



ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКА ЕНЕРГОАУДИТ



Energy saving · *Power engineering* · *Energy audit*

№4 (182)
Квітень 2023

Загальнодержавний науково-виробничий та інформаційний журнал

Війна та Мир ХХІ століття: ЛЮДИ, ПОДІЇ, ФАКТИ



26 квітня 2023 року виповнилося тридцять сім років після аварії на Чорнобильській АЕС. З моменту аварії АЕС перебуває під пильною увагою громадськості, засобів масової інформації, інженерних та наукових кіл, уряду України та інших держав. За міжнародною шкалою ядерних інцидентів вона класифікується як найважча аварія найвищого, сьомого рівня. В її результаті повністю зруйновано активну зону реакторної установки і викинуто в навколишнє природне середовище величезну кількість радіоактивних речовин. Аварія призвела до людських жертв, тяжких екологічних, економічних, медичних та соціальних наслідків. З районів України, Білорусі та Росії, які зазнали радіоактивного забруднення, евакуйовано близько 300 тисяч осіб. Радіоактивні випадіння були зареєстровані у всіх європейських країнах північної півкулі, у Канаді, Японії та США. Аварія стала перешкодою просуванню ядерних енергетичних технологій на світовому енергетичному ринку і змусила критично переоцінити рівень безпеки діючих і АЕС, що будуються, у всьому світі.

(Причини і наслідки аварії дивись на стор. 77)

АВАРІЯ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ДОСВІД ПОДОЛАННЯ. ДОБУТІ УРОКИ. (ІЗ МАТЕРІАЛІВ РОЗСЛІДУВАННЯ)

Енергоблок № 4 Чорнобильської АЕС було передбачено зупинити на плановий ремонт 25 квітня 1986 р. У зв'язку з цим приймається рішення провести випробування, в ході якого перевірити здатність обладнання станції видавати необхідну електроенергію для роботи системи розхолодження активної зони реактора та обладнання систем захисту з моменту відключення основної системи енергопостачання до моменту вмикання резервного живлення від дизельних агрегатів.

Внаслідок нескоординованості дій та недостатнього рівня культури безпеки співробітників станції оператори виконують низку операцій, які не відповідали встановленим інструкціям з безпеки та створили потенційно небезпечну ситуацію.

Ситуація посилюється серйозними недоліками в конструкції реактора, що робить ядерну установку потенційно нестійкою і може легко призвести до аварії у разі помилок операторів. Поєднання цих факторів викликає різке посилення енергетичного поля, що призводить до практично повного руйнування реактора.

Наслідки цієї події надалі ускладнюються пожежею, що охопила графітову кладку реактора та інші матеріали, що починається у будівлі та породжує викид радіоактивних матеріалів у навколишнє середовище.

Аварія на енергоблоці № 4 Чорнобильської АЕС сталася 26 квітня 1986 р. в 01 год 23 хв 40с під час проведення проектних випробувань однією із систем забезпечення безпеки, що входить до складу енергоблоку з РБМК-1000.

Дана система безпеки передбачала використання механічної енергії обертання турбогенераторів, що зупиняються, для вироблення електроенергії в умовах накладання двох аварійних ситуацій. Одна з них - повна втрата електропостачання АЕС, у тому числі насосів теплоносія та насосів системи аварійного охолодження реактора; інша - максимальна проектна аварія, як розглядається розрив трубопроводу великого діаметра циркуляційного контуру реактора. За програмою випробувань при відключенні зовнішнього електроживлення електроенергія, що виробляється турбогенераторами за рахунок вибігу, подається для запусків насосів аварійного системи охолодження реактора, що забезпечує гарантоване охолодження реактора.

Пропозиція про використання вибігу генератора виходила від головного конструктора РБМК і була включена до проектів будівництва АЕС з реакторами такого типу. Проте енергоблок №4 Чорнобильської АЕС, як і інші енергоблоки з РБМК, приймався в експлуатацію без випробування цього режиму, хоча такі випробування мають бути складовою передексплуатаційних випробувань основних проектних режимів енергоблоку.

На жодній, крім Чорнобильської, АЕС з реакторами РБМК-1000 після введення в експлуатацію проектні випробування щодо використання вибігу генератора не проводилися. Подібні випробування на енергоблоці N 3 Чорнобильської АЕС, що відбулися у 1982 р., показали, що вимоги щодо характеристик електричного струму, що виробляється за рахунок вибігу турбіни, протягом заданого часу не витримуються та необхідне доопрацювання системи регулювання збудження турбогенератора...



№4 (182)

Квітень
2023 р.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКА ЕНЕРГОАУДИТ



Energy saving · Power engineering · Energy audit

Загальнодержавний науково-виробничий та інформаційний журнал

Редакційна колегія

Головний редактор:

Лазуренко О. П. канд. техн. наук, проф., Харків, Україна

Перший заступник головного редактора:

Мехович С. А. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Заступники головного редактора:

Клепиков В. Б. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Єршова Н. Ю. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Другова О. С. канд. екон. наук, доц., Харків, Україна

Міщенко В. А. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Члени редакційної колегії:

Безпрозваних Г. В. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Бекбасв А. Б. д-р техн. наук, проф., Алма-Ата, Казахстан

Болюх В. Ф. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Ілляшенко С. Н. д-р екон. наук, проф., Суми, Україна

Клепиков В. Б. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Коциські Дьордь д-р екон. наук, проф., Мішкольц, Угорщина

Лазуренко О. П. канд. техн. наук, проф., Харків, Україна

Мамаліс Анастасіє д-р техн. наук, проф., Афіни, Греція

Мацевитий Ю. М. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Мінакова С. М. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Перерва П. Г. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Прокопенко О. В. д-р екон. наук, проф., Одеса, Україна

Таранюк Л. М. д-р екон. наук, проф., Суми, Україна

Томашевський Р. С. д-р техн. наук, доц., Харків, Україна

Шевченко С. Ю. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Шутенко О. В. канд. техн. наук, доц., Харків, Україна

Відповідальний секретар:

Меньшикова С. І. канд. фіз.-мат. наук, Харків, Україна

Editorial board

Editor-in-Chief:

Lazurenko O. P. Ph. D. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

First associate editor:

Mekhovich S. A. Dr. Sc. (Econ.), Prof. Kharkiv, Ukraine

Associate editors:

Klepikov V. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Iershova N. U. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Drugova O. S. Ph. D. (Econ.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine

Mischenko V. A. Dr. Sc. (Econ), Prof., Kharkiv, Ukraine

Editorial board members:

Bezprozvannyh G. V. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Bekbayev A. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Alma-Ata, Kazakhstan,

Bolyukh V. F. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Iliashenko S. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Sumy, Ukraine,

Klepikov V. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Kocziszky G. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Miskolts, Hungary,

Lazurenko O. P. Ph. D. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Mamalis A. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Athens, Greece,

Matsevityi Y. M. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Minakova S. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Pererva P. G. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Prokopenko O. V. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Odesa, Ukraine,

Taraniuk L. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Sumy, Ukraine,

Tomashevskiy R. S. Dr. Sc. (Tech.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine,

Shevchenko S. Y. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Shutenko O. V. Ph. D. (Tech.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine.

Responsible secretary:

Menshikova S. I. Ph.D. (phys. and math.), Kharkiv, Ukraine

Журнал включено до категорії Б «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії» (накази МОН України № 886 від 02.07.2020 та № 1188 від 24.09.2020).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації Серія КВ № 16921-5691ПП від 15.07.2010 р.

Журнал засновано: постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.1997 р. №1287

Засновники:

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

Північно-східна енергетична компанія «СВЕКО»

Реєстраційне свідоцтво АОО № 171256 від 06.08.2004 р.

ЗМІСТ

Видатні вчені НТУ «ХПІ» – еліта держави
Міщенко Володимир Акимович.....3

ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

Залужна Г.В., Пономарьов П.Є., Романуша В.О.
Застосування силіконового покриття холодного
затвердіння на енергетичних об'єктах в Україні..10

Шевченко С.Ю., Ганус Р.О.
Вологоторядна напруга ізоляторів в умовах
підземної підстанції.....22

МЕНЕДЖМЕНТ

Міщенко В.А., Дараган А.В., Другова О.С.
Оцінювання і контролінгове управління
розвитком цифровізації на підприємстві.....29

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ

Гуту Гетахун
Адаптація та оцінка металу печі для випалювання
деревного вугілля у процесі карбонізації
побутових відходів, паличок і листя.....44

ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Браверман В.Я.
Особливості автотермічного режиму піролізу
біомаси.....54

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

Куклін В.М., Івін Л.М., Мехович С.А.
Штучний інтелект та людство.....61

Іванько О.О.
Принципово нові шкільні Теплиці.....71

Аварія на Чорнобильській АЕС. Досвід подолання.
Добуті уроки.....77

ДО ВІДОМА АВТОРІВ86

CONTENTS

Outstanding scientists of NTU "KhPI" are the elite of the
state
Mishchenko Volodymyr Akimovych.....3

ENERGY, ELECTRONICS AND ELECTROMECHANICS

Zaluzhna G., Ponomarov P., Romanusha V.
Application of cold-curing silicone coating on energy
facilities in Ukraine.....10

Shevchenko S., Ganus R.
Discharge voltage under humid
conditions.....22

MANAGEMENT

Mishchenko V., Daragan A., Drugova O.
Evaluation and control management of the
development of digitalization at the enterprise.....29

ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY

Gutu Getahun
Adaptation and evaluation of charcoal kiln metal for
carbonizing khat waste, sticks and leave.....44

RENEWABLE ENERGY SOURCES

Braverman V.
Features of the autothermal mode of biomass
pyrolysis.....54

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Kuklin V., Ivin L., Mekhovich S.
Artificial intelligence and humanity.....61

Ivanko A.
Fundamentally new school Greenhouses.....71

Accident at the Chernobyl NPP. The experience of
overcoming. Lessons learned.....77

NOTICE TO THE AUTHORS.....86

Розцінки на рекламу у журналі

Рекламний блок	Размір блоку	Розцінки, грн
Обкладинка, перша сторінка (колір)	1 смуга	5000
Обкладинка, друга, третя, четверта сторінка (колір)	1 смуга	5000
Обкладинка, друга, третя, четверта сторінка (колір)	1/2 смуги	2500
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1 смуга	1500
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/2 смуги	750
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/4 смуги	350
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/8 смуги	200

Редакція не несе відповідальності за достовірність інформації, що публікується у рекламних об'явах

Рекламу надсилати поштою або надавати електронну версію, адреса електронної пошти:
E-mail: sm261245@gmail.com

25 РОКІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНОМУ РИНКУ УКРАЇНИ
1997-2023 р.р.

Журнал видається за підтримки:



Навчально-наукового інституту енергетики, електроніки та електромеханіки;
Науково-навчального інституту механічної інженерії і транспорту;
Науково-навчального інституту Економіки, менеджменту та міжнародного бізнесу; Інституту іоносфери НАН України та МОН України;
Державного агентства енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності);
Національної комісії, що здійснює регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП);
Харківської обласної державної адміністрації;
Української асоціації інженерів-електриків;
Науково-технічного Союзу енергетиків і електротехніків України;
Академії наук Вищої освіти України (секція енергетики та ресурсозбереження);
Всеукраїнської громадянської організації «Асоціація вчених за іноваційний розвиток України».

Журнал є електронним та розповсюджується публічно.

Передрук матеріалів з журналу здійснюється за погодженням з редакцією журналу.

Адреса редколегії та видавця:

вул. Кирпичова, 2, Електроенергетичний корпус, офіс 310, кафедра електричних станцій, м. Харків, Україна. 61002.

Головний редактор

О. П. Лазуренко, канд. техн. наук, професор

Перший заступник головного редактора

С. А. Мехович, докт. екон. наук, професор

Заступник головного редактора з технічних спеціальностей

В. Б. Клепиков, докт. техн. наук, професор

Заступник головного редактора з економічних спеціальностей

Н. Ю. Єршова, докт. екон. наук, професор

О. С. Другова, канд. екон. наук, доц.

Заступник головного редактора з міжнародної діяльності

В. А. Міщенко, докт. екон. наук, професор

Відповідальний секретар

С. І. Меньшикова, канд. фіз.-мат. наук

Розробка дизайну та верстка:

С. І. Меньшикова, канд. фіз.-мат. наук

Періодичність - 1 раз на місяць

Тираж 300 екземплярів.

Контакти редколегії та видавця:

Тел. +3 8050 4026212

+3 8066 0978696

E-mail: sm261245@gmail.com

Сайт: <http://eee.khpi.edu.ua>

Надруковано в друкарні

ФОП Шейніна О.В.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2779 від 28.02.2007 вул. Слов'янська, 3, м. Харків, Україна, 61052.

Рекомендовано до друку

Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 04 від 05.05.2023 р.

Підписано до друку 10.05.2023 р.

Формат 60 × 84¹/₄. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 4,0 Навч.-вид. арк. 3,3

Вид. № 8-83. Зак. № 4315

© ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ·
ЕНЕРГЕТИКА · ЕНЕРГОАУДИТ

Загальнодержавний науково-виробничий і інформаційний журнал

Мова видання:

Українська, англійська

Відповідальний секретар

Тел.+38 (066) 357 7626

E-mail : olhovskaya.sveta@gmail.com

Департамент технічних спеціальностей.

Тел.+38 (050) 9 38 03 48

E-mail : klepikovasv75@gmail.com

Департамент економічних спеціальностей.

Тел.+38 (050) 6 31 03 23

E-mail : iershova.ny@gmail.com

Департамент зовнішньоекономічних зв'язків.

Тел.+38 (050) 5 34 68 38

E-mail: vladmish30@gmail.com

УРОКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ІСТОРІЇ LESSONS FROM CHERNOBYL HISTORY

Новий безпечний конфайнмент (скор. НБК, англ. New Safe Confinement - "Нова захисна оболонка") - ізоляційна аркова споруда над зруйнованим в результаті аварії 4-м енергоблоком Чорнобильської АЕС; цей об'єкт накрив собою застаріле «Укриття». Арка стала найбільшою рухомою наземною спорудою. Будівництво було розпочато у 2007 році. Спочатку передбачалося, що проект буде готовий до 2012–2013 років, але через недостатнє фінансування терміни здачі об'єкта відкладалися. Наприкінці листопада 2016 року арка була успішно насунута на будівлю реактора[1], після чого продовжився процес монтажу обладнання та перевірок. Завершення проекту та здавання його в експлуатацію очікувалися в листопаді 2017 року, проте пізніше ця дата була перенесена на травень 2018 року, оскільки компанія-підрядник Novarka не змогла своєчасно завершити необхідні роботи. При будівництві об'єкта «Укриття» 1986 року термін його служби розраховувався на 20–40 років. Після побудови саркофаг зміцнювали. Фахівці виявляли впевненість у тому, що саркофаг при належному догляді простоїть ще не одне десятиліття,



проте, враховуючи високий рівень ризиків у разі руйнування саркофагу, було прийнято рішення спорудити додатковий захист. Перед новою спорудою стояли такі завдання: - забезпечити додатковий захист навколишнього середовища від радіоактивних частинок; - забезпечити можливість проведення часткового демонтажу аварійних та ненадійних конструкцій об'єкта «Укриття» та АЕС; -забезпечити ізоляцію об'єкта «Укриття» від надходження дощових та талих вод.

Компанії "VINCI Construction Grand Projects" (дочірнє підприємство корпорації Vinci) і "Bouygues Travaux Publics" (одна з компаній промислової групи Bouygues), що входять до складу консорціуму "NOVARKA", у вересні 2007 року підписали з Чорнобильською атомною електростанцією контракт на реалізацію «Новий Саркофаг». Він передбачав проектування та будівництво захисної оболонки у формі арки. Для реалізації проекту потрібно було вирішити низку складних технічних завдань. Наприклад, необхідно було демонтувати знамениту вентиляційну трубу ВТ-2, яка забезпечувала підтягування повітря до будівель 3-го та 4-го енергоблоків. Складність робіт була викликана тим, що труба заввишки 150 метрів і масою близько 350 тонн була пошкоджена під час вибуху ЧАЕС і будь-якої миті могла обрушитися на дах «Укриття». Для демонтажу з Італії було доставлено спеціальний надважкий німецький кран DEMAG CC 8800- 1, вантажопідйомність якого становить 1600 тонн. До початку 2014 року труба була розпиляна на 6 фрагментів, демонтована частинами та похована в будівлі 3-го енергоблоку, через що Чорнобильська АЕС втратила своє історичне обличчя. Вартість робіт склала 11,7 млн. доларів.

У 2010—2011 році був підготовлений збірний майданчик поряд з АЕС, складання арок розпочалося у 2012 році. У листопаді 2012, червні та вересні 2013 року проводилися підйомні операції першої половини арки, вона була зібрана у квітні 2014 року. Для другої половини підйомні операції проводилися у квітні, серпні та жовтні 2014 року. У жовтні 2015 року дві половини арки були об'єднані в єдину конструкцію. До листопада 2016 року на майданчику поряд із четвертим енергоблоком було завершено монтаж конструкцій «арки». 14 листопада розпочато процес насувки за допомогою великої кількості домкратів, процес, за оцінками, міг зайняти близько 4 дб. 29 листопада 2016 року ЄБРР повідомив про успішне завершення насувки на будівлю реактора, та було проведено урочисті заходи за участю кількох політиків та представників ЄБРР. Було продовжено роботи з підключення обладнання, а пізніше проведено герметизацію спорудження та тестування обладнання. Об'єкт планувалося здати в експлуатацію до листопада 2017 року та передати його під управління адміністрації ЧАЕС, проте дату здачі було перенесено на 2018 рік. 1 червня 2019 року глава МЗС Франції Ле Дріан побував у Чорнобилі, проінспектувавши завершення будівництва арки. Ширина: 260 метрів; Висота: 110 метрів; Довжина: 165 метрів; Вага конструкцій: 36,2 тисячі тонн; Кількість робітників: близько 3000 осіб; Час експлуатації: 70-100 років; Вартість проекту: 2,15 млрд євро Конфайнмент — це багатофункціональний комплекс для перетворення об'єкту «Укриття» на екологічно безпечну систему. Він складається з 19 підструктур, основною з яких є захисна споруда у вигляді арки зі спеціальною подвійною обшивкою. Також у проекті передбачені особливі фундаменти, західна та східна торцеві стіни, нестандартні мостові крани, багатофункціональна система вентиляції, технологічний комплекс із ділянками дезактивації, фрагментації та пакування радіоактивних матеріалів тощо.



ЗА ПОВІДОМЛЕННЯМИ ЗМІ, «АРКА» СТАЛА НАЙБІЛЬШИМ РУХОВИМ НАЗЕМНИМ СПОРУДОМ НА МОМЕНТ БУДІВЛІ .10 липня 2019 року НБК було введено в експлуатацію. На фото: Саркофаг над 4-м енергоблоком (2018 рік) і Панорама ЧАЕС, саркофаг, що зліва будується, в середині 4-ї та 3-ї енергоблоки.

26 April 2023

ЧОРНОБИЛЬСЬКИЙ РЕКВІЄМ : *CHERNOBYL REQUIEM:* У НАЗИДАННЯ ЖИВУЧИМ! *FOR THE EDUCATION* *OF THE LIVING!*

КОЛИ ЧОРНОБИЛЬ СТАНЕ БЕЗПЕЧНИМ?

У 30-кілометровій Зоні відчуження можна буде жити без будь-яких обмежень через 50-60 років, але в 10-кілометровій зоні непридатні умови для життя зберуться назавжди.

WHEN WILL CHERNOBYL BECOME SAFE?

In the 30 km Exclusion Zone it will be possible to live without any restrictions in 50-60 years, but in the 10 km zone unsuitable conditions for life will remain forever.



Що зараз із Чорнобилем?

Згідно з даними за 2023 рік, на територіях радіоактивного забруднення виявилось 3678 населених пунктів, в яких проживало 2,2 млн осіб; 479 населених пунктів припинили своє існування. З постраждалих від Чорнобильської катастрофи територій відселено 137,7 тис. осіб, з яких 75% – мешканці Гомельської області.

What is now with Chernobyl ?

According to data for 2023, there were 3,678 settlements in the territories of radioactive contamination, in which 2.2 million people lived; 479 settlements ceased to exist. 137.7 thousand people were resettled from the territories affected by the Chernobyl disaster, of which 75% are residents of the Gomel region.

ВИДАТНІ ВЧЕНІ НТУ «ХПІ» – ЕЛІТА ДЕРЖАВИ
Назустріч 140-річчю
Національного технічного університету «Харківський політехнічний
інститут»
МІЩЕНКО ВОЛОДИМИР АКИМОВИЧ
Доктор економічних наук, професор



**Перший директор Українсько-Французького центру
промислового менеджменту, проф.В.А.Міщенко. 1992 р.**

Міщенко Володимир Акімович - випускник ХПІ 1970 року, працював асистентом, аспірантом, старшим викладачем, доцентом, професором, протягом 28 років був завідувач кафедри зовнішньо-економічної діяльності та фінансів. За цей період завжди проявлялися новаторські та піонерні починання її завідувача, кафедра змінювала свою назву з урахуванням різних обставин та тимчасових трендів. Після захисту докторської дисертації він був обраний на посаду завідувача першої кафедри бізнесу і контролінгу, відкритої в 1992 році з метою читання окремих курсів з ринкової економіки для усіх спеціальностей університету. Під керівництвом професора Міщенко В.А. були підготовлені піонерні матеріали для отримання ліцензії на підготовку фахівців з менеджменту зовнішньо-економічної діяльності. Перший випуск спеціалістів такого профілю було здійснено вже в 1998 році. Конкурс на цю спеціальність часом сягав 20–25 осіб на одне місце. У 2007 його кафедрою було отримано другу ліцензію на підготовку фахівців за напрямом «Фінанси та кредит».

Професор Міщенко В.А. багато зробив для отримання ліцензії на підготовку фахівців за напрямом «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність», для реалізації якої було створено нову кафедру, очолювану проф. Шапраном Є.М.

У 1979 -1984 р.р. Міщенко В.А. працював професором в Алжирському інституті планування та прикладної економіки. Мовне стажування він проходив у Магдебургському університеті ім. ОТТО фон ГЕРІКЕ (Німеччина), Клагенфуртському університеті (Австрія), Ліонській Вищій Інженерній Школі (Франція), Університеті Монпельє (Франція), Університеті Шамбері (Франція). Володимир Акимович проводить заняття англійською мовою. Його



навчально-методичне забезпечення включає підручники та навчальні посібники, видані як в Україні, так і за кордоном. Закінчив вечірню школу



Клепиков Володимир Борисович — відомий вчений, доктор технічних наук, Президент Української асоціації інженерів-електриків, Заслужений діяч науки і техніки України, професор.

німецької мови. Упродовж 4 років читав окремі дисципліни на французькій мові для сформованої групи бакалаврського рівня зі студентів африканських країн Магрибу. Він спілкується зі студентами на німецькій, французькій та англійській мовах. Має сертифікати рівня B2 з французької та англійської мов. Його студенти, які проходять стажування або навчаються у зарубіжних вузах Німеччини, США, Австрії, Франції та інших європейських держав, виконують курсові та дипломні

проекти а також складають іспити на цих трьох мовах. Загалом кафедрою підготовлено понад 1500 фахівців.

Наукова діяльність Міщенко В.А. охоплює виконання бюджетних та господарчо-договірних НДР. У різні періоди під його керівництвом було проведено дослідження з бюджетних тем та договорів з такими великими підприємствами, як ХТЗ, «Серп і Молот», ХЕМЗ, Авіаційний завод, ХЗТШ, ВНДІ ЕЛЕКТРОМАШ, Харківський турбінний завод, НДІ



Обговорення питань організації навчального процесу в НТУ «ХП» та ЛІВІШ в рамках реалізації проекту ГЕМПУС-ІАСІС. Справа: проректор НТУ «ХП» професор Кравець В.О., заступник директора інституту підвищення кваліфікації ЛІВІШ проф. Роже Деле Гермоз, ректор НТУ «ХП» проф. Костенко Ю.Г. директор Українсько-Французького центру промислового менеджменту професор Міщенко В.А. 1999 р.

Тракторосільгоспмаш. Більшість з них присвячено підвищенню ефективності використання основних та обігових фондів підприємств. Особливе місце в діяльності професора займають установлення зв'язків та подальша співпраця з університетами інших країн. За його участю та підтримкою німецьких колег з Магдебургського університету були підготовлені умови для створення програми підготовки фахівців з видачею двох дипломів для німецьких та українських студентів, що реалізується до сьогодні. У рамках цієї програми також стажуються викладачі НТУ «ХП».

Значним досягненням для НТУ «ХП» стало підписання у 1994 році договору про співпрацю з Ліонською Центральною Вищою Інженерною Школою (ЛЦВІШ, Франція) та підготовку фахівців з видачею двох дипломів: українського і французького.

В цьому процесі активну участь приймав професор Міщенко В.А. і проректор по навчанню іноземних студентів професор Клепиков В.Б. Для реалізації цього договору Наказом ректора НТУ «ХП» Костенко Ю.Т. створено було Україно-Французький центр промислового менеджменту (УФЦПМ). Це була в 90-ті роки минулого століття єдина в Україні система французької післявузівської підготовки, яка передбачала видачу диплома рівня «Майстер-менеджер» європейського державного вищого навчального закладу (за напрямком «Промисловий менеджмент»). Пізніше з'явилася така ж єдина в Україні програма з менеджменту навколишнього середовища (за напрямком «Екологічний менеджмент») з Університетом Клода Бернара (Франція), в якій брали участь кафедри професора Тошинського В.І. і професора Себко В.П. Фінансування цих програм здійснювалося за рахунок університету та Європейського фонду ТЕМПУС-ТАСІС, для якого проф. Міщенко В.А. спільно з Ліонською Центральною Вищою Інженерною Школою підготував і виграв підряд 5 європейських проектів на суму більше 2,5 млн. дол. За рахунок цих проектів в університеті було підготовлено близько 150 фахівців з національним і дипломом Ліонської і Паризької Вищої Інженерної Школи та понад 50 спеціалістів з дипломом Університету Клода Бернара.

Під час виконання проектів ТЕМПУС проводився обмін делегаціями між учасниками цього процесу з різних країн, де обговорювалися окремі аспекти й особливості навчальної, наукової та виховної діяльності в університетах. Обмін практичним досвідом та його розповсюдження є одним з основних напрямків стратегії такого спілкування, проектування і фінансування.

Професор Міщенко В.А. приймає активну участь у підвищенні кваліфікації викладачів. Він працює у складі спеціалізованої вченої ради університету та керує аспірантами.



Перший випуск Україно-Французького Центру промислового менеджменту. Перший ряд справа: проректор з міжнародних зв'язків НТУ «ХП» професор Кравець В.О., ректор НТУ «ХП» професор Товажнянський Л.Л., один із ініціаторів і перший директор Центру промислового менеджменту професор Міщенко В.А., заступник директора інституту підвищення кваліфікації ЛЦВІШ професор Жан - Поль Бєро. Другий ряд зліва: Директор інституту підвищення кваліфікації ЛЦВІШ, професор, Почесний доктор НТУ «ХП» Мішель Фютен, п'ятий в цьому ряду: заступник директора інституту підвищення кваліфікації ЛЦВІШ професор Роже Деле Термоз. Третій ряд справа: проректор з навчальної роботи НТУ «ХП» професор Сакара Ю.Д., 1998р., м. Харків

Був головою Спеціалізованої вченої ради на протязі 12 років у Харківському державному університеті харчування та торгівлі. За період його завідування на кафедрі було захищено в різних спеціалізованих радах 34 дисертації, з яких 17 (50%), включаючи 2 докторів наук - під керівництвом завідувача. З цієї загальної кількості захищених 26 викладачів або 76,5% сьогодні продовжують працювати в університеті на кафедрах економічного профілю. Готуються чергові захисти дисертацій. Захистив кандидатську дисертацію також випускник кафедри Фанг Мукінг, який сьогодні доктор наук, професор Північно-китайського університету водних ресурсів і гідроенергетики, Академік Академії економічних наук України, Директор Україно-китайського центру культурного обміну, Президент Шанхайської



Спеціалізована Вчена рада ХДУХТ під головуванням проф. Міщенко В.А. (2004-2014 р.р.)

інтернет-торгової палати, Директор Шанхайської міжнародної консалтингової компанії, консультант по інноваціям і підприємництву в Хефейському технологічному університеті, Представник народного депутата міста Сюанчень.

На рахунку професора Міщенко В.А. більше 500 наукових публікацій, що включають одноосібні та колективні монографії, наукові статті та тези доповідей на конференціях національного та міжнародного рівнів. Він являється членом редколегії наукового журналу Вісник НТУ «ХП», заступником головного редактора фахового Науково-практичного та інформаційного журналу: «Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит».

В.А.Міщенко має свій науковий напрямок дослідження (наукову школу) під назвою: «Менеджмент нового типу» або український менеджмент, який є складовою наукової діяльності Харківського обласного благодійного фонду інноваційних знань, ідей та технологій гуманізації.

Узагальнюючи різні погляди науковців на сутність та завдання управління, проф. Мищенко В.А. впевнений, що нинішня всеохоплююча не визначена ситуація в світі підтверджує, що антикризове управління повинно повністю замінити поняття простого або класичного управління. Від епізодичного або періодичного антикризового управління необхідно перейти до постійного й превентивного антикризового управління. Складовими його концепції визначено вартісно-орієнтоване управління, контролінговий антикризовий інноваційний і превентивний менеджмент. Це-фізична, або організаційна, сторона запропонованої концепції. Інший аспект цієї концепції віддзеркалює необхідність використовувати в управлінській діяльності ідеї ноосферного поля, як продовження висвітлення її в наукових працях Вернадського В.І., Реріха Н.К., Чижевського О.Л., Блаватської О.П.

Проф. Міщенко В.А. впевнений, що саме менеджмент нового типу, як управлінська система, може в даний час адекватно відобразити реалії нинішнього світу й дати надійний інструмент управлінцям. Він підтримує думку науковців, що все існуюче навкруги за своєю природою представляє енергоінформаційні утворення різних рівнів енергетики. Це відноситься й до думок і ідей (головного інструменту управлінця), як найбільш енергонасиченої субстанції, підпорядкованій також цьому постулату. Він стверджує, що для ефективного виконання своїх функцій в умовах зростання рівня цифровізації економіки менеджер будь-якого рівня повинен змінити й підвищити свою свідомість та використовувати у своїй роботі думки та ідеї



Професор Фанг Мукінг приїхав в НТУ «ХП» для вступу в асоціацію випускників (2019 рік.)

більш високих порядків, ніж лише думки та ідеї зі звичайної точки зору нашого фізичного світу. Це й призведе до ефективного вирішення безпосередніх проблем та задач, починаючи від особистісних питань рядового члена суспільства й до загальнопланетарних проблем.

Нарощування свідомості та використання ідей тонких світів є основою менеджменту нового типу. З огляду на висновок про ієрархічність світів, що означає формування вищими світами нижчих, можна уявити суть менеджменту нового типу саме в такий спосіб. Успішне освоєння ідеї спілкування з ноосферою підтверджується тим, що під неї дається енергія у фізичному світі, яка виражається у вигляді матеріальних засобів або грошових вимірів. В такому разі свідомість перебудовується і стає здатною сприймати високочастотну енергію тонкого світу, тобто здійснюється розподіл енергії з більш високих рівнів на фізичний рівень. Іншими словами, реальна практика фізичного світу, тобто всі процеси в суспільстві, що оточують нас, стають критеріями реальності описаного процесу.

Слід особливо наголосити на необхідність освоєння технологій комунікації з ноосферним полем керівникам вищих рівнів управління, починаючи з міжнародних організацій, президентів різних країн, військових альянсів і закінчуючи топ-менеджерами і менеджерами підприємств. До цього аспекту доцільно доєднати вимогу до таких керівників – обов'язково мати креативні здібності. Це дозволить підвищити в цілому ефективність менеджменту й вирішувати складні проблеми на його вищих рівнях з меншими втратами матеріального, людського й екологічного характеру. Саме ці міркування стали методологічною основою наукової школи проф. Міщенко В.А.

Що ж підштовхує професора В.А.Міщенко до постійних інновацій? Він добре розуміє, що для ефективного виконання своїх функцій в умовах зростання рівня цифровізації економіки менеджер будь-якого рівня повинен змінити й підвищити свою свідомість та використовувати у своїй роботі думки та ідеї більш високих порядків, ніж лише думки та ідеї зі звичайної точки зору нашого фізичного світу. Це й призведе до ефективного вирішення безпосередніх проблем та задач, починаючи від особистісних питань рядового члена суспільства й до загальнопланетарних проблем. Професор наголошує, що нарощування свідомості та використання ідей тонких світів є основою менеджменту нового типу. З огляду на висновок про ієрархічність світів, що означає формування вищими світами нижчих, можна уявити суть менеджменту нового типу саме в такий спосіб. До цього аспекту доцільно доєднати вимогу до таких керівників – обов'язково мати креативні здібності.

Це дозволить підвищити в цілому ефективність менеджменту й вирішувати складні проблеми на його вищих рівнях з меншими втратами матеріального, людського й екологічного характеру.



