microsoft Azure, IBM Blue Cloud, 3Tera). Поточний етап еволюції хмарних обчислень характеризується наявністю різноманітних пропозицій від сервіс-провайдерів. Важливо зауважити, що концепція хмарних обчислень не нова, а являє собою наступний етап еволюції декількох ініціатив останніх років, включаючи розподілені обчислення, ґрид обчислення, комунальні (utility) обчислення, віртуалізацію, кластерізацію [6].

Хмарні обчислення працюють на основі сервісно-орієнтованої бізнес-моделі. Іншими словами, апаратні ресурси і ресурси платформи надаються як сервіс та на

вимогу. Варіанти хмари систематизуються за моделями служб та залучення ресурсів: пропонувані послуги можуть бути згруповані у три категорії: програмне забезпечення як послуга (SaaS), платформа як послуга (PaaS) і інфраструктура як послуга (IaaS) [7].

Інфраструктура як послуга (IaaS) абстрагує обладнання (сервер, сховище і мережеву інфраструктуру) і об'єднує його у вигляді можливостей обчислення, зберігання та підключення, які поставляються як послуги з ціною, встановленою за фактичним використанням. Її мета полягає в наданні гнучкого стандартного віртуального операційного середовища, що стає основною для PaaS і SaaS. [8]

IaaS, як правило, забезпечує стандартизований віртуальний сервер. Споживач бере на себе відповідальність за конфігурацію і операції гостьової ОС, ПО і бази даних (БД). Обчислювальні можливості (такі як швидкодія, смуга пропускання та доступ до сховища) також стандартизовані. Рівні обслуговування охоплюють швидкодію і доступність інфраструктури, яка віртуалізується. Споживач бере на себе операційні ризики, які існують крім інфраструктури.

Платформа як послуга (PaaS) надає служби виконання додатків, такі як час виконання, зберігання та інтеграція, для додатків, створених для заздалегідь зазначеної архітектури. Ця модель забезпечує ефективний і гнучкий підхід до передбачуваної економічно ефективною роботи горизонтально масштабованих додатків. PaaS відноситься до надання ресурсів рівня платформи, включаючи операційні системи та підтримку фреймворку розробки програмного забезпечення. Приклади PaaS провайдерів включають Google App Engine, Microsoft Windows Azure і Force.com.

Програмне забезпечення як послуга (SaaS) забезпечує бізнес-процеси і додатки, такі як управління відносинами з клієнтами, спільна робота і електронна пошта, у вигляді стандартизованих можливостей, вартість яких визначається за фактичним використанням відповідно до встановленого рівня обслуговування, відповідного бізнес-потребам. Ця модель відрізняється великою ефективністю витрат та доставки при мінімальних налаштуваннях і знімає операційні ризики зі споживача, покладаючи на постачальника. Вся інфраструктура і функції експлуатації ІТ абстраговані від споживача.

Література:

3. W. Wang, R. Owens, Z. Li, B. Bhargava. Secure and Efficient Access to Outsourced Data. Proceedings of the 2009 ACM workshop on Cloud computing security. Pages 55-65, 2009.
4. W. Jansen, T. Grance. Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology Draft Special Publication 800-144. 60 pages, Jan. 2011.
5. Adam Holt, Keith Weiss, CFA1, Katy Huberty, CFA1, Ehud Gelblum. Cloud Computing Takes Off. Market Set to Boom as Migration Accelerates. //Morgan Stanley Research. - May 23, 2011.
6. Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared / Foster I., Zhao Y., Raicu I., Lu S.: Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08.
7. National Institute of Standards and Technology. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nist.gov/index.html>.
8. Eric Brewer. Towards Robust Distributed Systems. – Brewer E. : Principles of Distributed Computing, Portland, Oregon, 2000.
9. Tharam Dillon. Cloud Computing: Issues and Challenges. / Dillon T., Wu C., Chang E.: 2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications.
10. Что такое инфраструктура как услуга. [Електронний ресурс]: Documentation – Режим доступу: <https://technet.microsoft.com/ru-ru/cloud/hh744751.aspx>