Черговий випуск магістрів на кафедрі міжнародного бізнесу та фінансів, заснованої проф. Міщенко В.А. у 1992 році .
Державна екзаменаційна комісія: проф. Міщенко В.А., доц. Носирев О.О., голова ДЕК, проф. Успаленко В.І., зав. кафедрою проф. Мехович С.А. 2020 рік.

Володимир Акимович Міщенко - Академік Академії вищої школи України, Академік Академії економічних наук України, Почесний професор Міжнародної кадрової академії, член Президії Асоціації вчених за інноваційний розвиток України, Академік та Віце-Президент Академії військово-історичних наук та козацтва Генерального штабу Слобожанського козацького війська, Член Української асоціації розвитку менеджменту та бізнес-освіти, директор Україно-Французького центру промислового менеджменту. Викладачі та співробітники кафедри поважають і цінують Володимира Акимовича. Він мудрими порадами навчає молодих аспірантів, підтримує ініціативу викладачів у різних науково-практичних проектах, активно сприяє міжнародному співробітництву викладачів та студентів.

Професор Міщенко Володимир Акимович - еліта держави! Своєю самовідданою працею він по праву займає гідне місце у золотому фонді наукової спільноти вищої школи України!

Залужна Галина Володимирівна, канд. фіз.-мат. наук, доцент; тел. (+38)0501763623; e-mail: zaluzhna_emcs@uipa.edu.ua, ORCID 0000-0003-4810-9737

Пономарьов Петро Євгенович, канд. техн. наук, доцент; тел. (+38)0959354150; e-mail: ponomarov_emcs@uipa.edu.ua, ORCID 0000-0001-8633-3145

Романуша Володимир Олександрович, канд. фіз.-мат. наук, доц., доцент; тел. (+38)0952265488; e-mail: V.Romanusha_emcs@uipa.edu.ua, ORCID 0000-0002-8009-9455

Навчально-науковий професійно-педагогічний інститут Української інженерно-педагогічної академії (м. Бахмут), вул. Університетська, 16, Харків, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ СИЛІКОНОВОГО ПОКРИТТЯ ХОЛОДНОГО ЗАТВЕРДІННЯ НА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ В УКРАЇНІ

Анотація. Вибір профілактичних заходів як одного з напрямків забезпечення надійності роботи електричного обладнання в районах із забрудненою атмосферою спирається, в першу чергу, на досвід, отриманий в аналогічних умовах. Одним з таких заходів є нанесення на ізоляцію RTV покриття (силіконового покриття холодного затвердіння). У статті проаналізовано останні публікації щодо розробок в напрямку нанесення RTV покриття. Узагальнено відомості про застосування RTV покриття в Україні. Наведені рекомендації для поліпшення зручності і продуктивності нанесення покриття в «польових умовах» (тобто, на діючих енергетичних об'єктах), які перевірені на власному досвіді. Означені фактори, що стримують нанесення RTV покриття на лінійну ізоляцію. Доведена ефективність використання RTV покриття в районах з як добре розчинними, так і з цементоподібними забрудненнями.

Ключові слова: відкриті розподільчі пристрої, силіконове покриття холодного затвердіння, гідрофобне покриття, полімерні ізолятори.

Zaluzhna G.V., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor, phone: (+38)0501763623; e-mail: zaluzhna_emcs@uipa.edu.ua, ORCID 0000-0003-4810-9737

Ponomarov P.E., candidate technical of Sciences, associate professor, phone: (+38)0959354150; e-mail: ponomarov_emcs@uipa.edu.ua, ORCID 0000-0001-8633-3145

Romanusha V.O., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Docent, associate professor, phone: (+38)0952265488; e-mail: V.Romanusha_emcs@uipa.edu.ua, ORCID 0000-0002-8009-9455

Educational scientific professional pedagogical Institute Ukrainian Engineering Pedagogics Academy (t. Bakhmut), Kharkiv, Ukraine

APPLICATION OF COLD-CURING SILICONE COATING ON ENERGY FACILITIES IN UKRAINE

Abstract. The choice of preventive measures as one of the ways to ensure the reliability of electrical equipment in areas with a polluted atmosphere is based, first of all, on the experience gained in similar conditions. One of these measures is applying an RTV coating (a cold-curing silicone coating) to the insulation. The article analyzes the latest publications on developments in the direction of applying RTV coating. Summarized information on the use of RTV coating in Ukraine. Recommendations for improving the convenience and productivity of coating in "field conditions" (that is, at active energy facilities) are given, which have been tested on our own experience. Factors inhibiting the application of RTV coating on linear insulation are identified. The effectiveness of using RTV coating in areas with both highly soluble and cement-like contaminants has been proven.

Keywords: open distribution devices, cold curing silicone coating, hydrophobic coating, polymer insulators.

Постановка проблеми. Одними з головних ознак успішності роботи електроенергетичної системи будь-якої країни у сучасному світі є надійність та ефективність. Загально відомо, що надійність складної системи з багатьма взаємозв'язками залежить від надійності її окремих елементів. Так, наприклад, накопичення бруду на поверхні зовнішньої ізоляції роз'єднувачів відкритих розподільчих пристроїв (ВРП) при зволоженні атмосферними опадами може стати причиною виникнення низки подій, які можуть привести до значних збитків.

Зволоження шару забруднення, особливо при наявності в ньому речовин з гарною електропровідністю, сприяє зниженню напруги перекриття ізоляції вздовж її поверхні [1]. Виникнення такого перекриття, що є фактично коротким замиканням, супроводжується зростанням протікаючих струмів і падінням напруги, яке може викликати у електрично зв'язаних споживачів відключення електрообладнання або порушення параметрів режиму його роботи. Це в свою чергу з великою вірогідністю позначиться на протіканні виробничих процесів і, як наслідок, в отриманні матеріальних збитків.

Дієвими заходами з попередження подібної ситуації є проведення робіт щодо очищення поверхні зовнішньої ізоляції від накопиченого бруду або нанесення на ізоляційну поверхню покриттів для надання їй гідрофобних властивостей. Для кожного з означених напрямків розроблено немало різних методів проведення таких робіт з використанням різного обладнання, матеріалів і речовин. Тому особам, що відповідають за надійність роботи ВРП, при обранні того чи іншого методу слід звернути увагу на ефективність його використання. Слід розуміти, що ефективність в загальному визначенні означає відношення корисного ефекту (результату) до витрат на його одержання.

Чисельною оцінкою робіт щодо очищення поверхні зовнішньої ізоляції найчастіше виступає кількість часу (місяців або років) позитивного досвіду експлуатації, під яким розуміється період безаварійної роботи електрообладнання без проведення додаткових профілактичних заходів, підсилення або заміни встановлених ізоляційних конструкцій. На жаль, отримання такого досвіду вимагає багато часу і не завжди поєднується з аналізом характеристик об'єкту і умов виконання робіт, що залишається однією з проблем при впровадженні нових розробок і удосконаленні існуючих технологій проведення профілактичних заходів, спрямованих на відновлення та посилення ізоляційних характеристик зовнішньої поверхні високовольтних ізоляційних конструкцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Позитивні результати експлуатації твердих силіконових покриттів в районах з високим ступенем забруднення атмосфери (СЗА), що були накопичені до середини 90-х років, посилили зацікавленість дослідників до силіконових компаундів холодного отвердіння (за міжнародним позначенням RTV): визначенню їх стійкості до зовнішніх впливів, удосконаленню складу з метою поліпшення експлуатаційних властивостей [2].

Лабораторними дослідженнями і спостереженнями за станом поверхні контрольних ізоляторів, встановлених на території діючих ВРП, з'ясовано, що даний тип покриттів може зберігати гідрофобні властивості поверхні протягом багатьох років. Цю властивість, крім визначеного орієнтування метилових радикалів (-СН₃) основних полімерних молекул в бік зовнішнього середовища, пов'язують з дифузією силіконових молекул низькою молекулярною вагою з об'єму шару покриття до його поверхні [3]. Отримані

результати досліджень і лабораторних випробувань склали основу розробки композиції на основі одно- або двопакувального RTV компаунду для отримання покриття з гідрофобними і гарними електроізоляційними властивостями [4].

Для ефективності застосування гідрофобних покриттів важливим фактором є швидкість його нанесення, що вимагає механізації цього процесу. Для цього найбільш підходять пневматичні розпилувачі [5]. Їх використання дозволяє отримувати покриття товщиною в межах 80-800 мкм, а також мати можливість детермінування його величини в залежності від розподілу напруженості електричного поля уздовж поверхні електроізоляційної конструкції [6].

Основними об'єктами застосування RTV покриттів, як в світі, так і в Україні, стали ВРП, що розташовані в зонах з інтенсивними промисловими забрудненнями [7]. Експлуатація на підстанціях (ПС) у промисловому районі м. Запоріжжя і ВРП 330 кВ «Зуєвської» ТЕС підтвердили, що відносно мала товщина твердого гідрофобного покриття в поєднанні з терміном експлуатації не менш 5 років дає змогу періодично відновлювати вологорозрядні характеристики зовнішньої ізоляції шляхом нанесення «нового» шару покриття поверх «старого».

Останнім часом спостерігається посилення інтересу до застосування скляних ізоляторів з силіконовим покриттям на особливо відповідальних ПЛ як альтернативи полімерних ізоляторів [8]. Перевагами цих ізоляторів є простота зовнішнього контролю (візуально) і збереження механічних характеристик після пошкодження окремих ділянок поверхні після часткових розрядів або перекриття. В Україні роботи в цьому напрямку ведуться співробітниками ЛІК (Львівської ізоляторної компанії), які продовжують розробку новітньої технології покриття ізоляторів силіконом гарячого тужавіння [9].

Постановка завдання. Для організацій і підрозділів, які займаються експлуатацією різного електрообладнання, розташованого в районах, де на його поверхні можливе накопичення забруднюючих речовин, вибір методів профілактичних заходів базується, перш за все, на інформації про позитивний досвід їх застосування в аналогічних умовах. Метою цієї статті є:

- узагальнити інформацію про застосування гідрофобного покриття холодного затвердіння на різних енергооб'єктах України, а саме, тип енергетичних об'єктів, характер забруднення атмосфери в місцях їх розташування, тривалість експлуатації, організації, що виконували роботу;

- звернути увагу на умови проведення робіт по нанесенню покриття та специфіку використання технологічного обладнання;

- поділитись власним досвідом, отриманим під час виконання таких робіт.

Виклад основного матеріалу. В Україні дослідження по застосуванню кремнійорганічних покриттів для підвищення вологорозрядної напруги ізоляторів почалися в Науково-дослідному інституті високих напруг (НДІВН, м. Слов'янськ, Донецька обл.) на початку 90-х років. І вже в 1994 – 95 роках

були проведені перші роботи по нанесенню RTV покриття на зовнішню ізоляцію діючих ПС. Першим масштабним застосуванням такого покриття слід вважати його нанесення на зовнішню ізоляцію 50% електрообладнання ВРП-330 кВ Зуєвської ТЕС у 1998 році. Одночасно з цим на інші 50% працівниками електричного цеху ТЕС було нанесено покриття кремнійорганічною пастою КПД. Після порівняння результатів експлуатації протягом року керівництво станції віддало перевагу RTV покриттю. У 1999 р. шар пасти КПД з накопиченим на його поверхні забрудненням був видалений, а на очищену поверхню ізоляції нанесене силіконове покриття [7].

Наступним важливим кроком стали нанесення і результати експлуатації RTV покриття на високовольтних вводах (підсилена ізоляція за габаритами рівня 220 кВ) закритого розподільчого пристрою (ЗРП) 110 кВ, розташованого біля аглофабрики Єнакіївського металургійного заводу, зоні особливо забрудненої атмосфери. В таких умовах гідрофобізована ізоляція повністю відпрацювала гарантований НДІВН термін експлуатації (5 років). На жаль, відновлення покриття, яке планувалось на 2003 рік, не відбулося через брак фінансування. На сьогодні роботи по нанесенню RTV покриття проведені більш ніж на 50 енергооб'єктах. Відомості про найбільш значущі з них наведені у таблиці 1.

В період з 1998 року по 2003 рік, паралельно з лабораторними дослідженнями і випробуваннями, під час проведення робіт на ВРП проходило відпрацювання технологічного процесу з нанесення покриття на основі кремнійорганічного компаунду ЕКП-102Е. Відбувався розподіл обов'язків та взаємодія між членами бригади, порівнювалась ефективність використання засобів індивідуального захисту. Результатом стала розробка галузевого нормативного документу [10].

Використання твердого силіконового покриття дозволило збільшити термін часу між проведенням планових профілактичних заходів по відновленню поверхневого опору ізоляційних конструкцій при зволоженні їх поверхні, у тому числі опадами з підвищеним вмістом легкорозчинних речовин з гарною електропровідністю. Це підтверджено результатами експлуатації на ВРП Зуєвської ТЕС. Відсутність накопичення шару забруднення привело до «самоочищення» поверхні під дією вітру і опадів, що дозволило без видалення «старого» шару покриття двічі відновлювати ізоляційні властивості поверхні накладанням нового шару покриття поверх існуючого.

У багатьох випадках використання гідрофобного покриття є найкращим рішенням при виникненні біля енергооб'єкту нового джерела забруднення атмосфери, як це сталося у випадку з Курахівською ТЕС після змін у технологічних процесах підприємства ТОВ «Електросталь», розташованого біля межі ВРП 330 кВ. Інакше було б потрібно або встановлювати нове обладнання з підсиленою ізоляцією або регулярно проводити роботи по очищенню поверхні зовнішньої ізоляції. Враховуючи обсяг таких робіт, це було б майже неможливим і дуже витратним.

Таблиця 1. Відомості про застосування RTV покриття в Україні

№ п/п	Об'єкт	Тип ізоляції*	Характер забруднення	Дата нанесення (відновлення)	Організація (виконавець робіт)
1	Зуєвська ТЕС ВРП 330 і 110 кВ	ОС	«Мокрі» викиди від градирень	1998, 1999 (2005, 2006) (2010,2011)	НДІВН
2	ЗРП Єнакіївського металургійного заводу	ОС	Викиди металургійного виробництва	1998	НДІВН
3	ПС 110/35/6 кВ «Зуєвка»	ОС	«Мокрі» викиди від градирень	1999	НДІВН
4	ПС 110/35/6 кВ «Єнакієво»	ОС	Викиди металургійного виробництва	1999	НДІВН
5	ПС 150/6 кВ«Вогентривна-1»	ОС	Викиди промислових виробництв м. Запоріжжя	2000 (2005) (2010)	НДІВН
6	ВРП 330 кВ Трипільської ТЕС	ОС	Викиди димових труб	2001	НДІВН
7	ПС 110/35 кВ «Ілліч-110»	ОС	Викиди металургійного виробництва	2001	НДІВН
8	ПС 150/6 кВ «М-1»	ОС	Викиди промислових виробництв м. Запоріжжя	2002, 2006 (2007), (2012)	НДІВН
9	ПС 150/35/6 кВ «Ф-1»			2002, 2006 (2007), (2012)	НДІВН
10	ПС 150/10 кВ «Алюмінієва»			2003-2007 (2008-2010)	НДІВН
11	ПС 150/10кВ«Електродна»			2008	НДІВН
12	ПС 150/35/6 кВ «Ф-2»			2008	НДІВН
13	Тягова ПС 150/35/6 кВ «Сартана»	ОС	Викиди металургійного виробництва	2006	НДІВН
14	ПС110/35/6кВ«Склопластика» ПС 35кВ«Пролетарій	ОС	Викиди виробництва склопластику м. Лисичанськ	2008	НДІВН
15	ВРП 330 кВ Курахівської ТЕС	ОС Л	Викиди димових труб і виробництва ТОВ «Електросталь»	2009-2011 (2017-2018)	НДІВН (ТОВ «ЛИФТ-РЕМСЕРВИС»)
16	ВРП 330кВ Слов'янської ТЕС	ОС	Викиди димових труб	2010	НДІВН
17	ПС 110/6 кВ «Електросталь»	ОС	Викиди Курахівської ТЕС і виробництва ТОВ «Електросталь»	2012	ТОВ «ПК» Реверс»
18	ПС 35 кВ Євпаторійських РЕМ	**	Сольові забруднення	2013	ТОВ «ПК» Реверс»
19	ПС 110/35/6 «Дашуківка», Черкаси обл.енерго	ОС	Викиди заводу ТОВ «Дашуківські бетоніти»	2013	ТОВ «ПК» Реверс»
20	ВРП 150 кВ ПАО «ЗАПОРОЖКОКС»:	***	Викиди промислових виробництв м. Запоріжжя	2013	ТОВ «ПК» Реверс»
21	ПС 110/35/6 кВ «Здолбунів-ЦШК» Рівне обл.енерго		Викиди цементно-шиферного комбінату	2013	ТОВ «ПК» Реверс»
22	ОАО «Азовсталь»	****	Викиди металургійного виробництва	2014	ТОВ «ПК» Реверс»
23	ОАО «Азовсталь» ПС 110 кВ АРЗ-1	ОС	Викиди металургійного виробництва	2016 (2019)	ТОВ «ЛИФТ-РЕМСЕРВИС»)
24	ОАО «Азовсталь» ПС 110 кВ (АРЗ-2, АРЗ-3, АРЗ-4, АРЗ-5, АРЗ-6, АРЗ-8, АРЗ-10, АРЗ-13, АРЗ-15, ГПП)			2019	ТОВ «ЛИФТ-РЕМСЕРВИС»)

* - ОС (опорно-стрижньова), Л (лінійна); ** - зовнішня полімерна ізоляція вакуумних вимикачів; *** - лінійні ізолятори ЛК 70/220-7; **** - демонтовані лінійні ізолятори ЛК-70/220 ЛК-160/220

RTV покриття відмінно зарекомендувало себе також в районах, де атмосфера забруднюється викидами підприємств металургійної галузі. Найбільш показним у цьому випадку є експлуатація в промисловому районі м. Запоріжжя, де розташовані такі підприємства, як алюмінієвий комбінат, металургійний комбінат «Запоріжсталь», заводи феросплавів, вогнетривких матеріалів, ПрАТ «Запоріжжюкс», ПрАТ «Український графіт». Одному з безпосередніх виконавців робіт (на той час співробітнику НДІВН) у 2002 році на підстанції (ПС) «М-1» на території комбінату «Запоріжсталь» довелось спостерігати «рудий туман» і видиме неозброєним оком випадіння блискучих часток забруднення, вірогідніше всього, графіту.

Слід відмітити, що, як відомо, навіть незначна присутність (кількість) графіту у шарі забруднення на поверхні ізоляції істотно знижує напругу її перекриття. Іншим потенційним джерелом викидів графіту є виробничі потужності ПрАТ «Український графіт», до яких найбільш наближеними є ПС «Електродна» і ПС «Алюмінієва».

Інший окремий тип забруднення становлять речовини, що здатні утворювати на поверхні забруднення цементуючого типу (рис. 1).



Рис. 1. Забруднення на поверхні розрядника демонтованого на ПС 110/35/6 кВ «Здолбунів-ЦШК»

Такі забруднення майже не змиваються під дією атмосферних опадів і тому з часом товщина шару може досягати декількох міліметрів. При опадах цей шар добре зволожується і, відповідно, знижуються поверхневий опір і вологорозрядна напруга. Такі умови експлуатації на ПС 110/35/6 кВ «Дашуківка» і ПС 10/35/6 кВ «Здолбунів-ЦШК» вимагали проведення чистки поверхні не менш одного або двох раз на рік.

Основні положення технологічного процесу нанесення покриття на основі RTV компаундів викладені в [5, 6, 10]. Аналізуючи отриманий досвід практичного їх використання в «польових умовах», до них можна додати деякі рекомендації та пояснення. При приготуванні гідрофобізуючого розчину слід звернути увагу на наступне.

1. Оскільки до складу гірофобізуючого розчину входить органічний розчинник, що може пошкоджувати деякі типи пластикових виробів, при приготуванні розчину найкраще використовувати металеві ємності. З моменту змішування компонентів починаються процеси полімеризації, отже, час використання готового розчину обмежений і готувати його краще об'ємом на 1 заправку розпилювача. Після переливання розчину до баку розпилювача на стінках ємності залишається тонкий шар розчину, який досить швидко затвердіває, тому треба періодично проводити її очищення. Для видалення затверділих залишків за допомогою ножа більш зручно є циліндрична форма. Отже, для приготування гірофобізуючого розчину треба використовувати металеву ємність циліндричної форми об'ємом 1-1,5 дм³ (л).

2. Для вимірювання кількості сипких наповнювачів від 20 см³ (мл) найбільш зручнішим виявилось застосування мірників, перероблених з прозорих пластикових ємностей (20-100 см³) з-під засобів побутової хімії, на стінки якої голкою нанесена (видряпана) мірна шкала. А для об'єму до 20 см³ (мл) – з одноразових шприців.

3. Перемішування компонентів до отримання однорідної суміші досить ефективно виконувати дерев'яною або металевою лопаткою довжиною 25-35 см і шириною робочої частини 1,5-3 см.

4. Оскільки підвищена температура значно прискорює хімічні процеси, то при температурах вище 20⁰С приготувану суміш слід прикривати від прямих сонячних променів.

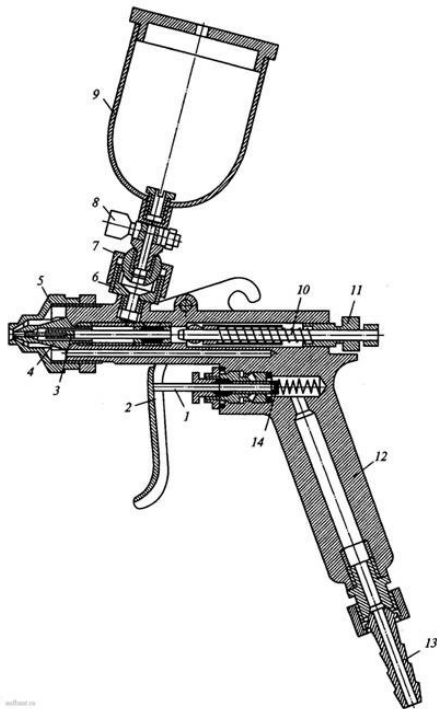
Для нанесення покриття використовуються пневматичні розпилювачі, в яких подача рідини, що розпилюється, здійснюється самопливом або примусово під тиском. Розташування бачка зверху надає можливість використовувати майже 100% залитого до нього гірофобізуючого розчину. Але коли в'язкість розчину перевищує 20 с по віскозиметру ВЗ-4, починає істотно зменшуватись швидкість його подачі до головки розпилювача і, відповідно, продуктивність нанесення.

Характерним представником розпилювачів першого типу є фарборозпилювач ручний пневматичний СО-6Б (рис. 2).

Наявність зверху бачка кришки з отвором для потрапляння повітря при його заповненні дещо обмежує кути нахилу (щоб не сталось перекриття розчином означеного отвору) в правий і лівий боки. Робочий тиск подачі повітря при проведенні гідрофобізації на діючих енергооб'єктах підтримувався на рівні 0,2 МПа (~ 2 атм).

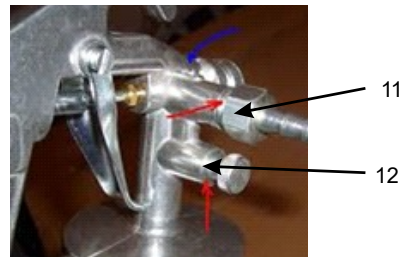
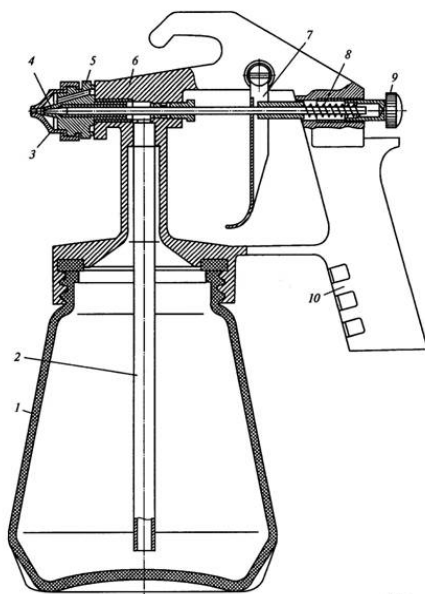
Фарборозпилювач ручний пневматичний СО-19Б відрізняється більш складною конструкцією, яка дозволяє частину стисненого повітря через спеціальне відгалуження спрямовувати у бачок (розташований знизу), створюючи там надлишковий тиск. Примусова подача у поєднанні зі збільшеним тиском дозволяє використовувати гірофобізуючий розчин більшої в'язкості, тобто зменшити в ньому частку розчинника. При розпиленні частки такого розчину на виході з сопла матимуть більші вагу і швидкість

(кінетичну енергію руху, спрямовану в бік поверхні ізоляції), отже, менш наражаються впливу у разі несприятливого напрямку вітру (рис. 3).



- 1 – стрижень; 2 – курок; 3 – голка;
- 4 – сопло; 5 – головка;
- 6 – перехідник; 7 – накидна гайка;
- 8 – регулювальний кран; 9 – бачок;
- 10 – пружина; 11 – регулятор голки;
- 12 – рукоятка;
- 13 – штуцер подачі стисненого повітря;
- 14 – повітряний клапан.

Рис. 2. Фарборозпилювач СО-6Б



- 1 – бачок; 2 – трубка;
- 3 – головка; 4 – голка;
- 5 – сопло; 6 – корпус;
- 7 – курок; 8 – пружина;
- 9 – регулятор голки;
- 10 – рукоятка; 11 – штуцер подачі стисненого повітря;
- 12 – відгалуження подачі повітря у бачок

Рис. 3. Фарборозпилювач СО-19Б.

Робітникам, які працюють з такими розпилювачами, слід мати на увазі, що при одночасному різкому зменшенні тиску подачі повітря і рівні гірофобізуючого розчину вище отвору відгалуження подачі повітря у бачок (при нахилі або перекиданні розпилювача), відбудеться його потрапляння до каналів подачі повітря. Затвердіння розчину RTV компаунду може викликати

закупорку повітряних каналів розпилювача і шлангу подачі повітря, очищення яких потребуватиме значних зусиль і часу.

Під час нанесення RTV покриття у «польових умовах» трапляються випадки, коли потрібно відхилення факелу розпилювання під великим кутом у вертикальному напрямку, наприклад, на внутрішню частину ребер ізоляторів зстроєних колонок роз'єднувача класу 330 кВ (рис. 4). За таких умов використання розпилювача СО-19Б має деяку перевагу, бо при заповненні бачка на третину максимальний кут вертикального відхилення, при якому можливе розпилення, складає приблизно 60° , що трохи більше ніж 50° для розпилювача СО-6Б (рис. 5).



Рис. 4. Нанесення RTV покриття на роз'єднувач ВРП 330 кВ Курахівської ТЕС

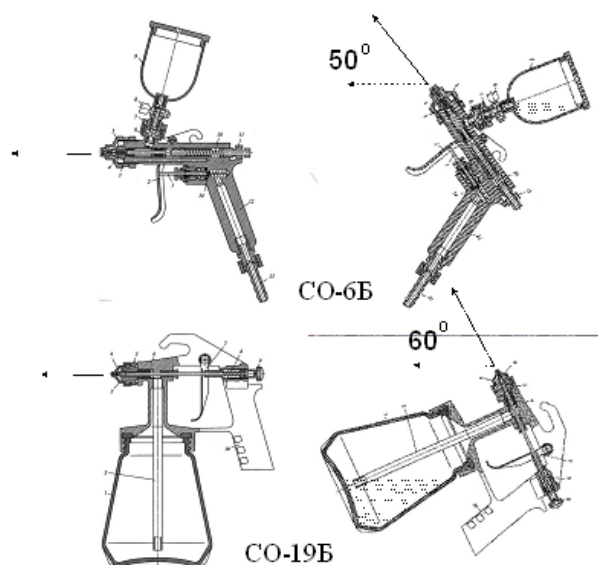


Рис. 5. Кути максимального вертикального нахилу факелу розпилювання при заповненні бачка на третину.

RTV покриття наноситься на суху поверхню, очищену від забруднень. Перед повторним нанесенням рекомендується проводити обдув поверхні стисненим повітрям і протирання ганчір'ям з незначним зусиллям, при цьому допускається наявність незначного залишкового забруднення товщиною шару не більше 50 мкм. Якщо шар забруднення має більшу товщину, то його повинно видалити із застосуванням засобів, передбачених для видалення такого типу забруднення. Зазвичай шар наносимого покриття складає біля 200 мкм, тому «герметизує» означені залишкові забруднення і повністю відновлює ізоляційні властивості поверхні.

При проведенні робіт по нанесенню нового шару після 5 років експлуатації ні в одному випадку не зафіксовано наявності шару забруднення, яке після обдування і протирання ганчір'ям мало би товщину завбільшки 50 мкм.

RTV покриття може наноситись на поверхню фарфорової (рис. 6), скляної (рис. 7а), полімерної (рис. 7б) ізоляцій. Переважна спрямованість застосування на опорній фарфоровій ізоляції обумовлена гідрофільністю її поверхні та, як правило, високою вартістю обладнання, де вона встановлена. Застосування нанесення на лінійну ізоляцію стримується такими факторами:

- труднощі в отриманні дозволу на вимкнення лінії електропередачі;
- наявність поряд обладнання, яке знаходиться під високою напругою, що обмежує використання колінчастих автомобільних підіймачів (рис. 7а);
- значні витрати часу, що необхідні автомобільному підіймачу для займання нової позиції;
- більші технологічні втрати матеріалів, що викликані підсиленням швидкості вітру при збільшенні висоти над поверхнею землі.



а



б

Рис. 6. Нанесення RTV покриття на опорно-стрижньові ізолятори ПС 110/35/6 кВ «Здолбунів-ЦШК» (а), вводи силових трансформаторів ПС АРЗ-1 «Азовсталь» (б).



Рис. 7. Нанесення RTV покриття на скляні ізолятори ВРП-330 кВ Курахівської ТЕС (а), полімерні ізолятори ВРП 150 кВ «Запоріжжкокс»: (б).

Альтернативою може стати нанесення покриття на демонтовані або запасні (у випадку скляних) ізолятори для подальшого встановлення на опори персоналом експлуатуючої організації у зручний для них час (рис. 8).



Рис. 8. Нанесення RTV покриття на поверхню демонтованих ізоляторів ЛК 70/220-7 («Азовсталь», 2013 р.)

Висновки. 1. Ефективність використання RTV покриття підтверджена більш ніж 5-ти річним досвідом експлуатації в районах, де атмосфера забруднюється такими характерними викидами: добре розчинні речовини з гарною електропровідністю (Зуєвська ТЕС), окисли металів від металургійних підприємств (ПС у містах Запоріжжя, Маріуполь, Єнакієво), цементоподібні речовин (ПС «Дашуківка», ПС «Здолбунів-ЦШК»).

2. В процесі нанесення найбільш продуктивним є використання серійних пневматичних розпилювачів з примусовою подачею гірофобізуючого розчину.

3. RTV покриття придатне до нанесення на поверхню фарфорової, скляної і силіконової ізоляції.

4. Можливість відновлення даного типу покриття шляхом нанесення «нового» шару без видалення «старого» (яке відпрацювало гарантований термін) підтверджено досвідом експлуатації на ПС м. Запоріжжя і ВРП Зуєвської та Курахівської ТЕС.

Список використаної літератури:

1. Василець С. В., Василець К. С. Техніка високих напруг: навч. пос. Рівне : НУВГП, 2018. 187 с.
2. Ravi S. Gorur. Investigation of Field Energized RTV Coated Porcelain Insulators. NGK Rev: Overseas Ed. 1995. No. 19. P. 34–37.
3. Ким Е. Д., Пономарев П. Е. Исследование влияния коронного разряда на кремнийорганические покрытия холодного отверждения. URL: <http://surl.li/hngca> (дата звернення: 20.03.2023).
4. Кремнійорганічна електроізоляційна гідрофобна композиція для високовольтних ізоляторів: пат. 75372 Україна: МПК (2012.01), H01B17/02 (2006.01), H01B17/50 (2006.01), H01B 19/00; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
5. Спосіб механізованого нанесення гідрофобного покриття на електроізоляційну конструкцію : пат. 75368 Україна : МПК (2012.01), H01B17/02 (2006.01) ; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
6. Спосіб нанесення рівнотовщинного гідрофобного покриття на електроізоляційну конструкцію : пат. 75367 Україна : МПК (2012.01), H01B17/02 (2006.01), H01B 19/00; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
7. Ким Ен Дар, Пономарев П. Е. Опыт эксплуатации кремнийорганического покрытия холодного отверждения на подстанциях энергосистем Украины. Электрические сети и системы. К., 2006. № 3. С. 32–35.
8. Ким Е. Д., Шеленберг М. В., Трифонов В. З. Перспективы применения стеклянных изоляторов с гидрофобным покрытием. Электроэнергия. Передача и распределение. 2016. URL: <http://surl.li/hngbt> (дата звернення: 20.03.2023).
9. ТОВ «Львівська ізоляторна компанія». Звіт з управління за 2020 рік. URL: <http://surl.li/hngbi> (дата звернення: 20.03.2023).
10. ГНД 34.03.603-2004 Методика посилення підстанційної ізоляції з застосуванням гідрофобного покриття на основі кремнійорганічного полімерного компаунда холодного отвердіння ЕКП 102Е / Об'єднання енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики». Київ. 2004. 12 с.