УДК 637.3

**М. М. Шинкарик, канд. техн. наук, доц., О. І. Кравець, канд. техн. наук,
С. М. Венгреневич**

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

ПЕРЕРОБКА ДИКОРОСТУЧОЇ СИРОВИНИ - ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

**M. Shynkaryk, Ph.D., Assoc. Prof., O. Kravets, Ph.D., S. Venhrynovych
PROCESSING OF WILD RAW MATERIALS IS A PERSPECTIVE DIRECTION OF
THE FOOD INDUSTRY OF UKRAINE**

Калина, одна із ягідних кушів, проростає на всій території України і є одним із її символів. Ягоди калини з давних давен використовуються у побуті для приготування кулінарних страв, а також з лікувальною метою. Плоди калини багаті на органічні кислоти, особливо валеріанову, містять марганець, цинк, залізо, фосфор, мідь, хром, йод, селен. У калині на 70% більше вітаміну С, ніж в лимоні, вона також містить вітаміни А, Е, Р і К. Уперше дані щодо вивчення хімічного складу калини були опубліковані в 1844 р. Н. Kremer, який повідомив про виділення ним із кори калини гіркої речовини вібурніну. Важливо зазначити, що цінними для харчування, профілактики та лікування є всі складові калини: кора, сік і ядра. Зокрема, тільки у калині, із всіх ягід, які проростають на території України, міститься 34-й порядковий номер хімічної таблиці Менделєєва – селен. Ця речовина бере участь в обміні речовин та жирів в людському організмі. Компонент містить більш ніж 30 важливих біологічно активних сполук. Без нього вітамін Е та йод не засвоюються організмом.

Плоди калини використовують у харчовій промисловості та медицині. Їхній сік цілющий при нервовій збудливості, гіпертонічній хворобі, атеросклерозі й спазмах судин, захворювань органів дихання, хрипоті, хворобах печінки, жовтяниці (гепатиті). Сушені плоди – незамінний компонент вітамінних зборів.

Таким чином калина є високоефективною сировиною для перероблення і має широкий спектр використання у профілактичному харчуванні і медицині.

Машинно-апаратурна схема перероблення ягід калини включає типові для зерняткових апарати, а також має деякі особливості. У мийну машину сировину подають за допомогою спеціальних перекидачів ящиків. Калину розвантажують у бункер, звідти за допомогою конвеєрів подаються в мийну машину. Зерняткові плоди мийуть послідовно в барабанній мийній машині, а потім під душем. Інспекцію плодово-ягідної сировини після її промивання проводять на сортувальних конвеєрах. При цьому ягоди, які не відповідають вимогам стандарту або містять домішки, видаляють.

На відміну від інших зерняткових плоди калини не подрібнюють, оскільки ягоди мають велику кісточку, яка при подрібненні дасть неприємний смак соку. Отже, в процесі відділення соку необхідно уникнути руйнування кісточки. Таким чином для відділення соку використовують стрічкові преси, процес відділення соку на яких визначає продуктивність ліній і якість продуктів подальшої переробки.

Проведені дослідження відділення соку шляхом пресування із ягід калини, зібраної в Тернопільській області у вересні місяці. Дослідження проводили при відділенні соку з окремих ягід, ягід з гронами, та ягід після термічної обробки (заморожування). Визначені коефіцієнти фільтрування для кожного випадку. Встановлено, що заморожування (пізніше розморожування) не призводить до покращення відділення соку. Максимальний коефіцієнт фільтрації спостерігався для ягід із гронами – очевидно за рахунок пружності останніх і забезпечені збереження каналів фільтрування.

УДК 667.64:678.026

С.В. Якущенко, М.В. Браїло, канд. техн. наук, доц., К.І. Тарасюк, Є.О. Агеснко
Херсонська державна морська академія, Україна

**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМУ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО
ОПРОМІНЕННЯ ЕПОКСИ-ПОЛІЕФІРНОЇ МАТРИЦІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ
КОМПОЗИТІВ З ПІДВИЩЕНИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ
ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ**

**S. Yakushchenko, M. Brailo, Ph.D., Assoc. prof., K. Tarasiuk, Ye. Aheienko
DETERMINING OF THE OPTIMAL REGIMEN OF THE ULTRAVIOLET
IRRADIATION OF THE EPOXY-POLYESTER MATRIX TO FORM A
COMPOSITE WITH IMPROVED PERFORMANCE FOR MEANS OF TRANSPORT**

Відомо, що на стадії формування композицій, для кращої міжфазової взаємодії компонентів, доречно проводити фізичну модифікацію епоксидно-поліефірного зв'язувача з використанням ультрафіолетового опромінення (до введення наповнювачів та твердників). Це дозволяє модифікувати поверхневий шар зв'язувача та активувати вільні радикали, які при реакції з іншими радикалами утворюють зв'язки, що може поліпшити термостійкість і когезійну міцність поверхні матеріалу [1].

Актуальність даної роботи обумовлена дослідженнями активності зв'язувача для розуміння та регулювання міжфазової взаємодії при зшиванні полімерів.

При аналізі наявних досліджень щодо модифікування полімерних матеріалів ультрафіолетовим опроміненням встановлено, що епоксидно-поліефірним матеріалам присвячено недостатньо публікацій.

На першому етапі дослідження встановлено оптимальні режими ультрафіолетового опромінення (УФО) за показниками фізико-механічних властивостей та теплостійкості (за Мартенсом) епоксидно-поліефірних композитів за довжини хвилі ультрафіолетових променів 254 нм. Тривалість опромінення композицій змінювали в межах $\tau_0 = 5 \dots 30$ хв. За тривалості опромінення $\tau_0 = 5$ хв показники руйнівних напружень при згинанні знижуються від $\sigma_{32} = 50,0$ МПа (для матриці модифікованої 4,4-MDI) до $\sigma_{32} = 47,5$ МПа, ударна в'язкість підвищується від $W = 5,9$ кДж/м² до $W = 7,8$ кДж/м², а показники модуля пружності не змінюються ($E = 3,4$ ГПа). Показники теплостійкості за такої тривалості УФО підвищились від $T = 348$ К до $T = 352$ К. За тривалості обробки $\tau_0 = 10$ хв показники досліджуваних властивостей знаходяться в межах похибки експерименту. Однак встановлено підвищення показників ударної в'язкості на $\Delta W = 1,6$ кДж/м². Подальше збільшення тривалості УФО композицій до $\tau = 20$ хв забезпечує підвищення показників фізико-механічних властивостей. Руйнівні напруження підвищуються від $\sigma_{32} = 47,5$ МПа до $\sigma_{32} = 62,0$ МПа, модуль пружності – від $E = 3,4$ ГПа до $E = 3,5$ ГПа та ударна в'язкість до $W = 11,8$ кДж/м². Водночас, теплостійкість таких матеріалів знижується до $T = 350$ К. При подальшому збільшенні тривалості УФО до $\tau_0 = 30$ хв спостерігали зниження досліджуваних показників: $\sigma_{32} = 55,0$ МПа, $E = 3,5$ ГПа та $W = 10,9$ кДж/м². Водночас, показники теплостійкості зростають до $T = 354$ К. Зниження фізико-механічних властивостей при $\tau_0 = 30$ хв можна пояснити ефектом деградації епоксидно-поліефірного зв'язувача внаслідок збільшення тривалості УФО-опромінення [2].

Література.

1. Liston E.M. Plasma Treatment for Improved Bonding: A Review // J. Adhes. – 1989. No 30. – P. 199–218. doi:10.1080/00218468908048206
2. Bashar A.S., Khan M.A. and Alit K.M.I. UV-cured films of epoxy, polyester and urethane oligomers and their applications on hessian cloth (jute) // Radiat. Phys. Chem. – 1996. No 48. – P. 349–354. doi:10.1016/0969-806X(95)00451-3