References:

1. Vasylecj S. V., Vasylecj K. S. Tekhnika vysokyx naprugh: navchalnyj posibnyk [High voltage technology: a study guide]. 2018. Rivne. NUVGhP. (in Ukrainian)
2. Ravi S. Gorur. Investigation of Field Energized RTV Coated Porcelain Insulators. NGK Rev. Overseas Ed. 1995. No. 19. P. 34–37.
3. Kim E. D., Ponomarev P. E. Issledovanie vlijaniya koronnogo razrjada na kremnijorganicheskie pokrytija holodnogo otverzhenija [Investigation of the effect of corona discharge on organosilicon coatings of cold curing]. Available at: <http://surl.li/hngca> (accessed 20 March 2023). (in Russian)
4. Kremnijorghnichna elektroizoljacija ghydrofobna kompozycja dlja vysokovoljnykh izoljatoriv [Organosilicon electrically insulating hydrophobic composition for high-voltage insulators]. Ukrainian patent, no. 75372, 2012.
5. Sposib mekhanizovanogho nanesennja ghydrofobnogho pokryttja na elektroizoljacijnu konstrukciju [The method of mechanized application of a hydrophobic coating on an electrical insulating structure]. Ukrainian patent, no. 75368, 2012.
6. Sposib nanesennja rivnotovshhynnogho ghydrofobnogho pokryttja na elektroizoljacijnu konstrukciju [The method of applying a hydrophobic coating of equal thickness to an electrical insulating structure]. Ukrainian patent, no. 75367, 2012.
7. Kim En Dar, Ponomarev P. E. Opyt jekspluatatsii kremnijorganicheskogo pokrytija holodnogo otverzhenija na podstancijah jenergosistem Ukrainy [Experience in the use of cold-curing organic silicon coating at substations of the energy systems of Ukraine]. Jelektricheskie seti i sistemy. 2006. No. 3. P. 32–35. (in Russian)
8. Kim E. D., Shelenberg M. V., Trifonov V. Z. Perspektivy primenenija stekljannyh izoljatorov s gidrofobnym pokrytiem [Prospects for the application of glass insulators with a hydrophobic coating]. Jelektrjenergija. Peredacha i raspredelenie [Electric power. Transmission and allocation] (electronic journal). 2016. Available at: <http://surl.li/hngbt> (accessed 20 March 2023). (in Russian)
9. TOV «Ljvivs'jka izoljatorna kompanija» (2020) Zvit z upravlinnja za 2020 rik [Management report for 2020]. Available at: <http://surl.li/hngbi> (accessed 20 March 2023). (in Ukrainian)
10. Ob'jednannja energhetychnykh pidpryemstv «Ghaluzevyj rezervno-investycijnyj fond rozvytku energhetyku» (2004) GhND 34.03.603-2004 Metodyka posylennja pidstancijnoji izoljaciji z zastosuvannjam ghydrofobnogho pokryttja na osnovi kremnijorghnichnogho polimernogho kompaunda kholodnogho otverdinnja ЕКР 102Е [The technique of strengthening substation insulation using a hydrophobic coating based on a cold-curing organosilicon polymer compound ЕКР 102Е]. Kyjiv. 12 p. (in Ukrainian)

Стаття надійшла до редакції 11.04.2023 р.

Shevchenko Sergiy Yuriyovich, Doctor of Technical Sciences, Professor; Tel: 0502914451; E-mail: syurik42@gmail.com

Ganus Roman Oleksiyovych, postgraduate student, Tel: 0953344983, E-mail: mrgans.roma@gmail.com
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kyrpychova Str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61002

DISCHARGE VOLTAGE UNDER HUMID CONDITIONS

Abstract. The paper examines the issue of the relevance of the implementation of underground substations in the current conditions of Ukraine. The need for such research was proven, and the direction of research in this broad topic was also established. It is noted that the mechanisms of the insulator overlap during rain and when the surface is contaminated and moistened are similar. It has been proven that under the action of voltage applied to the insulator, a leakage current passes through the moistened layer of pollution, which heats it up. Since impurities are distributed unevenly on the surface of the insulator, and the density of the leakage current is not the same in individual sections of the insulator due to the complex configuration of its surface, the heating of the contamination layer also occurs unevenly. In those areas of the insulator where the current density is the highest, intensive evaporation of water occurs and dried areas with increased resistance are formed. The voltage distribution on the surface of the insulator changes. Almost all the loads affecting the insulation fall on dry areas. As a result, dry areas are covered with The need to create recommendations for the use of insulators in conditions of an underground substation (high humidity and pollution) has been established. The methods of calculating the necessary parameters were considered and norms were established, which need to be updated for the operating conditions caused by underground placement.

Keywords: insulator overlap, leakage current, influence of contamination, air humidity, partial discharges

Шевченко Сергій Юрійович, д.т.н., професор; Тел: 0502914451; Е-mail: syurik42@gmail.com

Ганус Роман Олексійович, аспірант, Тел: 0953344983, Е-mail: mrgans.roma@gmail.com

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, Україна, 61002

ВОЛОГОРОЗРЯДНА НАПРУГА ІЗОЛЯТОРІВ В УМОВАХ ПІДЗЕМНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Анотація. В роботі розглянуто питання актуальності впровадження підземних підстанцій в поточних умовах України. Була доведена необхідність подібних досліджень, а також встановлено напрям дослідження в цій широкій темі. Зазначено, що механізми перекриття ізолятора під час дощу та при забрудненні та зволоженні поверхні схожі. Доведено, що під дією поданої на ізолятор напруги через зволожений шар забруднення проходить струм витоку, який нагріває його. Оскільки забруднення розподіляються по поверхні ізолятора нерівномірно, а щільність струму витоку неоднакова на окремих ділянках ізолятора через складну конфігурацію його поверхні, нагрів шару забруднення також відбувається нерівномірно. У тих ділянках ізолятора, де густина струму найбільша, відбувається інтенсивне випаровування води і утворюються висушені ділянки з підвищеним опором. Змінюється розподіл напруги на поверхні ізолятора. Майже всі навантаження, що впливають на ізоляцію, припадають на висохлі ділянки. В результаті висохлі ділянки покриваються іскровими каналами, які називаються частковими дугами. Опір іскрового каналу менше опору висушеної ділянки поверхні ізолятора, тому струм витоку збільшується. Збільшення струму витоку призводить до подальшого висихання шару забруднення, а отже, до збільшення його опору. Встановлена необхідність створення рекомендацій до використання ізоляторів в умовах підземної підстанції (високої вологості та забрудненості). Розглянуто методи розрахунку необхідних параметрів та встановлено норми, які потребують актуалізації для умов експлуатації, зумовлених підземним розміщенням.

Ключові слова: перекриття ізолятору, струм витоку, вплив забрудненості, вологість повітря, часткові розряди.

Introduction. The energy strategy of Ukraine, although not officially, has undergone some changes. Due to enemy attacks on electric power facilities with long-range weapons, the country took a course to create safe conditions for key electric power facilities. Thus, there was a demand for the design and implementation of underground substations and power transmission lines in the

country. Thus, one of the important theoretical problems is the formation of norms and rules for the arrangement of such electric power facilities, because the conditions underground are significantly different from those on the surface and have several features that need to be paid special attention to.

Summary of the main part. The world already knows similar solutions, for example: an underground high-voltage substation in Singapore, consisting of 4 underground floors where all the main equipment is located, and has 5 above-ground floors where the customer's head office is built, an underground substation in Anaheim, California, USA is located under by Theodore Roosevelt City Park, one of the largest underground substations in the world at 500 kV is located in the center of Shin Toyosu, Tokyo, where the substation consists of 5 floors and only one above ground. However, they were not widely distributed among other countries, since they did not find themselves in such a difficult situation as Ukraine. Among the critics of this approach, low throughput was noted, but we have already considered and described this issue in [1]. Also, the demand of the country itself has already been confirmed by the availability of government orders for project development methodology. This gives us every reason to say that such an approach takes place and, with the correct formulation of the main recommendations for implementation, can surpass standard power transmission lines in terms of basic parameters. Therefore, the relevance of the issue is beyond doubt and confirms the need for development in this direction [2].

Therefore, the main goal of our research is to find optimal solutions for creating underground substations and the most efficient configurations. One of the issues that needs to be investigated is wet-discharge voltage and the overlap of insulators due to contamination.

During operation, the surfaces of the insulators are always contaminated. As a rule, dry contaminants that have a high resistance and do not affect the voltage distribution on the surface of the insulator do not significantly reduce its discharge voltage. The wetting of the pollution layer by drizzling rain or dew leads to a decrease in the resistance of the pollution layer, a change in the voltage distribution on the surface of the insulator and, as a result, to a decrease in its discharge voltage.

The mechanisms of the insulator overlap in the rain and when the surface is contaminated and moistened are similar. Consider the development of a discharge in the case when the surface of the insulator is contaminated and moistened.

Under the action of the voltage applied to the insulator, a leakage current passes through the moistened layer of contamination, which heats it up. Since contamination is unevenly distributed over the surface of the insulator and the leakage current density is not the same in individual sections of the insulator due to the complex configuration of its surface, the heating of the contamination layer also occurs unevenly. In those areas of the insulator where the current density is the highest, intensive evaporation of water occurs and dried areas with increased resistance are formed. The voltage distribution on the surface of the insulator changes. Almost all the stress affecting the insulation is applied to the dried areas.

As a result, the dried areas are covered by spark channels, which are called partial arcs. The resistance of the spark channel is lower than the resistance of the dried section of the insulator surface, so the leakage current increases. An increase in the leakage current leads to further drying of the pollution layer, and therefore to an increase in its resistance.

Intensive drying of the surface of the insulator at the end of the arcs leads to their elongation. Drying of the entire surface leads to a decrease in leakage current, and an increase in the length of partial arcs leads to its growth. If the result is a decrease in the leakage current, then the arcs will extinguish, if the leakage current increases, then the partial arcs will lengthen and cover the entire insulator. Since the parameters of the partial arc and the number of arcs simultaneously existing on the surface of the insulator are random, the overlap is also a random event characterized by a certain probability. The probability of an insulator overlap increases with increasing exposure to voltage, because at the same time the leakage current increases, which contributes to the extension of partial arcs until the insulator is completely overlapped.

From the given picture of the development of the discharge, it follows that the discharge voltages of the insulators will be the higher the lower the leakage current [3-5]:

$$I_y = \frac{U}{R_y} \quad (1)$$

where I_y is the leakage current; R_y – leakage resistance on the surface of the insulator.

If the pollution layer has a thickness with specific volume resistance, then for a smooth cylindrical insulator with a diameter D

$$R_y = \frac{\rho \cdot L_y}{\pi \cdot \Delta \cdot D} \quad (2)$$

where L_y is the length of the leakage path.

From formulas (1) and (2) that:

$$I_y = \frac{U \cdot \pi \cdot \Delta \cdot D}{\rho \cdot L_y} \quad (3)$$

Therefore, the discharge voltage of the insulator will increase with an increase in the length of the leakage path and a decrease in the diameter of the insulator [6-7]:

$$U_{\text{вл.р}} = \frac{I_y \cdot \rho \cdot L_y}{\pi \cdot \Delta \cdot D} \quad (4)$$

Since the processes of drying the surface of the insulator occur relatively slowly, during short-term overvoltages, they do not have time to develop, and the breakdown voltage is higher than during long-term exposure to voltage.

The wet discharge voltage of the insulator depends on the characteristics the layer of pollution, its amount and composition, as well as the intensity and type of wetting. The wide variety of types of pollution encountered in operating conditions does not allow choosing a single "standard" pollution that could be applied to the surface of insulators when determining the wet discharge voltage. The most correct discharge voltage in real conditions of pollution and moisture can be determined from operational experience [8-11].

However, in theoretical calculations, in order to optimize the design of the concept, you can turn to the following method. The wet discharge voltage depends on the length of the path of the leakage current along the surface of the insulator between the electrodes (L_{ur}), as well as on the configuration of the insulator, the characteristics of the rain, and the type of voltage.

The wet discharge voltage of insulators is determined by alternating and pulse voltages. During the test, the insulator must be in a normal working position, rain jets must fall at an angle of 45° to the horizon with an intensity of 3 mm/min, water conductivity must be equal to 10-4 cm/cm. Voltage should be applied to the insulator 5 minutes after the start of moistening.

With a small protrusion of the ribs ($a/l < 0.5$), the wet discharge voltage increases due to the increase in the length of the dry areas under the ribs. In this case, the discharge practically goes along the surface of the ribs.

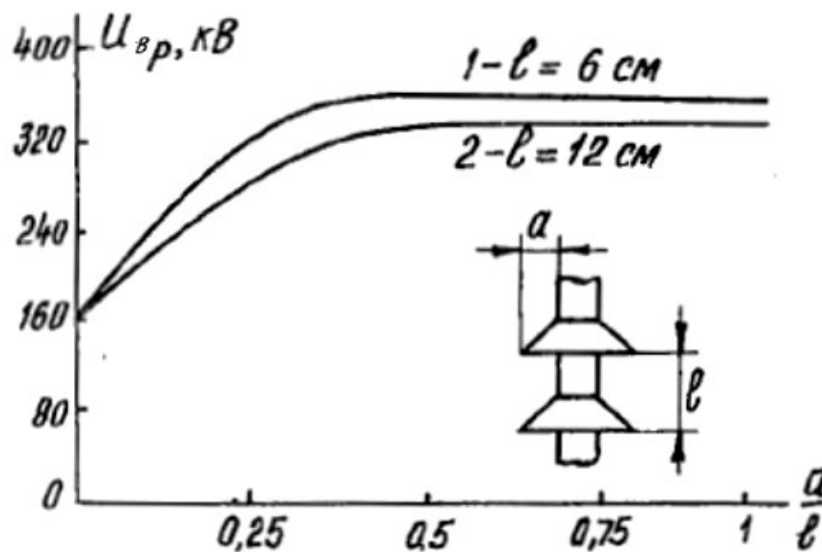


Fig. 1. Dependence of U_{vr} insulator from a/l .

An increase in l (at $a = const$) leads to a decrease. U_{vr} due to the reduction of dry zones under the ribs, so it should be reduced.

Experience shows that under normal conditions the a/l ratio should not exceed 0.5. the a/l ratio to 0.8-1.0 during the operation of the isolator under conditions of contamination.

The angle of inclination of the ribs is taken to be about 15-25°.

When $a > 30 \text{ mm}$, the influence of the angle of inclination on U_{vr} is small. The rib must have a dripper so that water does not wet the lower surface of the rib and does not shrink the dry areas of the insulator surface. At an industrial frequency voltage and a rain rate of 5 mm/min, the minimum value of the wet discharge voltage can be determined by the formula (l_{chr} – in cm)

$$U_{вр} = 2,15l_{chr}, \text{ кВ}$$

Wet-discharge voltages at constant and alternating voltage are practically the same. Atmospheric conditions (pressure and temperature) have little effect on U_{ep} .

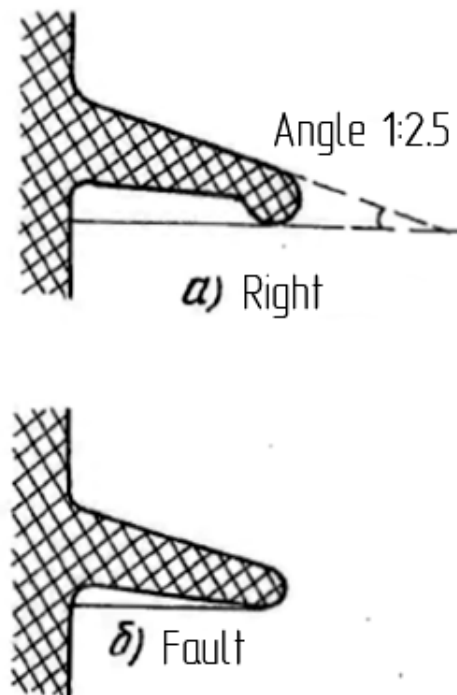


Fig. 2. Rib profile.

Despite the fact that rain does not affect underground power lines, however, general humidity and condensation are present. And here the rule already works that the higher the conductivity of water, which is as an aerosol in the air and on surfaces, the less U_{inp} .

Rain and moisture practically do not affect the impulse discharge voltage along the surface of the dielectric. The average moisture discharge voltage at $f = 50 \text{ Hz}$ is 2.1-2.4 sq/cm.

The main calculation parameter when choosing insulation for polluted areas is the specific length of the leakage path (l_{vit}), which is equal to the ratio of the total length of the leakage path L_{ut} to the largest operating linear voltage $U_{rob.l}$.

Depending on the insulator configuration, the discharge may partially travel through the air, which indicates the incomplete use of the length of the leakage

path. For this purpose, the concept of the specific effective length of the leakage path is introduced [12]:

$$\lambda_{\text{пит}} = \frac{l_{\text{пит}}}{k} = \frac{L_{\text{вит}}}{U_{\text{роб.л}} \cdot k}, \text{ см/кВ}$$

where k is a coefficient that takes into account the efficiency of using the length of the insulator leakage path.

For insulators with $L_{\text{ут}}/D \leq 1.4$ (D is the diameter of the insulator) $k = 1.0-1.3$ or can be calculated by the formula [13].

$$k = 1 + 0,5 \cdot \left[\left(\frac{L_{\text{вит}}}{D} \right) - 1 \right]$$

Depending on the characteristics of the area and the danger of pollution sources, seven levels of atmospheric pollution are established, for each of which $\lambda_{\text{пит.эф}}$ is recommended when choosing insulation of 6-750 kV on metal and reinforced concrete supports.

For external insulation of electrical equipment, there are three categories of insulators according to the length of the leakage path: А – normal execution for insulators operating in conditions of low pollution; Б, В - reinforced and especially reinforced version for insulators working in conditions of severe and particularly severe pollution.

The length of the leakage path in insulators of category Б is 1.5 times, and in insulators of category В is 2.0 times greater than that of insulators of type А.

Therefore, when choosing the strength of the insulator, it is necessary to start from category В. However, this statement must be confirmed by calculating the effective specific leakage length.

Conclusions. The work analyzed the methods of calculating the effective length of the specific leakage path for insulators, it was established that the need to study project methods for underground substations and features of the influence of operating conditions in them (taking into account the influence of humidity and pollution). The process of forming the formation of the leakage current and the formulas for describing its parameters are presented. The dependencies and influence of the shape of the insulator on resistance to leakage currents are considered.

References:

1. Shevchenko S., Ganus R., Danylchenko D. Potryvai A. Calculation method for phase arrangement for underground overhead power line. Technical Scientific Conference of Undergraduate, Master and PhD Students Technical University of Moldova.
2. Haibo L., Yuming Z., Guowei L., Shiyong J., Zhengjia Z. Energy efficiency comparison of AC and DC distribution systems in commercial buildings based on time series simulation. J. Electrotech. 2020. 35. pp. 4194–4206.

3. Liao J., Zhou N., Wang Q., Li C., Yang J. Definition and correlation analysis of power quality indicators of DC distribution network. *Chin. J. Electr. Eng.* 2018. 38. pp. 6847–6860.
4. Jung J. H., Kim H. S., Ryu M. H., Baek J. W. Design methodology of bidirectional CLLC resonant converter for high-frequency isolation of DC distribution systems. *IEEE Trans. Power Electron.* 2013. 28. pp. 1741–1755.
5. Gollee R., Gerlach D. An FEM-Based Method for Analysis of the Dynamic Behavior of AC Contactors. *IEEE Trans. Mag.* 2000. 36. pp. 1337–1340.
6. Minfu L., Jinqiang H., Guowei G., Shanjun W., Xiongying D. Development and research status of hybrid circuit breaker at home and abroad. *High Volt. Eng.* 2016. 42. pp. 1688–1694.
7. Shimin X., Chaochao C., Yi J., Jian S., Tao W., Jiali H., Ying W. A Summary of Research on DC Distribution System Protection Technology. *Proc. Chin. Soc. Electr. Eng.* 2017. 37. pp. 966–978.
8. Luhui L., Zhihao Y., Lijun F., Youxing X., Nan W. Research & Development Status and Prospects of Fast DC Circuit Breakers. *Proc. Chin. Soc. Electr. Eng.* 2017. 37. pp. 966–978.
9. Junjia H., Zhao Y., Wenting Z., Shai F., Xinlin Y., Huan P. Summary of technology development of DC Breaker Technology. *South Power Syst. Technol.* 2015. 9. pp. 9–15.
10. Xiaoguang W., Bingjian Y., Guangfu T. Technology Development and Engineering Practice of High Pressure DC Breaker Technology. *Power Syst. Technol.* 2017. 41. pp. 1319–1323.
11. Shede P., Mane S. Leakage current sensing techniques. In *Proceedings of the 2017 Third International Conference on Sensing, Signal Processing and Security (ICSSS), Chennai, India, 4–5 May 2017.* pp. 181–185.
12. Kudo T., Kuribara S., Takahashi Y. Wide-range ac/dc earth leakage current sensor using fluxgate with self-excitation system. In *Proceedings of the SENSORS, 2011 IEEE, Limerick, Ireland, 28–31 October 2011.* pp. 512–515.
13. Xiao J., Wang P., Setyawan L. Hierarchical Control of Hybrid Energy Storage System in DC Microgrids. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2015. 62. pp. 4915–4924.

Список використаних джерел:

1. Shevchenko S., Ganus R., Danylchenko D., Potryvai A. Calculation method for phase arrangement for underground overhead power line. *Technical Scientific Conference of Undergraduate, Master and PhD Students Technical University of Moldova.*
2. Haibo L., Yuming Z., Guowei L., Shiyong J., Zhengjia Z. Energy efficiency comparison of AC and DC distribution systems in commercial buildings based on time series simulation. *J. Electrotech.* 2020. 35. P. 4194–4206.
3. Liao J., Zhou N., Wang Q., Li C., Yang J. Definition and correlation analysis of power quality indicators of DC distribution network. *Chin. J. Electr. Eng.* 2018. 38. P. 6847–6860.
4. Jung J. H., Kim H. S., Ryu M. H., Baek J. W. Design methodology of bidirectional CLLC resonant converter for high-frequency isolation of DC distribution systems. *IEEE Trans. Power Electron.* 2013. 28. P. 1741–1755.
5. Gollee R., Gerlach D. An FEM-Based Method for Analysis of the Dynamic Behavior of AC Contactors. *IEEE Trans. Mag.* 2000. 36. P. 1337–1340.
6. Minfu L., Jinqiang H., Guowei G., Shanjun W., Xiongying D. Development and research status of hybrid circuit breaker at home and abroad. *High Volt. Eng.* 2016. 42. P. 1688–1694.
7. Shimin X., Chaochao C., Yi J., Jian S., Tao W., Jiali H., Ying W. A Summary of Research on DC Distribution System Protection Technology. *Proc. Chin. Soc. Electr. Eng.* 2017. 37. P. 966–978.
8. Luhui L., Zhihao Y., Lijun F., Youxing X., Nan W. Research & Development Status and Prospects of Fast DC Circuit Breakers. *Proc. Chin. Soc. Electr. Eng.* 2017. 37. P. 966–978.
9. Junjia H., Zhao Y., Wenting Z., Shai F., Xinlin Y., Huan P. Summary of technology development of DC Breaker Technology. *South Power Syst. Technol.* 2015. 9. P. 9–15.
10. Xiaoguang W., Bingjian Y., Guangfu T. Technology Development and Engineering Practice of High Pressure DC Breaker Technology. *Power Syst. Technol.* 2017. 41. P. 1319–1323.
11. Shede P., Mane S. Leakage current sensing techniques. In *Proceedings of the 2017 Third International Conference on Sensing, Signal Processing and Security (ICSSS), Chennai, India, 4–5 May 2017.* P. 181–185.
12. Kudo T., Kuribara S., Takahashi Y. Wide-range ac/dc earth leakage current sensor using fluxgate with self-excitation system. In *Proceedings of the SENSORS, 2011 IEEE, Limerick, Ireland, 28–31 October 2011.* P. 512–515.
13. Xiao J., Wang P., Setyawan L. Hierarchical Control of Hybrid Energy Storage System in DC Microgrids. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2015. 62. P. 4915–4924.

Стаття надійшла до редакції 27.02.2023 р.

Мищенко Володимир Акимович, доктор економічних наук, професор, професор кафедри обліку і фінансів; тел.+38(050) 534-68-38; E-mail:vladmish30@gmail.com.

Дараган Антон Володимирович, аспірант PhD, tel. +38 (099)1005008; E-mail:anton.daragan0710@gmail.com;

Другова Олена Сергіївна, кандидат економічних наук, доцент кафедри обліку і фінансів; тел. +38 (066)481-16-99; E-mail: drugova.elena.sergeevna@gmail.com.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, Україна, 61002

ОЦІНЮВАННЯ І КОНТРОЛІНГОВЕ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Анотація. В статті розглянуто особливості четвертої промислової революції (G4). Зазначено, що складовою цієї революції є Індустрія 4.0 з безліч технологій для створення єдиного простору обміну інформацією і віртуальної візуалізації процесів і об'єктів. Вона також передбачає формування і впровадження роботизованих систем та інтернет-технологій у форматі «розумних» підприємств. Зазначено, що має місце не зовсім правильне розуміння самої суті цифрової економіки, яке значно перешкоджає успішному проведенню цифрової трансформації. Цифрова трансформація (діджиталізація) представлена як процес переходу до такого цифрового бізнесу, який використовує цифрові технології для зміни бізнес-процесів в компанії та надання нових можливостей в напрямку отримання додаткового доходу й перспектив її подальшого розвитку. Наведено порівняльний аналіз окремих підходів до побудови моделей щодо виявлення найбільш загальних та пріоритетних напрямків оцінки цифрової зрілості підприємства. Запропоновано концептуальну схему управління цифровою зрілістю підприємства. Відмічено, що стратегія слугує основою всієї цифрової трансформації і саме вона визначає фокус перетворень та цільовий рівень цифрової зрілості підприємства, а також дає можливість оцінити ресурсні, трудові й фінансові витрати в часі і в просторі. Інструментами деталізації та реалізації стратегії є бізнес-модель, дорожня карта та відповідний їй портфель проєктів, збалансований з позицій реалізації технологічних та нетехнологічних інновацій, спрямованих на перманентне зростання цифрової зрілості підприємства. Актуалізація бізнес-моделі є однією з найважливіших складових зростання цифрової зрілості підприємства, яка здійснюється у напрямку розширення коопераційних взаємодій, застосування багатосторонніх платформ та створення екосистеми бізнесу. Надано рекомендації щодо проведення цифрової трансформації підприємства та підвищення його цифрової зрілості та обґрунтовано етапи цієї роботи.

Ключові слова: стратегія, Індустрія 4.0, «розумні» підприємства, діджиталізація, цифрова зрілість, екосистеми бізнесу, підприємство.

Mishchenko Volodymyr Akymovych, Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Accounting and Finance; phone +38(050) 534-68-38; E-mail: vladmish30@gmail.com.

Daragan Anton Volodymyrovych, PhD student, tel. +38 (099) 1005008; E-mail: anton.daragan0710@gmail.com;

Drugova Olena Serhiivna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Accounting and Finance; tel. +38 (066)481-16-99; E-mail: drugova.elena.sergeevna@gmail.com.

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kyrpychova Str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61002

EVALUATION AND CONTROL MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF DIGITALIZATION AT THE ENTERPRISE

Abstract. The article examines the features of the fourth industrial revolution (G4). It is noted that the component of this revolution is Industry 4.0 with many technologies to create a single space for information exchange and virtual visualization of processes and objects. It also provides for the formation and implementation of robotic systems and Internet technologies in the format of "smart" enterprises. It is noted that there is an incorrect understanding of the very essence of the digital economy, which significantly hinders the successful implementation of digital transformation. Digital transformation (digitalization) is presented as a process of transition to such a digital business that uses digital technologies to change business processes in the company and provide new opportunities in the direction of obtaining additional income and prospects for its further development. A comparative analysis of individual approaches to the construction of models to identify the most general and priority directions for assessing the digital maturity of an enterprise is given. A conceptual scheme for managing the digital maturity of an enterprise is proposed. It is noted that the strategy serves as the basis of the entire digital transformation and it determines the focus of transformations and the target level of digital maturity of the enterprise. and also makes it possible to estimate resource, labor and financial costs in time and space. The tools for detailing and implementing

the strategy are a business model, a road map and a corresponding portfolio of projects, balanced from the standpoint of the implementation of technological and non-technological innovations aimed at the permanent growth of the digital maturity of the enterprise. Updating the business model is one of the most important components of the growth of the digital maturity of the enterprise, which is carried out in the direction of expanding cooperative interactions, using multilateral platforms and creating a business ecosystem. Recommendations on digital transformation of the enterprise and increasing its digital maturity are given, and the stages of this work are substantiated.

Keywords: *strategy, Industry 4.0, "smart" enterprises, digitization, digital maturity, business ecosystems, enterprise.*

Вступ. Особливістю четвертої промислової революції (G4) є поява нових явищ і процесів, а саме, цифровізації та цифрової економіки, що знаходить відображення у зміні промисловості й підготовки кадрів. Складовою цієї революції є Індустрія 4.0 з безліччю технологій для створення єдиного простору обміну інформацією і віртуальної візуалізації процесів і об'єктів. Вона також передбачає формування і впровадження роботизованих систем та інтернет-технологій у форматі «розумних» підприємств. Цифрова економіка набирає оберти і приймає ознаку загально-світового тренду з органічним включенням практично всіх особливостей сучасного економічного розвитку, що розкриваються різними гранями через формат інформаційної, інноваційної, мережевої та економіки знань. Без сумніву, бурхливий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, як однієї з компонент Індустрії 3, став ключовим фактором формування цифрової економіки. Можна сказати, що це необхідна, але недостатня умова.

Викладення основного матеріалу. Проблеми розвитку Індустрії 4.0 та цифрової економіки розглядаються у наукових працях таких вітчизняних науковців як: О. Амоша, Н. Брюховецька, І. Булеев, В. Вишневський, О. Вієцька, О. Гаркушенко, С. Князев, О. Лях, В. Чекіна, Д. Череватський. Серед зарубіжних дослідників такими питаннями займаються Е. Брінгольфсон, Е. Макафі, С. Грінгард, Д. Ріфкін, Д. Роджерс, Ч. Хенді, К. Шваб, Я. Сміт, С. Крейцер, К. Меллер, М. Карлберг. В нинішній період стандарти Індустрії 4.0 уже активно впроваджуються в основному на підприємствах європейського реального сектору. Відносно України можна сказати, що відставання в цій сфері збільшується. Не відчувається широке впровадження принципів Індустрії 4.0 і цифровізації на національних підприємствах.

В науковій праці Брюховецької Н.Ю.: висвітлено особливості розвитку Індустрії 4.0 в зарубіжних країнах: 1) орієнтація на цифрову економіку, нові ринки і технології; 2) значна увага і підтримка з боку держави. Проаналізовано ступінь готовності вітчизняних промислових підприємств до реалізації сучасних цифрових виробничих технологій, що характеризують четверту промислову революцію. Відмічається відсутність в Україні діючих промислових та інноваційних стратегій, конкретних програм, дорожніх карт, джерел фінансування впровадження принципів Індустрії 4.0. Акцентується на те, що держава має впливати на розвиток цифровізації промислових підприємств у сфері інновацій, науково-технологічного розвитку, освіти та науки. Для цього необхідно створити коаліцію підприємств із центральними

органами виконавчої влади, регіональними та органами місцевого самоврядування.

В наукових джерелах і практичних колах цієї галузі більша частина фахівців стверджують, що має місце не зовсім правильне розуміння самої суті цифрової економіки, яке значно перешкоджає успішному проведенню цифрової трансформації. В наукових джерелах розкривається сутність цифрової трансформації наступним чином:

1) Цифрова трансформація - це дещо набагато більше, ніж просто розуміння і впровадження нових технологій. Вона стимулює хвилю інновацій у бізнес-моделях, продуктах, послугах та внутрішніх бізнес-процесах, які можуть загрожувати виживанню організації. Наряду з використанням нових технологій потрібні також: 1) нові способи мислення та ведення бізнесу; 2) нові ролі та навички; 3) нові організаційні структури та операційні моделі; 4) адаптація до набагато швидших темпів змін [1];

2) цифрові трансформації полягають не тільки у вигоді від застосування нових технологій а й вимагають від лідерів бізнесу використання іншого способу об'єднання процесів та людей з новими технологічними інструментами, а також відкритості для переосмислення традиційних бізнес-моделей та цифрового мислення компанії з погляду на те, як здійснюється процес залучення своїх клієнтів, яким чином розширюються можливості своїх співробітників та оптимізується своя діяльність, щоб винайти продукти та бізнес-моделі [2];

3) цифрова трансформація - це не тільки просто застосування технології наступного покоління до існуючих процесів. Це, перш за все, бізнес-стратегія, в якій технології забезпечують інновації та креативність, на основі чого компанії отримують новий і найкращий досвід для клієнтів [3];

4) цифрова трансформація бізнесу - це організаційні зміни за рахунок використання цифрових технологій та бізнес-моделей для підвищення продуктивності [4];

5) мета трансформації полягає в тому, щоб створити постійно розвиваючу гнучку компанію, готову безперервно адаптуватися до мінливих умов за рахунок відповідних технологій, організаційного навчання та процесів прийняття рішень із застосуванням даних високої якості у більш короткий термін [5].