ЗМІСТ

Секція: ІВАН ПУЛЮЙ У СВІТОВОМУ НАУКОВОМУ ВИМІРІ: УТВЕРДЖЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНО-КІНЕТИЧНОЇ ТЕОРІЇ, ДОСЛІДЖЕННЯ КАТОДНИХ ТА Х-ПРОМЕНІВ	7
Головко А.В.	7
ВНЕСОК ІВАНА ПУЛЮЯ В РОЗВИТОК ФІЗИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ.....	7
О. Я. Гурик, канд. техн. наук, доц., І. Б. Окіпний, канд. техн. наук, доц., О. І. Король, В. С. Сенчишин.....	8
СУЧАСНЕ ВИКОРИСТАННЯ Х-ПРОМЕНІВ ІВАНА ПУЛЮЯ	8
В.А. Кривень д-р. фіз.-мат. наук, проф.....	9
ТРУБКИ ІВАНА ПУЛЮЯ У МУЗЕЇ РЕНТГЕНА УНІВЕРСИТЕТУ ВЮРЦБУРГА	9
¹М.Р. Петрик, д-р. фіз.-мат. наук, проф., ²Ж. Фрессар, д-р. фіз.-хім. наук, проф., ¹І.В. Бойко, канд. фіз.-мат. наук, доц.....	11
КОРОТКИЙ АНАЛІЗ ЛАМП І ПРИЛАДІВ ІВАНА ПУЛЮЯ, ЩО ЕКСПОНУВАЛИСЬ НА МІЖНАРОДНІЙ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІЙ ВИСТАВЦІ... 11	11
Р. М. Пляцко, д-р. фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник	16
ІВАН ПУЛЮЙ: ВИЗНАННЯ	16
V. Savchuk, Dr., Prof.	18
I. P. PULYUY APPARATUS FOR DETERMINING THE MECHANICAL EQUIVALENT OF HEAT: HISTORY AND MODERNITY	18
Г.О. Щигельська, канд. істор. наук, доц., Ю.А. Провальна	20
ВНЕСОК ІВАНА ПУЛЮЯ У РОЗВИТОК УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ.....	20
Секція: ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНА ТА НАУКОВО-ОСВІТНЯ ДІЯЛЬНІСТЬ ІВАНА ПУЛЮЯ.....	22
Р. В. Бартошевський	22
ІВАН ПУЛЮЙ. ВЕЛИКИЙ ПОДВИГ В ІМ'Я НАУКИ ТА НАРОДУ	22
В. Д. Дідух, канд. фіз.-мат. наук, доц.	24
ЛЕОНІД ДМИТРОВИЧ ДІДУХ, ЯК НАУКОВИЙ КЕРІВНИК, З ТОЧКИ ЗОРУ ЙОГО ПЕРШОГО ДИСЕРТАНТА.....	24
К. В. Зеленський, д-р. екон. наук, доц.	26
ПОТРЕБА У ФАХІВЦЯХ ЯК КРИТЕРІЙ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ... 26	26
Л.В.Івасюк, доктор філософських наук	28
ІВАН ПУЛЮЙ У ПУБЛІЧНОМУ ПРОСТОРІ АВСТРІЇ: СТРАТЕГІЇ ПРИКЛАДНОЇ ІСТОРІЇ.....	28
А.А.Криськов, д-р. істор. наук, доц., С.А.Криськова	29
ТОВАРИСТВО УКРАЇНСЬКИХ ІНЖЕНЕРІВ У ЧЕХОСЛОВАЧЧИНІ (1930-1938)	29