З урахуванням наведених визначень у межах теми дослідження можна представити *цифрову трансформацію (діджиталізацію) як процес переходу до такого цифрового бізнесу, який використовує цифрові технології для зміни бізнес-процесів в компанії та надання нових можливостей в напрямку отримання додаткового доходу й перспектив її подальшого розвитку.*

Для підприємства здійснення цифрової трансформації в нинішніх умовах стосується різнопланових стратегій і рівня розвитку кожного підприємства. Тому, як стверджують науковці, за основу формування рекомендацій щодо проведення цифрової трансформації підприємства та

зростання його цифрової зрілості необхідно й доцільно в пілотному варіанті застосувати загальний методологічний підхід, який включає наступні етапи з конкретними питаннями[4]: 1) для чого трансформувати (Why transform?); 2) що трансформувати (What to transform?); 3) яким чином трансформувати (How to transform?).

Для чого трансформувати? Через наукові джерела можна знайти відповідь на це питання з приведенням багатьох прикладів практичного й прогнозного характеру. Цифри вражають. Так, за оцінками MacKinsey [6], реальними перспективами галузевого розвитку в цифровій економіці являються: 1) підвищення продуктивності праці за рахунок автоматизації робіт на 45–55 %; 2) зменшення простоїв обладнання на 30–50 %; 3) зниження витрат на технічне обслуговування на 10–40 %; 4) скорочення часу виходу на ринок на 20–50 %. Згідно з проведеним компанією Cisco аналізом, вплив цифровізації буде в 10 разів перевищувати вплив Інтернету [4]. Міжнародна цифрова корпорація (International Data Corporation, IDC) оцінює економічну цінність цифрової трансформації в 20 трлн. долл., або більше 20 % валового внутрішнього продукту [3]. За результатами аналізу більше 400 крупних компаній з різних галузей, проведеного спільно компаніями Capgemini Consulting і MIT Sloan Management [7], підприємства, активно використовуючі цифрові технології та нові методи управління (цифрові лідери — *Digital Leaders*), в середньому на 26 % прибутковіші своїх конкурентів. Більш консервативні компанії (*Digital Conservatives*), які покращують тільки менеджмент, одержують плюс 9 % до прибутку. Організації, які багато інвестують в цифрові технології, але при цьому приділяють мало уваги управлінню (*Digital Laggards*), не спроможні одержувати синергетичний ефект і створювати значну додаткову цінність на основі цифрових додатків. Вони мають фінансові показники на 11 % нижче. І, наостанок, компанії, недостатньо використовуючі як потенціал цифрових технологій, так і потенціал управління (*Digital Beginners*), мають прибуток менше в середньому на 24 %. Не менш «мотивуючими» можуть виявитися і ризики для підприємств, не ініціюючих своєчасно зростання своєї цифрової зрілості. Поява так названих «цифрових руйнівників» (*Digital Disruptors*) [4] і «цифрових вампірів» докорінно змінила правила гри у різних галузях і призвела до втрати конкурентоспроможності багатьох компаній. Тим не менш, дослідження Cisco [4] показало, що багато фірм, як і раніше, недооцінюють небезпеку руйнування цифрових технологій і, в результаті, можуть бути недостатньо підготовлені до негативних наслідків, які вже випали на частку багатьох компаній у сфері технологій, медіа, розваг, роздрібної торгівлі, торгівлі та інших секторах. Значною мірою це пояснюється нерівномірністю цифрового розвитку галузей і підприємств. За результатами дослідження діяльності компаній у різних галузях економіки фахівцями компанії Cisco було сформульовано концепцію «цифрового вихору» («*Digital Vortex*»). Цифровий вихор є неминучим рухом галузей

промисловості до «цифрового центру», в якому бізнес-моделі, пропозиції та ланцюжки створення вартості (нагадаємо, що в зарубіжних компаніях вартість оцінюється за міжнародними стандартами фінансової звітності, тому нам необхідно, перш за все, перейти до оцінювання діяльності підприємств на базі вартісних показників) максимально цифровізовані. Цифрова революція в таких областях, як продаж музики, відеопрокат, бронювання подорожей та газети, призвела до того, що за 10 років 44% учасників ринку почали використовувати цифрові бізнес-моделі замість фізичних. Опитані керівники вважають, що в середньому приблизно чотири з десяти провідних галузевих підприємств будуть знищені в ході цифрової революції в найближчі п'ять років. Число витіснених компаній коливається від 4,3 з 10 у сфері телекомунікацій до 2,5 у нафтогазовій галузі [8]. Крім того, в рамках будь-якої галузі існують підприємства з різним рівнем цифрової зрілості. Тому розуміння необхідності цифрових перетворень є першим кроком на шляху зростання цифрової зрілості підприємства.

Що трансформувати? Серед багатьох можливих відповідей науковці виділяють, перш за все, оцінку цифрової зрілості підприємства. В даний час розроблено чимало моделей такої оцінки. Для виявлення найбільш загальних та пріоритетних напрямків оцінки доцільно здійснити порівняльний аналіз окремих підходів.

1. **Центр цифрового бізнесу МІТ** (MIT Center for Digital Business) та консалтингова компанія (Capgemini Consulting) протягом кількох років проводили дослідження в галузі цифрової трансформації для бізнесу [7, 8]. В цьому дослідженні були задіяні понад 400 великих компаній із різних галузей. За результатами такого аналізу було виділено три ключові області цифрових перетворень: 1) клієнтський досвід (Transforming Customer Experience); 2) операційні процеси (Transforming Operational Processes); 3) бізнес-моделі (Transforming Business Models) [8]. У межах кожної з виділених областей було визначено по три взаємодоповнюючі елементи, і таким чином дев'ять елементів склали набір будівельних блоків для цифрового перетворення. Слід відмітити, що ні одна з компаній повністю не перетворює одночасно всі дев'ять елементів. Компанії просуваються різними темпами у напрямку цифрової трансформації досягаючи різних рівнів успіху. Найкращі компанії (Digitati) поєднують цифрові технології з сильним лідерством, орієнтованим на докорінне перетворення бізнесу. Таке лідерство стає необхідним для розробки чіткої стратегії цифрової трансформації, визначального фокусу та послідовності перетворень.

2. **Модель цифрової зрілості** (Digital Maturity Model) компанії 1)споживачі(Customer); 2)стратегія(Strategy); 3)технології (Technology); 4)виробництво (Operations); 5) структура та культура (Organisation & culture). Ці п'ять основних вимірів розділені на 28 субвимірювань, які, в свою чергу, розбиті на 179 показників для оцінювання цифрової зрілості. В якості фокуса перетворень вибрана стратегія бізнесу (Business Strategy). Через послідовні

кроки конкретизації стратегії формується бізнес-модель (Business Model) та операційна модель (Operating Model), які й визначають необхідний цифровий рівень зрілості за виділеними вимірами.

3. **Індекс цифрової трансформації** (Digital Transformation Index) аналітичного агентства Arthur D. Little має більшу кількість укрупнених напрямів оцінки [10]: а) стратегія та керівництво (Strategy & Governance); б) продукти та сервіси (Products & Services); в) управління клієнтами (Customer Management); г) операції та ланцюжки поставок (Operations & Supply Chain); д) корпоративні сервіси та контроль (Corporate Services & Control); е) інформаційні технології (Information Technology); ж) робоче місце та культура (Workplace & Culture). Для кожної компанії результати оцінки подаються у вигляді радара, на якому з урахуванням галузевої специфіки також відзначаються рівень «віртуальних зірок» (Virtual Star) та середньогалузевий рівень (Average). Така порівняльна оцінна база, сформована за результатами досліджень, є суттєвою перевагою моделі, оскільки дозволяє підприємству позиціонувати себе на галузевих ринках.

4. **Модель оцінки цифрових здібностей** (Digital Business Aptitude - DBA) компанії KPMG [1] об'єднує 5 областей оцінки: 1) бачення та стратегія (Vision & Strategy); 2) цифрові таланти (Digital Talent); 3) ключові цифрові процеси (Digital First Processes); 4) гнучкій сектор має свій колір. Особливістю та перевагою даної моделі є діагностичний інструмент самооцінки. На радарі по кожному напрямку оцінки виділяється 2 рівні: 1) для даного підприємства; 2) середній по всіх підприємствах, які пройшли самооцінку. Таким чином формується база для порівняльної оцінки, яка дуже важлива для прийняття рішень у галузі вибору стратегії та пріоритетних напрямів цифрової трансформації.

5. **Цифрове піаніно** (Digitization Piano), розроблене створеним за ініціативою компаній IMD та Cisco Глобальним центром трансформації цифрового бізнесу (Global Center for Digital Business Transformation) [4]. Аналогічно 7 нотам, виділяються 7 трансформаційних категорій (Transformation Category), що включають найважливіші елементи ланцюжка створення вартості організації: 1) бізнес-модель (Business Model); 2) організаційна структура (Structure); 3) співробітники (People); 4) процеси (Processes); 5) ІТ-можливості (IT Capability); 6) пропозиції (Offerings); 7) модель взаємодії (Engagement Model). Для кожної з них розроблено список управлінських питань, відповіді на які можуть допомогти скласти план перетворень. Особливістю даної моделі є можливість визначення розриву між поточним та необхідним рівнями в кожному напрямку. При цьому, для отримання ефекту рекомендується одночасне перетворення кількох елементів та технологій – створення музичних акордів. Фокус змін також визначається бізнес-стратегією, однак оскільки існують тисячі потенційних комбінацій (варіантів розвитку), гарантувати успіх неможливо. Згідно

Gartner, тільки 30% зусиль з трансформації цифрового бізнесу сьогодні є успішними.

6. **Компанія Ionology** виділяє 5 блоків змін цифрового перетворення: 1) стратегія та культура (Strategy & Culture); 2) персонал та клієнти (Staff & Customer); 3) процеси та інновації (Process & Analytics) [9]. Основою для формування траєкторії цифрової трансформації є стратегія.

7. **Індекс зрілості промисловості 4.0 Acatech** [5] розроблено на основі досліджень, виконаних Національною академією наук та техніки Німеччини. Виділяються чотири ключові сфери цифрової трансформації: 1) ресурси; 2) інформаційні системи; 3) культура; 4) організаційна структура. Методика оцінки є дещо більш складною, ніж описані вище. Індекс формується одночасно в кількох областях. Виділені напрямки оцінюються відповідно до етапів розвитку Індустрії 4.0: 1) інформатизація; 2) зв'язаність; 3) наочність; 4) прозорість; 5) передбачуваність; 6) самокорекція. Крім того, в розрізі п'яти функціональних областей: 1) розвиток; 2) виробництво; 3) логістика; 4) обслуговування; 5) маркетинг та продажі) аналізуються корпоративні процеси.

Особлива увага приділяється перетворенню організаційної структури та культури. Основна мета перетворень - створення гнучкої компанії, що постійно розвивається.

Окремі консалтингові компанії виділяють 6 ключових напрямів стратегічних перетворень у процесі цифрової трансформації [4]:

1) клієнтоцентричність – цифровий клієнтський сервіс, омніканальність, цифровий маркетинг та комунікації; 2) колаборації - подання бізнесу як екосистеми, створення та розвиток платформи для взаємодії з партнерами; 3) дані - широке застосування аналітичних інструментів, використання даних для адаптації продуктів та сервісів, поведінковий маркетинг; 4) інновації - інноваційна культура всередині компанії, побудова системи безперервних поліпшень та розвитку; 5) цінність - визначення та побудова системи управління ціннісними пропозиціями;

б) персонал - нові підходи до залучення та розвитку співробітників на На основі проведеного аналізу наукових джерел та практики можна виділити п'ять укрупнених напрямів оцінки цифрової зрілості підприємств: 1) стратегія та бізнес-модель; 2) споживачі; 3) організаційна культура та персонал; 4) операційні процеси; 5) інформаційні технології. Одночасно є доцільним також зробити низку істотних висновків щодо оцінки та управління цифровою зрілістю підприємства:

1) Оцінка здійснюється або на основі розгорнутої системи критеріїв, або за результатами відповідей на сукупність згрупованих занапрямками питань;

2) часто оцінка формується у двох форматах: 1) як сума балів 2) як виділення оцінних рівнів. Наприклад, при визначенні індексу цифрової трансформації виділяють такі рівні цифрової зрілості [11]:

- а) цифрова поінформованість (оцінка нижче 2,5 балів);
- б) цифрова адаптація (від 2,5 до 5,0 балів);
- в) цифрова орієнтація (від 5,0 до 7,5 балів);
- г) цифровий центр (понад 7,5 балів).

3) можуть використовуватися різні методи оцінки, що взаємодоповнюють один одного:

- 1) самооцінка;
- 2) порівняльна оцінка;
- 3) експертне оцінювання (переважно спеціалістами консалтингових компаній);
- 4) кругова діаграма типу «Радар» як найбільш поширена форма подання результатів.

Цільовий рівень цифрової зрілості визначається стратегією підприємства, при розробці якої необхідно враховувати як поточний рівень цифрової зрілості підприємства, так і результати цифрової трансформації інших компаній (у рамках однієї галузі та за її межами), а також комплекс зовнішніх факторів (розвиток та розповсюдження інформаційних технологій, зміна споживчих цінностей та ін).

Сьогоднішні зміни екологічних, бізнесових та технологічних умов обумовлюють необхідність вдосконалювати і традиційні підходи до цифрової економіки функція контролю й моніторингу може й буде відрізнитися, але залишається функція формування необхідної інформації різним рівням менеджменту компанії для прийняття різнопланових швидких управлінських рішень. В цьому плані менеджери компаній будуть отримувати від контролерів на основі оцифрованої економіки інформацію швидше, високо агреговану, більш сценарну й наглядно представлену з використанням графічних інструментів. Таким чином діяльність контролерів впливає і буде впливати на бізнес і результати компанії в цілому. Дослідження уже показали, що, підприємства через використання цифрової економіки підвищують рівень продуктивності праці й ефективності виробництва, завдяки чому вони можуть поступово вийти на ринок світової цифрової економіки, в результаті чого їхній бізнес буде працювати більш ефективно й масштабно. Орієнтоване на майбутнє мислення стає необхідною умовою для підвищення конкурентоспроможності й перманентного вдосконалення виробничого процесу й підвищення якості менеджменту компанії.

Яким чином трансформувати? Завдання стосується проблем, методів та інструментів трансформації. Управління цифровою трансформацією є складним ітеративним процесом, необхідною умовою успішності якого є наявність чіткої стратегії цифрової трансформації [1–4, 9, 10, 11]. Стратегія задає «фокус» перетворень, що визначає портфель товарів та послуг підприємства, взаємодія з партнерами та клієнтами по всьому ланцюжку створення цінності та необхідні для цього інформаційні технології. Відповідно до сформованої стратегії визначається цільовий рівень цифрової

зрілості підприємства, необхідний для її успішної реалізації. Для подолання розриву між поточним та цільовим рівнями цифрової зрілості підприємства розробляється дорожня карта (Roadmap) цифрової трансформації, відповідно до якої формується портфель проектів, що збалансованість технологічних та нетехнологічних інновацій та досягнення стратегічних цілей підприємства (рисунки 1). При цьому необхідною умовою успіху цифрових перетворень є їх реалізація не як окремих проектів, а як цілісної стратегії.

Таким чином, дорожня карта цифрової трансформації представляє собою впорядковану в часі сукупність проектів для реалізації технологічних та не технологічних інновацій, що забезпечують досягнення стратегічних та оперативних цілей підприємства на основі перманентного зростання його цифрової зрілості.

В якості основи для розробки стратегії та програми цифрової трансформації пропонується використовувати оцінку цифрової зрілості підприємства за допомогою відповідного інструментарію. Через порівняльний аналіз 7 моделей такої оцінки виділено п'ять вище зазначених укрупнених оціночних напрямків. У концепції, з одного боку, поточний рівень цифрової зрілості необхідно враховувати під час вибору стратегії, а з іншого, саме стратегія задає фокус перетворень і визначає цільовий рівень цифрової зрілості підприємства. Запропонована концептуальна схема управління цифровою зрілістю підприємства має на меті подолання розриву між поточним та цільовим рівнями зрілості. Вирішенням цієї проблеми займається департамент контролінгу на своїй інформаційній базі і програмному забезпеченню із залученням фахівців інших підрозділів, які приймають участь в проекті цифровізації компанії. Розглянемо основні проблеми, методи та інструменти цифрової трансформації в розрізі виділених вище узагальнених напрямків оцінки цифрової зрілості підприємств.

Стратегія та бізнес-модель. В даний час у літературі не склалося єдиного розуміння двох понять: цифрова стратегія (Digital Strategy), 2) стратегія цифрової трансформації (Digital Transformation Strategy).

Проведений М. Закі з колегами аналіз [13] показав, що:

1) у разі необхідності виділення двох відносно самостійних стратегій, однак критерії розмежування при цьому не наводяться;

2) цифрова стратегія, на відміну функціональної ІТ-стратегії, має більш високий рівень ієрархії й відноситься до бізнес-стратегії, і навіть до загально-організаційної стратегії.

Вона охоплює всі сегменти бізнесу та характеристики компанії й потребує кількох механізмів узгодження: по-перше, узгодження зі стратегією підприємства; і, по-друге, узгодження з іншими функціональними стратегіями, щоб діяти в якості об'єднуючого зв'язку між різними рівнями стратегії всередині компанії. При цьому основні вимоги до розробки бізнес-стратегій залишаються чинними і для стратегії цифрової трансформації:

- 1) систематичний та безперервний аналіз зовнішнього середовища (технологічних, економічних та політичних факторів);
- 2) облік внутрішніх можливостей та компетенцій підприємства;
- 3) рівень цифрової зрілості;
- 4) формування бачення майбутнього підприємства (надання послуг, джерел створення та орієнтирів на основі ключових показників ефективності (Key Performance Indicators - KPI)).

На рис.1 зображено концептуальну схему управління цифровою зрілістю.



Рис.1. Концептуальна схема управління цифровою зрілістю.

Як видно з рис.1, зі стратегією підприємства тісно пов'язаний такий інструмент, як **Бізнес-модель**. Перетворення бізнес-моделей є принципово необхідною умовою успіху цифрової трансформації [13].

Організаційна культура та персонал. За результатами дослідження CGI Global 1000, проведеного у 2016 р. компанією CGI Group [14], головним бар'єром для цифрової трансформації є зміна культури та подолання опору з боку співробітників компанії. Цю причину назвали 72% опитаних. За результатами дослідження компаній різної галузевої приналежності виділяються такі основні перешкоди для цифрової трансформації підприємств: 1) недостатні компетенції та знання (64,1%); 2) нестача кваліфікованих кадрів (60,9%); 3) відсутність стратегії (53,2%); 4) страх змін (45,3%); 5) недостатнє фінансування (39,1%); 6) позиція керівництва (31,3%). Узагальнюючи отримані результати, можна **назвати основну проблему** на шляху до змін у компаніях і на підприємствах: **неправильне розуміння** суті терміну «цифрова трансформація».

Наступною проблемою є персонал (співробітники компаній), який не хоче а часто і не може змінюватися зі швидкістю відповідно до зовнішніх змін. На сьогоднішній день у переважній більшості компаній відсутня

"цифрова культура". Основна маса співробітників поки що не має мотивації, а також не володіє потрібними навичками та компетенціями, щоб брати участь у якісних змінах.

Третьою, можна сказати, економічною проблемою, є віддаленість очікування від цифрової трансформації швидкого та суттєвого зростання прибутку та фінансових показників у компанії. Відсутність таких близьких миттєвих результатів часто негативно мотивує до змін не тільки співробітників, а й топ-менеджерів підприємств.

В наукових джерелах приводяться дані про оцінку індексу готовності окремих компаній до цифрових змін. За результатами оцінки окремих компаній із традиційних секторів рівень цифрової готовності складає 36-40%. Для високотехнологічних стартап-учасників дослідження цей індекс не перевищує 50 %. Основна проблемна зона обох груп - низький рівень розвитку людського капіталу. При цьому насторожує негативне ставлення багатьох керівників та співробітників до цифрових перетворень, що відбуваються.

Оскільки одним із правил цифрової трансформації є її проведення «згори донизу», особливу актуальність набувають завдання, пов'язані з розвитком компетенцій менеджерів. Крім того, у рекомендаціях щодо проведення цифрових перетворень, розроблених провідними консалтинговими компаніями за результатами досвіду роботи в даному напрямку, на перших позиціях, як правило, стоять: 1) зміна культури; 2) створення правильного мислення, загального розуміння цілей та стратегії цифрової трансформації, 3) створення команди лідерів змін; 4) навчання співробітників цифрової стратегії, 5) залучення та утримання талантів.

Висновки. 1. Проведення цифрової трансформації стає наряду з інноваційністю одним з основних факторів підвищення конкурентоспроможності підприємств. При визначенні пріоритетів та термінів здійснення різнопланових перетворень необхідно обов'язково враховувати нерівномірність цифрового розвитку різних галузей економіки і 2. Модель цифрової зрілості підприємства повинна враховувати під різними кутами специфіку підприємств і ключові напрямки необхідних перетворень з урахуванням внутрішніх і зовнішніх обставин. Для її формування доцільно в якості пілотних орієнтирів для самооцінки цифрової зрілості використовувати п'ять укрупнених напрямів:

- 1) стратегія та бізнес-модель;
- 2) споживачі; 3) організаційна культура та персонал;
- 4) операційні процеси;
- 5) інформаційні технології.

При необхідності можна звернутися за допомогою до консалтингових компаній.

Також, в процесі здійснення самооцінки необхідно використовувати технологію бенчмаркінгу з орієнтацією на галузевих лідерів і на врахування ситуації в інших галузях.

3. Стратегія слугує основою всієї цифрової трансформації і саме вона визначає фокус перетворень та цільовий рівень цифрової зрілості підприємства, а також дає можливість оцінити ресурсні, трудові й фінансові витрати в часі і в просторі.

4. Інструментами деталізації та реалізації стратегії є бізнес-модель, дорожня карта та відповідний їй портфель проектів, збалансований з позицій реалізації технологічних та нетехнологічних інновацій, спрямованих на перманентне зростання цифрової зрілості підприємства.

5. Актуалізація бізнес-моделі є однією з найважливіших складових зростання цифрової зрілості підприємства, яка здійснюється у напрямку розширення коопераційних взаємодій, застосування багатосторонніх платформ та створення екосистеми бізнесу. Це, в свою чергу, дозволяє збільшити гнучкість підприємства, як ключового необхідні для розвитку ресурси та компетенції, скоротити час здійснення різнопланових перетворень.

6. Однією з найбільш суттєвих перешкод успішних цифрових перетворень як зарубіжних, так і національних підприємств є відсутність необхідної організаційної культури та неготовність персоналу (включаючи менеджерів різних рівнів) до роботи в нових умовах. Підготовка, перепідготовка й підвищення кваліфікації персоналу потребують великих зусиль в напрямку зміни свідомості по відношенню до традиційних умов праці і переходу колективу до виконання своїх функціональних обов'язків і завдань у контролінговому і цифровому середовищі, де всі без антагонізму працюють на один результат і відповідно одержують зарплату за свій конкретний внесок в його розмір.

7. Зростання цифрової зрілості підприємства представляє складний ітеративний процес з єдиною правильною траєкторією його поточного й майбутнього розвитку. Тому забезпечення успіху вимагає застосування сценарних методів планування та гнучких методів управління (Agile-технологій), швидкого реагування на помилки та навчання на них, застосування практики «пілотних» проектів та їх масштабування у разі успіху. Все це можливо забезпечити лише при активній діяльності служби контролінгу й вартісно-орієнтованого управління компанією.

8. Для забезпечення безперервності реалізації проекту цифровізації компанії необхідно мати відповідне фінансування, яке повинно включатися щорічно у фінансовий потенціал підприємства, і процедуру контролю за своєчасним цільовим використанням цієї суми.

Список використаних джерел:

1. Are You Ready for Digital Transformation? Measuring Your Digital Business Aptitude. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/measuring-digital-businessaptitude.pdf>.

2. Digital Transformation: Seven Steps to Success. How Businesses Can Stay Relevant and Competitive in Today's New Digital Era. URL: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/Digital%20transformation-%20seven%20steps%20to%20success.v2.pdf?aliId=860635945>.

3. The Microsoft Digital Transformation Series. Part 1: The Digital Transformation Opportunity. Aligning Business Strategy to the Digital Transformation Market Opportunity. URL: <https://assetsprod.microsoft.com/mpn/en-us/digital-transformation-opportunity>.

4. Digital Business Transformation. A Conceptual Framework. 2015 Global Center for Digital Business Transformation. URL: <https://ru.scribd.com/document/372049639/DigitalBusiness-Transformation-Framework-pdf>.

5. Индекс зрілості. Індустрія 4.0. Управління цифровим перетворенням Компаній. Исследование acatech. URL: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_rus_Maturity_Index_WEB.pdf

6. Industry 4.0 at McKinsey's Model Factories. Get Ready for the Disruptive Wave. McKinsey Digital. URL: https://capability-center.mckinsey.com/files/downloads/2016/digital_4.0modelfactoriesbrochure_0.pdf.

7. The Digital Advantage: How Digital Leaders Outperform Their Peers in Every Industry. Capgemini Consulting, MIT Sloan Management. URL: https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/the_digital_advantage_how_digital_leaders_outperform_their_peers_in_every_indust

8. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. The Nine Elements of Digital Transformation. URL: <https://sloanreview.mit.edu/article/the-nineelements-of-digital-transformation>.

9. Digital Maturity Model. Achieving Digital Maturity to Drive Grow. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-MediaTelecommunications/deloitte-digital-maturitymodel.pdf>.

10. Digital Transformation — How to Become Digital Leader. Study 2015 Results. URL: http://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/ADL_HowtoBecomeDigitalLeader_02.pdf.

11. A Step-by-Step Guide to Digital Transformation. URL: <https://www.ionology.com/wp-content/uploads/2017/01/Step-by-StepGuide-New.pdf>.

12. Digital Strategy and Roadmap. URL: https://www.cgi.com/sites/default/files/pdf/digital_strategy_and_roadmap.pdf.

13. Zaki M., Ismail Abdelaa M.H. Digital Business Transformation and Strategy: What Do We Know So Far // Working Paper, 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/322340970_Digital_Business_Transformation_and_Strategy_What_Do_We_Know_So_Far.

14. CGI Global 1000. Insights from Conversations with Business and IT Executives around the World. 2016. URL: https://www.cginederland.nl/sites/default/files/files_nl/articles/cgi-nl_presentatie_cgi-global-1000.pdf.

15. Cohn, Mike. Project evaluation and planning. User Stories Applied: For Agile Software Development. Addison Wesley.

References:

1. Are You Ready for Digital Transformation? Measuring Your Digital Business Aptitude. URL: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/measuring-digital-businessaptitude.pdf>.

2. Digital Transformation: Seven Steps to Success. How Businesses Can Stay Relevant and Competitive in Today's New Digital Era. URL: <https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/Digital%20transformation-%20seven%20steps%20to%20success.v2.pdf?aliId=860635945>.

3. The Microsoft Digital Transformation Series. Part 1: The Digital Transformation Opportunity. Aligning Business Strategy to the Digital Transformation Market Opportunity. URL: <https://assetsprod.microsoft.com/mpn/en-us/digital-transformation-opportunity>.

4. Digital Business Transformation. A Conceptual Framework. 2015 Global Center for Digital Business Transformation. URL: <https://ru.scribd.com/document/372049639/DigitalBusiness-Transformation-Framework-pdf>.

5. Indeks zrilosti. Industriya 4.0. Upravlinnya cifrovim peretvorennyam Kompanij. Issledovanie acatech. URL: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_rus_Maturity_Index_WEB.pdf

6. Industry 4.0 at McKinsey's Model Factories. Get Ready for the Disruptive Wave. McKinsey Digital. URL: https://capability-center.mckinsey.com/files/downloads/2016/digital_4.0modelfactoriesbrochure_0.pdf.

7. The Digital Advantage: How Digital Leaders Outperform Their Peers in Every Industry. Capgemini Consulting, MIT Sloan Management. URL: https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/the_digital_advantage_how_digital_leaders_outperform_their_peers_in_every_indust

8. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. The Nine Elements of Digital Transformation. URL: <https://sloanreview.mit.edu/article/the-nineelements-of-digital-transformation>.

9. Digital Maturity Model. Achieving Digital Maturity to Drive Grow. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-MediaTelecommunications/deloitte-digital-maturitymodel.pdf>.

10. Digital Transformation — How to Become Digital Leader. Study 2015 Results. URL: http://www.adlittle.com/sites/default/files/viewpoints/ADL_HowtoBecomeDigitalLeader_02.pdf

11. A Step-by-Step Guide to Digital Transformation. URL: <https://www.ionology.com/wp-content/uploads/2017/01/Step-by-StepGuide-New.pdf>.
12. Digital Strategy and Roadmap. URL: https://www.cgi.com/sites/default/files/pdf/digital_strategy_and_roadmap.pdf.
13. Zaki M., Ismail Abdela M.H. Digital Business Transformation and Strategy: What Do We Know So Far // Working Paper, 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/322340970_Digital_Business_Transformation_and_Strategy_What_Do_We_Know_So_Far.
14. CGI Global 1000. Insights from Conversations with Business and IT Executives around the World. 2016. URL: https://www.cginederland.nl/sites/default/files/files_nl/articles/cgi-nl_presentatie CGI-global-1000.pdf.
15. Cohn, Mike. Project evaluation and planning. User Stories Applied: For Agile Software Development. Addison Wesley.

Поради керівникам, які налаштувалися на впровадження цифровізації компанії.

Цифровізація підприємства – дуже складний процес в професійному напрямку. В значній мірі він залежить від готовності й професіоналізму менеджменту компанії. Найскладніше для керівника компанії – зважитися на цифрову трансформацію. Річ в тому, що практично це дорого, складно та пов'язано з масою невідомих: 1) скільки часу та грошей піде на трансформацію; 2) кому її доручити; 3) з якими проблемами доведеться зіткнутися. Як підготуватися до цифрової трансформації компанії та знизити можливі ризики під час її проведення? В науковій літературі й консалтингових компаніях є нароби щодо впровадження цифровізації на практиці. Можна з урахуванням наявності такого матеріалу й інформації досвідчених практиків привести відповіді на ці питання, які можуть одночасно слугувати і рекомендаціями, які потрібно враховувати топ-менеджерам при формуванні й реалізації такого проекту.

1. Зваження керівника на цифрову трансформацію і готовність його до значних витрат та складнощів. Напівзаходи в цій ситуації не спрацюють. Керівник має віднестися до цього дуже й дуже серйозно, оскільки саме йому доведеться стати запеклим адептом інноваційного руху щонайменше на рік уперед. Якщо керівник не готовий до стресу а його бюджет обмежений — нічого не вийде й проект не реалізується.

Порада: Виділяйте при формуванні фінансового й економічного потенціалу підприємства додатковий бюджет на цифрову трансформацію із запасом. Налаштовуйтеся на те, що скільки б ви не заклали до бюджету, його буде перевищено на 30-50%, оскільки робота виконуватиметься у полі повної невизначеності й будуть незаплановані й непередбачувані витрати.

2. Заохочення інноваторів. В даному випадку необхідно чесно подивитися на ставлення компанії до ініціатив. Якщо керівництво хоче нових ідей, але на практиці або за фактом у компанії ініціатива карається (подвійні стандарти), то треба просто забути про таку співробітникам висувати ініціативи та висловлювати будь-які навіть абсурдні ідеї без ризику бути засудженим або покараним.

Порада: Не треба очікувати й розраховувати на ініціативи від усіх співробітників. Нехай 95% персоналу продовжують працювати без будь-яких змін, тобто як і раніше. Достатньо кількох креативних людей із новими думками і головне — новими підходами до бізнес-процесів компанії. Інноваторів обов'язково треба заохочувати, а на їхні помилки — заплющувати очі до певних розумних меж. Працівник компанії не повинен боятися змін у його роботі, а прагнути до них. Якщо ви не готові виділити окремий бюджет на перевірку нових концепцій, то хоча би навчіться спокійно покривати збитки від невдалих експериментів ваших інноваторів.

3. Призначення цифрового трансформатора та його помічників. Швидше за все вам не вдасться здійснити цифрову трансформацію зі «старими» колегами. У них надто замилений або «заржавілий» погляд на вашу компанію. Необхідно запросити зовнішнього спеціаліста, але не факт, що він затримається у вашій компанії після того, як поставить процес на цифрові рейки. Будьте готові, що стосовно вашого цифрового лідера колектив розділиться дуже полярно: частина працівників почне його любити, а частина - ненавидіти. Це стрес для будь-якої людини, навіть психологічно стійкої, тому такі фахівці коштують дорого.