О.В. Панухник, д-р. екон. наук, проф., І.Г. Химич, канд. екон. наук.....	30
НАУКОВИЙ ФЕНОМЕН ІВАНА ПУЛЮЯ: НЕВИЧЕРПНИЙ ДРАЙВЕР РОЗВИТКУ ОСВІТИ ТА НАУКИ СУЧАСНОЇ УКРАЇНИ	30
У. М. Плекан, канд. екон. наук.....	32
ВКЛАД І. ПУЛЮЯ В УКРАЇНСЬКЕ ДУХОВНЕ ТА НАЦІОНАЛЬНЕ ВІДРОДЖЕННЯ.....	32
О.Б. Потіха, канд. істор. наук.....	33
ГРОМАДСЬКА ТА НАЦІОНАЛЬНО-КУЛЬТУРНА ДІЯЛЬНІСТЬ І. ПУЛЮЯ.....	33
Jacques Fraissard, Dr., Prof.....	35
SOIXANTIÈME ANNIVERSAIRE DE L'UNIVERSITÉ IVAN PULUJ-TERNOPIL.	35
Секція: ПЕРЕКЛАДАЧ БІБЛІЇ, ПОЛІТОЛОГ, ПУБЛІЦИСТ	36
В. В. Гой, І. Г. Химич, канд. екон. наук, доц.	36
ІВАН ПУЛЮЙ – ОДИН ІЗ ПЕРШИХ ПЕРЕКЛАДАЧІВ БІБЛІЇ СУЧАСНОЮ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ	36
Я.В. Стоцький, д-р. істор. наук, проф.....	37
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ І ВИДАННЯ ПЕРШОГО ПОВНОГО УКРАЇНОМОВНОГО ПЕРЕКЛАДУ БІБЛІЇ КУЛІША – ПУЛЮЯ – НЕЧУЙ-ЛЕВИЦЬКОГО: ВІД РУКОПИСУ ДО ДРУКУ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ	37
Секція: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИСВІТЛЕННЯ ІСТОРІЇ НАУКИ І КУЛЬТУРИ	40
С.М. Данильченко, Н.Ю. Черномаз	40
ПАТОН ЄВГЕН ОСКАРОВИЧ-УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВЕЦЬ І ПРАКТИК.	40
Н.Б.Кашкадамова, кандидат мистецтвознавства, доцент	41
НАТАЛІЯ ПУЛЮЙ-БАРВІНСЬКА – ДОНЬКА ВИЗНАЧНОГО НАУКОВЦЯ, ДРУЖИНА КОМПОЗИТОРА.....	41
О.І. Крамар, канд. фіз.-мат. наук, доц., Т.О. Крамар, Ю.Л. Скоренький, канд. фіз.-мат. наук, доц., О.М. Рокіцький, канд. істор. наук, доц.....	43
ЦИФРОВИЙ МУЗЕЙ НАУКОВОЇ СПАДЩИНИ ІВАНА ПУЛЮЯ: МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТЕЙ	43
Я.А. Середницький, канд. хім. наук, ст. наук. співробітник	45
СИН ПРОФЕСОРА ІВАНА ПУЛЮЯ ОЛЕКСАНДР-ІВАН ПУЛЮЙ У БОРОТБІ ЗА НЕЗАЛЕЖНУ УКРАЇНУ В 1918-1920 ТА 1939-1941 РОКАХ	45
Ю.Л. Скоренький, О.І. Крамар, Ю.М. Довгоп'ятий.....	48
Л.Д.ДІДУХ І ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛЬНО КОРЕЛЬОВАНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ У ТНТУ	48

**Секція: ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ
ЗДОБУТКІВ СУЧАСНОЇ НАУКИ І НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ..... 50**

В.Л. Алексенко., А.В. Букетов, В.Г. Кулініч, С.А. Сметанкін, В.В. Соценко, К.Ю. Юренін	50
ВПЛИВ БЕТОНУ НА РОБОТУ РОЗТЯГНУТОЇ АРМАТУРИ ПРИ ЗАГАЛЬНОМУ ЗГИНІ КОМПОЗИТНОГО ДОКА	50
В.О. Бондар, О.П. Конончук, канд. тех. наук, доц.	52
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА МІЦНІСТЬ БЕТОНУ ПЛАСТИФІКАТОРІВ, ЩО СПОВІЛЬНЮЮТЬ ТУЖАВІННЯ	52
А.В. Букетов, д-р. техн. наук, проф., Т.В. Чернявська, Д.В. Житник, М.В. Танська, канд. техн. наук, доцент.....	54
КОРОЗИЙНА СТІЙКІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТНИХ ПОКРИТТІВ У АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ	54
Т. М. Вітенько, д-р. техн. наук., проф., Н. М. Зварич, канд. техн. наук, доц., В.В. Лазарюк, канд. техн. наук, доц., О.М. Пилипець, канд. техн. наук, доц., Р.І Комаревич.....	56
АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ШЛЯХ ПЕРЕРОБКИ ПЛАСТИКОВОЇ УПАКОВКИ ДЛЯ НАПОЇВ	56
С.М. Данильченко, Н.Ю. Черномаз	57
МОДЕРНІЗАЦІЯ БАЛКОНІВ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ	57
В. Д. Дідух, канд. фіз.-мат. наук, доц., Ю.А. Рудяк, д-р. техн. наук, доц., О.А. Багрій-Заяць, канд. техн. наук, доц.	58
Х - ВИПРОМІНЮВАННЯ І КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ.....	58
Д.В.Дмитрів, канд. техн. наук, доц., О.Р. Дмитрів, канд. техн. наук, доц., Н.М. Гарматій, канд. екон. наук, доц., С.В. Гарматій.....	60
МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ПРЯМИХ ІНВЕСТИЦІЙ В УКРАЇНУ НА ДОХІД НАСЕЛЕННЯ	60
І.Г. Добротвор, д-р. техн. наук, доц.....	62
ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІЖФАЗНИХ СТРУКТУР ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ.....	62
А. О. Дубчак, Я.В. Литвиненко, д-р. техн. наук, проф.	64
НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	64
Р.З. Золотий, канд. техн. наук, А.Г. Микитишин, канд. техн. наук, доц., Т.О. Маєвський, В.С. Дерев'янка	66
ВИВЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ДО СПРАЦЮВАННЯ ЕПОКСИКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ	66
Р.М. Карабін, Я.В. Литвиненко, д-р. техн. наук, проф.....	68
ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	68