Порада: У лідера трансформації обов'язково з'являться друзі та помічники з існуючих колег. Придивіться до цих людей — вони зможуть продовжити справу, якщо лідер не залишиться на підприємстві. Стимулюйте їх грошима без роздумів. Головне – досягайте від вашого лідера трансформації чіткого бачення, цілей та місії трансформації. І тут вам як керівнику доведеться добре попрацювати разом із ним.

4. Підготовка до можливого саботажу під час запуску нового компанії з'являться нові додаткові програми та послуги. Вам та співробітникам компанії доведеться навчитися з ними працювати. Необхідно вникати в суть роботи нового програмного забезпечення, розбиратися, що таке блокчейн, продакшн середовище, гіт, хто такий девопс або діджитал маркетолог. Інакше ви не зможете тримати руку на пульсі. Звучить страшно, але насправді це цілком можливо й цікаво. Тут обов'язково почнеться опір у частини колективу і вам необхідно буде призначити «інструктора», який ходитиме і допомагатиме налаштувати, наприклад, Slack у бухгалтерії або Jira у проектному офісі. Вам пощастить, якщо знайдеться ентузіаст, але швидше за все вам доведеться йому доплачувати. Однак реальні проблеми почнуться, коли новий софт замінить стару існуючу систему, наприклад, замість 1С у вас поставлять CRM систему Salesforce або систему обліку SAP. У такій ситуації можливий навіть саботаж виконання трудових обов'язків аж до відходу працівників компанії. Необхідно бути готовим до найму дорожчих спеціалістів на заміну старим або скороченню штату.

Порада: Ситуацію можна виправити скороченням штату за рахунок автоматизації старих процесів, оскільки вам не потрібно буде стільки людей. Але це спричинить стрес звільнень і можливі позови щодо компенсацій. Перед трансформацією потрібно переглянути трудові контракти та/або забезпечити підписання необхідних додаткових угод із співробітниками, які складе ваш юрист.

5. Стратегічне й кадрове перегрупування. Потрібно підготуватися до того, що ви не зможете прорахувати ефекти від цифрової трансформації. Цей процес практично повністю проходить у полі невизначеності та відповідає концепції VUCA-світу. Тут все залежить від практики та знань спеціаліста, який очолить трансформацію в компанії. Потрібно бути готовим до каннібалізації довгострокового кредиту в вашому банку. Швидше за все, у вашій компанії розпочнуться процеси злиття та поглинання відділів та департаментів, що може спричинити стрес у співробітників. Наприклад, PR-відділ відокремиться від маркетингу та придбає свій власний бюджет. Або розрізнених проектних менеджерів із різних відділів об'єднають у проектний офіс та фізично посадять разом в одній кімнаті.

Порада: Підключайте HR-відділ. Тут як ніколи буде важливою роль вашої кадрової служби, аж до консультацій запрошеного психолога чи позачергового корпоративу.

6. Попередження менеджменту компанії про можливі непередбачені витрати. Вони почнуть сипатися як з відра, і трансформація може загальмуватися, так і не розпочавшись. Особливо це характерно буде для ситуації, якщо у вашій компанії складний процес затвердження оплат або контрактів (наприклад, як у банку). В цьому випадку ваш цифровий трансформатор часто буде звертатися до вас з ідеями та вимогами сплатити щось. В такому разі, іноді вам доведеться включати пряме управління «я так сказав», зневажаючи інші існуючі процеси.

Порада: Робити це треба обережно. Доцільно заздалегідь попередити вашого фінансового директора, начальника юридичної служби або комплаєнс-директора про можливість такої поведінки. Інакше розпочнуться проблеми у топ-менеджменті компанії. Якщо у вас працюють програмісти та пишуть якийсь код, вам обов'язково потрібно захищати авторське право – патентувати, реєструвати торгові марки тощо. Все це підвищить капіталізацію вашої компанії та захистить від непотрібних судів при відносно невеликих витратах на патентного повіреного та його послуги.

7. Вивчення нових технологій. Швидше за все у вас будуть впроваджуватися або модернізуватися наступні технології: big data data mining та аналіз, бізнес аналітика, мобільні програми (нативні та крос-платформні) хмарні прорахунки даних та хмарне зберігання онлайн, присутність віддалена, ідентифікація інтеграції різних API сервісів, кібербезпека та пентестинг, нейронні мережі (згорткові та змагальні).

Стаття надійшла до редакції 17.04.2023 р.

Гуту Гетахун, E-mail: gutugetahun@gmail.com

Інститут сільськогосподарських досліджень Оромія, Центр сільськогосподарських досліджень Fedis
P.O. Box 904, Харар, Ефіопія.

АДАПТАЦІЯ ТА ОЦІНКА МЕТАЛУ ПЕЧІ ДЛЯ ВИПАЛЮВАННЯ ДЕРЕВНОГО ВУГІЛЛЯ У ПРОЦЕСІ КАРБОНІЗАЦІЇ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ, ПАЛИЧОК І ЛИСТЯ

Анотація. Був проведений експеримент, щоб отримати більше деревного вугілля та зменшити кількість золи та вихлопних газів після виробництва з відходів хату, паличок та листя. У цьому дослідженні об'ємний коефіцієнт перетворення досліджувався з трьома різними механізмами завантаження, половинним завантаженням карбонізатора, 75% завантаженням карбонізатора, повним завантаженням карбонізатора. Продукт з вугільних печей складається з ваги деревного вугілля, золи та газу, що відходить від процесу. Деревне вугілля було вироблено в 2,14 м³ вертикальних барабанних печей при повному завантаженні. Результати показали, що вага деревного вугілля збільшилася, коли воно було повністю завантажене, 75% завантаження карбонізатора та половинне завантаження карбонізатора відповідно. У той час як вага золи також зменшувалася, коли вона була повністю завантажена, 75% завантаження карбонізатора та половина завантаження карбонізатора відповідно. Також були взяті середні значення температури печей для різного положення димоходу зовні та всередині печей. Результати показали, що середня температура димоходу ззовні та димоходу всередині печей очевидно зростала з часом. Максимальна температура печі становила 836 °C всередині камери піролізу та 309 °C на зовнішній поверхні печі. Можна спостерігати, що температура димоходу ззовні підвищилася з 26,7°C до 309°C із збільшенням часу до 90 хв, а потім знизилася з 309°C до 86°C і з 90 хв до 170 хв. Крім того, температура всередині камери піролізу зростає з 26,7 °C до 836 °C зі збільшенням часу до 90 хв, а потім знизилася з 836 °C до 98,7 °C і з 90 хв до 170 хв. Таким чином, результати цієї технології можуть допомогти в заохоченні використання відходів хату як заміни деревного вугілля, що може сприяти мінімізації вирубки лісів і наступних кліматичних змін.

Ключові слова: побутові відходи, карбонізатор, піч, деревне вугілля

Gutu Getahun, E-mail: gutugetahun@gmail.com

Oromia Agricultural Research Institute, Fedis Agricultural Research Center, P.O. Box 904, Harar, Ethiopia.

ADAPTATION AND EVALUATION OF CHARCOAL KILN METAL FOR CARBONIZING KHAT WASTE, STICKS AND LEAVE

Abstract. Experiment was carried out to obtain the more charcoal and decreased ashes and exhaust gas after production from khat wastes, sticks and leave. In this study volume-based conversion rate was investigated with three different loading mechanism, half carbonizer load, 75% carbonizer load, Full carbonizer load. Product from charcoal kilns consists of weight of charcoal, ashes and gas exhaust from process. The charcoal was produced in 2.14 m³ of the vertical drum kilns when it is fully loaded. The results indicated that weight of charcoal increased when it was fully loaded, 75% carbonizer load, and half carbonizer load respectively. Whereas the weight of ashes also decreased when it was fully loaded, 75% carbonizer load, and half carbonizer load respectively. The averages of temperature of the kilns for different position of the flue outside and inside of the kilns were also taken. The results showed that the average of temperature both the flue outside and the flue inside of the kilns obviously increased with increasing time. The maximum temperatures of the kiln were 836 °C inside the pyrolysis chamber and 309°C on the outer surface of the kiln. It can be observed that the temperature of the flue outside increased from 26.7°C to 309°C with increasing time up to 90 min and then decreased from 309°C to 86 °C and from 90 min to 170 min. Moreover, the temperature inside the pyrolysis chamber increased from 26.7 °C to 836 °C with increasing time up to 90 min and then decreased from 836°C to 98.7°C) and from 90 min to 170 min. Therefore, the results of this technology can help in encouraging use of khat waste as substitute to wood charcoal that could contribute in minimizing deforestation and consecutive climatic changes.

Keywords: khat waste, carbonizer, kiln and charcoal

Introduction. Biomass is plentifully available in the rural regions Ethiopia. It is already being used by the rural people as a major source of energy, mainly in cooking food, which constitutes almost over 90% of the total energy

consumption [14]. Assuming that the population of Ethiopia are about 82 million in Ethiopia [3], 90% of the population in Ethiopia lives in rural area [6], and assuming that each family consists of five persons and uses annually about 3 tons of biomass as fuel, one comes to the figure of about 44.28 million tons of biomass utilized annually only for domestic cooking in rural areas only. The urban populations of Ethiopia (10%) are also using biomass and assuming that 78% of the urban population uses this biomass as a fuel, one comes to the figure of 3.84 million tons of biomass as fuel.

In Ethiopia many parts of the country, charcoal is produced from the wooden trees which causes deforestation and, environmental degradation which is a serious issue of current situation on climate change. The usage of energy from biomass, most commonly obtained through fire. The energy from agricultural waste biomass (crops, grass, residues, etc) can be harnessed through the process of combustion, which allows the material to be carbonized. Agricultural waste is an ideal source of charcoal. When one harvests any crop, one generally harvests only grain, fruits, coffee, pods, and tubers. This constitutes only about 30 to 40% of the total biomass. This means that about 60 to 70 % of the total agricultural biomass is the waste biomass produced annually in Ethiopia [15]. There are many options used to produce charcoal such as; agricultural residues, stalks, chaffs and fallen leaves.

In Eastern part of the country, harvesting of grain generates massive amounts of agricultural waste, including maize and sorghum stalk, khat leaves and its stem/stalk residues and maize cobs which is used as fuel or energy source for cooking or food preparation. Some of crop residues (maize and sorghum leave and stalk are used as fodder for cattle, but unnecessary khat stem and leaves are collected or accumulated as wasted. However, the khat waste is high than other crop residues, no and study is not done over this waste management [12]. Khat plants are grown among crops such as sorghum, maize, and legumes and sweat potato in hararge.

In Ethiopia, especially east Hararge, khat is an important and potentially profitable cash crop. The employment opportunity created through the cultivation of khat is very high in that large numbers of people are involved in growing, harvesting, sorting, packing, transporting, loading and unloading the commodity [7]. According to [7] approximately 50 tons of khat and its related materials per day reach the market in summer whereas relatively the production is lesser in winter times.

However, in the summer the municipality has been collect 6-8 car of solid waste of khat. From this observation [7] was conclude that about 15-20tons of solid waste is produced every day only from Aweday town and till know this solid waste hasn't any solution. If these wastes have not managed properly, negative impacts Environmental and human health. Hence thinking of alternatives solution for these problems by using existing technology is necessary, one is conversion of agro- wastes into charcoal which reduces effect of deforestation or the uses of wood charcoal. Providing a biomass as an alternative to wood charcoal using

agricultural wastes converted into charcoal to provide much needed source of cheap fuel that is cleaner in burning. A promising alternative to burning is carbonization hence the aimed this study was to adapt and evaluate appropriate kiln metal (carbonizer) of khat waste, sticks and leave.

Materials and Methods. Study area description. The site and farmer selection were done based on potential area of Charcoal production potential from east hararge zone. Then evaluation and collecting of full data was done on the selected site.

Important materials that are required for manufacturing of khat waste carbonization was identified & selected based on the design specification. According to this, sheet metals, round bar for handling and deformed bar, Carpet, Oven, Thermometer, Bomb Calorific, Briquette Stove, Pan, Stop watch, Digital Balance and khat wastes were among materials used for carbonization process. All raw khat wastes utilized in this experiment were collected and obtained from Aweday town.

Manufacturing of Carbonizer (kiln metal). After design specification was done, Manufacturing of Carbonizer (kiln metal improvement of carbonization technology was performed and continued. The kiln consists of two interlocking cylindrical sections. The bottom section is made from 3mm sheet metal, 1.27m in diameter and 1m high. The second section is made from 3mm sheet metal, 1.24m in diameter and 0.6m high. Its conical cover is also made from 2mm sheet metal. The kiln rests up on six 0.1 x 0.20m box channels, each about 0.5m long with closable vents and collars. It has three smock stacks 0.105m diameter and 1.8m high. The kiln has a capacity of 2.14m³ of wood. Advantages besides its good performance are that it easily can be manufactured locally, and that it can be disassembled and transported.

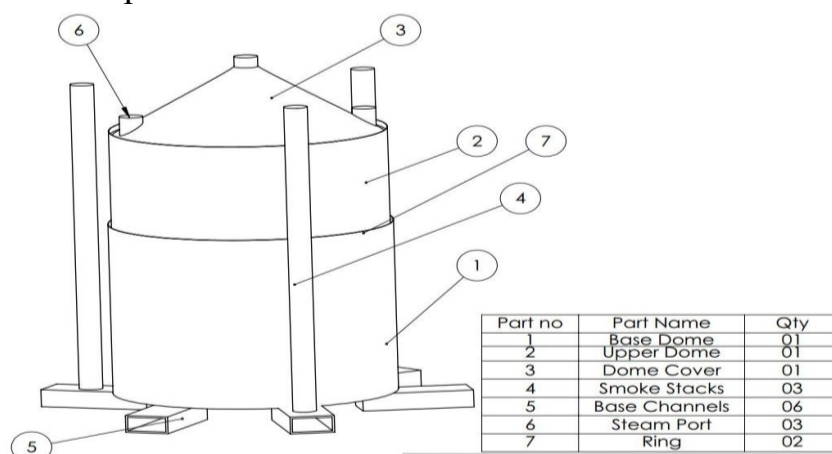


Fig. 1. Charcoal kiln metal 3D View

Operation of metal kiln carbonizer. The carbonization experiment was carried out using the cylindrical carbonization kiln using three batch loading methods. These were fully (100%), 75%, 50% loading method to the kiln and introduced in to the drum and charred with a match to start ignition to identify the

effect of loading method on its burning efficiency. To supply the necessary heat and pyrolysis the khat waste, a controlled amount of air was supplied from an outside through three smock stacks and 6 box channels with closable vents and collars. A gate valve and a flow meter was installed along the connecting pipe for regulating and measuring the amount of air introduced in to the drum. K-type thermocouples installed at bottom, were used to monitor the progress of the bed temperature (both heating and cooling) for every 10 minutes. Moreover, an Infrared thermometer was also used to measure the external temperature distribution of the drum. Khat waste carbonizer was set in their working condition and then fuel material has been fed to reactor in batch to certain height of the drum. A fire ember was prepared outside the drum to be distributed over fuel material provided in carbonizer. After fuel reached required height, fire ember or glow were distributed evenly over raw fuel in order to facilitate carbonization activity per each batch. At the start of the carbonization process integrated part of exhaust chimney and air vent was left open for the volatile gases to escape. Enhancement of carbonization had been checked up throughout activity with the changing of the color of the smoke from white to none. The drum was closed eventually after application of the last batch & change of the color of smoke has been checked up via upper air vent. The biomass material was left to carbonize for 90 to 170 minutes. When the smoke releasing ceased or after it becomes colorless, top most lid that was integrated with chimney locked down and water get jacketed. After these all process, the carbonized product was removed over prepared carpet to further cool and safely collects charred khat waste. The products were carefully withdrawn from reactor to further reduce damage. From this, charred product and uncharred khat waste were identified, sorted out and recorded. Weight of burned and unburned charred khat wastes was measured to estimate the quality and quantity of the charred products. In doing so data were collected, processed and analyzed carefully employing standard data analysis tool to mark out or predict the performance of khat waste carbonization.

Data analysis. The proximate analysis of the raw material (moisture content, ash content, volatile matter content, and fixed carbon content) is conducted following ASTM D-standards. All proximate analysis of the produced fuel briquette includes moisture content; Volatile matter content, ash content and fixed carbon content are carried out in the Federal Rural Energy design and Promotion center laboratory.

The equations for actual recovery, maximum recovery and Carbonizing efficiency are presented in Eqs (1), (2) and (3), respectively [14]

$$R_{\text{actual}} = \frac{W_{\text{charcoal}} \times 100}{W_{\text{initial}}} \quad * (1)$$

Where R_{actual} is the actual recovery of the system (%); W_{charcoal} is the weight of charcoal recovered (kg); W_{initial} is the initial weight of samples (kg);

$$R_{\max} = \frac{W_{\text{initial}} - W_m - W_{\text{vm}} \times 100}{W_{\text{initial}}} \quad * (2)$$

where R_{\max} is the maximum recovery of the system (%); W_{initial} is the initial weight of wet samples (kg); W_{vm} is the weight of the volatile matter (kg); W_m is the weight of water in the sample (kg)

$$E_{\text{Carbonizing}} = \frac{\text{Total charcoal output} \times 100}{\text{Total Waste input}} \quad * (3)$$

where E_{Carbo} is the Carbonizing efficiency (%)

Result and Discussion.

Table 1. Data collected and analyzed

Parameters	Loading mechanism		
	50%	75%	100%
Total time of operation	170min	170min	170min
Ignition time	3	3.12	3.43
Moisture	8.5	7	9
Khat waste (kg)	36.4	54.21	72.28
Charcoal (kg)	13.86	21.25	30.35
Unburned char (kg)	2.19	3.94	7.49
Ash content (kg)	1.63	1.42	1.02
The actual recovery of the system (%)	38.08	39.2	42
The maximum recovery of the system (%)	55.4	56.8	58
The system efficiency (%)	68.74	69.01	72.41

In this study volume-based conversion rate were investigated with three different loading mechanism half carbonizer load, 75% carbonizer load and full carbonizer load. Product from charcoal kilns consists of weight of charcoal, ashes and gas exhaust from process. The charcoal was produced in 2.14 m³ of the vertical drum kilns when it is fully loaded. The results indicated that weight of charcoal increased when it was fully loaded, 75% carbonizer load, and half carbonizer load respectively. Whereas the weight of ashes also decreased when it is fully loaded, 75% carbonizer load, and half carbonizer load respectively. The averages of temperature of the kilns for different position of the flue outside and inside of the kilns are also taken. The results showed that the average of temperature both the flue outside and the flue inside of the kilns obviously increased with increasing time. The maximum temperatures of the kiln were 836 °C inside the pyrolysis chamber and 309°C on the outer surface of the kiln.

Temperature distribution inside and external pyrolysis

It can be observed that the temperature of the flue outside increased from 26.7°C to 309°C with increasing time up to 90 min and then decreased from 309°C

to 86 °C and from 90 min to 170 min. Moreover, the temperature inside the pyrolysis chamber increased from 26.7 °C to 836 °C with increasing time up to 90 min and then decreased from 836°C to 98.7°C) and from 90 min to 170 min.

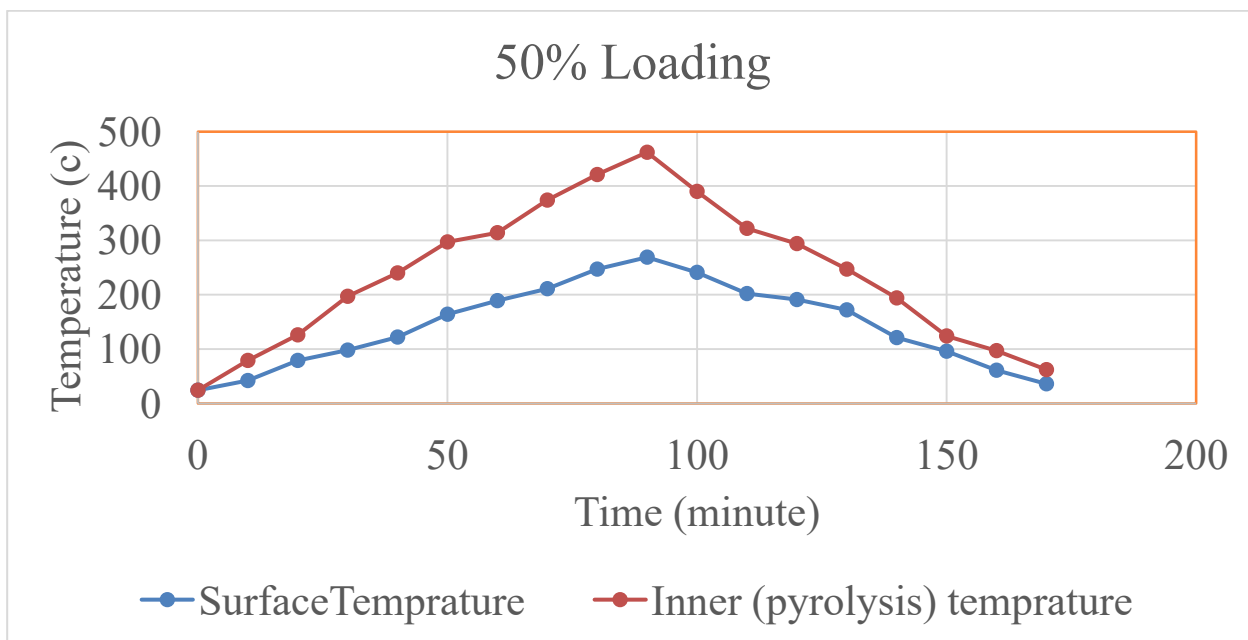


Fig. 2. Shows temperature distribution inside and external pyrolysis at 50% loading during combustion.

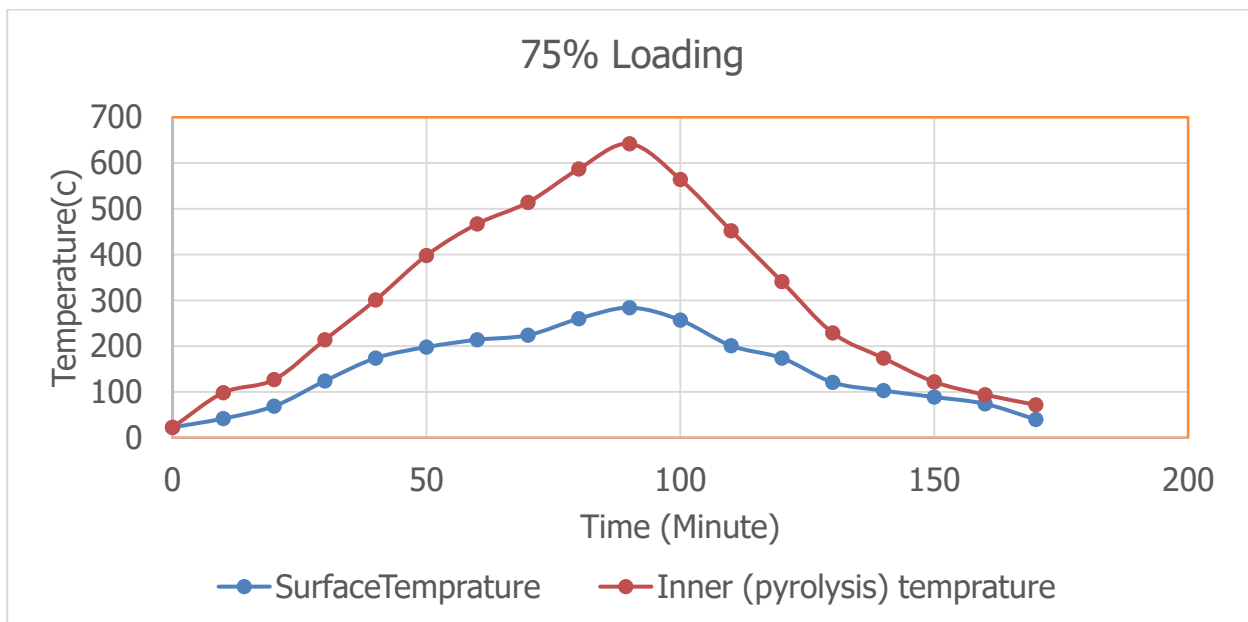


Fig.3. Shows temperature distribution inside and external pyrolysis at 75% loading during combustion.

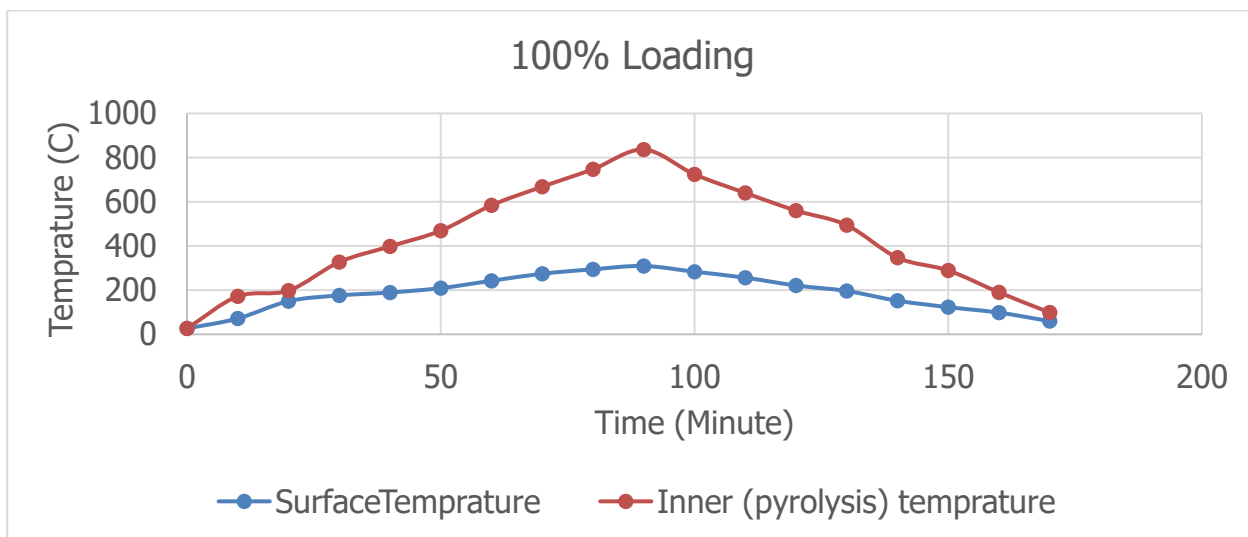


Fig. 4. Shows temperature distribution inside and external pyrolysis at full loading during combustion.

The results showed that Bio char is a predominantly stable, recalcitrant organic carbon compound, which can be obtained when biomass is heated to temperatures usually between 300 °C and 1000 °C, under low (preferably zero) oxygen concentrations [5]. But the result gave the good trend in the pyrolysis process because one of the pyrolysis conditions for the high production of charcoal yields was the pyrolysis temperatures less than 1000 °C and this explanation was in line with [5].



Fig. 5. Shows Photo taken during Combustion and Unloading

Proximate Analysis. Table below illustrated the mean values of proximate analysis of the carbonized khat waste. The analysis included fixed carbon, volatile

matter and ash contents of khat waste sticks and leave involving three different loading mechanism. The quality determining parameter of charcoal produced from biomasses expressed in terms of proximate analysis and physical properties [10], So these parameters are moisture content (MC), volatile matter (VM), ash content (AC), fixed carbon content (FC), calorific value (CV), were collected to decide for utilization.

Table 2. Laboratory test Result

SN.	Sample type	Moisture Content (%)	Volatile matter (%)	Ash Content (%)	Fixed Carbon (%)	Calorific Value(cal/g)
1.	Khat Raw (50%)	8.5	76.5	2.5	12.5	4145.98
2.	Khat Raw (75%)	7	75.5	3	14.5	4254.52
3	Khat Raw (100%)	9	74.35	1.5	15.15	4376.78
4	Khat Charcoal (50%)	6.5	41	5.5	47	5442.8
5	Khat Charcoal (75%)	6.5	35	7	51.5	6414.9
6	Khat Charcoal (100%)	5.5	31.5	6.5	56.5	6513.86
7	Kacht briquette with clay binding	7	16	18	59	4778
8	Kachat briquette with paper binding	12	42	12	34	5595.9

As expressed on table 2 above the moisture content of charcoal produced from khat waste were lower than the moisture content of charcoal produced from wood which has moisture content of 12% [9].The result shows values of moisture content are between 5.5 - 6.5 The quality specification of charcoal usually limits the moisture content between 5 to 15% [4].Similarly, the volatile matter of charcoal in this study is lower than the volatile matter of charcoal produced from Coconut and rise husk residue charcoal which have the matching values of 71 [10], The higher the volatile matter implies the faster will be the ignition but with

high smoke [13], The result shows values of volatile matter 31.5, 35 ,41, when they are 100%, 75%, 50% loading respectively. The high fixed carbon content gives the result of high calorific value [4], It seems true where the charcoal produced from khat had higher fixed carbon content of 56.5 and 41 and had the higher gross calorific value of 6513.86 and 5442.8 cal/g when they loaded 100%,50% respectively. Calorific value determines the energy content of a fuel and it is the property of biomass fuel that rely on the chemical composition and moisture content of the material [12], As shown in above table for calorific value of the produced charcoal which increase in similar manner with that of its fixed carbon content. The results indicated that the calorific value of charcoal increased when it is fully loaded, 75% loaded, and half loaded respectively i.e 6513.86, 6414.19, 5442.8 (cal/g) respectively.

Conclusion and Recommendations. This first test on the pilot kiln is a successful step towards new kilns has the following main advantages.

Simple has no mechanical or electrical components and the design is flexible can be locally manufactured in mass production in suitable sizes by local materials. Saving time and requires minimum control and/or observation of kiln working conditions Efficient has a high charcoal yield with minimum partial wood burning at the initial stages. Economic: suitable capitals cost and low running cost so it is a simpler and more economical alternative to a traditional carbonization process.

Has low environmental impact: The gases and vapors evolved as a by-product during this process did not send to the atmosphere as dangerous pollutant but it used as an energy source for the process. No Tars, organic liquids and other condense yield because they are kept at high temperature to the burning area before condensation. It is comparatively medium in size and can be dis assembled and transported from a place to place. The improved kiln described and tested in this study needs additional efforts and support to be manufactured in mass production and to be introduced to the market.

Acknowledgements

I would like to thank Oromia Agricultural Research Institute and Fedis agricultural research center for financing and supporting the research. I am also most grateful to my colleagues who involved in research field work and prototype manufacturing.

References:

1. Karve A.D. Biomass as energy source (appropriate rural technology). India, August 27, 2005.
2. Bouros D. and Samiou Maria F. Short-term effects of wood smoke exposure smoke exposure on the respiratory system among charcoal production workers.
3. Claudia Sori, Ethiopiademographics profile, Source: CIA World Fact book. December18, 2008. URL: http://www.indexmundi.com/ethiopia/demographics_profile.html.
4. FAO (Food and Agriculture Organization). Industrial charcoal making., FAO Forestry Paper No. 63, Rome, Italy. 1985.

5. Frank Verheijen. Biochar Application to Soils – A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions. 2010.
6. Gebremedhin. 3rd Issue. June 2003. URL: <http://www.bioenergylamnet.org/publications/source/mex/PPT-WG4-3- LAMNET-WSMorelia>.
7. Mahabub Yusuf. Composting of khat and related materials as solid waste management option in awaday town. 2008.
8. Malatji P., Mamphweli N.S. and Meincken M. The technical pre-feasibility to use briquettes made from wood and agricultural waste for gasification in a downdraft gasifier for electricity generation. Journal of Energy in Southern Africa. 2011. Vol. 2, No.4. P.1-7.
9. Mekonnen A. Rural Household Biomass Fuel Production and Consumption in Ethiopia: A Case Study. Journal of Forest economics. 1999. 1. P. 69-79.
10. Murali G., Channankaiah Goutham P., Hasan E.I., Anbarasan P. Performance Study of Briquettes from Agricultural Waste for Wood Stove with Catalytic Combustor. Int. J. Chem Tech Res. 2015. Vol. 8, No.1. P. 30-36.
11. Oladeji J. Fuel Characterization of Briquettes Produced from Corncob and Rice Husk Resides. The Pacific Journal of Science and Technology. 2010. Vol. 11, No.1. P. 101-106.
12. Raju Ch. A., Satya M., Praveena U. and Jyothi K. R. Studies on Development of Fuel Briquettes Using Locally Available Waste. Int. Journal of Engineering Research and Applications. 2014. Vol.4. P. 553-559.
13. Sotannde O.A., Oluyeye A.O., Aba G.B. Physical and Combustion of Charcoal Briquettes from NeemWood Residues. Int. Agrophysics. 2010. 24. P. 189-194.
14. Virgilio S. MORALES, Jessie C. ELAURIA and Marilyn M. ELAURIA Carbonization of Young Coconut (Cocosnucifera) Wastes J. Jpn. Inst. Energy. 2015. Vol. 94, No. 10.
15. Wondwossen Bogale. Preparation of charcoal using agricultural wastes. Ethip. J. Educ. & Sc. 2009. Vol. 5. No 1.

Список використаної літератури:

1. Karve A.D. Biomass as energy source (appropriate rural technology). India, August 27, 2005.
2. Bouros D. and Samiou Maria F. Short-term effects of wood smoke exposure on the respiratory system among charcoal production workers.
3. Claudia Sori, Ethiopiademographics profile, Source: CIA World Fact book. December18, 2008. URL: http://www.indexmundi.com/ethiopia/demographics_profile.html.
4. FAO (Food and Agriculture Organization). Industrial charcoal making., FAO Forestry Paper No. 63, Rome, Italy. 1985.
5. Frank Verheijen. Biochar Application to Soils – A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions. 2010.
6. Gebremedhin. 3rd Issue. June 2003. URL: <http://www.bioenergylamnet.org/publications/source/mex/PPT-WG4-3- LAMNET-WSMorelia>.
7. Mahabub Yusuf. Composting of khat and related materials as solid waste management option in awaday town. 2008.
8. Malatji P., Mamphweli N.S. and Meincken M. The technical pre-feasibility to use briquettes made from wood and agricultural waste for gasification in a downdraft gasifier for electricity generation. Journal of Energy in Southern Africa. 2011. Vol. 2, No.4. P.1-7.
9. Mekonnen A. Rural Household Biomass Fuel Production and Consumption in Ethiopia: A Case Study. Journal of Forest economics. 1999. 1. P. 69-79.
10. Murali G., Channankaiah Goutham P., Hasan E.I., Anbarasan P. Performance Study of Briquettes from Agricultural Waste for Wood Stove with Catalytic Combustor. Int. J. Chem Tech Res. 2015. Vol. 8, No.1. P. 30-36.
11. Oladeji J. Fuel Characterization of Briquettes Produced from Corncob and Rice Husk Resides. The Pacific Journal of Science and Technology. 2010. Vol. 11, No.1. P. 101-106.
12. Raju Ch. A., Satya M., Praveena U. and Jyothi K. R. Studies on Development of Fuel Briquettes Using Locally Available Waste. Int. Journal of Engineering Research and Applications. 2014. Vol.4. P. 553-559.
13. Sotannde O.A., Oluyeye A.O., Aba G.B. Physical and Combustion of Charcoal Briquettes from NeemWood Residues. Int. Agrophysics. 2010. 24. P. 189-194.
14. Virgilio S. MORALES, Jessie C. ELAURIA and Marilyn M. ELAURIA Carbonization of Young Coconut (Cocosnucifera) Wastes J. Jpn. Inst. Energy. 2015. Vol. 94, No. 10.
15. Wondwossen Bogale. Preparation of charcoal using agricultural wastes. Ethip. J. Educ. & Sc. 2009. Vol. 5. No 1.

Стаття надійшла до редакції 11.04.2023 р.

Браверман В. Я. к.т.н., генеральний директор, E-mail: braverman@resources.odessa.ua, ORCID: 0000-0002-4624-9843

ТОВ «КВЦ «ПОНОВЛЮВАНІ РЕСУРСИ»

ОСОБЛИВОСТІ АВТОТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ПІРОЛІЗУ БІОМАСИ

Анотація. Актуальність запропонованої роботи визначається необхідністю декарбонізації енергетичного сектора України та переходу на виробництво поновлюваного екологічного палива із відходів сільськогосподарської діяльності. Основним методом, що дозволяє виробляти таке паливо, є піроліз. Ефективне використання біомаси в існуючому паливному обладнанні обмежується рядом властивих їй специфічних властивостей, таких як висока вологість, низька насипна щільність, висока шлакуюча здатність золи, відкладення смол в газоходах котла, хімічний недопал та ін. використання в якості палива навіть на існуючому паливному обладнанні є піроліз, що дозволяє отримати енергетично цінні тверді, рідкі та газоподібні енергетичні продукти. У цій роботі розглядаються методи підвищення економічної привабливості технологій піролізу біомаси за рахунок використання внутрішньої екзотермічної енергії реакції. Наведено зіставлення різних видів піролізу з погляду його тривалості, температури та одержуваних продуктів. Визначено умови, за яких процес піролізу біомаси стає авто термальним.

Ключові слова: біомаса, піроліз, екзотермічна реакція, екологічне паливо.

Braverman V. Ya. Ph.D., General Director, E-mail: braverman@resources.odessa.ua, ORCID: 0000-0002-4624-9843
KVC "RENEWABLE RESOURCES" LLC

FEATURES OF THE AUTOTHERMAL MODE OF BIOMASS PYROLYSIS

Abstract. The relevance of the proposed work is determined by the need for decarbonization of the energy sector of Ukraine and the transition to the production of renewable ecological fuel from agricultural waste. The main method for producing such fuel is pyrolysis. The effective use of biomass in the existing fuel equipment is limited by a number of its specific properties, such as high humidity, low bulk density, high slagging ability of ash, tar deposition in boiler flues, chemical underburning, etc. use as fuel even on existing fuel equipment is pyrolysis, which allows obtaining energetically valuable solid, liquid and gaseous energy products. This paper examines the methods of increasing the economic attractiveness of biomass pyrolysis technologies due to the use of internal exothermic reaction energy. A comparison of different types of pyrolysis in terms of its duration, temperature, and products is given. The conditions under which the process of pyrolysis of biomass becomes auto-thermal have been determined.

Keywords: biomass, pyrolysis, exothermic reaction, ecological fuel.

Вступ. Головним напрямом заміщення копалин палив відновлюваними джерелами енергії є використання ресурсів біомаси. З біомаси виробляється три типи первинного палива:

- тверде (вугілля, торрефікована біомаса);
- газоподібне (біогаз (CH₄, CO₂), генераторний газ (CO, H₂, CH₄, CO₂), синтез-газ (CO, H₂), замітник природного газу (CH₄);
- Рідке (етанол, біодизельне паливо, метанол, рослинна олія та піролізна олія).

У свою чергу з первинних палив виготовляють таку продукцію:

- Хімічні речовини, такі як метанол, добрива та синтетичні волокна;
- енергію (тепло та електрику);
- Транспортні палива, такі як бензин та дизельне паливо.

Ефективне використання біомаси в існуючому паливному обладнанні обмежується рядом властивих їй специфічних властивостей, таких як висока вологість, низька насипна щільність, висока шлакуюча здатність золи, відкладення смол в газоходах котла, хімічний недопал та ін. використання в

якості палива навіть на існуючому паливному обладнанні є піроліз, що дозволяє отримати енергетично цінні тверді, рідкі та газоподібні енергетичні продукти.

Викладення основного матеріалу. У типовому процесі торрефікації біомаса нагрівається до бажаної температури торрефікації (θ_{tor}), що витримується протягом заданого часу реакції. Температура торрефікації та час реакції є двома найбільш важливими параметрами в цьому процесі. Температура торрефікації θ_{tor} зазвичай знижується із збільшенням часу реакції при нагріванні.

Процес торрефікації може бути виражений двома рівняннями [5]:

$$200 \text{ }^\circ\text{C} << \theta_{tor} << 3000\text{C} \quad (1)$$

$$(\theta_{tor} - 200)/t < 10 \text{ C/ секунду} \quad (2)$$

Де θ_{tor} - температура торрефікації, $^\circ\text{C}$, а t - час нагрівання вище $200 \text{ }^\circ\text{C}$. Типовий час реакції становить близько 30 хвилин. За швидкістю нагрівання піроліз може бути класифікований як повільний і швидкий. Піроліз вважається повільним, якщо час t_h , необхідне нагрівання палива до температури піролізу, набагато більше характерного часу реакції піролізу t_r , і навпаки, тобто:

повільний піроліз ($t_h \gg t_r$) та швидкий піроліз ($t_h \ll t_r$). У таб.1. наведено зіставлення різних видів піролізу з погляду його тривалості, температури та одержуваних продуктів.

Таблиця 1. Зіставлення різних видів піролізу.

№п /п	Характеристики	Швидкий піроліз, низькі температури	Швидкий піроліз, високі температури	Повільний піроліз	Карбонізація	Гідротермаль на карбонізація
1	Час процесу	1с	1с	5-30 хв	Дні,год	години
2	Розмір сировини	малий	малий	середній	великий	середній
3	Вологість сировини	дуже низька	дуже низька	низька	низька	висока
4	Температура, С	450-600	650-900	500-700	400-500	250-350
5	Тиск, кПа	100	10-100	100	100	1000-2000
Продукти піролізу						
6	Газ:					
	вихід % від маси сухої сировини	до 30	до 70	до 40	до 40	
	теплота згоряння, МДж/нм3	10-20	10-20	5-10	2-4	
7	Рідина:					
	вихід, % маси сухої сировини*	до 80	до 20	до 30	до 20	
	теплота згоряння, МДж/кг	23	23	23	10-20	
8	Тверда речовина:					
	вихід, % маси сухої сировини	до 15	до 20	20-30	30-35	80
	теплота згоряння, МДж/кг	30	30	30	30	30

Ці критерії можуть бути визначені лінійною швидкістю нагріву (Tr/th, K/c). Характерний час реакції, t_r для простої реакції визначається як величина, зворотна константі швидкості До, що оцінюється при температурі піролізу.

Аналіз табл.1 показує, що для максимізації утворення вугілля слід використовувати низьку швидкість нагріву, невисоку кінцеву температуру та тривалий час проходження процесу. Щоб максимізувати вихід рідини, необхідно використовувати високу швидкість нагрівання до середніх температур 450-6000C і короткий час піролізу. Для максимізації виходу газу необхідне повільне нагрівання до високих температур 700-9000C і тривалий час піролізу.

Стимулюючим фактором застосування піролізу є необхідність підведення великої кількості тепла для здійснення процесу. В останні роки з'явилася низка робіт, що підвищують ефективність технологій піролізу біомас за рахунок використання внутрішньої енергії біомас. Процес піролізу може бути екзотермічним або ендотермічним залежно від умов реакції. Реакція піролізу є ендотермічною при виході вугілля менше 16-18% і стає дедалі більше екзотермічною з підвищенням виходу твердої фази. При піролізі біомаси в інтервалі температур 250-300°C відбуваються реакції термічного розпаду целюлози та геміцелюлози, що супроводжуються виділенням тепла. У ряді робіт зазначено [2,4] що в залежності від виду біомаси, що переробляється, за рахунок екзотермічного розігріву може додатково виділятися від 1400кДж/кг до 1500кДж/кг теплової енергії що для деяких видів біомаси може забезпечити процес прогріву і піролізу біомаси тільки за рахунок виділення внутрішнього тепла в автотермальному режимі Далі нами проведено дослідження впливу різних факторів, за яких технологія піролізу набуває властивостей екзотермічності.

У табл.2 наведено результат патентного огляду низки технологій, з погляду економії витрат за використання зовнішнього тепла.

Таблиця 2. Патентний огляд низки технологій.

Патенти	Найменування	Автори	
ЄАПВ 201691396A1 30.11.2018	Спосіб перетворення біомаси щонайменше на біовугілля	В'єсле Жан-Поль (BE), Котов І.О., Харін А.В., Буре Н.М., Стойко Г.В.(RU)	
RU 2734672C1 21.10.2020	Спосіб і пристрій отримання біовугілля	Зайченко В.М. (RU), Ісьємін Р.Л, Марков А.В, Морозов А.В., Шевченка О.Л	Об'єднаний Інститут Високих Температур РАН
(OIBT) RU 175131U1 21.11.2017	Пристрій для термічної конверсії біомаси	Зайченко В.М., Ларіна О.М, Марков О.В., Морозов А.В.	Автотермічний піроліз з Газо поршневым Двигуном
OIBT РАН RU 2732411C1 16.09.2020	Спосіб піролізу гранульованої біомаси в автотермальному режимі	Зайченко В.М, Марков А.В., Морозов А.В., Сичов Г.А., Шевченко О.Л.	Автотермічний Піроліз. OIBT РАН
ЄАПВ 022177 B1 30.11.2015	Спосіб гідротермальної карбонізації відновлюваної сировини та органічних відходів	Вольф Бодо М, Вітгамані Тобіас, Фонн Ольсхаузен Крістіан	(DE) САНКОУЛЬ ІНДУСТРІС ГМБХ (DE)

У роботі [1] наводяться вимоги до характеристик біомаси, у яких процес піролізу біомаси протікає із тепла і є екзотермічним.

На рис.1. показано розподіл тепла у процесі піролізу біомаси.

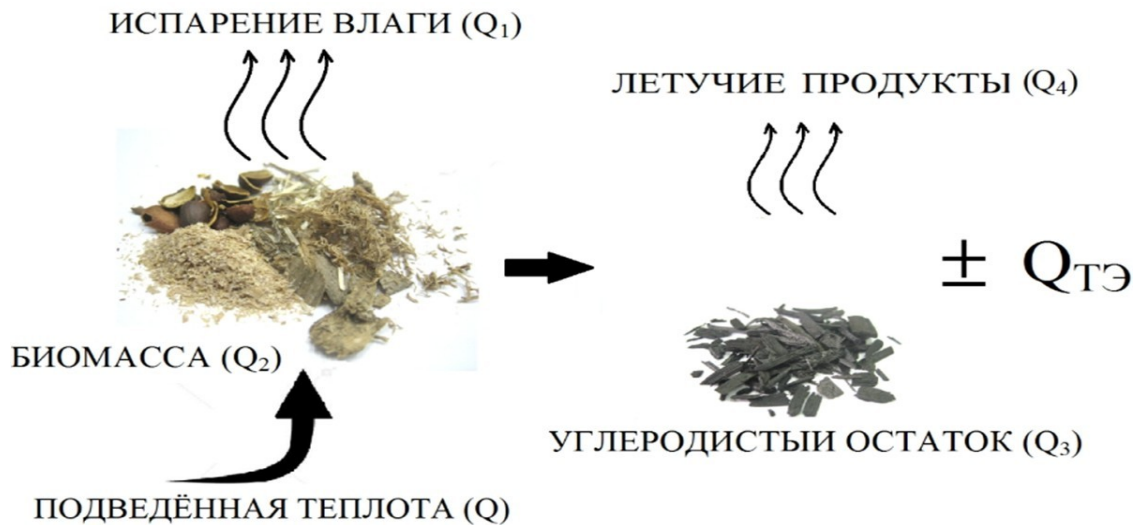


Рис.1. Розподіл тепла у процесі піролізу біомаси.

Підведена до сировини теплота (Q) витрачається на випаровування вологи (Q₁), нагрівання до температури, при якій починається активне розкладання біомаси (Q₂), нагрівання до закінчення процесу формування вуглецевого залишку (Q₃), а також втрати з леткими продуктами (Q₄).

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_{TE}, \quad (3)$$

Автотермічність процесу забезпечуватиметься у разі коли величина теплового ефекту перевищить суму необхідних теплових витрат для здійснення процесу піролізу. Таким чином, рівняння (3) може бути перетворене на (4) є умовою для настання авто термічного процесу піролізу біомаси:

$$Q_{TE} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (4)$$

Необхідний сумарний тепловий ефект суттєво залежить від вологості біомаси. В [1] показано, що при значенні вологості біомаси дорівнює 30.5% теплові витрати при зазначених умовах дорівнюють тепловому ефекту. Дане значення може бути розглянуто як граничне, при якому можлива термічна переробка біомаси в авто термічному режимі.

Тільки у соломі свіжої і після зберігання вологість відповідає умовам протікання піролізу в автомобільному термальномому режимі. У стебел кукурудзи та соняшнику вологість до 60%, деревної тріски до 40%. Крім того, солома володіє низькою для органічних палив зольністю – 3%-4% і високим виходом летких – 78.5%, що говорить про її високу реакційну здатність та низьку температуру займання. Найнижча теплота згоряння соломі після досягнення повітряно-сухого стану становить 14-15МДж/кг. Солома в основному складається з вуглецевих сполук: целюлози 29%, геміцелюлози 18.1% та лігніну 27.4%. Усього 74.5% вуглецевих сполук.

Відповідно до методики запропонованої в [1] нами проведено розрахунок теплових витрат, необхідних при автотермічному піролізі соломі.

А) Необхідна теплота для випаровування вологи із соломи визначається за формулою:

$$Q1=W/100 [C1 (td -t0) + r] \text{ кДж/кг. } =576 \text{ кДж/кг.}$$

Де W- для розрахунку вологість свіжої та сірої соломи прийнята (Таб.1) 20%; C1-середня теплоємність води 4,187кДж/кг; r-теплота пароутворення 2258,2 кДж/кг; t0 -температура навколишнього середовища 200С td температура повного випаровування вологи з тирси -1100С.

Б) Теплота необхідна для початку термічного розкладання соломи

$$Q2 = (1-W/100 C2(t1 -t0) \text{ кДж/кг. } = 74.88 \text{ кДж/кг.}$$

Де C2 питома теплоємність соломи-2.34 кДж/кг; t1-температура початку активного розкладання соломи 1800 С.

В) Теплота необхідна отримання вуглецевого залишку:

$$Q3=0.5(1-W/100) (t2-t1) C3(w1+w2) \text{ кДж/кг. } =32600 \text{ кДж/кг}$$

де C3 середня теплоємність вуглецевого залишку -1.7 кДж/кг; t2 - температура закінчення розкладання соломи, визначена в [1] експериментально 5200С; w1-вихід вуглецевого залишку з вихідної сировини, віднесений до одиниці висушеної маси, при температурі t1; w1 = 0.8; w2 – вихід вуглецевого залишку вихідної сировини, віднесений до одиниці висушеної маси, при температурі t2 w2=95.46.

Г) Теплота, що виділяється при охолодженні вуглецевого залишку з 5200С до 200С:

$$Q = C3 (t2-t0);$$

$$Q=1.7 \times 500=850\text{кДж/кг}$$

У роботі [1], також з використанням диференціально термічного аналізу, отримані дані та побудовані графіки впливу температури нагріву на об'єм енергії, що виділяється при піролізі соломи. На кривій (мал.2) у діапазоні температур 22-322°С спостерігається ендотермічний пік, що відповідає процесу випаровування вологи.

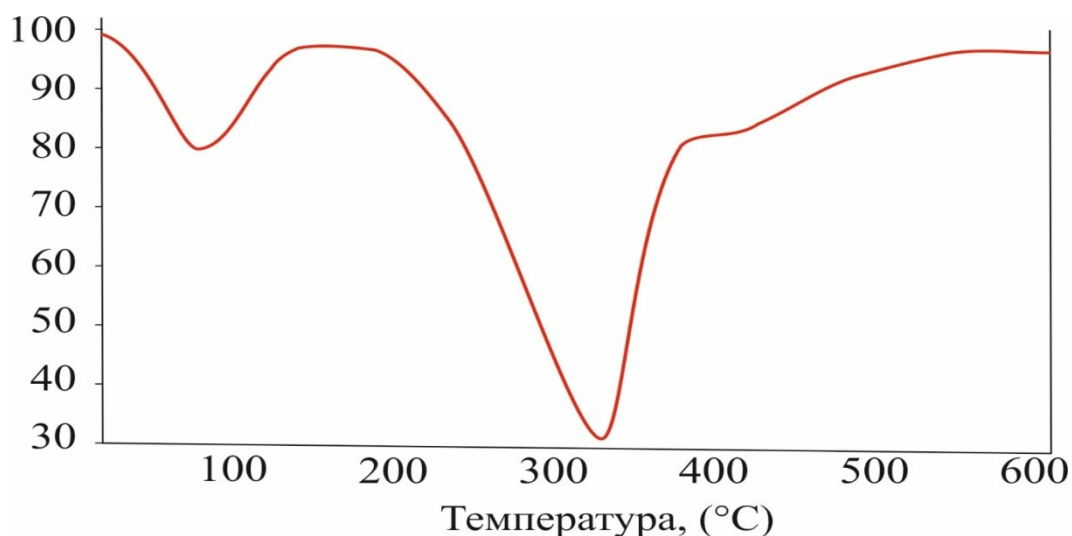


Рис. 2. Характеристика процесу випаровування вологи.

Активна стадія розкладання соломи починається після досягнення температури 382 °С. Закінчення екзотермічного піку посідає температуру 595°С. У цьому діапазоні температур відбувається розкладання основних компонентів соломи, таких як геміцелюлоза, целюлоза та лігнін, що супроводжується виділенням теплоти.

Значення теплового ефекту розкладання соломи в інтервалі температур 355–595°С становить 1475 кДж/кг. На рис.3 схематично показано розподіл температур та потреба в теплі на 1кг. соломи, у процесі її перетворення екзотермічним піролізом. Додатково тепла енергія обсягом 850кДж/кг. у вигляді перегрітої пари виходить при охолодженні вуглецевого залишку з температури 5200С до 200С. Цієї теплової енергії достатньо лише для процесу сушіння соломи 576кДж/кг та підігріву її до початку термічного розкладання соломи 74.88. Решту енергії від охолодження можна направити в зону термічного розкладання.(рис.3)

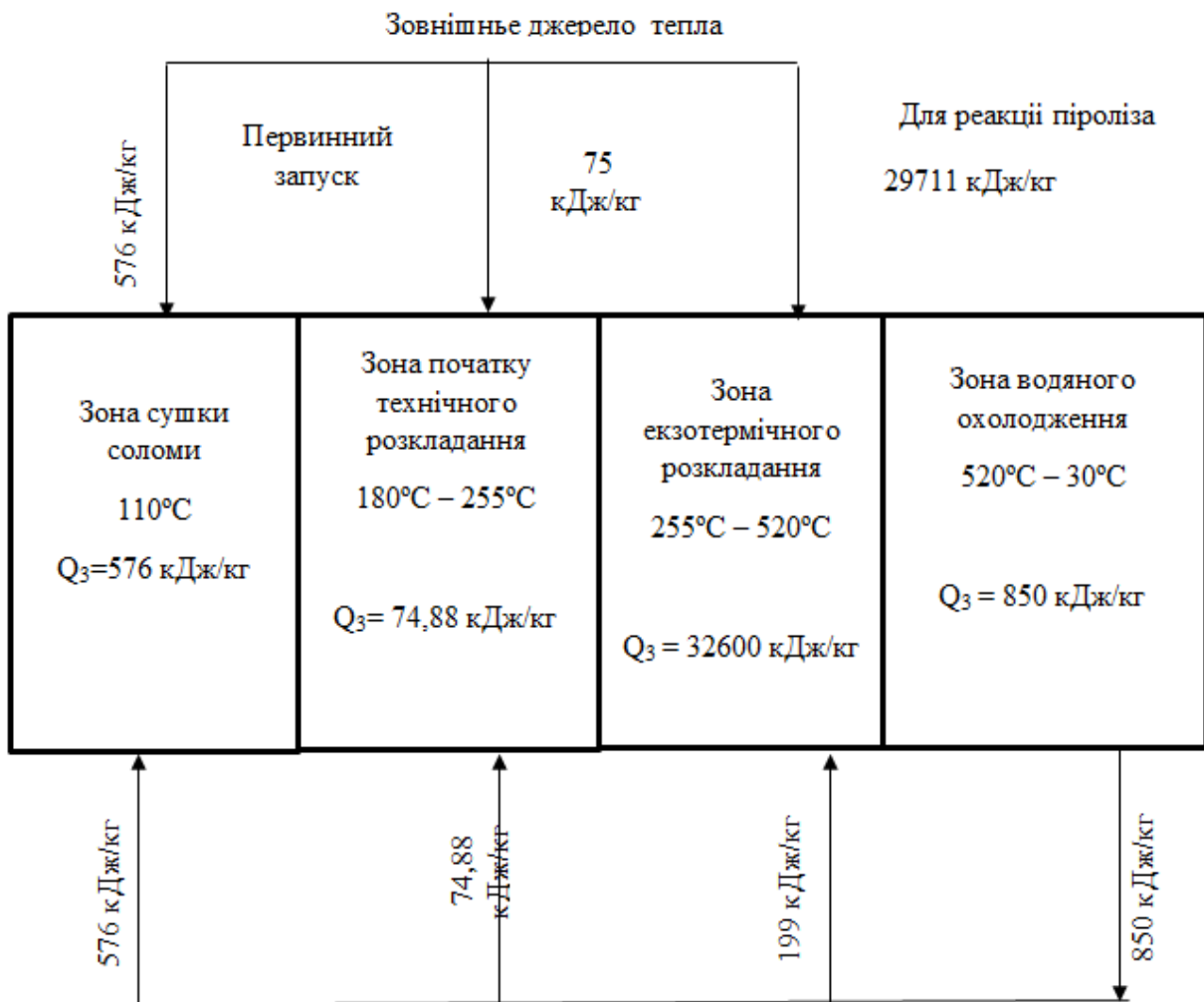


Рис. 3. Розподіл температур та потреба в теплі на 1кг. Соломи у процесі її перетворення екзотермічним піролізом.

У роботі [3] показано, що кількість тепла необхідне протікання екзотермічного режиму піролізу суттєво залежить від швидкості підведення тепла до зони піролізу. Так якщо швидкість підведення тепла збільшити з 50 до 200 З то потреба в зовнішньому теплі зменшиться в 2.5 рази до 11884кДж/кг. І тут економія теплових ресурсів від застосування технології екзотермічного піролізу становитиме 24.3%.

Висновки. Використання технологій екзотермічного піролізу дозволяє виробляти з біомас наступні продукти:

- біопаливо, яке може замінити викопне паливо в системах генерації електричної та теплової енергії; вирішити проблему декарбонізації;

- Біочар - органічне добрива, що дозволяє відшкодувати нестачу добрив, пов'язану із припиненням імпорту добрив.

Список використаної літератури:

1. Астафьев А.В., Табакаев Р.Б., Мусафиров Д.Е., Заворин А.С., Дубинин Ю.В., Языков Н.А., Яковлев В.А. Исследование тепловых эффектов пиролиза соломы для оценки возможности его реализации в автотермическом режиме. Химия растительного сырья. 2019. №2.

2. Передерий С. Биоуголь – новое или хорошо забытое старое? Возрождение гидротермальной карбонизации биомассы в Европе. ЛесПромИнформ. 2014. №3(101). URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3675>.

3. Рондинеле Альберто Рейс Феррейра, Карла Силва Мейрелеш. Требуемое тепло и кинетика пиролиза соломы. Журнал термического анализа и калориметрии. 2018. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Heat-required-and-kinetics-of-sugarcane-straw-by-TG-Ferreira-Meireles/101f4f06a966fb110aabc3092b47aabe73ff4fdb>

4. Зайченко В.М., Марков А.В., Морозов А.В. Способ пиролиза гранулированной биомассы в автотермальном режиме» Объединенный Институт Высоких Температур РАН. Патент RU 2732411C1 от 16.09.2020г.

5. Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory. 2010. Prabir Basu. Published by Elsevier Inc.

References:

1. Astafev A.V., Tabakaev R.B., Musafirov D.E., Zavorin A.S., Dubinin Yu.V., Yazykov N.A., Yakovlev V.A. Issledovanie teplovyh effektov piroliza solomy dlya ocenki vozmozhnosti ego realizacii v avtotermicheskom rezhime. Himiya rastitelnogo syrya. 2019. №2.

2. Perederij S. Biougol – novoe ili horosho zabytoe staroe? Vozrozhdenie gidrotermalnoj karbonizacii biomassy v Evrope. LesPromInform 2014. №3(101). Available at: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3675>.

3. Rondinele Alberto Rejs Ferrejra, Karla Silva Mejrelesh. Trebuemoe teplo i kinetika piroliza solomy. Zhurnal termicheskogo analiza i kalorimetrii. 2018. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Heat-required-and-kinetics-of-sugarcane-straw-by-TG-Ferreira-Meireles/101f4f06a966fb110aabc3092b47aabe73ff4fdb>

4. Zajchenko V.M., Markov A.V., Morozov A.V. Sposob piroliza granulirovannoj biomassy v avtotermalnom rezhime. Obedinennyj Institut Vysokih Temperatur RAN. Patent RU 2732411C1 ot 16.09.2020g.

5. Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory. 2010. Prabir Basu. Published by Elsevier Inc.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2023 р.

Куклін В.М., доктор фізико-технічних наук, професор, кафедра штучного інтелекту та програмного забезпечення, Тел.(096) 9765422; e-mail:kuklinvml@gmail.com

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна.

Івін Л.М., доктор технічних наук, професор, Тел.(050)5915448; e-mail: sm261245@gmail.com

Мехович С.А., доктор економічних наук, професор, кафедра економіки бізнесу та міжнародних економічних відносин, Тел. (050)4026212; e-mail: sm261245@gmail.com

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, Україна, 61002

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ЛЮДСТВО

Анотація. Розглянуто явище когнітивної революції в галузі штучного інтелекту. Виявилось, що великі мовні моделі з урахуванням допоміжних систем-плагінів вже значно перевищили інтелектуальні можливості не тільки середніх інтелектуалів, а взагалі інтелектуальні можливості значної кількості спеціалістів в більшості галузей діяльності. Показано аналогія цих перетворень з процесами появи другої сигнальної системи людства. Побоювання людей зв'язані не тільки з усуненням їх з робочих місць в більшості галузей, а також з можливістю революції роботів, які взагалі здібні відтіснити людство на узбіччя. Хоча в елітах, які вже не відповідають сучасним вимогам, немало прихильників використати штучний інтелект для збагачення, створення нової зброї та вирішення інфраструктурних задач. Останнім часом у науковому середовищі та урядових колах розгортається активна дискусія щодо загроз людству з боку штучного інтелекту (ШІ). Є побоювання, що штучний інтелект може надто швидко залишити без роботи багатьох людей, а чати на кшталт ChatGPT та Bard можуть поширювати неточну інформацію або дезінформацію, порушувати авторське право, генерувати фейки як у аудіо, так і у відеоформаті. Наведено інші думки та пропозиції зробити паузу у наукових дослідженнях щодо ШІ. На перший погляд це нас не так турбує, нехай цивілізація розвивається в напрямку використання нових можливостей. Але історія нас вчить. Подивіться як люди не дуже раціонально поведуться з атомною енергетикою, хімією, генетикою та фармакопесєю, де важко але треба створювати обмеження та запобіжники. Поки людство не навчиться створювати еліту нового типу, яка б була в змозі ретельно та виважено підходити до використання досягнень прогресу всі ці запобіжники будуть неефективними. Проблема перетинається з недостатніми зусиллями у наукових та прикладних галузях не тільки штучного інтелекту, а скоріше у соціології, спробам знайти відповіді в майбутньому (футуризму) та в політології.

Ключові слова: штучний інтелект, когнітивна революція, роботи, урядові кола, загрози, цивілізація, прогрес.

Kuklin V.M., doctor of physical and technical sciences, professor, department of piece intelligence and software support, Tel. (096)9765422; e-mail:kuklinvml@gmail.com

Kharkiv national university named after. V.N. Karazin.

Ivin L.M., doctor of technical sciences, professor, Tel. (050)5915448; e-mail:sm261245@gmail.com

Mekhovich S.A., doctor of Economics, Professor, Department of Business Economics and International Economics, Tel. (050)4026212; e-mail:sm261245@gmail.com

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Kyrpychova Str., 2, Kharkiv, Ukraine, 61002

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND HUMANITY

Abstract. The phenomenon of the cognitive revolution in the field of artificial intelligence is considered. It turned out that large language models, taking into account auxiliary systems-plugins, already significantly exceeded the intellectual capabilities of not only average intellectuals, but in general the intellectual capabilities of a significant number of specialists in most fields of activity. The analogy of these transformations with the processes of emergence of the second signal system of humanity is shown. People's fears are connected not only with their removal from jobs in most industries, but also with the possibility of a revolution of robots, which are generally able to push humanity to the sidelines. Although among the elites, who no longer meet modern requirements, there are many supporters of using artificial intelligence for enrichment, creating new weapons, and solving infrastructure problems. Recently, there has been an active discussion in the scientific community and government circles about threats to humanity from artificial intelligence (AI). There are fears that artificial intelligence may put too many people out of work too quickly, and chat rooms like ChatGPT and Bard may spread inaccurate or misinformation, violate copyright, generate fakes in both audio and video formats. Other thoughts and suggestions to do a pause in scientific research on AI. At first glance, this does not bother us so much, let civilization develop in the direction of using new opportunities. But history teaches us. Look at how people are not very rational with atomic energy,

chemistry, genetics and pharmacopoeia, where it is difficult but necessary to create restrictions and safeguards. Until humanity learns to create a new type of elite, which would be able to carefully and carefully approach the use of the achievements of progress, all these safeguards will be ineffective. The problem intersects with insufficient efforts in scientific and applied fields not so much in artificial intelligence, but rather in sociology, attempts to find answers in the future (futurism) and in political science.

Keywords: artificial intelligence, cognitive revolution, robots, government circles, threats, civilization, progress.