В. Б.Каспрук канд.техн.наук, доц.	69
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДИСПЕРСНОГО СКЛАДУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПИЛОВЛЮВАННЯ.....	69
Ігор Катеринюк¹, інженер-програміст; Сергій Лупенко², д.т.н., професор	70
ПРОТОТИП ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ІМІДЖ-ТЕРАПЕВТ» ДЛЯ ПІДТРИМКИ ТА СУПРОВОДУ ДІЯЛЬНОСТІ В ГАЛУЗІ НАРОДНОЇ МЕДИЦИНИ.....	70
Я.О. Ковальчук, канд. техн. наук, доц., Н.Я. Шингера, канд. техн. наук, доц., Я. Л. Швед.....	72
ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЗВАРНИХ ФЕРМ.....	72
Л.В. Кравцова, канд. техн. наук, доцент, В.Л. Алексенко, ст. викладач, А.П. Богдан, асистент	73
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА МІЦНІСТЬ ПОЛІМЕРКОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ	73
В.Г. Кулініч, Л.В. Селіфонова.....	77
ВПЛИВ 4,4-ДІАМІНОДИФЕНІЛМЕТАНУ НА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНОЇ МАТРИЦІ	77
В.Б. Леник, О. П. Конончук, канд. тех. наук, доц.	79
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА МІЦНІСТЬ БЕТОНУ ПРИСКОРЮВАЧІВ ТВЕРДІННЯ.....	79
С.А. Лупенко, д-р. техн. наук, проф., Р.А. Буцій	81
СУЧАСНІ НЕЙРОІНТЕРФЕЙСНІ ТЕХНОЛОГІЇ: АКТУАЛЬНІСТЬ, ПЕРСПЕКТИВИ ТА СКЛАДНОСТІ.....	81
А. Лупенко, д-р. техн. наук, Т. Чомко	83
М'ЯКА КОМУТАЦІЯ ТРАНЗИСТРІВ В ДВОСЕКЦІЙНОМУ РЕЗОНАНСНОМУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ НАПРУГИ З ФАЗОВИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ПОТУЖНОСТІ	83
І.В. Луців, д-р. техн. наук, проф., Р.Я. Лещук, канд. техн. наук, доц.	85
ОСОБЛИВОСТІ ДІЇ СИЛ ТЕРТЯ В НАПРЯМНИХ БАГАТОЛЕЗОВОГО ОСНАЩЕННЯ З МІЖІНСТРУМЕНТАЛЬНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ.....	85
І.В. Луців, д-р. техн. наук, проф., Р.Я. Лещук, канд. техн. наук, доц., В.Р.Кобельник, канд. техн. наук, доц., Г.С.Нагорняк, канд. техн. наук, доц.	87
СИНТЕЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ РІЗНИХ КОНФІГУРАЦІЙ.....	87
В.П. Марценюк¹, О.А. Багрій-Заяць², А.С. Сверстюк², І.Є. Андрушак³.....	89
БІОСЕНСОРНА СИСТЕМА НА ГЕКСАГОНАЛЬНІЙ РЕШІТЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕШІТЧАСТИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ІЗ ЗАПІЗНЕННЯМ	89
П.А. Ониськів, Я.В. Литвиненко, д-р. техн. наук, проф.	90
АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВХІДНИХ ЗОБРАЖЕНЬ	90