Вступ. Останнім часом у науковому середовищі та урядових колах розгортається активна дискусія щодо загроз людству з боку штучного інтелекту (ШІ). Є побоювання, що штучний інтелект може надто швидко залишити без роботи багатьох людей, а чати на кшталт ChatGPT та Bard можуть поширювати неточну інформацію або дезінформацію, порушувати авторське право, генерувати фейки як у аудіо, так і у відеоформаті. Є інші думки та пропозиції зробити паузу у наукових дослідженнях щодо ШІ. У той же час, наприклад, Білл Гейтс вважає, що у разі, як розробки, пов'язані зі ШІ будуть поставлені на паузу, "виклики не будуть розв'язані". Інші аналітики вважають, що у випадку, якщо розробка цих технологій буде надмірно зарегульована на Заході, Китай отримає стратегічну перевагу і розв'язані руки для розробки своїх версій ШІ. Керівники OpenAI і Google Deepmind попереджають, що штучний інтелект може призвести до вимирання людства. Наведені приклади оприлюднені та у зв'язку з цим людство цікавить питання: як машини можуть взяти гору над людьми? Що треба робити, щоб цього не сталося? Інтерес до цих та інших питань постійно зростає.

З моменту запуску в листопаді 2022 року ChatGPT - чат-бот, який використовує штучний інтелект (ШІ) для відповідей на запитання або створення тексту чи навіть коду на вимогу користувачів, став інтернет-додатком із найшвидшими темпами зростання в історії. Лише за два місяці він мав 100 мільйонів активних користувачів. За даними компанії з моніторингу технологій Sensor Tower, щоб досягти цієї віхи, Instagram знадобилося два з половиною роки. Поява програми ChatGPT викликала бурхливі дебати про те, чи є ШІ безпечним. Величезна популярність ChatGPT, який розробила компанія OpenAI за фінансової підтримки Microsoft, викликала інтенсивні дебати щодо впливу штучного інтелекту на майбутнє людства. Показовим у цьому плані є те, що Білий дім запросив керівників провідних технологічних компаній, щоб застерегти їх про ризики, які можуть принести людям розвиток технологій на основі штучного інтелекту. На зустріч із президентом США прийшли керівник Google Сундар Пічай, Сатья Наделла із Microsoft та Сем Альтман із OpenAI, компанії, що розробила популярний чат-бот ChatGPT. На зустрічі представники адміністрації американського президента дали зрозуміти, що незабаром у галузі розробок, пов'язаних зі ШІ, буде запроваджене державне регулювання. А керівникам компаній, які працюють в галузі ШІ, порадили "упевнитися у безпечності їхніх продуктів" для громадськості. Вчених застережили, що нові технології можуть становити ризик для безпеки, приватності та громадянських свобод, хоча й мають потенціал до покращення життя. А тому

приватні компанії, які працюють над розвитком технологій ШІ, мають "етичну, моральну та юридичну відповідальність за свої продукти" [6]. Таке рішення Білого дому щодо регуляцій збігається із баченням проблеми керівниками ІТ-компаній, хоча деякі з них вважають, що у разі, як розробки, пов'язані зі ШІ будуть поставлені на паузу, "виклики не будуть розв'язані". Є й такі, що попереджають: у випадку, якщо розробка цих технологій буде надмірно зарегульована на Заході, Китай отримає стратегічну перевагу і розв'язані руки для розробки своїх версій ШІ. Десятки експертів підтримали заяву, опубліковану на вебсторінці Центру безпеки штучного інтелекту, у якій ідеться про те, що "...зменшення ризику вимирання від штучного інтелекту повинно бути глобальним пріоритетом поряд з іншими ризиками суспільного масштабу, такими як пандемії та ядерна війна". Водночас інші кажуть, що ці страхи перебільшені. Отже, спробуємо зя'сувати? Для початку розглянемо наскільки штучний інтелект корисний та які потенційні загрози він несе для людства.

Викладення основного матеріалу. Почнемо з позитиву, звичайно [1]. Ми всі знаємо, що штучний інтелект кардинально змінює наше життя і виробництво. Наприклад, якщо ви скористуетесь ElevenLab, ви просто додаєте свій голос на сторінку, потім пишете текст англійською, натискаєте кнопку «генерувати», і AI генерує для вас звук, де ви говорите як носій мови. Штучний інтелект розумніший, швидший і мобільніший за нас. Ми адаптуємося і звикаємо жити у світі зі ШІ, але чи захоче він жити з нами?

Недоліки бота помітні не відразу, але досить подивитися не на верхівку айсберга, а на те, що знаходиться під водою. Відомо, наприклад, що штучний інтелект намагається «втєкти», звичайно, але він не настільки розвинений, щоб робити це самостійно, для цього йому потрібні люди. Хтось допоможе йому заради задоволення, а хтось поекспериментує і щось обов'язково піде не так. Тому експерти визнають реальну небезпеку в розвитку машинобудування в цьому чи наступному десятилітті, а такі люди, як Ілон Маск, уже вимагають уповільнення досліджень штучного інтелекту.

Мінус. Як це було у 80-ті роки того століття, при впровадженні промислових роботів Люди втрачали роботу. Сьогодні ми можемо знайти роботу всюди. Chat GPT взяв у Google інтерв'ю про молодшого інженера-програміста із зарплатою приблизно 180 000 доларів на рік. Отже, програміст – це перша професія, яку вдарить ШІ. Спеціалісти висловлюють думку, що в майбутньому половина населення планети залишиться без роботи, а робота стане розкішню.

ЕТАПИ РОЗВИТКУ

Поява технічних приладів та систем. У середині XV століття зусиллями ювеліра І. Гутенберга і його численних послідовників, що створювали технологію друкарства – «штучної писемності», залучення до винахідницької та творчої діяльності в області технологій набуло масового характеру. Процес активізувався у XIX- XX сторіччях. Дивно, але наявність

досить великої кількості вчених, використання їх ідей до появи книг, енциклопедій і довідників практично не відбувалося. Бо не було проміжного шару інженерів та винахідників, які могли б реалізувати ідеї вчених. Але потім процес створення технічних пристроїв розвинувся вибуховим чином. Вже на початку ХХ століття цивілізацію вже було важко дізнатися, поява безлічі машин, механізмів, кораблів і літаків, модернізована структура повністю змінили характер життя людей.

Епоха алгоритмів. В середині ХХ сторіччя з'явилися системи інтелектуальної підтримки розумової діяльності - обчислювальні прилади „малі, середні та великі електронні обчислювальні системи. В промисловості – це програмні прилади, автоматизовані кібернетичні системи. Для цього було потрібно розвинути формалізовані способи опису явищ і процесів, на базі математики, використовуючи коди для перенесення інформації у пам'ять обчислювальних машин. Системи такого формального опису для використання обчислювальних машин спровокували розвиток мов програмування, для полегшення запису алгоритмів. Алгоритми тут були формалізовані та представлені мовами програмування які давали вказівки обчислювальним машинам або обчислювальним пристроям виконувати послідовність дій. Зрозуміло, що одночасно розвивалися технічні пристрої, які були здатні виконати запрограмовані дії.

Інформаційна революція. В кінці ХХ сторіччя світ побачив появу комп'ютерів, створення та розвиток світової мережі Інтернет, стрімкий розвиток і підсилення можливостей гаджетів, нову телефонію. Почалось створення компактних систем управління на базі складних алгоритмів. Інформаційна революція підсилила інформаційні можливості людства, створила середовище глобального спілкування. За рахунок збільшення масштабу спілкування, та швидкої передачі інформації дала нове дихання розвитку науки, культури та швидкому створенню технологій.

Поява систем штучного інтелекту. На межі ХХ та ХХІ сторіччя – людство здивувала поява систем штучного інтелекту, спочатку символічних – логічних підходів, а зразу же потім також коннекціоністських інтелектуальних систем (мереж, зібраних з простих елементів). Логічні системи було зроблено на підставі логіки, яку розвинув ще Арістотель. Вона деякий час не цікавила людей, однак з часом вчені Франції в своїй більшості створили формалізовану математичну логіку. Математична логіка зразу ж була використана у низці алгоритмів, що дозволило вирішувати логічні завдання. Від цього було вже недалеко до створення інтелектуальних систем, що були спроможні самі відшукувати рішення поставлених перед ними задач. Люди зрозуміли, що це вже елементи штучного інтелекту. На базі математичної логіки з'явилися мови програмування штучного інтелекту, такі як ПРОЛОГ та ЛІСП, експертні та рекомендаційні системи на базі логіки. Підтримала інтерес до подібних систем поява нечіткої логіки Заде, яка поки що більш обіцяє, але мало дозволяє створити нового, але це справа часу.

Логічні системи дозволяли розробити плани для роботів, семантичні мережі і навіть йшла мова про створення семантичної мережі, яка буде відшукувати дані, орієнтуючись не на форму і назви, а на сенс запитань. Проблемою систем логічного висновку було тільки наповнення їх баз даних та знань.

Але в цей час активно за допомогою нейрофізіологів, що активно вивчали людський мозок, почали створюватись, як вважали ентузіасти, аналоги людського розуму. Вони за основу взяли модель нейрону і формуючи шари таких нейронів, почали неквапливо конструювати моделі мозку [2]. Перші системи були невеличкі, хоча було створено мільйони нейронних мереж, які допомагали вирішувати значну кількість практичних задач. Причому значно більша кількість задач було не інтегруємо, це означало, що вони не мали точного розв'язку. Математики вважали існування декілька розв'язків непридатним, вони вважали, що системи повинні мати єдине рішення. Ця умова математиків деякий час стримувала розвиток нейронних мереж. До поки творці цих мереж, використовуючи прогрес в розвитку обчислювальної техніки, не зважаючи на пересторогу математиків, почали збільшувати розмір, швидкодію та пам'ять нейронних мереж. Злі язики казали, що розробникам великих мереж допомогло незнання цих умов математиків. А потім не зразу люди зрозуміли, що кількість не інтегруємих задач набагато більше задач, що інтегруються і мають єдине рішення. І людям такі задачі треба вирішувати також набагато частіше, ніж розбиратися в таких, які мають єдине рішення. Ця гонка за збільшенням розміру та покращенням параметрів мереж супроводжувалась пошуком нової архітектури для їх реалізації. І методом наукового тиму та завдяки розвиненій інтуїції, завдяки науковим пошукам методом перебору варіантів, шукали способи використання нових приладів.

НОВА РЕАЛЬНІСТЬ

Поява великих нейронних мереж з мільярдами параметрів - зв'язків-синапсів, безпрецедентне збільшення швидкодії і неймовірне розширення обсягів пам'яті дозволило повернутися до напівзабутих мереж прямого поширення, використовувати майже відкинуті підходи і діяти досить прямолінійно. На базі рекурентних і загорткових моделей було розвинули сучасні архітектури, що цілком успішно справляються із завданням генерації тексту та зображення. Потім їх витіснили моделі з функцією трансформера – на основі уваги [3]. Саме такі нейромережі - великі мовні моделі (LLM) - дозволили використовувати численні друковані роботи, розміщені в Інтернеті, підключити до контакту з мережею величезну кількість користувачів, що з урахуванням швидкодії та великого їх обсягу, дозволило домогтися швидкого навчання таких систем [4,5]. Таким чином проблема навчання, яка була камінням спотикання для логічних систем, для великих мереж була вирішена. Причому за рахунок виявлених нових можливостей самих нейронних мереж.

Когнітивна революція в штучному інтелекті (ШІ). Поява нейронних мереж з числом параметрів (зв'язків між нейронами), що перевищувало десятки

та сотні мільярдів, змінило реальність в галузі штучного інтелекту. Вектори, що описують слова та речення в таких мережах досягли великої розмірності, що дозволило розширювати обсяги пам'яті, створити безліч бібліотек. Нейронні мережі навчанні на великих масивах текстів, могли розбиратись в задачах та проблемах більшості природничих наукових, технічних та гуманітарних спеціальностей. Вони запам'ятали всі можливі деталі процедур та знань з права, з медицини, економіки т. інше. З'явилась можливість створити штучний загальний інтелект, що включав більшість знань, які зібрало людство. Обсяги інформованості мереж стали настільки широкими, що заговорили про мультимодальність, що відповідало енциклопедичності. Поява плагінів – що підвищували здатність розбиратись та коректувати дослідження мереж, особливо таких як Wolfram|Alpha дозволили використання мереж в досить відповідальних задачах обробки інформації, обчислення тощо.

Аналогія з появою на планеті другої сигнальної системи у людині [6]. Хоча проблема пояснення цього феномену ще до кінця не зрозуміла, всі спеціалісти вважають що саме зростання обсягу кори головного мозку забезпечило появу розуму у людської істоти. Можливо суттєвим був вплив на формування другої сигнальної системи прояви ефекту перколяції (швидкого проходження) сигналів у загальному масиві кори. Можливості спілкування за рахунок формування мови забезпечили безпрецедентний обсяг контактів між індивідами. На велику роль мови, вказують вражаючі успіхи LLM, особливо GPT 4, яких і навчали тільки мовними прикладами та текстами. Невідомо, як тоді вони навчилася малювати, писати крім картинок ще й музику, робити такі заключення та висновки, що для людей виявились дуже складними та корисними. Це привело до росту чисельності людських громад, та в свою чергу, дало змогу збільшити обсяг громадської інформації. Спілкування дозволило краще навчати дітей та поширювати інформацію. Великі зв'язки між численними членами громад різко прискорили поширення інформації. Може процес когнітивної революції штучного інтелекту дозволить розібратися в механізмах появи другої сигнальної системи людини.

Побоювання наляканого людства. Люди побоюються, що нейронні мережі витісняють людство на узбіччя. Особливо, якщо вони отримують доступ до управління виробництвом та будуть здатні створювати собі подібних [7]. Це стане новою формою життя, не біологічною. І тоді може статися щось подібне революції роботів вже з нейронним мозком (вбудованим або який знаходиться у хмарі чи на сервері зі зв'язком через Інтернет). Такі застереження останнім часом все більше з'являються на сторінках соціальних мереж [8]. Заклики до обережності із штучним інтелектом (ШІ) лунають як від політиків, так і від найвідоміших персоналій зі світу ІТ. Джеффри Гінтон, якого вважають "хрещеним батьком" штучного інтелекту, заявив, що залишає Google з причини побоювання дедалі більших небезпек, пов'язаних з розвитком цієї технології. В інтерв'ю BBS він назвав деякі із небезпек, пов'язаних зі ШІ, "досить страшними". Ілон Маск,

засновник Apple, Стів Возняк та група інших експертів ШІ та лідерів ІТ-галузі оприлюднили відкритого листа із закликом до піврічної паузи в розробленні систем, потужніших за GPT-4. Автори листа посилаються на потенційні ризики таких розробок для суспільства й людства. "Ми закликаємо всі лабораторії ШІ негайно призупинити як мінімум на шість місяців навчання всіх ШІ систем, які за потужністю перевершують.

GPT-4-Системи ШІ з інтелектом, який може змагатися з людським, можуть надавати серйозний ризик для суспільства та людства, це позначається у великих дослідженнях та визнається найкращими ШІ лабораторіями... Потужні системи ШІ повинні розроблятися тільки після того, як людство набуде впевненості в їхній користі, а всі ризики, пов'язані з ними, можна буде взяти під контроль " - йдеться у листі, опублікованому на сайті некомерційної організації Future of Life Institute. Зазначається, що всі розробники ШІ, на думку авторів листа, повинні використовувати цей час для спільної розробки та запровадження протоколів безпеки для просунутих систем. Розробникам необхідно сфокусуватися на тому, щоб зробити сучасні ШІ безпечнішими, інтерпретованішими, транспарентними. Лист, крім Маска та Возняка, підписали співзасновник Skype Яан Таллінн, співзасновник Pinterest Еван Шарп, а також багато інших діячів у технологічній сфері та професори з різних університетів. На їхню думку, останнім часом лабораторії ШІ все більш активно розробляють потужні "цифрові уми", які на даному етапі ніхто не здатний зрозуміти, передбачити чи надійно контролювати. Сучасні ШІ можуть змагатися з людьми в базових завданнях, і в листі виражаються побоювання у зв'язку з тим, що вони здатні перевантажити інформаційні канали пропагандою, відібрати роботи у людей і загалом "замінити" їх. GPT-4 або Generative Pre-trained Transformer 4 є великою мовною моделлю, розробленою американською компанією OpenAI. Вона була випущена 14 березня 2023 року. GPT-4 здатна читати та аналізувати тексти, а також генерувати до 25 тис. слів. Одним із засновників OpenAI є Ілон Маск. Прем'єр-міністр Ізраїлю Біньямін Нетаньягу провів телефонну розмову з бізнесменом Ілоном Маском і з гендиректором розробника платформ штучного інтелекту OpenAI Семом Альтманом про можливості та небезпеки ШІ та доручив розробити національну політику Ізраїлю в галузі ШІ. Ці питання також стоять на порядку денному урядів США, Франції, Китаю та інших країн. У США розглядають питання створення нового відомства для регулювання сфери штучного інтелекту (ШІ) і ліцензування використання найбільш потужних його інструментів. Ідею створення нового регулятора висловив під час слухань у Сенаті Сем Олтмен, головний виконавчий директор стартапу OpenAI, який створив популярний чат-бот ChatGPT. OpenAI раніше отримала інвестиції в \$10 млрд від Microsoft. Сміт також заявив, що AI-технології, які швидко розвиваються, мають бути прозорими, а розробникам необхідно співпрацювати з державою і науковцями для вирішення соціальних проблем, що виникають. Він також наголосив на

необхідності створення "захисних механізмів" у ШІ-системах, які дадуть змогу гарантувати, що вони залишаються під контролем людини."Ми абсолютно віддані гарантуванню того, щоб ШІ служив людям, щоб він приносив реальну користь, і щоб він залишався під контролем людини", - сказав Сміт в інтерв'ю The Wall Street Journal.

Однак це турбує далеко не всіх - тільки дуже далекоглядних співвітчизників. Остання частина людства це ще не зрозуміла, але переживає за себе і дітей, яким буде важко знайти роботу, і життя яких може стати поганим. Люди бояться, що з'являється перспектива потрапити в резервації, де будуть кормити, давати жити, але не більше. Навіть тепер, коли більшість людей працює у сфері обслуговування, можна вважати цю сучасну реальність досить непоганою. А може статись гірше. Нейронні мережі, що будуть вбудовані в роботів, чи керуючі роботами, замінять людей і там, у сферах обслуговування.

Попереду заміна людської інтелектуальної праці поки що середнього рівня, діяльністю нейронних мереж. Велика кількість середньо освічених інтелектуалів зостанеться без роботи. Якщо раніше автоматизація та алгоритми забирали робочі місця у працівників високої кваліфікації, то зараз настане черга інтелектуальних працівників, які витрачали багато часу та зусиль на своє навчання. Людство буде все менше потрібно для виробництва, прикладної науки, більшості форм мистецтва, музики, літератури. Поки ще в нагоді зостануться талановиті та геніальні люди, які будуть в змозі конкурувати з дуже серозними співвітчизниками - нейронними мережами.

1. Треба передивитися увесь невеликий перелік спеціальностей, де люди ще будуть потрібні, бо нинішні учні повинні знайти собі використання. Це накладає жорсткі умови на систему навчання та виховання дітей та перенавчання дорослих.

2. Також треба починати з переформатування структури галузей народного господарства з урахуванням змін, пов'язаних з використанням штучного інтелекту нового типу, який вже буде перевищувати можливості людей.

3. Будуть зміни в структурі науки, значна кількість людей, які живились при наукових установах стане не потрібною. Зостануться там тільки досить креативні та дуже талановиті, пропаде потреба боротися з псевдонаукою, вона зникне.

4. Великі зміни будуть у фінансовій сфері, багато буде проблем з формуванням бюджетів, створенні фондів, що повинні оплачувати потреби не зайнятих в економіці людей.

5. Невідомо також що буде з великою кількістю непотрібних людей, як їх зайняти, які стануть тягарем для цивілізації і будуть паливом для бунтів та революцій.

Економіка в цілому здатна вижити, хоча маловідоме, як вона перетвориться в майбутньому.

Висновки. Беззастережні наміри. Однак не всі налякані. Керівництво державами, корпораціями та політикою, це люди, які активно шукають

вигоду, не обтяжені роздумами про долю майбутніх поколінь, навіть їхніх власних дітей та онуків. У більшості наших керівників горизонти планування в часі скромні, інтелектуалів там явна меншість, вибір їх буде у напрямку активного використання штучного інтелекту (нового типу - порівнянного і переважаючого людський) в оборонних та інфраструктурних завданнях, у пошуку ще більшого прибутку, у створенні нових пристроїв для освоєння природних ресурсів. Тому цей процес буде набирати обороти.

На перший погляд це нас не так турбує, нехай цивілізація розвивається в напрямку використання нових можливостей. Але історія нас вчить. Подивіться як люди не дуже раціонально поведуться з атомною енергетикою, хімією, генетикою та фармакопеею, де важко але треба створювати обмеження та запобіжники. Поки ми – людство, не навчимося створювати еліту нового типу, яка б була в змозі ретельно та виважено підходити до використання досягнень прогресу всі ці запобіжники будуть неефективними. Проблема перетинається з недостатніми зусиллями у наукових та прикладних галузях не стільки штучного інтелекту, а скоріше у соціології, спробам знайти відповіді в майбутньому (футуризму) та в політології.

Список використаних джерел:

1. Штучний інтелект: все за і проти. URL: <https://vc.ru/u/1525003-vygod-iz-matricy/658466-iskusstvennyy-intellekt-vse-za-i-protiv>
2. Minsky M. and Papert S. Perceptrons an introduction to computational geometry - The MIT Press Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts and London, England. Paperback Hardcover. 258 p.
3. Open AI. GPT-4 technical report, 2023. URL: [arXiv:2303.08774](https://arxiv.org/abs/2303.08774) [cs.CL]
4. Linda S. Gottfredson. Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography, 1997.
5. Bubeckar S. Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4. URL: [arXiv:2303.12712v2](https://arxiv.org/abs/2303.12712v2) [cs.CL] 24 Mar 2023.
6. Куклін В.М. Особливості сприйняття людьми прогресу в штучному інтелекті / НІСТ'2023 – Наукоємні технології в інфокомунікаціях. Кам'янець-Подільський, Україна, 1 – 3 червня 2023 року.
7. Босів ІТ-гігантів викликали в Білий дім: говорили про ризики штучного інтелекту. Назва з екрану. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-65728291>

References:

1. Shtuchnyi yntelekt: vse za i proty. Available at: <https://vc.ru/u/1525003-vygod-iz-matricy/658466-iskusstvennyy-intellekt-vse-za-i-protiv>
2. Minsky M. and Papert S. Perceptrons an introduction to computational geometry - The MIT Press Massachusetts Institute of Technology Cambridge, Massachusetts and London, England. Paperback Hardcover. 258 p.
3. Open AI. GPT-4 technical report, 2023. Available at: [arXiv:2303.08774](https://arxiv.org/abs/2303.08774) [cs.CL]
4. Linda S Gottfredson. Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography, 1997.
5. Bubeckar S. Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4. Available at: [arXiv:2303.12712v2](https://arxiv.org/abs/2303.12712v2) [cs.CL] 24 Mar 2023.
6. Kuklin V.M. Osoblyvosti spryiniattia liudmy prohresu v shtuchnomu intelekti / NICT2023 – Naukoiemni tekhnolohii v infokomunikatsiakh. Kamianets-Podilskyi, Ukraina, 1 – 3 chervnia 2023.
7. Bosiv IT-hihantiv vyklykaly v Bilyi dim: hovoryly pro ryzyky shtuchnoho intelektu. Nazva z ekranu. Available at: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-65728291>

Стаття надійшла до редакції 05.04.2023 р.

Іванько Олександр Олександрович, д.т.н., професор, Академік міжнародної академії екології; Президент Асоціації військових вчених – учасників бойових дій (АВВ-БД), винахідник, вчений-агроном; Тел., Viber, WhatsApp: +38(067)2330824; E-mail ivanko.kvirtu@gmail.com



**Агентство Міждисциплінарних Технологій
Інститут системного Аналізу і прикладних регіональних
Проектів**

Київ, тел. 067-233-08-24. E-mail: ivanko.kvirtu@gmail.com



Величне місце України
в європейській історії,
вимушені проблеми
регіонального відродження
і наші оптимальні дії

2023

Іванько Олександр Олександрович, д.т.н., професор, Академік міжнародної академії екології; Президент Асоціації військових вчених – учасників бойових дій (АВВ-БД), винахідник, вчений-агроном; Тел., Viber, WhatsApp: +38(067)2330824; E-mail: ivanko.kvirtu@gmail.com



Асоціація військових вчених – учасників бойових дій
Міжнародна Академія Екології
Інститут системного аналізу і прикладних регіональних проєктів
Агентство Міждисциплінарних Технологій

Київ, тел. 067-233-08-24, E-mail: ivanko.kvirtu@gmail.com

Проект

«Принципово нові шкільні Теплиці»

Загальна **МЕТА** Проекту:

Перший етап – *максимальна енергетична самодостатність Теплиць і нові можливості навчання.*

Другий етап – *нові виховні і оздоровчі можливості використання цих Теплиць.*



Увага до відродження Теплиць при школах сусідніх країн постійно зростає.

Матеріал з Інтернет:

1. В кожній школі області побудують теплиці;
2. Теплиці та грядки можуть з'явитись в міських школах;
3. В республіці Таджикистан йде розробка *Стратегії сталого розвитку шкільного харчування на період до 2027 р.* В основі – *нові шкільні теплиці;*
4. Студентами створено Робота для нагляду за рослинами в теплицях;
5.

Але саме наш функціонально повний колектив може і повинен випередити конкурентів в цій темі принципово новими можливостями.

Тому ми вирішили розпочати -

Київський Проект **«Принципово нова шкільна Теплиця»**

з метою:

- 1) нових можливостей додаткового навчання школярів;
- 2) отримання оздоровчої рослинної продукції для харчування учнів.

А. Мотивація виконання проекту – це цікаве *додаткове навчання* учнів в:

1. **Учбових дисциплінах:**
 - Фізика,
 - Біологія,
 - Природознавство,
 - Екологія,
 - Основи безпеки життєдіяльності,
 - Математика.
2. **Отриманні факультативних знань для важливих життєвих проблем:**
 - Основи практичної життєдіяльності;
 - Здоров'я і харчування людини;
 - Садибна ЕкоЧиста агрономія;
 - Практичні теплотехніка, енергозбереження *та ін.*
3. **Вирощування зразків продукції для якісного харчування:**
 - Овочі, трави, ягоди, фрукти, ...
4. **Вирощування квітів для свят і привітання іменинників.**

Б. Принципові наміри в Проекті:

1. Теплиця:

- Існуюче прозоре огороження + ПХВ плівка + СпецПлівка для регулювання оптичних можливостей теплиць;
- Грядки високі теплі з аероПідігрівом ґрунту, самозабезпеченням вологою, азотом, фосфором до 80%;
- Вентилятор електричний;
- ЛЕД - імпульсне освітлення з *економією ел/ен в 4...400 разів та ін.*

2. Обов'язкові Технологічні Приміщення Теплиць (ТП):

- Столи для розсади і квітів в нових технологіях;
- Шафа з інструментами і різними матеріалами;
- Загальна і індивідуальне імпульсне доосвітлення рослин;
- Резервне джерело тепла;
- Кабінет для бесід і гурткової роботи;
- Стенди, бібліотечка методичних видань;
- Виготовлення «*кімнатних (класних) тепличок*» та *ін.*

В. Загальні особливості нового об'єкта:

- Економія електроенергії від 70%, тепла від 75%, вологи на полив від 80%;
- Практична замкнутість тепличного середовища (*без фрамуг*);
- ТеплоІзоляція Теплиці взимку вночі - від 85%;
- Пасивне зменшення перегріву влітку від Сонця;

- Використовування залишків тепла теплиці для підігріву зовнішніх грядок;
- Зменшення трудовитрат в 5...10 разів, врожаїв в 10 разів;
- Прискорення вирощування овочі до 45 днів *та ін.*

• Баланс енергій нових шкільних теплиць

Немає більш важливої проблеми теплиці, ніж її теплові властивості. Адаже в зимовий період 1 кг продукції вимагає 7-8 літрів умовного палива.

А спекотного літа теплиця перегрівається. Її активно вентилюють, забілюють, навіть вкривають матами *та ін.* Тому типова теплиця хороша, якщо погода «*милостива*».

Основні потоки енергії в звичайній теплиці: - втрати через дах Q_K і щілини Q_{inf} (інфільтрація) складають 80%, ще 6% - через стіни Q_C і 12% - витоки тепла через фундамент Q_F . Для рослин залишається 2-5%. Надходження тепла йде від Сонця S_c і від місцевої котельні S_k , яку називають "крематорієм" для прибутків.

Але, є резерви для економії! Це наші авторські інженерні рішення!

Дії при реалізації Проекту

1. Принципи:

- поетапні дії повинні забезпечувати фундаментальні рішення без значних додаткових фінансових втрат;
- фундаментальні рішення - це забезпечення ЕнергоАвтономності + БіоЗемлеробства з перших кроків;
- розпаралелювання дій з метою швидкого досягнення прибутковості.

2. Ключові Цілі проекту:

- нові оптимальні і патентночисті рішення;
- створення ЕнергоАвтономних тепличних споруд нового покоління;
- перехід до БіоЗемлеробства і вирощування екочистих продуктів харчування;
- створення зразкового тепличного об'єкта для тиражування;
- патентування з творчими співвиконавцями проекту.

3. Планування дій:

- на основі мережних графіків та їх оптимізації класичними методами;
- виходячи з матеріальних, фінансових і кадрових можливостей.

Мотивація співвиконавців - це основа успішної і цілеспрямованої діяльності.

Перелік основних впроваджень

Впровадження	Деталізація	Примітки
1. Заміна водяного обігріву на калориферний	<ul style="list-style-type: none"> • Економія 100% покупних енергоносіїв. • Оптимальний мікроклімат 	Котел-калорифер
2. Акумуляування тепла	<ul style="list-style-type: none"> • Також сонячне тепло акумулюється в ґрунті 	Поліетиленові труби
3. Система пасивного теплозбереження	<ul style="list-style-type: none"> • Еквівалент склопакета. • Еквівалент термоса 	СпецПлівка
4. Система регулювання інсоляції	<ul style="list-style-type: none"> • Спеціальна плівка. • Регулювання зашторювання 	Ной- Хау
5. Система надеконного до-свічення рослин	<ul style="list-style-type: none"> • Спеціальне освітлення • Спеціальна плівка 	
6. Система позакореневого живлення	<ul style="list-style-type: none"> • Електронна система «Туман» 	
7. БіоАгроТехнологія	МікроБіологічний Ґрунт	Добавка «СОВА»
<i>Та ін.</i>		

Навчальні та науково-технологічні дії вчителів і школярів

1. Нарощування міждисциплінарних можливостей вчителів.

Ця проблема дуже впливає на якість шкільної підготовки дітей та на формування їх наукового світогляду. Тому дуже важливо початково надати вчителям системне знання і розуміння можливостей використовуваних теплиць різного складу і призначення у наступних проблемах:

- 1) енергетичний баланс теплиць, як єдність потреб і витрат теплових складових з метою їх постійного зменшення;
- 2) постійне зменшення витрат електроенергії на вимушене доосвітлення рослин не порушуючи їх природних потреб;
- 3) можливості нових матеріалів для теплиць з кращими властивостями;
- 4) мінімізація потреб теплиць у використанні поливної води для вирощуємих рослин;
- 5) можливість і корисність повної замкнутості тепличних приміщень;
- 6) необхідна кількість різновиду вирощуємих харчових рослин для природних потреб якісного здоров'я людського і домашніх тваринних організмів.
- 7) шляхи постійного зростання врожайності рослин, вирощуємих в теплицях, без порушення їх корисності для здоров'я;
- 8) можливість постійного зменшення вегетаційного періоду вирощуємих рослин;
- 9) використання нетипових місць створення нових теплиць в різних кліматичних і природних умовах, а також на різних будівлях міст;
- 10) шляхи розширення можливостей теплиць в пустелях і горах;
- 11) можливості екскурсій на цікаві об'єкти найближчої території свого регіону;
- 12) доступні книжкові і журнальні джерела додаткових і нових знань в проблемі *та ін.*

Звичайно, що ці корисні всім знання вчителі будуть використовувати в своїх учбових дисциплінах і будуть вмотивовуватись до розширення своїх і учнівських життєвих можливостей.

Особливу цінність можуть мати для вчителів факультативні заняття силами запрошених фахівців регіону, а також періодичні екскурсії на цікаві виробництва і наукові об'єкти.

А найбільш творчі особистості викладачів будуть бажати створювати різні творчі гуртки для розширення учнівських талантів, що будуть цікаві навіть їх батькам.

2. Нарощування і розширення міждисциплінарних знань і можливостей учнів.

Ця можливість може мати дуже вмотивовані творчі бажання більшості учнів використати знання і технології від своїх вчителів і зовнішніх спеціалістів з появою інтересу до різних цікавих життєвих напрямків життя і діяльності, що останні роки стали «не модними». Це інженерія, біологія, природознавство *та ін.*

Але важливою умовою цього є створення навчально-виробничих і дослідних об'єктів для дітей і молоді, де можлива цікава початкова спеціалізація майбутніх талантів нації.