А.М. Паламар, М.О. Паламар	91
МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ КОМПОНЕНТІВ МОДУЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ.....	91
М.Р. Петрик, д-р. фіз.-мат. наук, проф., П.П. Теслюк	93
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ RHP-ФРЕЙМВОРКІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ERP- СИСТЕМИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	93
М.І. Пилипець, д. т. н., проф., О.М. Пилипець, к.т.н., доцент	95
ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ НАВИТИХ ЗАГОТОВОК.....	95
В.Б. Савків, канд. тех. наук, доц., Р.І. Михайлишин, канд. тех. наук	97
РОЗВИТОК РОБОТОТЕХНІКИ В ТНТУ ПІД КЕРІВНИЦТВОМ ПРОФЕСОРА ЯРОСЛАВА ПРОЦЯ.....	97
В.П. Сахно, д-р. техн. наук, проф., С.М. Шарай, канд. техн. наук, доц., В.М. Поляков, канд. техн. наук, доц., Є.В. Мишко	99
МОДЕЛЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИТРАТ ПРИ ВИКОНАННІ МІЖНАРОДНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	99
І.Я. Стадник, д-р. техн. наук, проф., О.М. Пилипець, канд. техн. наук, доц., Ю. Паньків	101
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ МАШИНИ СТАТИСТИЧНИМ МОДЕЛЮВАННЯМ.....	101
М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доц., О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц., І.М. Бортник	102
МОДЕЛЮВАННЯ ТРІЩИНИ В ПЕРФОРОВАНОМУ ЕЛЕМЕНТІ СЕКЦІЇ ШТАНГИ ПОЛЬОВОГО ОБПРИСКУВАЧА.....	102
В.Стручок	104
ДОСЛІДЖЕННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ПІДХОДІВ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ.....	104
В.Стручок	105
АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ.....	105
Г.П.Химич, В.Л.Дунець, канд. техн. наук	106
СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ 4G - 5G.....	106
О.П. Цьонь, канд. техн. наук, доц., М.Я. Сташків, канд. техн. наук, доцент, С.С Скоробагата	108
СУЧАСНИЙ СТАН ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	108
Н.А. Шевченко, М.В. Валігула, Т.О. Маєвський, Г.В. Шимчук	109
ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ ХМАРНИХ ПОСЛУГ.....	109

М. М. Шинкарик, канд. техн. наук, доц., О. І. Кравець, канд. техн. наук, С. М. Венгреневич.....	111
ПЕРЕРобКА ДИКОРОСТУЧОЇ СИРОВИНИ - ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ	111
С.В. Якущенко, М.В. Браїло, канд. техн. наук, доц., К.І. Тарасюк, Є.О. Агєєнко	112
ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМУ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ОПРОМІНЕННЯ ЕПОКСИ-ПОЛІЕФІРНОЇ МАТРИЦІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИТІВ З ПІДВИЩЕНИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ	112

Наукове видання

Матеріали міжнародної наукової конференції

«Іван Пулюй: життя в ім'я науки та України»
(до 175-ліття від дня народження)

28-30 вересня 2020 року

Збірник тез доповідей

Іван Пулюй: життя в ім'я науки та України. Матеріали міжнародної наукової конференції, 28-30 вересня 2020 року: збірник тез доповідей. / Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 2020. – 119 с.

ISBN 978-617-7875-07-8

Підписано до друку 13.10.2020. Формат 60×90, 1/16.
Друк лазерний. Папір офсетний. Гарнітура TimesNewRoman.
Умовно-друк. арк. 7,5. Наклад – 100 прим.
Замовлення № 13102020

Друк ФОП Паляниця В. А.
Свідоцтво ДК №4870 від 20.03.2015 р.
м. Тернопіль, вул. Б. Хмельницького, 9а, оф.38.
тел. (0352) 528-777.