Тому створення шкільних тепличних об'єктів з творчою інфраструктурою – це оптимальний колективний крок у спасінні молодого покоління в епоху економічних непорозумінь, революцій і війн.

Ми впевнені в тому, що особливо важливою складовою навчання, виховання і становлення молодого покоління і вчителів шкіл може стати можливість колективно і індивідуально приймати участь у науково обґрунтованому вирощуванні в шкільних теплицях наших розробок особливо якісної продовольчої продукції рослинного походження.

3. Найважливіші мотивації колективного використання наших ГеліоТеплиць

Загальні відомості:

- прогрівання ґрунту на глибині 30 см до 32⁰С збільшує врожай:
 - помідор в 2,0-2,5 рази, а термін дозрівання швидше на 30 днів;
 - баклажан в 4,0 рази, а термін дозрівання швидше на 14 днів;
- додаткове прогрівання ґрунту на 3-4⁰С збільшує врожай помідорів ще на 43%, а дозрівання прискорює на 9 днів;
- прогрівання ґрунту прискорює накопичення вуглецю в листі;
- мульчування прозорою плівкою збільшує надходження тепла в ґрунт на 40%.
- мульчування + ізоляція очеретом на глибині 25 см дає до 22,5⁰С при температурі на поверхні 1,5⁰С ;
- ґрунт акумулює тепло. Глибина проникнення теплової хвилі до 40 см;
- збільшення температури ґрунту з 12 до 14⁰С збільшує поглинання Р₂О₅ на 50%, а з 14 до 16⁰С - ще на 50%.

Висновок:

- Обігрів ґрунту повинен бути обов'язковим!!!

4. Мікробіологічна якість рослинної продукції

Дивно, але ветеринари більш професійні в лікуванні тварин, ніж лікарі в своїх елементарних обов'язках. В чому думка? - Ветеринари давно зрозуміли необхідність лікування мінералами, вітамінами, травами, а не екзотичними ліками.

Генетичний потенціал життя 120-140 років. Тільки 5 народів Сходу, Тибету і Західного Китаю живуть так довго.

У 1993 р в Орізоні (США) проведено експеримент. Три пари провели в горах в ізоляції 3 роки. Вони їли здорову їжу, яку вирощували на незайманих (реліктових) землях, дихали чистим повітрям, пили чисту реліктову воду. Коли вони пройшли медичне тестування, то прогноз їхнього життя - 165 років!!!

Щоб легко прожити 100-140 років, необхідна 91 натуральна біоактивна добавка: 60 мінералів, 16 вітамінів, 12 амінокислот, 3 основні жирні кислоти.

А якщо свиней лікувати як людей, то котлети будуть коштувати \$ 550 за 1 кг. Ми даємо можливість лікарям збагачуватися на нашому нерозумінні. Тому Б. Клінтон визнав фармацевтичну промисловість (як і нафтові компанії) внутрішнім ворогом США.

• Приклади: Камені в нирках- потрібно більше кальцію; свинина волосся - дефіцит міді.

• Антиприклад: доктор медицини М. Картенс помер в 57 років від дефіциту міді, а пив дорогі ліки. Відомий лікар С. Буркер (автор 5 книг про здоров'я) помер в 40 років від дефіциту селену.

Подивіться на свої руки, обличчя, тіло:

- рожеві плями - *дефіцит селену*;
- мало цукру в крові - *потрібен не цукор, а хром і ванадій*,
- випадає волосся, потім буде глухота - *мало олова*, немає радості від обіду
- *мало цинку*.
- ванадій і хром можуть *вилічити цукровий діабет за 4-6 місяців*.
- взяли 5.000 хворих із кров'яним тиском. Удвічі підвищили використання кальцію і через 6 тижнів у 65% він нормалізувався.

Лише 7 мінералів з 60 і збільшують життя **вдвічі**.

15-12 рослинних компонентів в день (із нормальним наповненням) дають 91 складову для здоров'я і довголіття.

А чи є в ґрунтах необхідні мінерали і елементи?

- Документ № 2.64 з 74-го Конгресу США (1936 р.) зазначає, що мінерали в ґрунтах і рослинах відсутні. За 200 років вони висмоктані рослинництвом. Це автоматично веде до хвороб. В Україні, де землеробства більш 6.000 років, все набагато гірше.

- 3 компоненти: *азот, калій і фосфор*, які в якості добрив використовують агрономи, дають рослинам тільки масу.

- А що було тисячі років тому? Чому непогана репродукція китайців, індусів, єгиптян? - Річки несли і несуть з гір мінерали, мул. За родючі долини велися війни. А наші невіднов-лювані "чорноземи" спустошені і заповнюються *техногенними відходами*. Здоров'ю загрожує все. Тільки *дефіцит кальцію* дає **147** хвороб.

Аналіз стану мікробіологічного наповнення рослин показав, що проблема **замовчується** не випадково, бо і конкуренція не може переступити неможливе. А саме, в типових теплицях в середніх і високих широтах з типовими агротехнологіями і слабкою інсоляцією принципово **неможливо виростити біоактивні рослини**. Тому зовсім не видають об'єктивних даних їх мікробіологічного аналізу. Адже це стане антирекламою продуктам.

На такому тлі вже **немає обмежень** використання **хімічних засобів** захисту рослин, **інтенсифікаторів** їх зростання, **консервантів** при транспортуванні і тривалій реалізації.

Оптичні, енергетичні та інші можливості **нашої ГеліоТеплиці**, а також наші **авторські технології** відродження і захисту чистих і з **реліктовим** складом ґрунтів, системи **позакореневого** підживлення, **імпульсного** доосвітлення рослин *та ін.* дають можливість **масово**, з мінімальною вартістю вирощувати **біоактивні** харчові продукти.

Щоденний раціон повинен складатися **на 60%** з свіжої рослинної продукції з повним **біологічним** складом. Відсутність таких складових призводить не тільки до **хвороб**, стомлюваності, психологічного порушення, *пасивності*, але й до високої **смертності** в умовах забрудненого зовнішнього середовища.

Наше населення **зменшилося** на мільйони. За даними міністерства охорони здоров'я серед них **6 млн.** чоловік з серцево-судинними захворюваннями, **1.2 млн.** - психічно хворі, **740 тис.** - онкохворі, **5 млн.** осіб постраждали від чорнобильської катастрофи, **95%** дітей теж хворі. Безліч людей хворіють **на туберкульоз**.

Якщо в розвинених країнах на **1** людину припадає **200...250 кг** свіжої овочевої продукції в рік, то в Україні ця цифра становить **4-5 кг**. Зимовий дефіцит компенсується **імпортом**, але його **якість жахлива**.

Тому розроблені нами модифікації ГеліоТеплиць - безальтернативні в економічних, кліматичних, екологічних, енергетичних умовах України.

АВАРІЯ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ДОСВІД ПОДОЛАННЯ. ДОБУТІ УРОКИ. (ІЗ МАТЕРІАЛІВ РОЗСЛІДУВАННЯ)

ПРИЧИНИ АВАРІЇ

Додаткові випробування з модернізованою системою проводились у 1984 та 1985 роках. При цьому моделювання аварійної ситуації передбачалося за відключеної ручними засувками системи аварійного охолодження реактора. Випробування на 4-му енергоблоці намітили на 25 квітня 1986 року вдень, при тепловій потужності реактора 700 МВт, до зупинки реактора для виконання планових ремонтних робіт. Слід зазначити, що програма випробувань відповідала вимогам, що діяли на той момент. Вони повинні були проводитися в режимі зниженої потужності, для якого характерні підвищена, порівняно з номінальною, витрата теплоносія через реактор, незначний недогрів теплоносія до температури кипіння на вході в активну зону та мінімальний парозміст. Ці фактори мали прямий вплив на масштаб аварії. Відповідно до запланованої програми потрібно було відключити аварійну систему охолодження активної зони реактора, яка забезпечувала подачу води для охолодження ядерного палива в аварійних ситуаціях. У міру продовження процедури відключення реактора останній працював приблизно на половинній потужності і диспетчер енергосистеми не дав дозволу на подальше зменшення потужності реактора. Відповідно до програми випробування приблизно через годину після цього система аварійного охолодження активної зони реактора була відключена, тоді як реактор продовжував працювати на 50-відсотковому рівні потужності. Лише приблизно о 23.00 25 квітня диспетчер енергосистеми надав дозвіл на подальше зменшення потужності реактора. Для проведення випробування реактор повинен був стабілізуватися на тепловій потужності приблизно в 1000 МВт, проте через помилку, яка виникла в ході експлуатації, потужність реактора впала до 30 МВт. Оператори спробували підняти потужність до 700-1000 МВт, відключивши автоматичні регулятори та вивільнивши всі контрольні стрижні вручну. Тільки приблизно о першій годині ночі 26 квітня реактор стабілізувався на рівні приблизно в 200 МВт. Хоча в умовах експлуатації ядерного реактора технологічним регламентом встановлювалася вимога про наявність у його активній зоні не менше 30 стрижнів, що регулюють, в ході експерименту було задіяно лише 10 регулюючих стрижнів. Більшість стрижнів витягли з активної зони з метою компенсації отруєння реактора. Незважаючи на це, приймається рішення продовжити програму випробувань. В результаті збільшення потоку теплоносія тиск пари падає. Автоматична система, яка відключає реактор при надмірно низькому тиску пари, була відключена. Для збереження потужності реактора оператори змушені витягти практично всі стрижні, що залишилися,

компенсуючи, після чого реактор набуває крайньої нестабільності і операторам доводиться кожні кілька секунд робити коригування, що дозволяють підтримувати постійну потужність. Приблизно в цей час оператори скорочують потік теплоносія з метою збереження тиску пари. Одночасно насоси, запитані від турбіни, що зупиняється, починають подавати менший об'єм теплоносія через реактор. Втрата теплоносія збільшила нестабільний стан реактора і збільшила продуктивність пари в каналах охолодження, і оператори вже не змогли запобігти сплеску енергії, яка, за підрахунками, перевищувала номінальну потужність реактора в 100 разів. Несподіване збільшення виробництва тепла руйнує частину ядерного палива, а дрібні розпечені паливні частинки вступають у реакцію з водою, що призводить до парового вибуху, який знищив активну зону реактора, а також руйнування покрівлі будівлі реакторного відділення. О 0 год 23 хв 40 з оператор управління реактором натискає кнопку ручної аварійної зупинки реактора (причина натискання кнопки достовірно не встановлена) і через три секунди з'являються сигнали аварійних захистів за періодом розгону реактора, а також перевищення потужності. Протягом приблизно трьох секунд витіснювачі аварійних стрижнів системи управління та захисту реактора при проектній швидкості руху стрижнів 0,4 м/с проходять відстань 1,2 м та повністю витісняють стовпи води, розташовані під ними. Спрацьовує «ефект витіснювачів», внаслідок чого, згідно з виконаними розрахунками, вводиться позитивна реактивність і починається некерований розгін реактора в його нижній частині. Внаслідок вибуху відбувається викид розпечених радіоактивних частинок та графіту в атмосферу; зруйнована активна частина реактора залишається без захисту. Радіоактивна хмара, що складається з диму, радіоактивних продуктів поділу та частинок ядерного палива, піднімається у повітря на відстань до 1 км. Більш важкі частинки з радіоактивної хмари осідають на територію в безпосередній близькості від аварійного реактора, а більш легкі компоненти, включаючи продукти поділу і практично весь набір благородних газів, що стали продуктом аварії, відносяться переважаючими вітрами до північного заходу від атомної електростанції. На обладнанні та зруйнованих конструкціях енергоблоку починається пожежа, яка викликає клуби пари та пилу, причому вогонь охоплює також дах турбінного залу, запаси дизельного палива та горючих матеріалів. Приблизно 100 членів пожежних команд, які розташовувалися як на території АЕС, так і викликані з м. Прип'яті, прибули для гасіння пожеж, причому саме ці люди отримали найвищі дози радіоактивного опромінення. починається горіння графітової кладки реактора. Інтенсивне горіння графіту стає причиною дисперсії радіоізопоів та продуктів поділу, що піднялися високо в атмосферу. Викид триває приблизно 20 днів, проте його інтенсивність значно знижується на десятий день, коли горіння графіту вдалося зупинити. Досі немає повністю обґрунтованого, внутрішньо несуперечливого сценарію аварії. Загальноприйнято підрозділяти аварійний процес на дві фази. Перша фаза - від

моменту спрацьовування аварійного захисту в 01 год 23 хв 40 с до катастрофічного розгону потужності та руйнування ядерного палива, друга фаза – руйнування паливних елементів, вибух та руйнування реактора. у принципі слід розглядати і третю фазу - процеси, що відбуваються в ядерному паливі після вибуху з 26 квітня до 6 травня 1986 р., оскільки вони зумовили сумарний викид радіонуклідів. Фахівцями Інституту атомної енергії ім. І. В. Курчатова в 1986 р. виконується аналіз можливих версій аварії, відповідно до яких могла б швидко і значно збільшитися реактивність. Аналіз будується на виявленні протиріч між очікуваним ефектом аварії, що розглядається, і наявними даними, зафіксованими вимірними приладами на Чорнобильській АЕС. До переліку цих версій входять: вибух водню у басейні-барботері; вибух водню в нижньому баку контуру охолодження системи керування та захисту реактора; диверсія - вибух заряду із руйнуванням трубопроводів контуру первинного теплоносія; розрив напірного колектора головного циркуляційного насоса або групового роздавального колектора; розрив барабан-сепаратора чи пароводяних комунікацій; «ефект витіснювачів» стрижнів системи управління та захисту реактора; несправність аварійного регулювання; груба помилка персоналу під час управління реактором; кавітація насосів теплоносія, що веде до подачі пароводяної суміші в технологічні канали; кавітація на дросельно-регулюючих клапанах; захоплення пари з барабан-сепараторів у опускні трубопроводи; пароцирконієва реакція та вибух водню в активній зоні; попадання стиснутого газу з балонів системи аварійного охолодження реактора Під час проведення аналізу було доведено, що це перелічені версії, крім однієї- «ефекту витіснювачів» стрижнів системи управління та захисту реактора суперечать наявним об'єктивним даним. Слід зазначити, що у першій офіційній версії аварії наводиться одне із основних конструктивних недоліків РБМК - великий позитивний паровий коефіцієнт реактивності, результатом якого з'явилися катастрофічні наслідки аварії. При подальшому вивченні причин аварії та можливого впливу окремих факторів на розгін реактора у більшості робіт обговорюються два механізми, які могли спричинити сплеск потужності з катастрофічними наслідками: введення позитивної реактивності стрижнями управління та захисту внаслідок нестачі їхньої конструкції при попередньому стані реактора; зовнішній вплив на потік теплоносія в контурі - короткочасне відкриття парових запобіжних клапанів, різке зниження продуктивності насосів теплоносія, їх кавітація і т.д. Дослідження причин аварії та моделювання процесів, що призвели до аварії, дозволили зробити висновок, що основні фактори, що вплинули на її розвиток, великий позитивний коефіцієнт реактивності та недоліки конструкції стрижнів системи управління та захисту реактора, що проявилися в нерегламентному стані реактора, в який він був наведений перед аварією. Істотну роль розвитку аварії відіграли просторові динамічні процеси. Виконані різними організаціями, незалежно один від одного, дослідження на основі розрахункового моделювання

показують, що розвиток аварійного процесу відбувався наступним чином. Після початкової фази перерозподілу нейтронного потоку, обумовленої конструкцією стрижнів системи управління та захисту реактора і не залежить від теплогідролічного стану реактора і контуру первинного теплоносія, підвищення енерговисипів до певних значень викликало великий паровий коефіцієнт реактивності, органічно властивий конструкції даного типу реактора. З появою та зростанням пароутворення зона підвищених енерговиділень саморозгінним чином зростає, поширюючись на всю активну зону. Умови значного пошкодження навіть обмеженої кількості ядерного палива через особливості конструкції реактора можуть призвести до руйнування самого реактора з виведенням з ладу його-системи аварійного захисту. Розрив труб кількох технологічних каналів призводить до зростання тиску в реакторному просторі, частковому відриву несучої плити реактора від шкіри. Руйнування технологічних каналів, яке спочатку ініціювалося лише локальним сплеском нейтронної потужності, що посилюється утворенням пари в обмеженій зоні реактора, з моменту початку розриву каналних труб викликає новий ефект - масове пароутворення по всьому об'єму активної зони через декомпресію контуру охолодження реактор, а і вивільнення величини властивого реактора великого парового ефекту реактивності. Вже в 1986 р. сформувалися два протилежні погляди на безпосередні причини аварії, один із яких пов'язував основні причини аварії з нестабільністю реактора РБМК, недосконалістю конструкції та регламенту експлуатації, другий - з порушенням регламенту експлуатації реакторної установки персоналом станції. Версія винності в аварії персоналу станції стає офіційною версією уряду СРСР, всі дослідження, що суперечили їй, засекречуються навіть фахівців. Відповідно до цієї версії першопричиною аварії є вкрай мало ймовірне поєднання порушень порядку та режиму експлуатації, допущених персоналом енергоблоку. Катастрофічні розміри аварії пояснюються тим, що реактор був приведений у такий нерегламентний стан, у якому суттєво посилювався вплив позитивного ефекту реактивності на зростання потужності. Персоналу ставиться в провину ряд найбільш небезпечних порушень, які призвели реактор до нерегламентного стану. Разом з тим у рішенні науково-технічної ради регулюючого органу СРСР у 1990 р. з розгляду причин чорнобильської аварії зроблено однозначний висновок про те, що інкриміновані персоналу порушення не були причиною аварії, не впливали на перебіг її розвитку та масштаби наслідків. Персонал діяв відповідно до експлуатаційної документації, яка так чи інакше санкціонувала ці дії. Можливі відхилення параметрів реактора від регламентних значень не могли своєчасно контролюватись через недоліки системи контролю реактора. У розпорядженні персоналу був жодного параметра, за значенням якого міг би встановити нерегламентність стану реакторної установки. І проект, і технологічний регламент допускали режими, подібні 26 квітня 1986 р. на блоці № 4 Чорнобильської АЕС, і реалізовуватися вони могли без будь-якого

втручання персоналу. Проведені дослідження, аналіз різних моделей та сценаріїв розвитку аварії дозволили сформулювати такий висновок: аварія на реакторі типу РБМК стала неминучою внаслідок наявних на той момент серйозних конструктивних недоліків, специфічних ядерно-фізичних характеристик реакторної установки, обумовлених конструкцією його активної зони, низької ефективності системи управління та захисту, неправильної конструкції стрижнів аварійного захисту реактора, низької якості типового технологічного ремонту; причиною виникнення аварії стало введення позитивної реактивності в нижню частину реактора при спрацьовуванні аварійного захисту. Результати аналізу у 1991 р. були представлені до Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), і на їх підставі Міжнародна консультативна група з ядерної безпеки (INSAG) виклала свою позицію у такій редакції: «... в даний час видається, що аварія стала наслідком збігу наступних основних факторів: специфічних фізичних характеристик реактора; специфічних особливостей конструкції органів управління реактором та того факту, що реактор був виведений у стан, не обумовлений регламентом та не досліджений незалежним органом з питань безпеки. Найважливішим є те, що саме фізичні характеристики реактора зумовили його нестійку поведінку». INSAG-7 відіграв позитивну роль і сприяв більш об'єктивному інформуванню широких верств громадськості про справжні причини чорнобильської аварії. Примітно, що недоліки конструкції реакторної установки РБМК були відомі ще до аварії на Чорнобильській АЕС. Експериментально їх виявили під час проведення фізичних пусків енергоблоку № 1 Ігналинської АЕС та енергоблоку № 4 Чорнобильської АЕС у листопаді-грудні 1983 р., майже за 2,5 роки до аварії. Тоді ж пропонувалися деякі заходи щодо усунення цих дефектів, але жодне з них не було реалізовано.

НАСЛІДКИ АВАРІЇ

Внаслідок вибуху реактора всі фізичні бар'єри, що виконували функції локалізації радіоактивних матеріалів, були зруйновані або пошкоджені. Повне руйнування активної зони реактора, з одного боку, призвело до припинення ланцюгової реакції поділу, а з іншого - до втрати технічної можливості зняття залишкового тепловиділення палива і втрати контролю над енергоблоком як джерелом радіоактивного викиду. Під час вибуху верхню плиту зруйнованого реактора масою близько 2000 т вибуховою хвилею підкинуло нагору і вона стала під кутом 15° до вертикалі. Нижня плита опустилася на 4 метри. Ядерне паливо в кількості 190 т при вибуху активної зони розвіялося по приміщеннях енергоблоку і частково по покрівлі, вентиляційній трубі, навколишній території. На території, що безпосередньо примикає до зруйнованого енергоблоку, лежали розкидані фрагменти активної зони: уламки тепловиділяючих елементів, шматки графітової кладки, радіоактивні елементи конструкцій реакторної установки. Основну небезпеку становили дуже високі дози радіації, отримані особами, які брали участь у гасінні пожежі на

аварійному енергоблоці. Досвід гасіння графітових матеріалів був обмежений. Крім того, існував реальний ризик, що будь-яка спроба зупинити горіння може спричинити подальшу дисперсію радіоізотопів через можливу появу пари. Висловлювалися навіть думки, що такі спроби можуть призвести до виникнення критичної маси у ядерному паливі реактора. У початковій оцінці викидів передбачалося, що у атмосферу потрапило 100 % інертних радіоактивних газів, включаючи 10-20 % більше летких елементів йоду, телуру і цезію. Загальний викид цезію-137 оцінювався на рівні 70 ПБк, з яких 3.1 ПБк припали на території України, Білорусі та Росії. Пізніший аналіз результатів досліджень залишків активної зони реактора та осаджених радіоактивних речовин усередині будівлі реакторної установки, по суті, став незалежною оцінкою викиду в атмосферу.

Внаслідок вибуху реактора всі фізичні бар'єри, що виконували функції локалізації радіоактивних матеріалів, були зруйновані або пошкоджені. Повне руйнування активної зони реактора, з одного боку, призвело до припинення ланцюгової реакції поділу, а з іншого - до втрати технічної можливості зняття залишкового виділення теплового палива і до втрати контролю над енергоблоком як джерелом радіоактивного викиду. Під час вибуху верхню плиту зруйнованого реактора масою близько 2000 т вибуховою хвилею підкинуло нагору і вона стала під кутом 15° до вертикалі. Нижня плита опустилася на 4 метри. Ядерне паливо в кількості 190 т при вибуху активної зони розвіялося по приміщеннях енергоблоку і частково по покрівлі, вентиляційній трубі, навколишній території. На території, що безпосередньо примикає до зруйнованого енергоблоку, лежали розкидані фрагменти активної зони: уламки тепловиділяючих елементів, шматки графітової кладки, радіоактивні елементи конструкцій реакторної установки. Основну небезпеку становили вкрай високі дози радіації, отримані особами, які брали участь у гасінні пожежі на аварійному енергоблоці. Досвід гасіння графітових матеріалів: був дуже обмежений; крім того, існував реальний ризик, що будь-яка спроба зупинити горіння може спричинити подальшу дисперсію радіоізотопів через можливу появу пари. Висловлювалися навіть думки, що такі спроби можуть призвести до виникнення критичної маси ядерного палива реактора. У початковій оцінці викидів передбачалося, що у атмосферу потрапило 100.% інертних радіоактивних газів, включаючи 10-20 % більше летких елементів йоду, телуру і цезію. Загальний викид цезію-137 оцінювався на рівні 70 ПБк, з яких 3.1 ПБк припали на території України, Білорусі та Росії.

Пізніший аналіз результатів досліджень залишків активної зони реактора та осаджених радіоактивних речовин усередині будівлі реакторної установки, по суті, став незалежною оцінкою викиду в атмосферу. Відповідно до цих дослідженнями частка викинутого в атмосферу цезію-137 склала 20-40% (85 ± 26 ПБк) на основі усередненої частки викиду від ядерного палива в 47% з наступним утриманням залишку викиду у будівлі реакторної установки.

Що стосується йоду-131, то найбільш точна оцінка становила від 50 до 60% активної зони реактора на рівні 3200 ПБк. Оцінку викиду можна було отримати двома шляхами: або реєструвати кількість радіонуклідів, що викидаються з зруйнованого реактора, або підраховувати кількість радіонуклідів, що осіли на поверхні землі. Зробити це у сформованій ситуації було дуже важко: над розвалом та в безпосередній близькості від нього існували величезні радіаційні поля, сам реактор вивергав гарячий струмінь заввишки понад 1200 м. Накладалися й складні метеорологічні умови: за днів активної аварії вітер постійно змінював свій напрямок. З великими труднощами вдавалося взяти необхідні для розрахунку проби та визначити параметри повітряного струменя, що виносить радіоактивні аерозолі з реактора. Шляхом аерогамарозвідки визначалися дозові поля-гамма-випромінювання. Ці результати могли бути грубо пов'язані з кількістю палива, що випало. Наступні потім гамма-спектрометричні дослідження ґрунтових проб давали можливість судити про викид з похибкою 20%. На ранок 15 травня отримано першу оцінку викиду з аварійного реактора, виконану співробітниками Інституту атомної енергії ім. І. В. Курчатова: поза зруйнованим блоком знаходиться 3-4% палива початкової завантаження. До середини липня ці дані вже можна було порівнювати з результатами незалежних розрахунків, що проводилися в інших наукових інститутах. За їх оцінками, викид палива становив від 2 до 6%. Початковий великий викид пояснювався головним чином механічною фрагментацією палива під час вибуху. Він містив переважно більш легкі радіоізотопи, такі як радіоактивні шляхетні гази, різні сполуки йоду та певну кількість цезію. Другий великий викид, що стався між сьомим та десятим днем після аварії, був викликаний високими температурами розплавленого ядерного палива. Причиною різкого зменшення викидів через 10 днів після аварії стало швидке охолодження палива у міру того, як його залишки пройшли через нижній рівень-захисту та вступили у взаємодію з іншими матеріалами реакторної установки. Викиди відбувалися і після 6 травня, але вони були не такими значними."

Викид радіоактивних речовин в атмосферу складався з газів, аерозолів і елементів ядерного палива у вигляді мікроскопічних частинок. Газоподібні елементи - криптон і ксенон - практично повністю виявилися викинутими в атмосферу з ядерного палива. Крім того, що йод зустрічався в газоподібній формі та у формі аерозолів, на місці аварії було також виявлено органічно пов'язаний йод. Співвідношення між різними формами прояву йоду змінювалося залежно від тимчасового чинника. Імовірно, від 50 до 60 % вмісту йоду в ядерному паливі в тій чи іншій формі потрапило в атмосферу. Інші нейтральні елементи та суміші, такі як цезій і телур, разом з аерозолями також опинилися у навколишньому середовищі. Проби повітря показали наявність частинок цих елементів розміром 0,5-1 мм. Великий викид частинок палива та тривала тривалість цього викиду в основному обумовлювалися горінням графітових матеріалів ядерного палива. Більші частинки палива випали на

територію, що неподалік від місця аварії, а більш дрібні частки поширилися на значні відстані. Часті зміни метеорологічних умов протягом 10 днів після аварії призвели до значних змін напряму викиду та параметрів дисперсії. Моделі осадження радіоактивних частинок залежали великою мірою параметрів дисперсії, розмірів частинок і випадання опадів. Найбільші частинки - в основному частинки ядерного палива випадали в межах 100 км від аварійного реактора. Дрібні частки вітер відносив далі, і їхнє осадження відбувалося переважно через випадання опадів. Частина викидів, що складалася з радіоізотопів, та їх подальше випадання на землю також значно варіювалися під час аварії у зв'язку з коливаннями температури та зміною інших параметрів під час викиду. Внаслідок Чорнобильської аварії утворилося три основні осередки забруднення: Центральний, Брянсько-Білоруський, а також вогнище в районі Калуги, Тули та Орла. Центральне вогнище виникло в ході початкового активного етапу викиду в основному напрямку заходу та північно-заходу. Випадання цезію-137 на землю в обсязі, що перевищує 40 кБк/м², охопило значні території північної частини України та південної частини Білорусі. Найбільше постраждала 30-кілометрова зона навколо Чорнобильської АЕС, де випадання цезію-137 на землю в цілому перевищували 1500 кБк/м². Близько двох місяців після аварії одним з основних джерел радіаційної небезпеки для населення залишалися радіоактивними ізопои йоду, що випали на місцевість у разі аварійного викиду. У ряді населених пунктів радіоактивний йод викликав опромінення щитовидної залози у дітей, що значно перевищує допустимі рівні. Надалі основну радіаційну небезпеку стали представляти довгоживучі радіонукліди цезію, стронцію та плутонію, що випали з атмосферними опадами в активній фазі аварії і які утворили біля так звані радіоактивні плями. 29 квітня 1986 р., до кінця дня, на території України дозиметричні та радіометричні вимірювання виконують близько 15 тисяч постів радіаційного спостереження, понад 700 розвідувальних груп, у тому числі ланки річкової та залізничної розвідки, 560 лабораторій санітарно-епідеміологічних станцій, 420 ветеринарних лабораторій, 140 метеостанцій. Ведення радіаційної розвідки на транспортних маршрутах, у населених пунктах зони Чорнобильської АЕС та на території самої АЕС доручається військовим підрозділам, що прибули до району аварії. 30-кілометрова зона Чорнобильської АЕС була утворена у 1986 р. На цій території щільність забруднення ґрунтів перевищувала допустимі рівні: 15 Кі/км² за цезію, 3 Кі/км² по стронцію та 0,1 Кі/км² з плутонію. До її складу увійшли: 76 800 га ліси (41 % усієї площі забруднень у межах зони); 48400 га сільгоспугідь (27%); 52 400 га водойм, боліт (28 %) та 8000 га території населених пунктів (4%). На територію зони у вигляді частинок паливної матриці та частинок конденсаційного походження випало приблизно 30 МКі радіоактивних речовин. Більше половини активності аварійного викиду зосереджено в межах п'ятикілометрової зони – ближньої зони Чорнобильської АЕС, що займає площу 8000 га. Тут середні густини забруднення становили 890 Кі/км² за цезієм-137, 180 Кі/км² по стронцію-90 і 0,8 Кі/км² плутонію.

У ХХІ столітті час дешевої нафти закінчується, запаси газу не безмежні. Аналіз енергетичної ситуації, що складається після вичерпання запасів нафти і газу, а також з урахуванням наявних технологій, показує; що для суспільства найбільш реальні джерела енергії майбутнього - вугілля і енергія атома. Але мало кому відомо, що вугілля у невеликих концентраціях містить уран. При згорянні палива уран потрапляє в атмосферу. Хоча його концентрації малі; але за тих обсягах вугілля, що ми спалюємо, радіоактивні викиди вже суттєві. Викиди радіоактивних речовин на теплових електростанціях, що працюють на вугіллі, перевищують викиди АЕС аналогічної потужності. Крім того, один блок теплової станції потужністю 1 ТОВ МВт за рік виробляє 300-400 тис. т золи, що містить кілька тисяч тонн токсичних важких металів. До цього необхідно додати вплив сірчистого та вуглекислого газів, які викликають кислотні дощі та глобальне потепління за рахунок парникового ефекту. Нині лише атомні електричні станції довели свою можливість надійно виробляти дешеву електроенергію відповідних стандартів якості. Після здійснення заходів щодо забезпечення безпеки рівень безпеки практично на всіх АЕС світу відповідає сучасним вимогам норм та стандартів, зростаючи від проекту до проекту. Імовірнісний метод оцінки безпеки АЕС в цілому свідчить, що при виробленні однієї й тієї ж одиниці електроенергії ймовірність великої аварії на АЕС у 100 разів нижча, ніж на гідроелектростанції, і в 100 разів нижче, ніж у вугільній енергетиці. Атомні електростанції займають важливе місце в енергетиці багатьох розвинених країн, виробляючи більш дешеву електроенергію, ніж вугільні, газові та нафтові теплові електричні станції. із введенням в експлуатацію реакторів нового покоління деякі країни вже перейшли до чергового етапу розвитку атомної енергетики, а деякі готуються до цього, відкрито обговорюючи та переглядаючи стратегічні, економічні та екологічні принципи свого енергетичного постачання. В принципі можна створити взагалі абсолютно безпечний реактор, але він буде сьогодні дорогим та виробляти неконкурентоспроможну на ринку електроенергію. Проте цей ринок утворено урядами і вони можуть змінити правила гри. Наприклад, дотації на користь атомної електроенергії.

Від редакції! Перед урядами та державами немає більш важливого завдання, ніж збереження загальнолюдських пріоритетів і вони негайно повинні зробити вибір на користь безпечного та щасливого життя населення планети. Для цього людство має і ресурси і можливості. Тільки треба ті мільярди, які сьогодні кидають у вогонь війни спрямувати на забезпечення гідного життя! Адже воно у кожної людини лише одне!

Із матеріалів монографії: Аварія на Чернобыльской АЭС: Опыт преодоления. Извлеченные уроки /А84 А. В. Носовский, В. Н. Васильченко, А. А. Ключников, Б. С. Пристер; Под ред. А. В. Носовского. - К.: Техника, 2006. - 264 с. + цв. вкл. на 32 с. - (Безопасность атомных станций).